Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Ampliación de la Red de Gas Natural del Parque Industrial Querétaro

Capítulo 1

Gas Natural Santa Rosa, S de R. L. de C.V.

Contenido

I. Capítulo 1 ..... I-3

I.1. Datos generales del proyecto I-3

I.1.1. Nombre del proyecto I-3

I.1.2. Ubicación del proyecto I-3

I.1.3. Duración del proyecto I-5

I.2. Datos generales del promovente I-9

I.2.1. Nombre o razón social I-9

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes I-9

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal I-9

I.2.4. Nombre del responsable técnico del estudio I-9

Figuras

Figura I-1 Ubicación local del proyecto "Ampliación de la Red de Gas Natural del Parque Industrial Querétaro I-4

Tablas

Tabla I-1 Cronograma de trabajo del proyecto I-6

I. Capítulo 1

I.1. Datos generales del proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto

Ampliación de la Red de Gas Natural del Parque Industrial Querétaro

I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto, denominado como Ampliación de la Red de Gas Natural del Parque Industrial Querétaro, también conocido como "Gas Natural de Santa Rosa" consiste en la ampliación y puesta en operación de un sistema de distribución de Gas Natural ubicado en la Ciudad de Querétaro en el Estado de Querétaro, y pretende dar servicio a la industria contenida dentro del Parque Industrial Querétaro (PIQ).

Las localidades aledañas al proyecto son: "Jofrito" al Norte, al Oeste "Buenavista," al Sur "San Isidro Buenavista", al Sureste "El Pinto" y al Oeste "La Estancada".

Asimismo, las vialidades cercanas y que sirven de acceso al proyecto son: carretera "San Luis Potosí – Querétaro", la "México -111", y la "México 57 – D". Al encontrarse el proyecto en zona urbana, existen diversas vialidades internas que interconectan los poblados con el proyecto y viceversa.

En el siguiente mapa se muestra la ubicación local del proyecto:

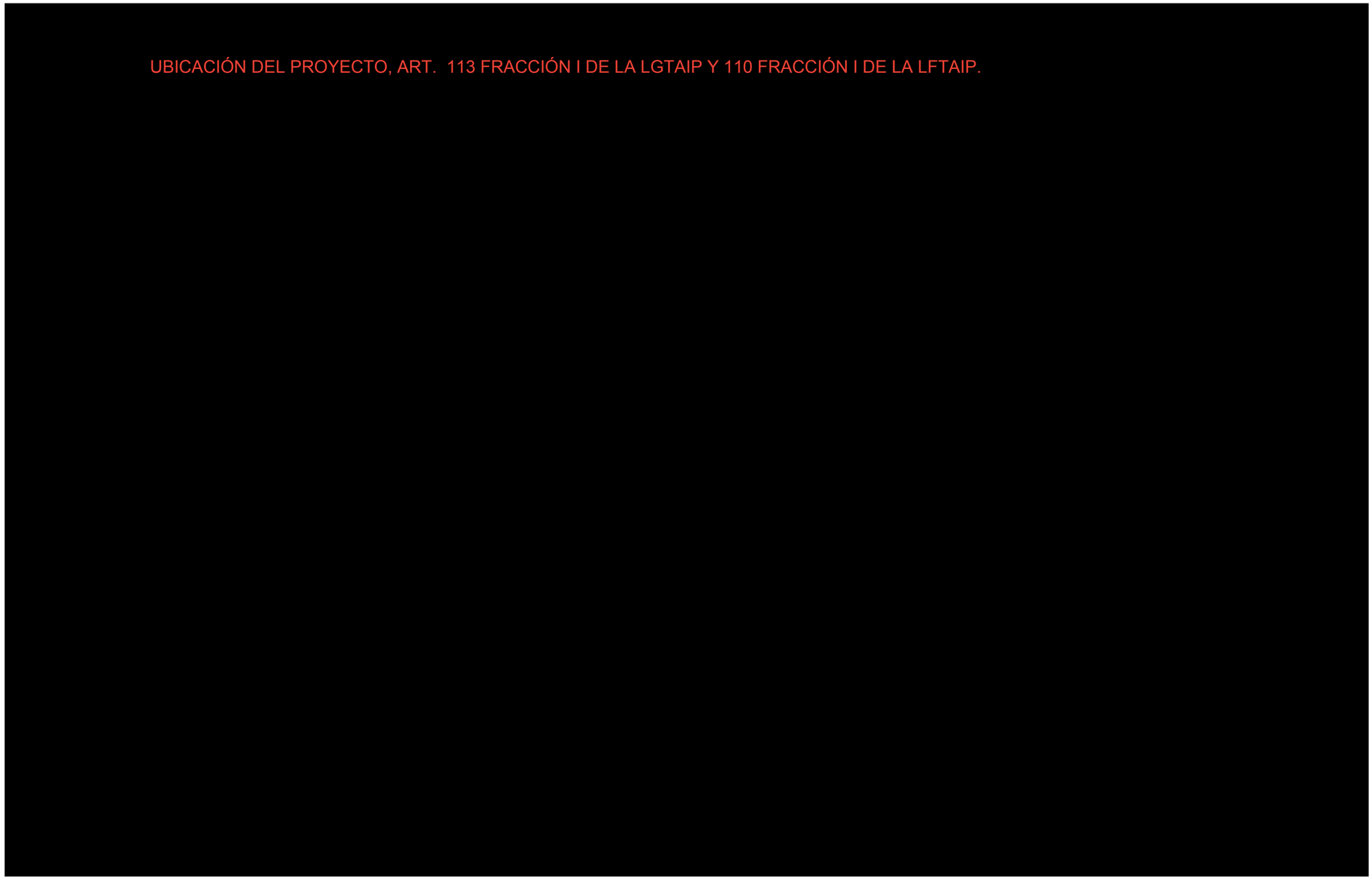


Figura I-1 Ubicación local del proyecto "Ampliación de la Red de Gas Natural del Parque Industrial Querétaro

I.1.3. Duración del proyecto

A continuación, se presenta el programa de trabajo que contiene la duración del proyecto:

Tabla I-1 Cronograma de trabajo del proyecto

Cronograma de actividades a realizarse por años de duración																																												
Etapa	Actividad Proyectada		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057
			Fase 1		Fase 2		Fase 3		Operación y mantenimiento (Esta etapa se desfasa con forme el avance de la construcción de líneas de distribución de Gas Natural, por lo que se señala por año el inicio de operación de cada Fase, así como su término)																																				Abandono
			Preparación de Sitio y Construccion		Preparación de Sitio y Construccion		Preparación de Sitio y Construccion																																				
Etapa de Preparación del sitio	Desarrollo de ingeniería básica del proyecto																																								
	Evaluaciones del permiso por la CRE																																								
	Desarrollo de la ingeniería de detalle																																								
	Tubería	Levantamiento topográfico																																							
		Limpieza del trazo y nivelación																																							
		Trazo y nivelación del derecho de vía																																							
		Señalización																																							
	EMR Usuarios	Limpieza del terreno																																							
		Trazo de obra																																							
		Acarreos																																							

Cronograma de actividades a realizarse por años de duración

Etapa	Actividad Proyectada		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057
			Fase 1		Fase 2		Fase 3		Operación y mantenimiento (Esta etapa se desfasa con forme el avance de la construcción de líneas de distribución de Gas Natural, por lo que se señala por año el inicio de operación de cada Fase, así como su término)																																Abandono
			Preparación de Sitio y Construccion		Preparación de Sitio y Construccion		Preparación de Sitio y Construccion																																	
Etapa de Construcción	Colocación de servicios de apoyo (sanitarios, almacén temporal de tubería y equipos)																																						
	Tubería	Excavación																																					
		Cambio de tubería de 4” a 6”																																					
		Colocación de válvulas de seccionamiento																																					
		Preparación de la zanja																																					
		Colocación de tubería, válvulas de seccionamiento y reducciones según corresponda a la Fase de proyecto																																					
		Trabajos de soldadura por termofusión																																					
		Trabajos de soldadura, recubrimientos y pruebas																																					
		Instalación de protecciones catódicas (en secciones de acero)																																					

Cronograma de actividades a realizarse por años de duración

Etapa	Actividad Proyectada		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057
			Fase 1		Fase 2		Fase 3		Operación y mantenimiento (Esta etapa se desfasa con forme el avance de la construcción de líneas de distribución de Gas Natural, por lo que se señala por año el inicio de operación de cada Fase, así como su término)																																	Abandono
			Preparación de Sitio y Construccion		Preparación de Sitio y Construccion		Preparación de Sitio y Construccion																																	
		Acarreos																																					
		Señalamientos																																					
		Relleno de Zanja																																					
		Compactación																																					
		Paso de cruces mediante perforación direccionada.																																					
		Instalación de señalamientos.																																					
	EMR Usuarios	Colocación de gravas																																					

I.2. Datos generales del promovente

I.2.1. Nombre o razón social

Gas Natural de Santa Rosa, S. de R.L. de C.V

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes

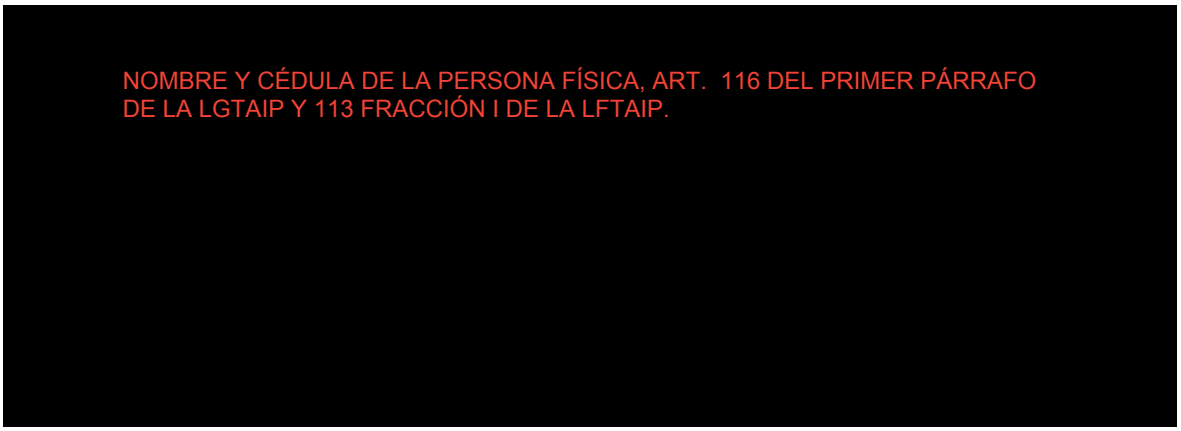
GNS1505221S1

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

Nombre del Apoderado Legal: Abel Medina Camacho.

Cargo: Apoderado Legal, Director de Proyectos Igasamex S. A. de C.V.

I.2.4. Nombre del responsable técnico del estudio



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Ampliación de la Red de Gas Natural del Parque Industrial Querétaro

Capítulo 2

Gas Natural Santa Rosa, S de R. L. de C.V.

Contenido

II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo II-14

II.1. Información general del proyecto, plan o programa II-14

II.1.1. Naturaleza del proyecto, plan o programa II-18

II.1.2. Justificación II-19

II.1.3. Ubicación física y dimensiones del proyecto II-20

II.1.3.1. Sistema de distribución autorizado y operando II-21

Ductos II-28

Válvulas II-74

II.1.3.1. Primera fase de ampliación II-77

Casetas de Medición y Regulación II-81

Ductos II-83

II.1.3.1. Segunda fase de ampliación II-107

Ductos II-111

II.1.3.1. Tercera fase de ampliación II-131

Ductos II-134

II.1.4. Inversión requerida II-151

II.2. Características particulares del proyecto, plan o programa II-152

II.2.1.1. Descripción general de la obra II-156

Usuarios presentes y futuros del proyecto II-156

II.2.1.2. Elementos que conforman el proyecto II-159

Estación de Medición y Regulación de transferencia de custodia o interconexión II-159

Estaciones de Medición y Regulación (Usuario) II-162

Tubería II-163

Zanjas para la colocación de tubería II-165

Válvulas y accesorios..... II-166
Válvulas II-166
Válvulas de seccionamiento..... II-167
Reguladores de presión II-168
Medidor de flujo II-168
Protección por sobre presión (válvula de alivio)..... II-169
Válvula Slam Shut II-170
II.2.1.3. Diseño del proyecto..... II-170
Diseño de la red II-174
Diseño mecánico II-174
Criterios para el diseño del sistema II-174
Procedimiento de cálculo adoptado para la determinación del diámetro de los ductos y capacidad de las casetas de transferencia de custodia . II-175
Ecuación de Weymouth, así como del valor de eficiencia empleado en los cálculos..... II-176
Cruces..... II-177
Composición y cantidad del gas natural II-178
Cálculo del empaque total para el proyecto autorizado y operando II-179
II.2.1.4. Descripción de la estructura general por fases del proyecto II-183
Proyecto autorizado y en operación II-183
Fase I de ampliación..... II-189
Fase II de ampliación..... II-191
Fase III de ampliación II-193
II.2.1. Programa de trabajo..... II-195
II.2.2. Representación gráfica regional..... II-199
II.2.3. Representación gráfica local..... II-200
II.2.4. Preparación del sitio y construcción..... II-202

II.2.4.1. Delimitación y limpieza del área a intervenir..... II-202

II.2.4.2. Instalación de infraestructura..... II-202

Instalación de ductos II-203

Pruebas y limpieza de ductos II-211

II.2.4.3. Señalización II-215

II.2.4.1. Seguridad II-220

Extintor tipo PQS II-220

II.2.4.2. Personal y maquinaria requerida II-222

II.2.4.1. Maquinaria y herramienta requerida II-223

II.2.4.1. Caminos de acceso requeridos II-225

II.2.4.2. Limpieza del terreno II-225

II.2.4.3. Obras de carácter temporal o apoyo..... II-226

II.2.5. Operación y mantenimiento II-227

II.2.5.1. Operación II-227

II.2.5.2. Mantenimiento II-228

Vigilancia e Inspección II-229

Reparación II-230

Inspecciones..... II-231

Inspección de fugas II-232

Vigilancia en el ducto II-232

Control de la Vegetación..... II-233

Inspección de válvulas..... II-234

Reparaciones..... II-235

Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas y Dispositivos de ControlII-235

Verificación y en su caso Reajuste de la Presión Máxima de Operación. II-237

Verificación del Odorizante. II-237

Control de la Corrosión. II-238

Pruebas No Destructivas II-239

Pruebas de Hermeticidad..... II-239

II.2.6. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones..... II-240

II.2.7. Residuos II-240

II.2.7.1. Sólidos..... II-240

II.2.7.2. Manejo especial II-240

II.2.7.1. Peligrosos II-241

II.2.7.1. Aguas residuales II-241

II.2.8. Generación de gases efecto invernadero II-243

II.2.8.1. Identificar por etapas del proyecto las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero II-243

II.2.8.2. Determinación de los gases de efecto invernadero que se generaran durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de H20, C02, CH4, N20, CFC, O3, entre otros II-243

II.2.8.3. Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto..... II-245

Tablas

Tabla 1 Resumen del sistema de ductos en operación y tres etapas de ampliación II-21
Tabla 2 Ubicación de las 11 Casetas de Medición y Regulación en operación . II-22
Tabla 3 Descripción de los 17 ramales que conforman el proyecto en operación II-23
Tabla 4 Descripción de las 44 válvulas que conforman el proyecto en operación II-24
Tabla 5 Cuadro de construcción de la tubería en el punto de interconexión con CENAGAS y el ERM II-28
Tabla 6 Cuadro de construcción del ducto “La Cruz 02”..... II-30
Tabla 7 Cuadro de construcción del ducto “Benito Juárez 03 - NUCITEC” II-33
Tabla 8 Cuadro de construcción del ducto “Benito Juárez 03 – Martín Rea”... II-34
Tabla 9 Cuadro de construcción del ducto “Benito Juárez 03 – TERMOTECH”II-37
Tabla 10 Cuadro de construcción del ducto “Industria Minera 02 – HANMACH” II-43
Tabla 11 Cuadro de construcción del ducto “Industria Minera 04 – REHRIG PACIFIC COMPANY”..... II-46
Tabla 12 Cuadro de construcción del ducto de la conexión a MANN HUMMELII-50
Tabla 13 Cuadro de construcción del ducto “El Marquez 01” II-52
Tabla 14 Cuadro de construcción de conexión ACPS Automotive (El Marquez 02) II-57
Tabla 15 Cuadro de construcción de conexión WINPACK (Jalpan de la Sierra)II-59
Tabla 16 Cuadro de construcción de disparo a futuro Pedro Escobedo 01..... II-62
Tabla 17 Cuadro de construcción de disparo a futuro Pedro Escobedo 02..... II-64
Tabla 18 Cuadro de construcción de disparo a futuro La Cruz 01 ..... II-66
Tabla 19 Cuadro de construcción de Eje Balvarena II-68
Tabla 20 Cuadro de construcción conexión a EATON..... II-70
Tabla 21 Cuadro de construcción conexión a DAEYEONG II-72
Tabla 22 Descripción de las 44 válvulas que conforman el proyecto en operación II-74

Tabla 23 Ubicación del punto de interconexión y la Caseta interconexión con el ducto Generación Eléctrica -TRANSCANADA 01..... II-77
Tabla 24 Descripción de los 11 ramales que conforman parte de la primera fase de ampliación II-77
Tabla 25 Descripción de las 23 válvulas que componen la Fase I II-78
Tabla 26 Ubicación del punto de interconexión y la Caseta interconexión con el ducto TRANSCANADA..... II-81
Tabla 27 Cuadro de construcción eje ducto “La Noria 01” II-83
Tabla 28 Cuadro de construcción eje ducto “Privada La Noria” II-84
Tabla 36 Cuadro de construcción eje ducto “Camino Vecinal 03”..... II-86
Tabla 29 Cuadro de construcción eje ducto “Mesa de León” II-88
Tabla 30 Cuadro de construcción eje ducto “Mesa de León” II-88
Tabla 31 Cuadro de construcción eje ducto “La Montaña”..... II-89
Tabla 32 Cuadro de construcción eje ducto “San Pedrito” II-90
Tabla 33 Cuadro de construcción eje ducto “Benito Juárez 01”..... II-92
Tabla 34 Cuadro de construcción eje ducto “La Noria” II-98
Tabla 35 Cuadro de construcción eje ducto “Industria de la Transformación 01” II-100
Tabla 38 Cuadro de construcción eje ducto “Transcanada 01” II-102
Tabla 37 Cuadro de construcción línea interconexión “Transcanada 02” II-105
Tabla 39 Descripción de los 13 ramales que conforman parte de la segunda fase de ampliación II-107
Tabla 40 Descripción de las 32 válvulas que componen la Fase II II-108
Tabla 41 Cuadro de construcción eje ducto “Camino Vecinal 01”..... II-111
Tabla 42 Cuadro de construcción eje ducto “Camino Vecinal 02”..... II-112
Tabla 43 Cuadro de construcción eje ducto Ferrocarril II-114
Tabla 44 Cuadro de construcción eje ducto Camino Vecinal II-116
Tabla 45 Cuadro de construcción eje ducto Estacada II-116
Tabla 46 Cuadro de construcción eje ducto Industria de la Construcción II-119
Tabla 47 Cuadro de construcción eje ducto Industria de la Transformación 02.. II-119
Tabla 48 Cuadro de construcción eje ducto Estacada 01 ..... II-121
Tabla 49 Cuadro de construcción eje ducto Industria Minera II-121

Tabla 51 Cuadro de construcción eje ducto Buenavista II-122
Tabla 50 Cuadro de construcción eje ducto Industria de la Transformación 03.. II-124
Tabla 50 Cuadro de construcción eje ducto La Noria 01..... II-126
Tabla 50 Cuadro de construcción eje ducto La Noria 02..... II-129
Tabla 52 Descripción de los 12 ramales que conforman parte de la tercera fase de ampliación II-131
Tabla 53 Descripción de las 20 válvulas que componen la Fase III II-131
Tabla 54 Cuadro de construcción eje ducto La Cruz 03 ..... II-134
Tabla 55 Cuadro de construcción eje ducto La Cruz 05 ..... II-135
Tabla 56 Cuadro de construcción eje ducto La Cruz 05 ..... II-137
Tabla 57 Cuadro de construcción eje ducto Cerrada Querétaro..... II-139
Tabla 58 Cuadro de construcción eje ducto El Pueblito..... II-139
Tabla 59 Cuadro de construcción eje ducto Cerrada La Noria II-143
Tabla 60 Cuadro de construcción eje ducto Tequisquiapan..... II-143
Tabla 61 Cuadro de construcción eje ducto Tequisquiapan 01 ..... II-144
Tabla 62 Cuadro de construcción eje ducto Industria de la Construcción 01 II-146
Tabla 63 Cuadro de construcción eje ducto Industria de la Vecinal 05..... II-148
Tabla 64 Cuadro de construcción eje ducto Industria de la Vecinal 04..... II-148
Tabla 65 Cuadro de construcción eje ducto Industria de la Vecinal 06..... II-149
Tabla 66 Especificaciones técnicas para diseño..... II-152
Tabla 67 Especificaciones técnicas para la selección de materiales II-153
Tabla 68 Especificaciones técnicas para la construcción..... II-154
Tabla 69 Proyección de la demanda considerando usuarios existentes..... II-158
Tabla 70 Proyección de la demanda considerando Generación eléctrica - Transcanada..... II-158
Tabla 71 Condiciones de diseño y operación II-159
Tabla 72 Ubicación GNRS II-159
Tabla 73 Equipo instalado en la caseta de medición y regulación..... II-160
Tabla 74 Modificaciones a la Estación de Medición y Regulación II-161
Tabla 75 Tubería requerida por el proyecto II-163
Tabla 76 Especificaciones de profundidad de las excavaciones II-166
Tabla 77 Especificaciones técnicas para el diseño del proyecto. II-170

Tabla 78 Especificaciones técnicas para la selección de materiales II-171
Tabla 79 Especificaciones técnicas para la construcción II-172
Tabla 80 Sistemas de diseño II-174
Tabla 81 Segmentos propuestos en operación II-180
Tabla 82 Empaque del proyecto en operación II-181
Tabla 83 Diámetros recomendados para chaquetas en gasoductos II-208
Tabla 84 Personal requerido para la construcción del proyecto II-222
Tabla 85 . Maquinaria y Equipo que se utilizará en la etapa de preparación del sitio y construcción II-223
Tabla 86 Maquinaria y Equipo que se empleará II-223
Tabla 87 Herramientas de la construcción II-224
Tabla 88 Actuales usuarios del sistema II-227
Tabla 89 Temporalidad de las pruebas de hermeticidad II-239
Tabla 90 Estimado de generación de residuos por etapa del proyecto..... II-242

Figuras

Figura 1 Macrolocalización del proyecto II-15
Figura 2 Esquema del proyecto II-16
Figura 3 Fases del proyecto..... II-17
Figura 4 Sistema de distribución autorizado en materia de impacto ambiental y en operación II-27
Figura 5 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del punto de Inyección. II-29
Figura 6 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ramal “La Cruz 02” II-32
Figura 7 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ramal “Benito Juárez 03 - NUCITEC” II-35
Figura 8 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ramal “Conexión Martín Rea”..... II-36
Figura 9 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ramal “Benito Juárez 02 - TERMOTECH”..... II-42

Figura 10 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ramal “Industria Minera 02 - HANMACH” II-45
Figura 11 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ramal “Benito Juárez 04 - REHRIG PACIFIC COMPANY” II-49
Figura 12 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de la conexión a MANN HUMMEL II-51
Figura 13 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ducto “El Marquez 01” II-54
Figura 14 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de la conexión KOSTAL II-56
Figura 15 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de la conexión ACPS Automotive II-58
Figura 16 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de la conexión WINPACK II-61
Figura 17 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de disparo a futuro Pedro Escobedo 01 ..... II-63
Figura 18 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de disparo a futuro Pedro Escobedo 02 ..... II-65
Figura 19 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de disparo a futuro La Cruz 01 ..... II-67
Figura 20 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de eje Balvarena ... II-69
Figura 21 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de conexión a EATO . II-71
Figura 22 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de conexión a DAEYEONG II-73
Figura 23 Croquis de ubicación de las válvulas del sistema de ductos en operación II-76
Figura 25 Croquis de ubicación de Fase 1 ..... II-80
Figura 26 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de conexión a Transcanada II-82
Figura 27 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de La Noria 01 y Privada La Noria II-85
Figura 32 Croquis de ubicación Camino Vecinal 03 ..... II-87

Figura 28 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de Mesa de León, Jurica, La Montaña y San Pedrito II-91
Figura 29 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de ducto “Benito Juárez 01” II-97
Figura 30 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de ducto “La Noria” .. II-99
Figura 31 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de ducto “Industria de la transformación 01” II-101
Figura 34 Croquis de ubicación ducto Transcanada- 01 ..... II-104
Figura 33 Croquis de ubicación ducto línea interconexión Transcanada 02” II-106
Figura 35 Croquis de ubicación y cuadro de construcción válvulas Etapa II II-110
Figura 36 Croquis de ubicación y cuadro de construcción los ductos Camino Vecinal 01 y 02 ..... II-113
Figura 37 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ducto “Ferrocarril” II-115
Figura 38 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ducto “Estacada” II-118
Figura 39 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de los ductos “Construcción y Transformación 02” II-120
Figura 41 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ducto Estacada 01, Ind. Minera y Buenavista II-123
Figura 40 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de los ductos Industria de la Transformación II-125
Figura 41 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ducto Noria 01 .... II-128
Figura 41 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ducto Noria 02 .... II-130
Figura 42 Croquis de ubicación y cuadro de válvulas Etapa III II-133
Figura 43 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de los ductos La Cruz 03 y 05 ..... II-136
Figura 44 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ducto La Cruz 04 II-138

Figura 45 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de los ductos El Pueblito y Cerrada Querétaro II-142
Figura 46 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de los ductos Cerrada La Noria, Tequisquiapan y Tequisquiapan 01 ..... II-145
Figura 47 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ducto Industria de la Construcción 01 ..... II-147
Figura 48 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de los ductos Camino Vecinal 04, 05 y 06 ..... II-150
Figura 49 Sección tipo de una Zanja II-165
Figura 50 Ilustración de una válvula II-167
Figura 51 Instalación de válvulas de seccionamiento II-167
Figura 52 Ejemplo de reguladores de presión II-168
Figura 53 Fotografía ilustrativa medidor de flujo II-169
Figura 50 Representación gráfica regional II-199
Figura 50 Esquema del proyecto II-200
Figura 50 Etapas de ampliación del proyecto II-201
Figura 54 Excavación de la zanja para la colocación de la tubería II-204
Figura 55 Ejemplo de retiro de material de excavación II-204
Figura 56 Fotografía ilustrativa Manejo de Ducto. Fuente: Gas Natural de Santa Rosa II-205
Figura 57 Fotografía ilustrativa Alineado de Tubería II-206
Figura 58 Ilustración de una prueba Holiday II-209
Figura 59 Fotografía ilustrativa Preparación del fondo de Zanja y colocación de cama de arena II-210
Figura 60 Bajado de tubería II-210
Figura 61 Relleno de zanja II-211
Figura 62 Diábolos de limpieza II-212
Figura 63 Figura ilustrativa de señalizaciones en el área de construcción II-215
Figura 64 Fotografía ilustrativa de señalizaciones II-216
Figura 65 Esquema de las 4 caras de un poste de señalización tipo, de concreto armado II-217
Figura 66 Fotografía ilustrativa de colocación de poste de señalización tipo, de concreto armado. II-218

Figura 67 Diagrama de señalización tipo..... II-219
Figura 68 Diagrama tipo de señalización..... II-219
Figura 69 Ejemplo de colocación de extintor y señalamientos de seguridad . II-221
Figura 70 Ejemplo de brida donde termina la construcción responsabilidad de Gas Natural Santa Rosa..... II-221
Figura 71 Fotografía ilustrativa de plantas generadoras de energía..... II-225
Figura 72 Control de vegetación dentro de la EMR..... II-234
Figura 73 Diagrama sistema SCADA..... II-236
Figura 74 Ilustración de una prueba de hermeticidad..... II-239

II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo

II.1. Información general del proyecto, plan o programa

El proyecto, denominado como PIQ Gas Natural Santa Rosa, consiste en la ampliación en tres fases de un sistema de distribución de Gas Natural ubicado dentro del Parque Industrial Querétaro, Municipio de Santa Rosa Jauregui en la Ciudad de Querétaro en el Estado de Querétaro. (Figura 1 Macrolocalización del proyecto)

El sistema de Gas Natural de Santa Rosa cuenta con un ramal que actualmente se encuentra en operando y autorizado en materia ambiental; mismo que da servicio a 11 usuarios (Figura 2 Esquema del proyecto), y tiene contemplado su ampliación en tres fases futuras de desarrollo. (Figura 3 Fases del proyecto)

Las tres fases futuras de desarrollo involucran las siguientes obras y actividades:

1. **Fase 1**. Instalación de tubería de diferentes diámetros para recibir a futuros usuarios y la interconexión del sistema con un ducto operado por Transcanada al noreste del Parque Industrial Querétaro.
2. **Fase 2**. Instalación de tubería para servir a futuros usuarios al Norte del PIQ con una longitud de 11,207.98 m
3. **Fase 3**. Instalación de tubería para servir a futuros usuarios al Sur del PIQ con una longitud de 7,103.26 m.

El proyecto, al tratarse de un proyecto de distribución de Gas Natural, se encuentra compuesto por tres grandes conceptos:

- Ductos
- Válvulas
- Casetas de Medición y Regulación

Finalmente, es importante reiterar que el proyecto considera la construcción, operación y mantenimiento del sistema y que el gas que será transportado cumplirá con los requisitos establecidos en la NOM-001-SECRE-2010, que indica las especificaciones del gas natural publicada el 19 de marzo de 2010.

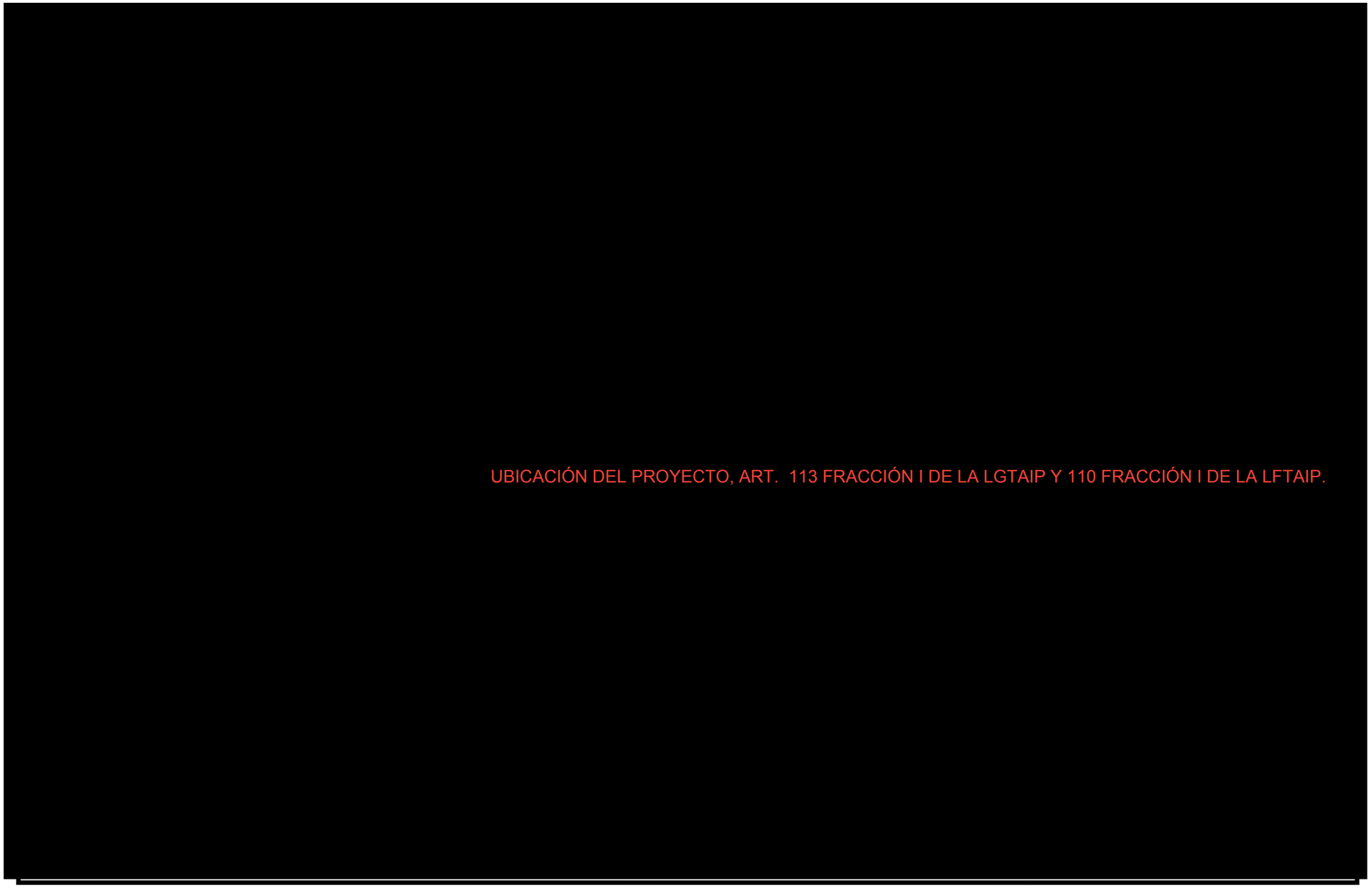


Figura 1 Macrolocalización del proyecto

Figura 2 Esquema del proyecto

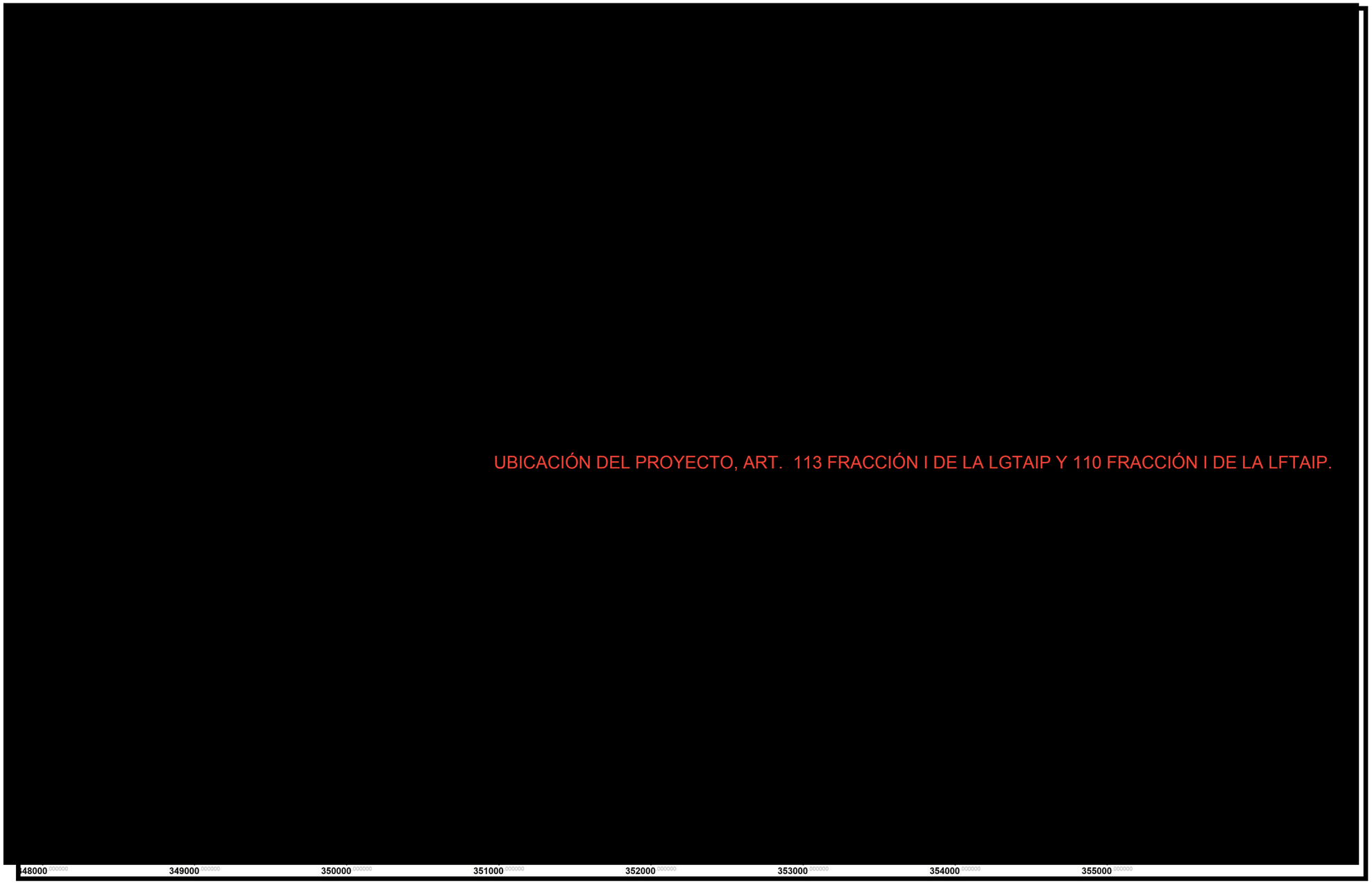


Figura 3 Fases del proyecto

II.1.1.Naturaleza del proyecto, plan o programa

El proyecto consiste tanto en obras como actividades.

La ampliación del sistema objeto de la presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), requiere de la instalación y construcción de ductos, válvulas y casetas de regulación catalogados como obras; mientras que, su operación y mantenimiento requiere de acciones catalogados como actividades.

El proyecto tiene por objetivo dar servicio al Parque Industrial Querétaro, que de acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 del Municipio de Querétaro, tiene una participación del 20.4% del total de empresas que aportan el 55.9% de las unidades económicas de la entidad y una ocupación del 61.3% de personal. Lo que muestra la gran importancia económica y social; del cliente al que se busca dar servicio[1].

De acuerdo con la Clasificación para Actividades Económicas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía[2], el proyecto corresponde a la clave 2370 Construcción de obras de ingeniería civil ya que esta clasificación incluye unidades económicas dedicadas principalmente a la construcción de obras para el suministro de agua, petróleo, gas, energía eléctrica y telecomunicaciones., además de que estos trabajos de ingeniería civil pueden ser construcciones nuevas, ampliaciones, remodelaciones, mantenimiento o reparación de las construcciones.

El principal objetivo del proyecto es suministrar de Gas Natural de manera eficiente y segura a los diferentes usuarios del Parque Industrial Querétaro.

Asimismo, para garantizar la seguridad en el centro de trabajo, protección ambiental y disminuir la vulnerabilidad ante los efectos adversos del cambio

[1] H. Ayuntamiento de Querétaro. Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021. Recuperado de https://municipiodequeretaro.gob.mx/wp-content/uploads/2019/07/PMD_MPIO_QRO_2018-2021_final_compressed.pdf Fecha de consulta 07/07/2021

[2] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Clasificación para actividades económicas. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/205/download/5998. Fecha de consulta 07/07/2021

climático el proyecto considerará las siguientes normas en su construcción, operación y mantenimiento:

1) NOM-003-SECRE-2011 para las instalaciones cuyo dictamen de diseño o dictamen de construcción fue emitido previo a la vigencia de la NOM-003-ASEA-2016.
2) NOM-003-ASEA-2016 para las instalaciones cuyo dictamen de diseño fue emitido a la entrada en vigor de la NOM-003-ASEA-2016.
3) Código ASME B 31.8 “Gas Transmission and Distribution Piping Systems”.
4) Standard API 1104 “Welding of Pipelines and Related Facilities”.
5) Standard API 5L1 “Recommended Practice for Transport and Handling of Pipeline Materials”.
6) Código ASME Sección VIII, Div.1 “Rules for Construction of Boilers & Pressure Vessels”.
7) NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.
8) NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
9) NOM-006-STPS-2014, Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.

II.1.2.Justificación

De acuerdo con el banco mundial (1993), diversos estudios han descrito los grandes beneficios ambientales del uso de gas natural, entre los que se encuentran:

1) No contienen partículas sólidas o materiales inorgánicos, por lo que su combustión no da origen a emisión de partículas o cenizas.

2) Normalmente solo contiene trazas de azufre por lo que no genera emisiones de SO_2 que son características de carbón en combustión o hidrocarburos.

3) Contiene menos carbono y más hidrógeno que el carbón y los hidrocarburos, por lo que genera menos CO_2 por unidad de energía generada.

Estas ventajas resultan significativas para industria y gobierno que tienen como objetivo el cuidado del medio ambiente y además buscan el cumplimiento de normas y tratados internacionales.

El único aspecto relevante de la combustión de gas natural se encuentra relacionado con la creación de óxido nitroso (NO_x), generado por la oxidación del nitrógeno en el aire. Sin embargo, los nuevos diseños de generadores permiten disminuir considerablemente estas emisiones generando este contaminante en menor medida que el que se genera por la quema de carbón o hidrocarburos.

Por lo anterior, el banco mundial describe al gas natural como un combustible benigno al medio ambiente[3].

Derivado de lo anterior, cada vez es más común que la industria migre de combustibles tradicionales muy contaminantes, a nuevas alternativas como el gas natural.

II.1.3. Ubicación física y dimensiones del proyecto

El proyecto, denominado como Gas Natural Santa Rosa, consiste en la ampliación y puesta en operación de un sistema de distribución de Gas Natural ubicado en la Ciudad de Querétaro en el Estado de Querétaro y pretende dar servicio a la industria contenida dentro del Parque Industrial Querétaro (PIQ).

[3] Homer, J. (1993). Natural gas in developing countries: Evaluating the benefits to the environment (Vol. 190). World Bank Publications. Recuperado de: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=MGZ4uY_aOeIC&oi=fnd&pg=PP11&dq=benefits+of+natural+gas&ots=3C6l7U9UKZ&sig=lSkcjio-cQirfMzisgsfgALacmc Fecha de consulta: 07/07/2021

El proyecto consiste en la ampliación de un sistema de distribución de gas natural que actualmente se encuentra autorizado en materia de impacto ambiental mediante tres fases de crecimiento para conectar a futuros usuarios.

La siguiente tabla muestra un resumen de la longitud del sistema de distribución autorizado y operando, así como la longitud que tendrá cada una de sus futuras ampliaciones.

Tabla 1 Resumen del sistema de ductos en operación y tres fases de ampliación

No	Fase	Longitud del Sistema de ductos (m)
1	Autorizado en materia de impacto ambiental y operando	**10,091.114 m**
2	Fase I	**13,024.01 m**
3	Fase II	**11,207.98 m**
4	Fase III	**7,103.26 m**

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

NOTA: Todas las coordenadas incluidas en el presente estudio se presentan en proyección Universal Transversa de Mercator (UTM), Zona 14 (14N) Norte y Datum World Geodetic System 1984(WGS84). EPSG: 32614[4]

II.1.3.1. Sistema de distribución autorizado y operando

El proyecto autorizado en materia de impacto ambiental y operando, se conforma de un sistema que transporta gas natural a los usuarios del Parque Industrial Querétaro a través de una tubería de polietileno de alta densidad de diámetros variables. El sistema en operación tiene una longitud total de 10,091.114 m y se conforma de ductos, válvulas y casetas de regulación y medición.

El proyecto actualmente en operación da servicio a los siguientes usuarios:

[4] Coordinate Systems Worldwide. Epsg.io. Recuperado de https://epsg.io/32614 Fecha de consulta: 07/08/2021

- Automotive Carrier and Protection Systems México, S.A. de C.V.
- Eaton Controls S. de R.L. de C.V.
- Hanmac México, S.A. de C.V.
- Kostal Mexicana, S.A. de C.V.
- Mann Hummel México S.A. de C.V.
- Martin Rea Honsel México, S.A. de C.V.
- Nucitec, S.A. de C.V.
- Rehrig Pacific Company, S.A. de C.V.
- Thermotech, S.A. de C.V.
- Embalajes de Winpak S.A. de C.V.
- DAEYEONG

El punto donde los usuarios se conectan al sistema de distribución de gas natural es a través de una Caseta de Medición y Regulación. A continuación, se indican los puntos de interconexión para los usuarios. Cabe destacar que la coordenada obedece al punto de interconexión y no al centro de geometría de la caseta como tal.

Tabla 2 Ubicación de las 11 Casetas de Medición y Regulación en operación

No.	Usuario	Punto de interconexión	
		X	Y
1	Automotive Carrier and Protection Systems México, S.A. de C.V.	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.	
2	Eaton Controls S. de R.L. de C.V.		
3	Hanmac México, S.A. de C.V.		
4	Kostal Mexicana, S.A. de C.V.		
5	Mann Hummel México S.A. de C.V.		
6	Martin Rea Honsel México, S.A. de C.V.		
7	Nucitec, S.A. de C.V.		
8	Rehrig Pacific Company, S.A. de C.V.		
9	Thermotech, S.A. de C.V.		
10	Embalajes de Winpak S.A. de C.V.		
11	DAEYEONG		

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

Ahora bien, para brindar servicio a los usuarios anteriores se requiere de una red de ductos de diversas longitudes y especificaciones, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3 Descripción de los 17 ramales que conforman el proyecto en operación

No	Nombre	Descripción	Diámetro	Long. (m)
1	La Cruz 02	Interconecta el ducto del CENAGAS con la CMR del proyecto.	10”	**43.003**
2	La Cruz 02	Ramal de distribución de 10” con reducción a 8” en su cadenamiento 0+34.246	10” reducción a 8”	**948.908**
3	Conexión NUCITEC	Ramal de distribución que finaliza con la CMR del usuario NUCITEC.	8” reducción a 4”	**909.219**
4	Conexión MARTÍN REA	Conexión con el usuario MARTÍN REA	8” reducción a 4”	**21.531**
5	Conexión TERMOTECH	Ramal de distribución de 8” con reducción a 6” en su cadenamiento 1+948.69 y otra reducción a 4” en el cadenamiento 1+950.94, finaliza con la CMR del usuario TERMOTECH	8” reducción a 6 y luego a 4”	**2,118.043**
6	Conexión HANMACH	Ramal de distribución de 6” con reducción a 4” en su cadenamiento 1+530.51 y que finaliza con la CMR del usuario HANMACH.	6” reducción a 4”	**1,091.602**
7	Conexión REHRIG PACIFIC	Ramal de distribución de 8” con reducción a 4” en su cadenamiento 1+498.34 y que finaliza con la CMR del usuario REHRIG PACIFIC	8” reducción a 4”	**1,660.714**
8	Conexión MANN HUMMEL	Conexión con el usuario MANN HUMMEL	4”	**47.462**
9	El Marquez 01	Ramal de distribución de 8” con reducción a 6” en su cadenamiento 0+013.25 y otra reducción a 4” en el cadenamiento 1+156.66	8” reducción a 6 y luego a 4”	**1,156.666**
10	Conexión KOSTAL	Conexión con el usuario KOSTAL	6”	**8.159**

No	Nombre	Descripción	Diámetro	Long. (m)
11	Conexión ACPS Automotive	Ramal de distribución que finaliza con la CMR del usuario ACPS Automotive. 6" con reducción a 4" en su cadenamiento 0+000	6" reducción a 4"	**54.403**
12	Conexión WINPACK	Ramal de distribución que finaliza con la CMR del usuario WINPACK. 6" con reducción a 4" en su cadenamiento 0+569.6	6" reducción a 4"	**655.705**
13	Pedro Escobedo 01	Ramal de distribución que finaliza con un disparo a futuro	6"	**115.105**
14	Pedro Escobedo 02	Ramal de distribución que finaliza con un disparo a futuro	6"	**179.737**
15	La Cruz 01	Ramal de distribución de 6"	6"	**447.224**
16	Balvarena	Ramal de distribución de 6"	6"	**500.174**
17	Conexión EATON	Ramal de distribución que finaliza con la CMR del usuario EATON	4"	**25.953**
18	Conexión a DAEYEONG	Conexión con el usuario DAEYEONG	4"	**107.506**
			TOTAL	**10,091.114**

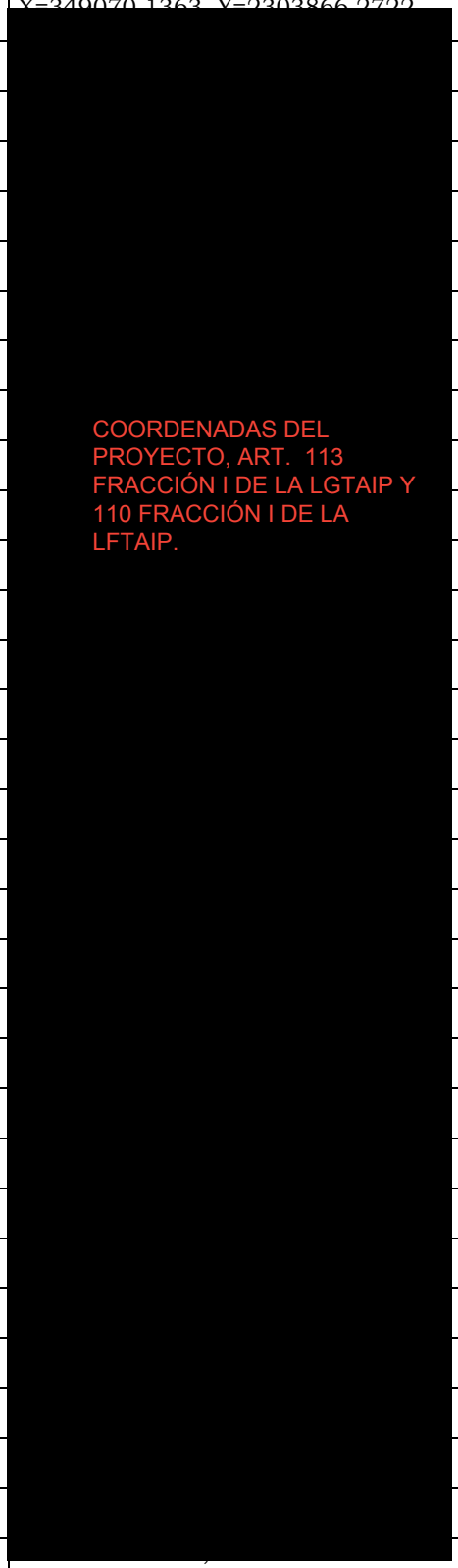
Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

Finalmente, la siguiente tabla muestra la distribución de las 44 válvulas actualmente en operación:

Tabla 4 Descripción de las 44 válvulas que conforman el proyecto en operación

TAG	Especificación	Estatus	Coordenadas UTM
VS-1	Válvula PE 8"	Operando	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.
VS-2	Válvula PE 8"	Operando	
VS-3	Válvula PE 8"	Operando	
VS-4	Válvula PE 8"	Operando	
VS-5	Válvula PE 4"	Operando	
VS-6	Válvula PE 4"	Operando	
VS-7	Válvula PE 8"	Operando	
VS-8	Válvula PE 4"	Operando	
VS-9	Válvula PE 6"	Operando	

TAG	Especificación	Estatus	Coordenadas UTM
VS-10	Válvula PE 6"	Operando	X=349070.1363, Y=2303866.2722
VS-11	Válvula PE 4"	Operando	
VS-12	Válvula PE 4"	Operando	
VS-13	Válvula PE 4"	Operando	
VS-14	Válvula PE 6"	Operando	
VS-15	Válvula PE 4"	Operando	
VS-16	Válvula PE 4"	Operando	
VS-17	Válvula PE 6"	Operando	
VS-18	Válvula PE 6"	Operando	
VS-19	Válvula PE 4"	Operando	
VS-20	Válvula PE 4"	Operando	
VS-21	Válvula PE 6"	Operando	
VS-22	Válvula PE 6"	Operando	
VS-23	Válvula PE 6"	Operando	
VS-24	Válvula PE 4"	Operando	
VS-25	Válvula PE 4"	Operando	
VS-26	Válvula PE 6"	Operando	
VS-27	Válvula PE 6"	Operando	
VS-28	Válvula PE 6"	Operando	
VS-29	Válvula PE 6"	Operando	
VS-30	Válvula PE 4"	Operando	
VS-1-B	Válvula PE 8"	Operando	
VS-1-C	Válvula PE 8"	Operando	
VS-2-B	Válvula PE 8"	Operando	
VS-3 FF-CC 1	Válvula PE 8"	Operando	
VS-4 FF-CC 1	Válvula PE 8"	Operando	
VS-5 FF-CC 2	Válvula PE 8"	Operando	
VS-6 FF-CC 2	Válvula PE 8"	Operando	
VS-N-31	Válvula PE 8"	Operando	
VS-N-34	Válvula PE 8"	Operando	
VS-N-38	Válvula PE 8"	Operando	
VS-N-39	Válvula PE 4"	Operando	



TAG	Especificación	Estatus	Coordenadas UTM
VS-N-40	Válvula PE 4"	Proyectadas	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.
VS-N-41	Válvula PE 4"	Proyectadas	
VS-N-42	Válvula PE 4"	Proyectadas	

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

A continuación, se presenta la distribución geoespacial de los elementos descritos anteriormente. (Figura 4 Sistema de distribución autorizado en materia de impacto ambiental y en operación)

Figura 4 Sistema de distribución autorizado en materia de impacto ambiental y en operación

El siguiente apartado presentará las dimensiones y ubicación geográfica de las obras que conforman el sistema de distribución actualmente en operación a través de cuadros de construcción.

Ductos

El sistema que opera actualmente tiene su punto de inyección de Gas Natural Sintético (GNS), operado por CENAGAS, en la **Caseta de PEMEX** con coordenadas U

[redacted]
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Las ERMs son instalaciones que tienen la función de filtrar el gas y reducir y estabilizar su presión, manteniéndola constante en su salida, dentro de unos límites previamente determinados, independientemente de la presión de entrada y de los caudales circulantes. Asimismo, incorporan los equipos de medición e instrumentación necesarios para la medida del volumen de gas emitido a través de ella.

La interconexión entre ambas instalaciones se realiza mediante una tubería de acero al carbono de 6" y especificaciones AC 6" API-XL-X42 de 43.003 m y tiene el siguiente cuadro de construcción:

Tabla 5 Cuadro de construcción de la tubería en el punto de interconexión con CENAGAS y el ERM

CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE LA CRUZ 02						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
PST=0+000.00	PI=0+028.12					
PI=0+028.12	PST=0+043.00					
LONGITUD = 43.003 m						

[redacted]
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

Figura 5 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del punto de Inyección.

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

A partir de la EMR, el sistema inicia con el ramal **“La Cruz 02”** en la coordenada UTM Z14N WGS84 [redacted] y cadenamiento 0+000 con una tubería de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 10“ de diámetro y especificación SDR 11. Continúa hasta el cadenamiento 0+033.23 en la coordenada [redacted] donde se realiza una reducción de diámetro de tubería 10” a 8” manteniendo las especificaciones SDR 11 desde el cadenamiento 0+033.23 hasta el cadenamiento 0+948.908**.** En total este ducto tiene una longitud de 948.908 m.

En su punto final, el ducto se divide en dos ramales, uno con dirección noreste denominado **“Benito Juárez 03”** y uno con dirección sureste denominado **“Benito Juárez 04”**

Tabla 6 Cuadro de construcción del ducto “La Cruz 02”

CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE LA CRUZ 02						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
				PST=0+000.00	349 015.5543	2 303 101.2041
PST=0+000.00	PI=0+001.29					
PI=0+001.29	PI=0+033.23					
PI=0+033.23	PI=0+048.62					
PI=0+048.62	PI=0+049.62					
PI=0+049.62	PI=0+403.83					
PI=0+403.83	PI=0+429.12					
PI=0+429.12	PI=0+512.23					
PI=0+512.23	PI=0+601.77					
PI=0+601.77	PI=0+712.59					
PI=0+712.59	PI=0+814.03					
PI=0+814.03	PI=0+915.47					

[redacted]
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE LA CRUZ 02						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
PI=0+915.47	PI=0+927.68					9
PI=0+927.68	PI=0+947.53					7
PI=0+947.53	PI=0+948.59					2
PI=0+948.59	PST=0+948.90					6
LONGITUD = 948.908m						

[redacted]
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

Figura 6 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ramal "La Cruz 02"

El ramal con rumbo noreste, denominado **"Benito Juárez 03-NUCITEC"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 8" de diámetro, especificación SDR 11 que finaliza con la conexión con el usuario NUCITEC, con reducción de 4" de diámetro. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

PI=0+634.17	PI=0+693.05	S
PI=0+693.05	PI=0+752.77	S
PI=0+752.77	PI=0+813.02	S
PI=0+813.02	PI=0+857.83	S
PI=0+857.83	PI=0+902.06	S
PI=0+902.06	PI=0+907.09	S 9
PI=0+907.09	PI=0+909.07	S 9
PI=0+909.07	PST=0+909.21	S 8
LONGITUD = 909.219m		

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Además, este ducto cuenta con una conexión al usuario Martín Rea en la coordenada UTM Z14N WGS84 [redacted] mediante un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 8“con reducción a 4” de diámetro, especificación SDR 11 y 21.53 m de longitud que concluye en la Caseta de Regulación y Medición Martín Rea en el cadenamiento 0+021.53 con coordenada

[redacted]

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

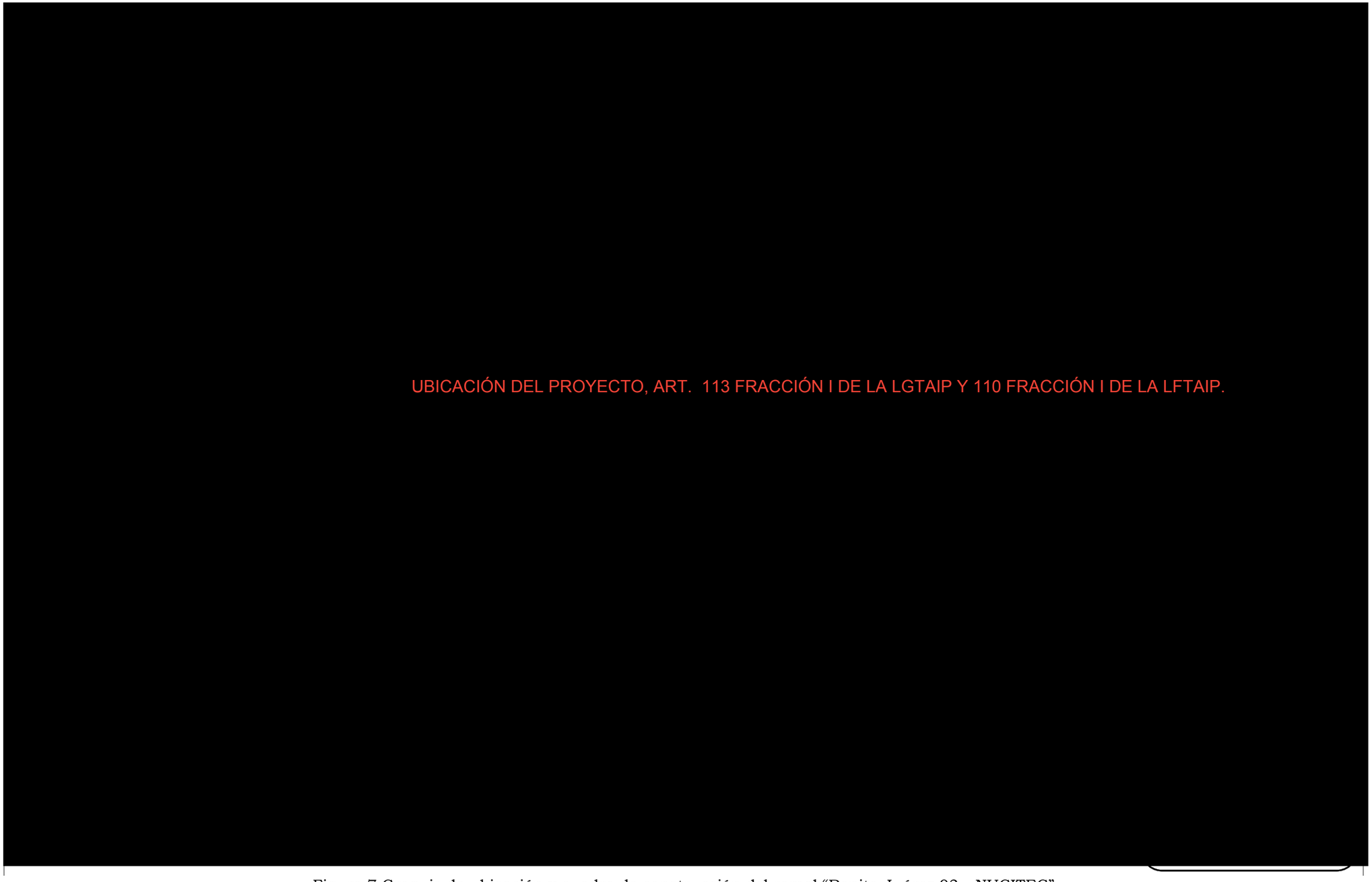


Figura 7 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ramal “Benito Juárez 03 - NUCITEC”

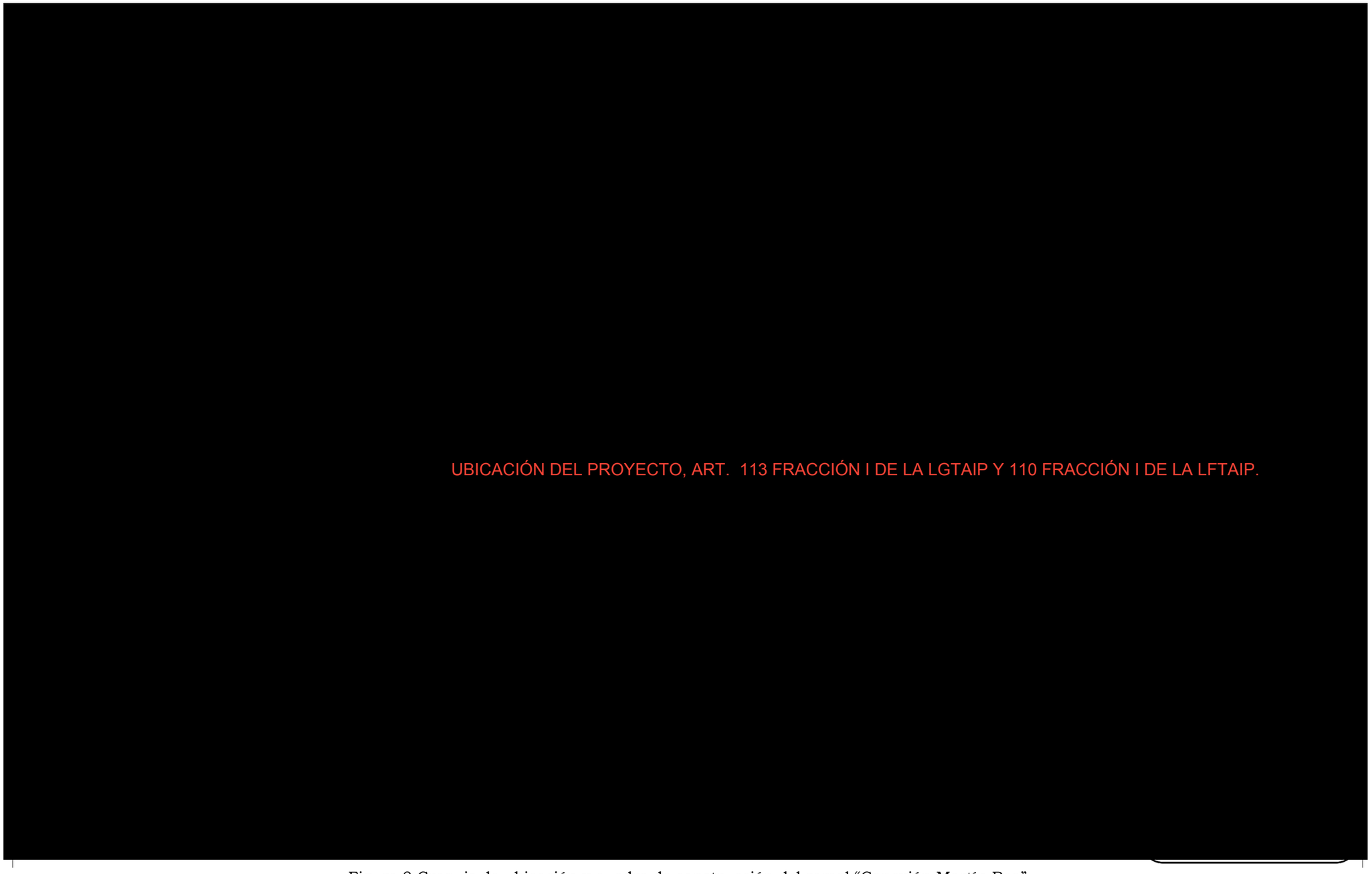


Figura 8 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ramal “Conexión Martín Rea”

El siguiente ramal denominado **"Benito Juárez 02-TERMOTECH"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 8" de diámetro, que posteriormente tiene una reducción a 6" y 4" de especificación SDR 11 que finaliza con la conexión con el usuario TERMOTECH. El ducto comienza en el cadenamiento 0+459.36 del ducto "Benito Juárez 3" en la coordenada UTM Z14N

[redacted]

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE BENITO JUAREZ 02						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
PI=0+264.86	PI=0+270.84	[redacted]				
PI=0+270.84	PI=0+276.96					
PI=0+276.96	PI=0+283.00					
PI=0+283.00	PI=0+288.88					
PI=0+288.88	PI=0+296.21					
PI=0+296.21	PI=0+352.68					
PI=0+352.68	PI=0+401.35					
PI=0+401.35	PI=0+475.26					
PI=0+475.26	PI=0+476.87					
PI=0+476.87	PI=0+483.52					
PI=0+483.52	PI=0+484.61					
PI=0+484.61	PI=0+501.18					
PI=0+501.18	PI=0+608.19					
PI=0+608.19	PI=0+608.43					
PI=0+608.43	PI=0+633.41					
PI=0+633.41	PI=0+673.93					
PI=0+673.93	PI=0+829.13					
PI=0+829.13	PI=0+927.16					
PI=0+927.16	PI=1+041.20					

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE BENITO JUAREZ 02						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
PI=1+041.20	PI=1+096.09					
PI=1+096.09	PI=1+124.23					
PI=1+124.23	PI=1+141.74					
PI=1+141.74	PI=1+146.52					
PI=1+146.52	PI=1+150.91					
PI=1+150.91	PI=1+155.45					
PI=1+155.45	PI=1+164.13					
PI=1+164.13	PI=1+175.74					
PI=1+175.74	PI=1+194.03					
PI=1+194.03	PI=1+202.83					
PI=1+202.83	PI=1+211.87					
PI=1+211.87	PI=1+225.79					
PI=1+225.79	PI=1+250.58					
PI=1+250.58	PI=1+268.31					
PI=1+268.31	PI=1+273.78					
PI=1+273.78	PI=1+280.20					
PI=1+280.20	PI=1+282.91					
PI=1+282.91	PI=1+286.25					
PI=1+286.25	PI=1+290.04	1°59'53.56" izq				

[redacted]
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE BENITO JUAREZ 02						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
PI=1+290.04	PI=1+293.97					
PI=1+293.97	PI=1+300.30					
PI=1+300.30	PI=1+302.98					
PI=1+302.98	PI=1+312.93					
PI=1+312.93	PI=1+327.35					
PI=1+327.35	PI=1+347.91					
PI=1+347.91	PI=1+404.04					
PI=1+404.04	PI=1+414.90					
PI=1+414.90	PI=1+417.67					
PI=1+417.67	PI=1+420.89					
PI=1+420.89	PI=1+423.78					
PI=1+423.78	PI=1+429.79					
PI=1+429.79	PI=1+456.80					
PI=1+456.80	PI=1+477.99					
PI=1+477.99	PI=1+504.06					
PI=1+504.06	PI=1+543.79					
PI=1+543.79	PI=1+588.12					
PI=1+588.12	PI=1+602.41					
PI=1+602.41	PI=1+605.43	47°57'18.37" der	3.02	PI=1+605.43	351,527.7772	2,303,739.9310

[redacted]

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE BENITO JUAREZ 02						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
PI=1+605.43	PI=1+610.63					
PI=1+610.63	PI=1+614.73					
PI=1+614.73	PI=1+631.13					
PI=1+631.13	PI=1+686.55					
PI=1+686.55	PI=1+719.70					
PI=1+719.70	PI=1+756.64					
PI=1+756.64	PI=1+791.02					
PI=1+791.02	PI=1+817.71					
PI=1+817.71	PI=1+838.29					
PI=1+838.29	PI=1+872.84					
PI=1+872.84	PI=1+895.36					
PI=1+895.36	PI=1+897.27					
PI=1+897.27	PI=2+112.34					
PI=2+112.34	PI=2+117.56					
PI=2+117.56	PST=2+118.04					
LONGITUD = 2,118.043m						

[redacted]
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

Figura 9 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ramal “Benito Juárez 02 - TERMOTECH”

El siguiente ramal denominado **"Industria Minera 02 - HANMACH"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro que posteriormente tiene una reducción de 6" a 4" y cuenta con especificación SDR 11; mismo que finaliza en la conexión con el usuario HANMACH. El ducto tiene su cadenamiento 0+000 en el cadenamiento 1+530.51 del ducto "Benito Juárez 02"

[redacted]

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE IND MINERA 02						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
PI=0+315.88	PI=0+318.77					
PI=0+318.77	PI=0+555.85					
PI=0+555.85	PI=0+630.29					
PI=0+630.29	PI=0+693.45					
PI=0+693.45	PI=0+836.00					
PI=0+836.00	PI=0+948.33					
PI=0+948.33	PI=0+967.21					
PI=0+967.21	PI=0+968.55					
PI=0+968.55	PI=0+969.46					
PI=0+969.46	PI=1+081.11					
PI=1+081.11	PI=1+081.36					
PI=1+081.36	PI=1+083.56					
PI=1+083.56	PI=1+083.78					
PI=1+083.78	PI=1+088.45					
PI=1+088.45	PI=1+088.69					
PI=1+088.69	PI=1+090.15					
PI=1+090.15	PI=1+090.55					
PI=1+090.55	PST=1+091.60					
LONGITUD = 1,091.602m						

[redacted]

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

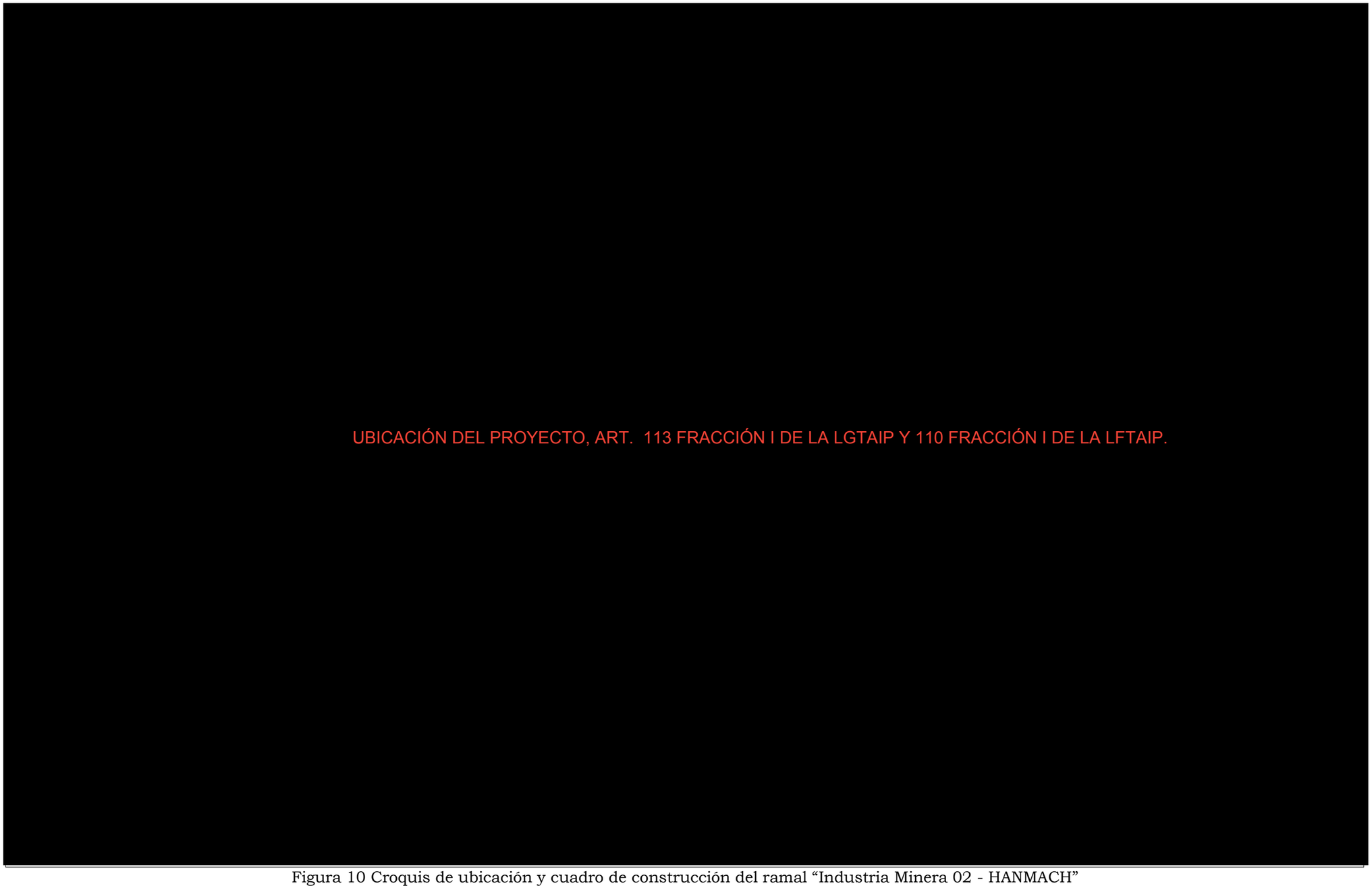


Figura 10 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ramal “Industria Minera 02 - HANMACH”

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

El ramal con rumbo sur sureste, denominado **"Benito Juárez 04"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 8" de diámetro, especificación SDR 11, cuenta con una reducción de 8" a 4" en su cadenamiento 1+498.34 y finaliza con la conexión con el usuario REHRIG PACIFIC COMPANY. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84 [redacted] en el cadenamiento 0+000, tiene una reducción de 8" hacia 4" en el cadenamiento 1[redacted]a e[redacted]el c[redacted]**4,** **N**[redacted]

T[redacted]G P[redacted]

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE BENITO JUAREZ 04						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
PI=0+389.04	PI=0+395.05					
PI=0+395.05	PI=0+412.98					
PI=0+412.98	PI=0+417.26					
PI=0+417.26	PI=0+424.85					
PI=0+424.85	PI=0+433.61					
PI=0+433.61	PI=0+444.21					
PI=0+444.21	PI=0+451.65					
PI=0+451.65	PI=0+460.74					
PI=0+460.74	PI=0+472.55					
PI=0+472.55	PI=0+588.35					
PI=0+588.35	PI=0+656.16					
PI=0+656.16	PI=0+775.43					
PI=0+775.43	PI=0+791.62					
PI=0+791.62	PI=0+909.93					
PI=0+909.93	PI=0+981.43					
PI=0+981.43	PI=1+099.55					
PI=1+099.55	PI=1+199.48					
PI=1+199.48	PI=1+226.71					
PI=1+226.71	PI=1+244.47	[redacted]				

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE BENITO JUAREZ 04						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
PI=1+244.47	PI=1+257.56					
PI=1+257.56	PI=1+320.09					
PI=1+320.09	PI=1+333.19					
PI=1+333.19	PI=1+370.95					
PI=1+370.95	PI=1+383.00					
PI=1+383.00	PI=1+406.88					
PI=1+406.88	PI=1+444.46					
PI=1+444.46	PI=1+494.36					
PI=1+494.36	PI=1+499.72					
PI=1+499.72	PI=1+525.58					
PI=1+525.58	PI=1+534.61					
PI=1+534.61	PI=1+549.62					
PI=1+549.62	PI=1+638.59					
PI=1+638.59	PI=1+652.82					
PI=1+652.82	PI=1+656.44					
PI=1+656.44	PI=1+656.89					
PI=1+656.89	PI=1+660.51					
PI=1+660.51	PST=1+660.71	90° 0' 0.00" del				
LONGITUD = 1,660.714m						

[redacted]

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

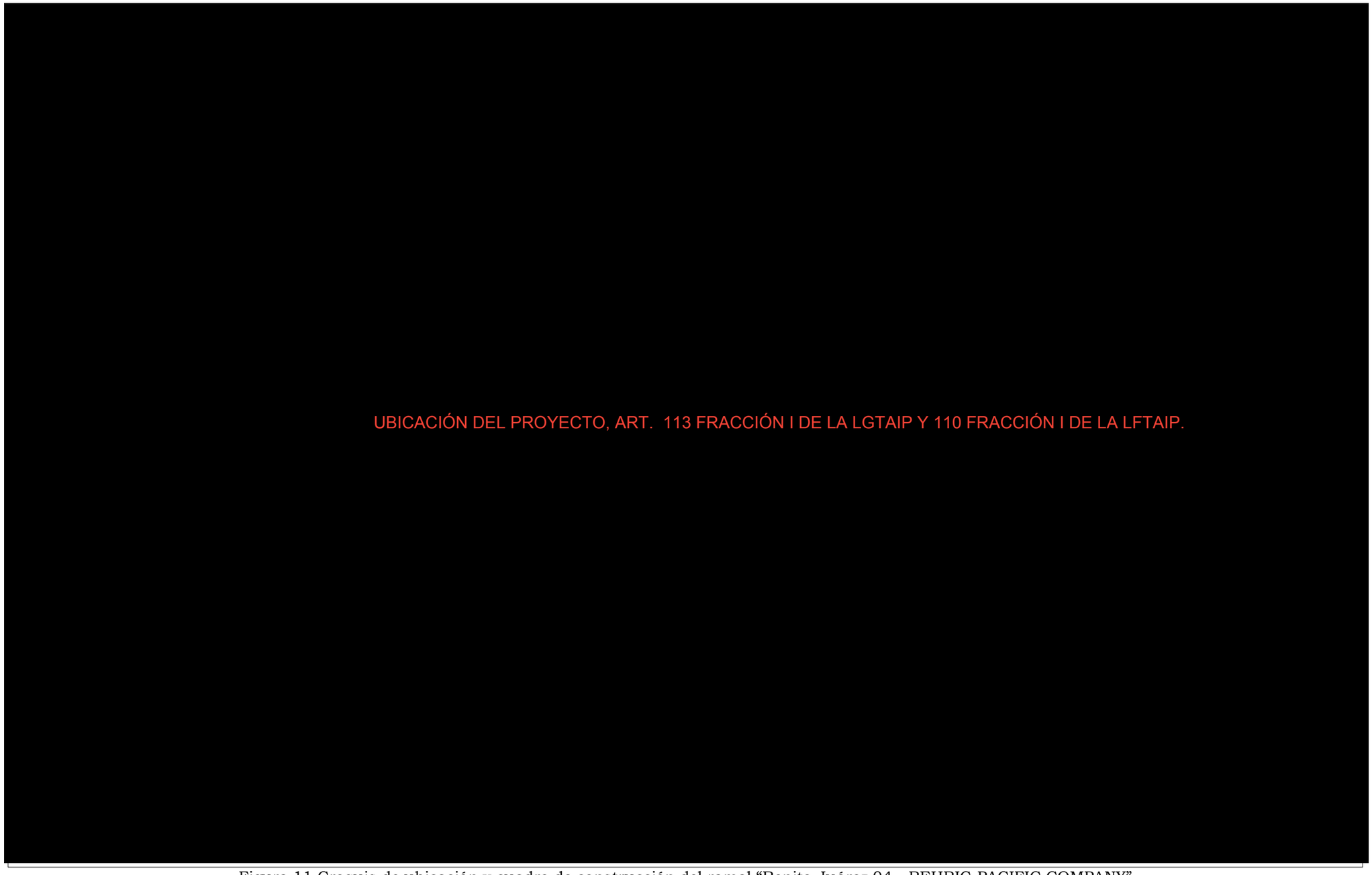


Figura 11 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ramal “Benito Juárez 04 - REHRIG PACIFIC COMPANY”

Además, este ducto cuenta con una conexión al usuario MANN HUMMEL que inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84 [redacted] y cadenamiento 0+000 mediante un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 4" de diámetro, especificación SDR 11 y 47.462 m de longitud que concluye en la Caseta de Regulación y Medición MANN HUMMEL en el cadenamiento 0+047.462 con coordenada [redacted]

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Esta conexión se realiza en el cadenamiento 1+157.80 del ducto Benito Juárez 04.

Tabla 12 Cuadro de construcción del ducto de la conexión a MANN HUMMEL

CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE LA GRIEGA						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
		[redacted]				
PST=0+000.00	PST=0+047.46					
LONGITUD = 47.462m						

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

Figura 12 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de la conexión a MANN HUMMEL

El ramal con rumbo noroeste, denominado **"El Marquez 01"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 8" de diámetro, especificación SDR 11, cuenta con una reducción de 8" a 6" en su cadenamiento 0+013.25 y finaliza en el cadenamiento 1+156.66 con una reducción a 4". El ducto inicia en la

[redacted]

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE EL MARQUEZ 01						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
PI=0+568.08	PI=0+608.43					
PI=0+608.43	PI=0+618.17					
PI=0+618.17	PI=0+668.27					
PI=0+668.27	PI=0+718.07					
PI=0+718.07	PI=0+729.92					
PI=0+729.92	PI=0+768.17					
PI=0+768.17	PI=0+818.25					
PI=0+818.25	PI=0+856.07					
PI=0+856.07	PI=0+868.27					
PI=0+868.27	PI=0+918.17					
PI=0+918.17	PI=0+960.82					
PI=0+960.82	PI=1+007.13					
PI=1+007.13	PI=1+057.10					
PI=1+057.10	PI=1+107.07					
PI=1+107.07	PI=1+142.37					
PI=1+142.37	PST=1+156.66	0° 0' 59.50" der				
LONGITUD = 1,156.666m						

[redacted]
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

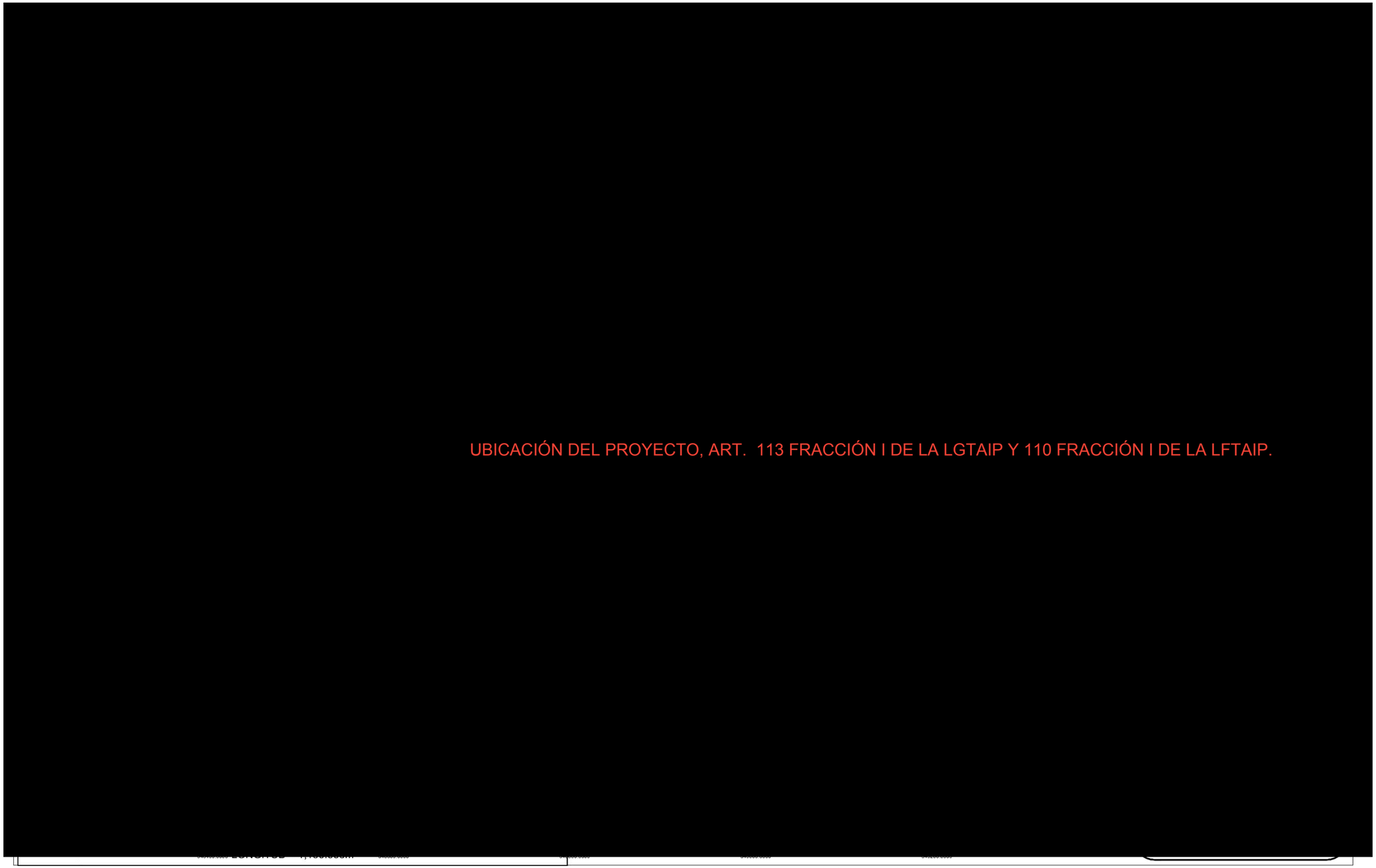


Figura 13 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ducto “El Marquez 01”

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Además, este ducto cuenta con una conexión al usuario KOSTAL que inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84 [redacted] y cadenamiento 0+000 mediante un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro, especificación SDR 11 y 8.159 m de longitud que concluye en la Caseta de Regulación y Medición KOSTAL en el cadenamiento 0+008.159 con coordenada [redacted]

Esta conexión se realiza en el cadenamiento 0+ 780 del ducto El Marquez 01.

Tabla 13 Cuadro de construcción del ducto "Kostal"

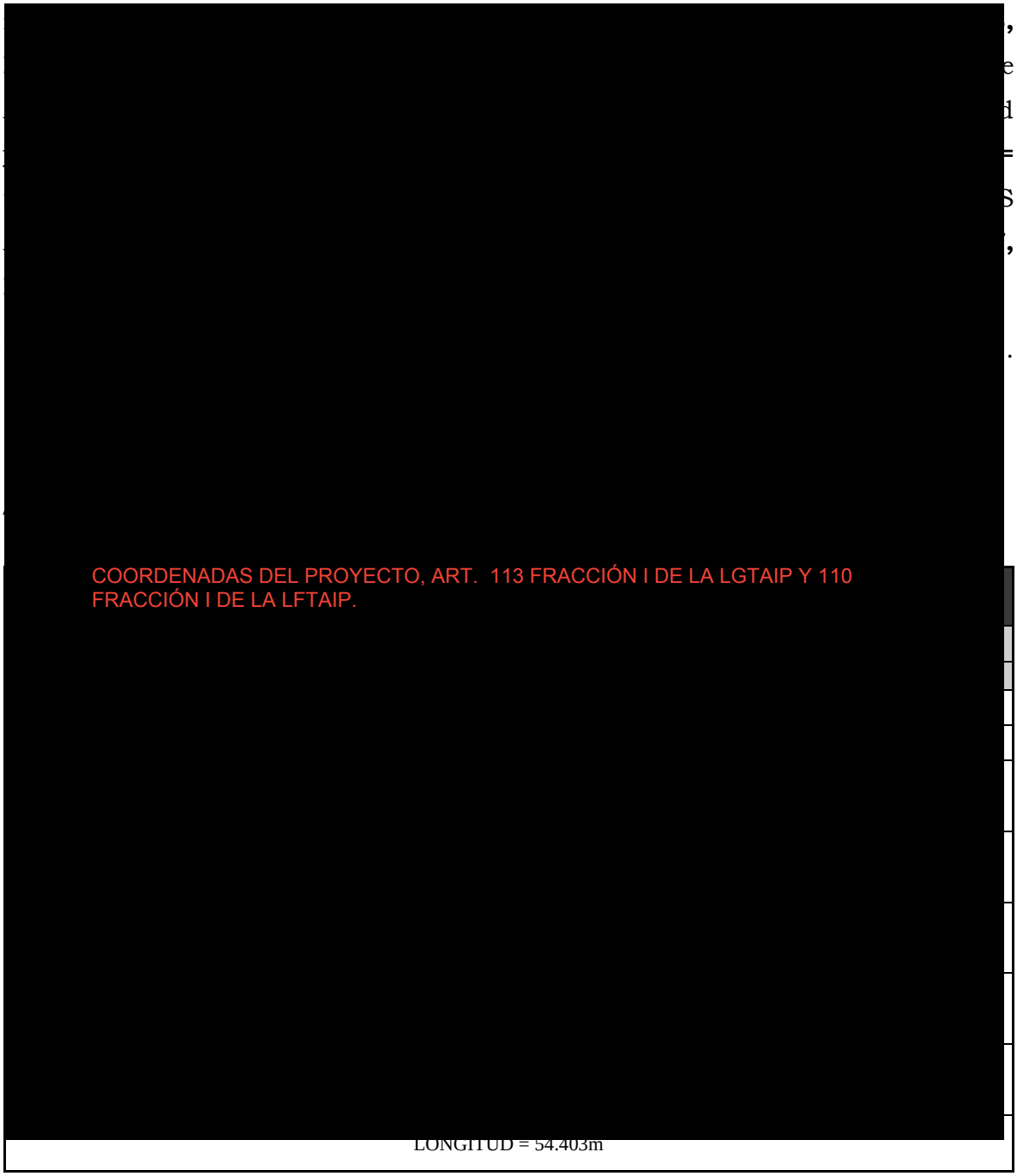
CUADRO DE CONSTRUCCION KOSTAL						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
PST=0+000.00	PST=0+007.677	N				
	PST=0+008.159					
LONGITUD = 8.159M						

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

Figura 14 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de la conexión KOSTAL

Además, este ducto cuenta con una conexión al usuario ACPS Automotive que



Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

Figura 15 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de la conexión ACPS Automotive

Del Ramal "El Marquez 01" en su cadenamiento 0+960.82 se desprende otro ramal con rumbo noreste denominado **"WINPACK"** (Jalpan de Sierra) que está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro y especificación SDR 11. Cuenta con una reducción de 6" a 4" en su cadenamiento 0+569.6 y finaliza en el cadenamiento 0+655.705 con la conexión en la Caseta de Medición y Regulación WINPACK. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N

CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE JALPAN DE SERRA						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
PI=0+655.10	PST=0+655.70					
LONGITUD = 655.705m						

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

Figura 16 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de la conexión WINPACK

Además, este ducto cuenta con disparo a futuro que inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84 [redacted] y cadenamiento 0+000 mediante un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro, especificación SDR 11 y 115.105 m de longitud y concluye en un disparo a futuro en el cadenamiento 0+115.105 con coordenada [redacted]

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

El ducto inicia en el cadenamiento 0+288.93 del ducto "Jalpan de la Sierra". Su nombre es Pedro Escobedo 01.

Tabla 16 Cuadro de construcción de disparo a futuro Pedro Escobedo 01

CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE PEDRO ESCOBEDO 01						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
		[redacted]				
PST=0+000.00	PST=0+115.10					
LONGITUD = 115.105m						

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

Figura 17 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de disparo a futuro Pedro Escobedo 01

Además, este ducto cuenta con disparo a futuro que inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84 [redacted] y cadenamiento 0+000 mediante un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro, especificación SDR 11 y 179.737 m de longitud y concluye en un disparo a futuro en el cadenamiento 0+179.737 con coordenada [redacted]

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

El ducto inicia en el cadenamiento 0+339 del ducto "Jalpan de la Sierra". Su nombre es Pedro Escobedo 02.

Tabla 17 Cuadro de construcción de disparo a futuro Pedro Escobedo 02

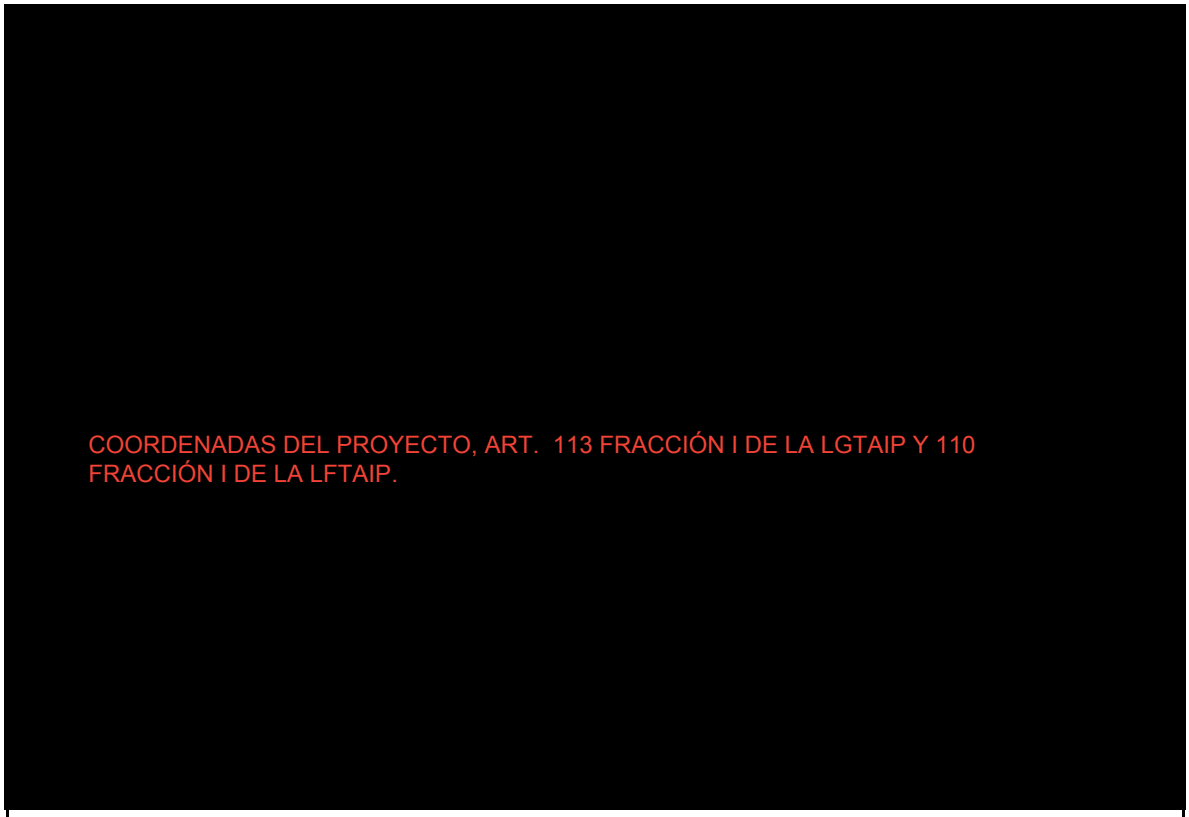
CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE PEDRO ESCOBEDO 02						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
		[redacted]				
PST=0+000.00	PI=0+019.20					
PI=0+019.20	PST=0+179.73					
LONGITUD = 179.737m						

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

Figura 18 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de disparo a futuro Pedro Escobedo 02

El ramal con rumbo noreste, denominado **"La Cruz 01"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro, especificación SDR 11 y finaliza en el cadenamiento 0+447.224 en un disparo a futuro. El ducto inicia



Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

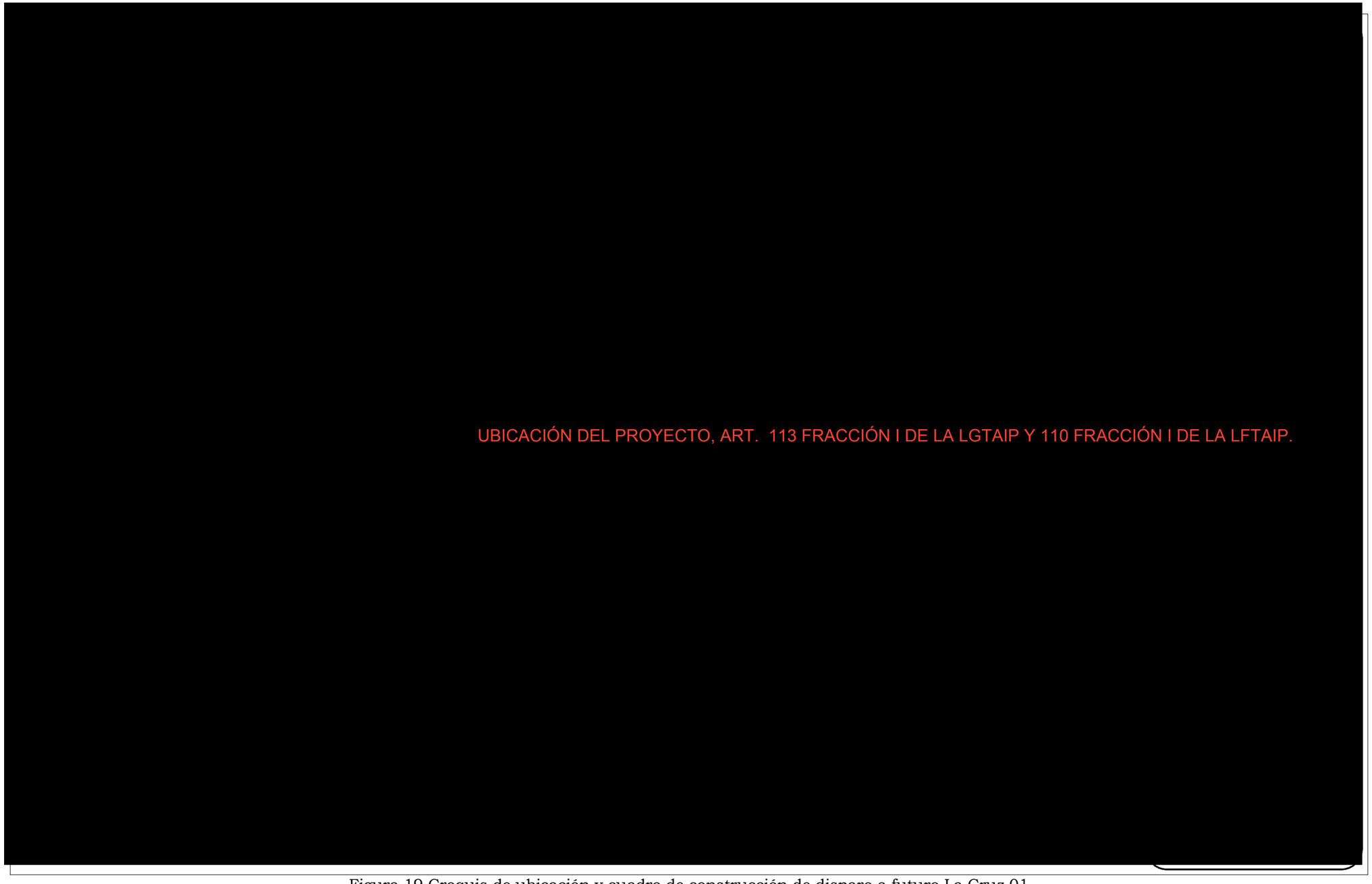
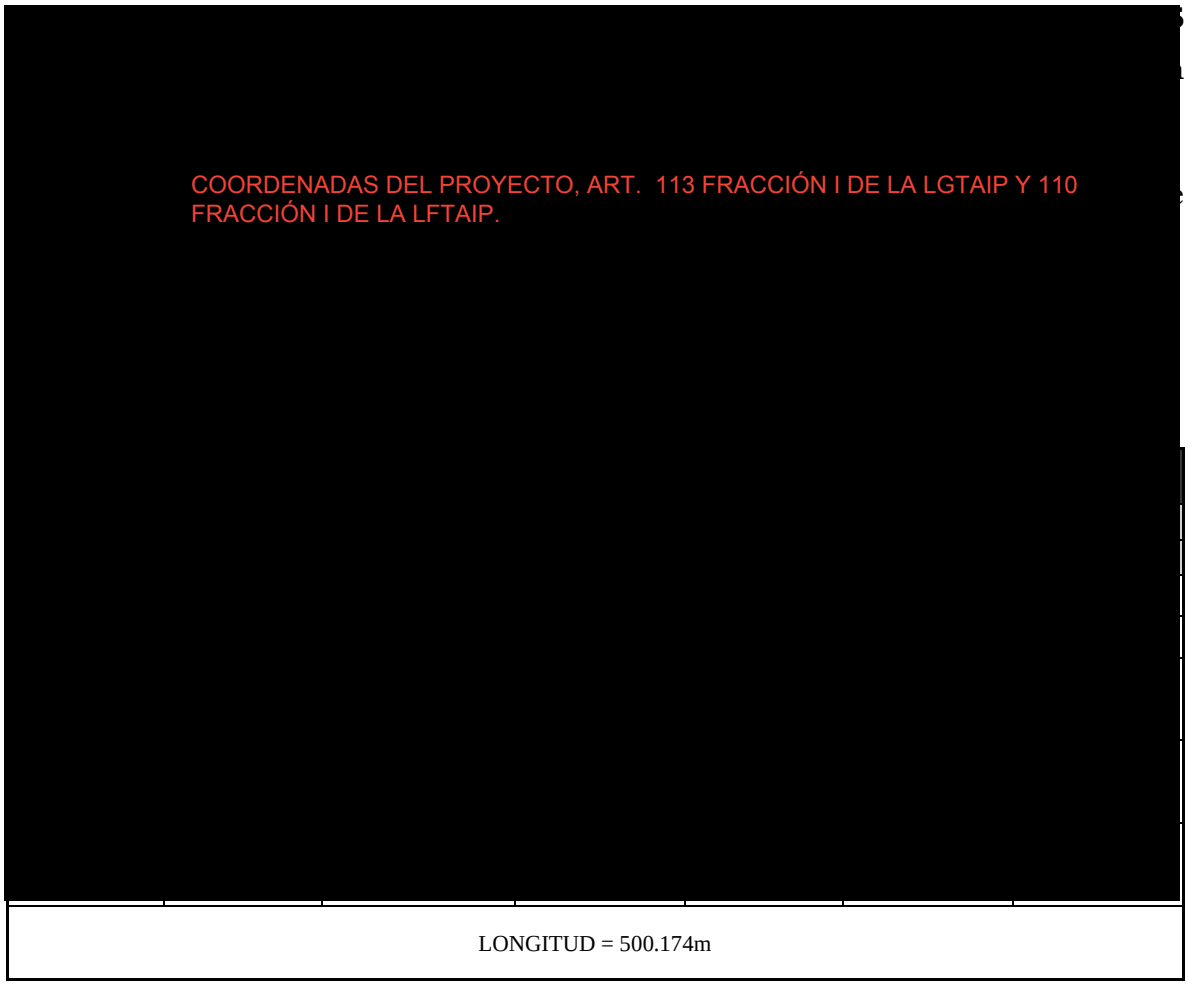


Figura 19 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de disparo a futuro La Cruz 01

El ramal con rumbo suroeste, denominado **"Balvarena"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro, especificación SDR 11 y finaliza en el cadenamiento 0+500.174 en un disparo a futuro. El ducto inicia



Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

Figura 20 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de eje Balvarena

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Además, este ducto cuenta con una conexión al usuario EATON que inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84 [redacted] y cadenamiento 0+000 mediante un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 4" de diámetro, especificación SDR 11 y 25.953 m de longitud y que concluye en la Caseta de Regulación y Medición EATON en el cadenamiento 0+25.953 con c

E

T

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

[redacted]

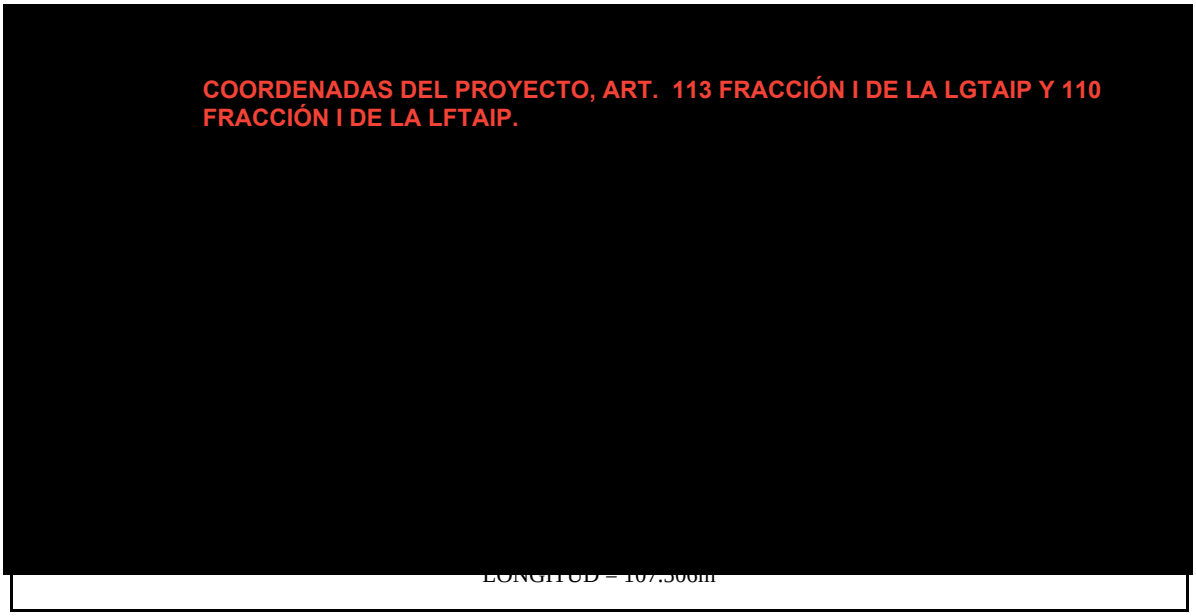
LONGITUD = 25.953m

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

Figura 21 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de conexión a EATO

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

La conexión con el usuario DAEYEONG que inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84 [redacted] y cadenamiento 0+000 mediante un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 4" de diámetro, especificación SDR 11 y 107.595 m de longitud y que concluye en la Caseta de Regulación y Medición DAEYEONG en el cadenamiento 0+107.506 con coordenada



Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

Figura 22 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de conexión a DAEYEONG

Válvulas

Las válvulas en esta fase serán de bola de polietileno de alta densidad, cierre rápido, herméticas y con extremos unidos por termofusión o electrofusión.

Tabla 22 Descripción de las 44 válvulas que conforman el proyecto en operación

TAG	Especificación	Coordenadas UTM
VS-1	Válvula PE 8"	[redacted]
VS-2	Válvula PE 8"	
VS-3	Válvula PE 8"	
VS-4	Válvula PE 8"	
VS-5	Válvula PE 4"	
VS-6	Válvula PE 4"	
VS-7	Válvula PE 8"	
VS-8	Válvula PE 4"	
VS-9	Válvula PE 6"	
VS-10	Válvula PE 6"	
VS-11	Válvula PE 4"	
VS-12	Válvula PE 4"	
VS-13	Válvula PE 4"	
VS-14	Válvula PE 6"	
VS-15	Válvula PE 4"	
VS-16	Válvula PE 4"	
VS-17	Válvula PE 6"	
VS-18	Válvula PE 6"	
VS-19	Válvula PE 4"	
VS-20	Válvula PE 4"	
VS-21	Válvula PE 6"	
VS-22	Válvula PE 6"	
VS-23	Válvula PE 6"	
VS-24	Válvula PE 4"	
VS-25	Válvula PE 4"	
VS-26	Válvula PE 6"	
VS-27	Válvula PE 6"	

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

TAG	Especificación	Coordenadas UTM
VS-28	Válvula PE 6"	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.
VS-29	Válvula PE 6"	
VS-30	Válvula PE 4"	
VS-1-B	Válvula PE 8"	
VS-1-C	Válvula PE 8"	
VS-2-B	Válvula PE 8"	
VS-3 FF-CC 1	Válvula PE 8"	
VS-4 FF-CC 1	Válvula PE 8"	
VS-5 FF-CC 2	Válvula PE 8"	
VS-6 FF-CC 2	Válvula PE 8"	
VS-N-31	Válvula PE 8"	
VS-N-34	Válvula PE 8"	
VS-N-38	Válvula PE 8"	
VS-N-39	Válvula PE 4"	

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

A continuación, se presenta la ubicación de las válvulas con respecto a los diferentes ductos del sistema en operación.

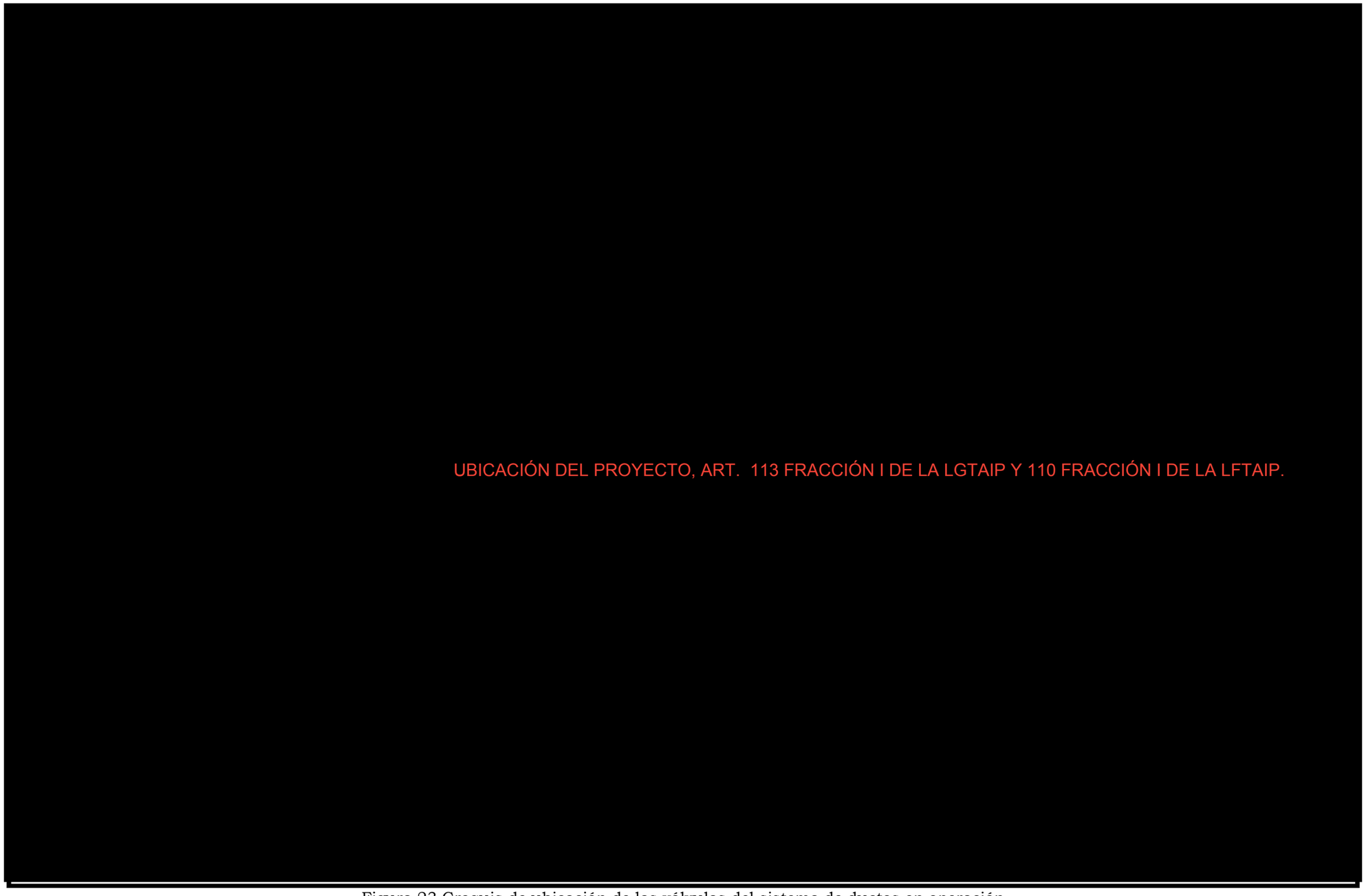


Figura 23 Croquis de ubicación de las válvulas del sistema de ductos en operación

II.1.3.1. Primera fase de ampliación

La primera fase consiste en la interconexión al ducto TRANSCANADA; así como la ampliación del sistema de ductos existentes. Esta ampliación tendrá una longitud total de 13,024.01 m y se conforma de ductos y válvulas; además de la caseta de interconexión con el ducto TRANSCANADA.

El ducto Generación eléctrica – TRANSCANADA 01 se conectará al sistema de distribución a través de una ERM de interconexión que se encuentra en la coordenada presentada en la tabla siguiente. Cabe destacar que la coordenada corresponde al punto de interconexión y no al centro de geometría de la caseta como tal.

Tabla 23 Ubicación del punto de interconexión y la Caseta interconexión con el ducto Generación Eléctrica -TRANSCANADA 01

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

No.	Usuario	Punto de interconexión	
		X	Y
1	Punto Interconexión	[redacted]	
2	Caseta de interconexión		

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

Ahora bien, como parte de la ampliación de la Fase I se requiere de una red de ductos de diversas longitudes y especificaciones, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 24 Descripción de los 11 ramales que conforman parte de la primera fase de ampliación

No	Nombre	Descripción	Diámetro	Long. (m)
1	La Noria 01	Ampliación mediante ducto de 8”	8”	**1,536.88**
2	Privada La Noria	Ampliación mediante ducto de 8”	8”	**188.823**
3	Camino Vecinal 03	Ampliación mediante ducto de 6”	6"	**216.75**
4	Mesa de León	Ampliación mediante ducto de 6”	6”	**699.522**
5	Jurica	Ampliación mediante ducto de 6”	6”	**360.99**
6	La Montaña	Ampliación mediante ducto de 6”	6”	**729.322**
7	San Pedrito	Ampliación mediante ducto de 6”	6”	**620.753**
8	Benito Juárez (*Loop*)	Ampliación mediante ducto de 10”, este ducto alimentará generación eléctrica	10”	**2,568.84**

No	Nombre	Descripción	Diámetro	Long. (m)
9	La Noria	Ampliación mediante ducto de 10", este ducto alimentará la generación eléctrica	10"	**1,100.66**
10	Industria de la Transformación 01	Ampliación mediante ducto de 10", este ducto alimentará generación eléctrica	10"	**1,153.28**
11	GE-TransCanada 02	Ampliación mediante interconexión ducto 6"	6"	**3,828.1918**
12	LI-TransCanada 01	Ampliación mediante interconexión ducto 4"	4"	**20.00**
			Total	**13,024.01**

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

Finalmente, la siguiente tabla muestra la distribución de las 23 válvulas que componen la Fase I:

Tabla 25 Descripción de las 23 válvulas que componen la Fase I

TAG	Especificación	Estatus	Coordenadas de Ubicación UTM
VS-N-6	Válvula PE 8"	Proyectadas	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.
VS-N-7	Válvula PE 8"	Proyectadas	
VS-N-8	Válvula PE 6"	Proyectadas	
VS-N-9	Válvula PE 8"	Proyectadas	
VS-N-10	Válvula PE 8"	Proyectadas	
VS-N-11	Válvula PE 8"	Proyectadas	
VS-N-12	Válvula PE 6"	Proyectadas	
VS-N-13	Válvula PE 8"	Proyectadas	
VS-N-14	Válvula PE 8"	Proyectadas	
VS-N-15	Válvula PE 8"	Proyectadas	
VS-N-16	Válvula PE 8"	Proyectadas	
VS-N-17	Válvula PE 8"	Proyectadas	
VS-N-18	Válvula PE 6"	Proyectadas	
VS-N-19	Válvula PE 8"	Proyectadas	
VS-N-32	Válvula PE 8"	Proyectadas	
VS-N-33	Válvula PE 6"	Proyectadas	
VS-01	Válvula AC 4"	Proyectada	
VS-02	Válvula AC 6"	Proyectada	

TAG	Especificación	Estatus	Coordenadas de Ubicación UTM
VS-03	Válvula AC 6"	Proyectada	[redacted]
VS-04	Válvula AC 6"	Proyectada	
VS-05	Válvula AC 6"	Proyectada	
VS-06	Válvula AC 6"	Proyectada	
VS-07	Válvula AC 6"	Proyectada	

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

A continuación, se presenta la distribución geoespacial de los elementos descritos anteriormente. (Figura 24 Croquis de ubicación de Fase 1).

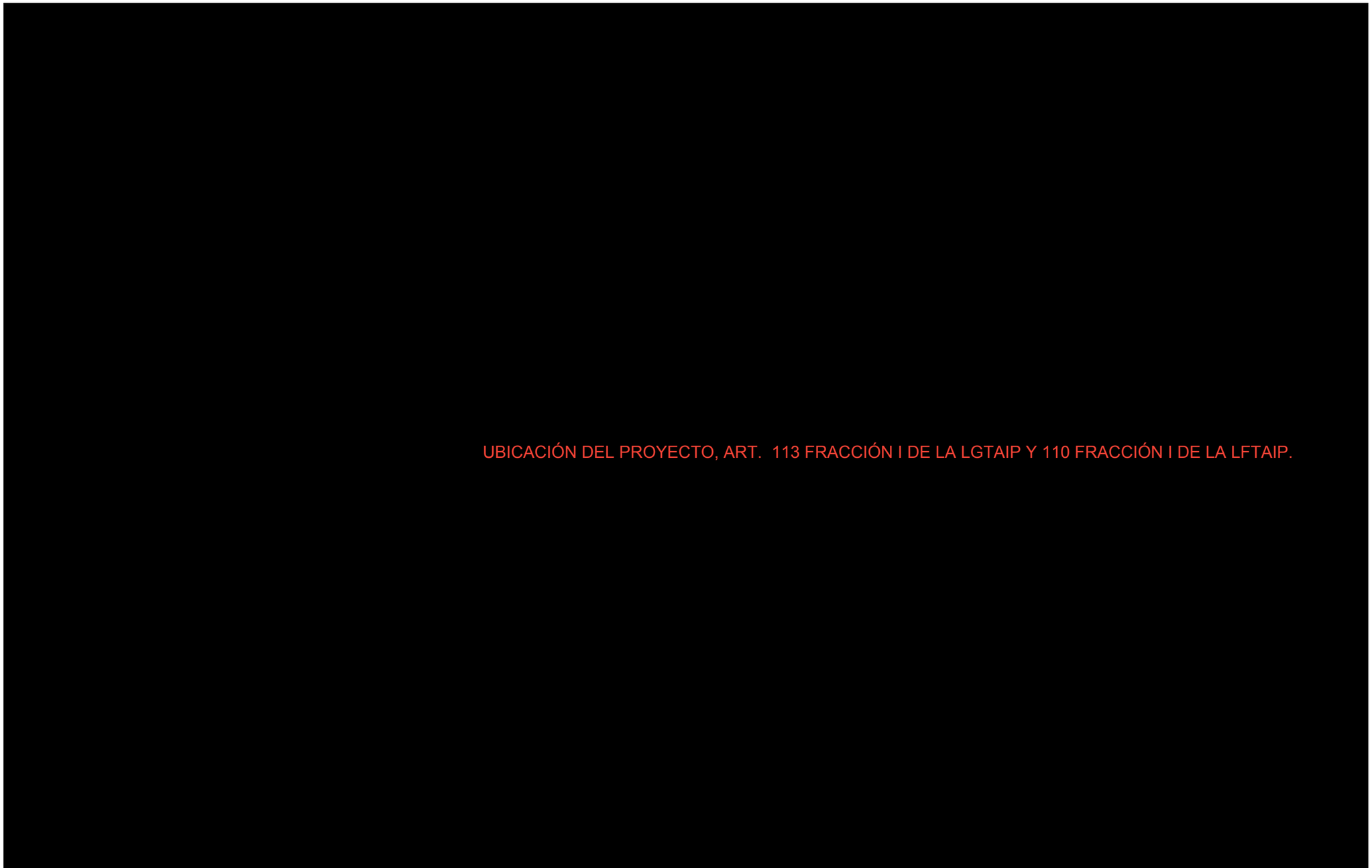


Figura 24 Croquis de ubicación de Fase 1

Casetas de Medición y Regulación

El ducto TRANSCANADA se conectará al sistema de distribución a través de una ERM de interconexión que se encuentra en la coordenada presentada en la tabla siguiente. Cabe destacar que la coordenada corresponde al punto de interconexión y no al centro de geometría de la caseta como tal.

Tabla 26 Ubicación del punto de interconexión y la Caseta interconexión con el ducto TRANSCANADA

No.	Usuario	Punto de interconexión	
		X	Y
1	Punto Interconexión	[redacted]	
2	Caseta de interconexión		

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura 25 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de conexión a Transcanada

Ductos

El resto de las obras que conforman la primera fase son ductos que tienen por objetivo interconectar la red existente y preparar el camino para futuras expansiones dentro del Parque Industrial Querétaro.

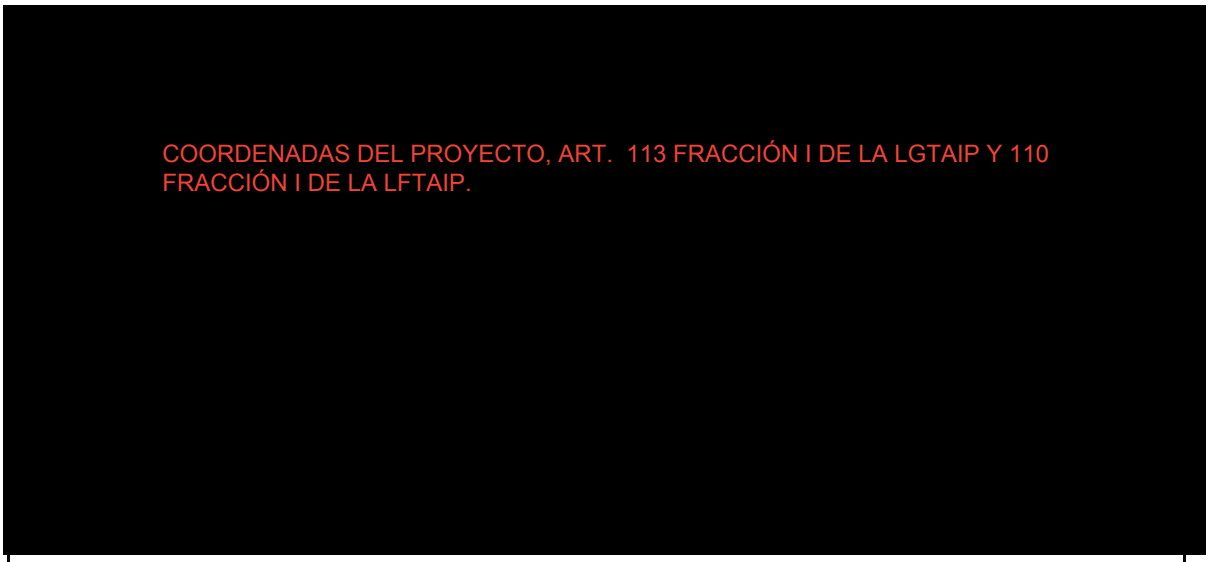
A continuación, se describirán los diferentes ramales que serán construidos y sus cuadros de construcción.

El ramal denominado **"La Noria 01"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 8" de diámetro, especificación SDR 11 y finaliza en el cadenamiento 1+536.8801. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84

LONGITUD = 1,536.8801m

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

El ramal denominado **"Privada La Noria"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 8" de diámetro, especificación SDR 11 y finaliza en el cadenamiento 0+188.823. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84



LONGITUD = 188.823m

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

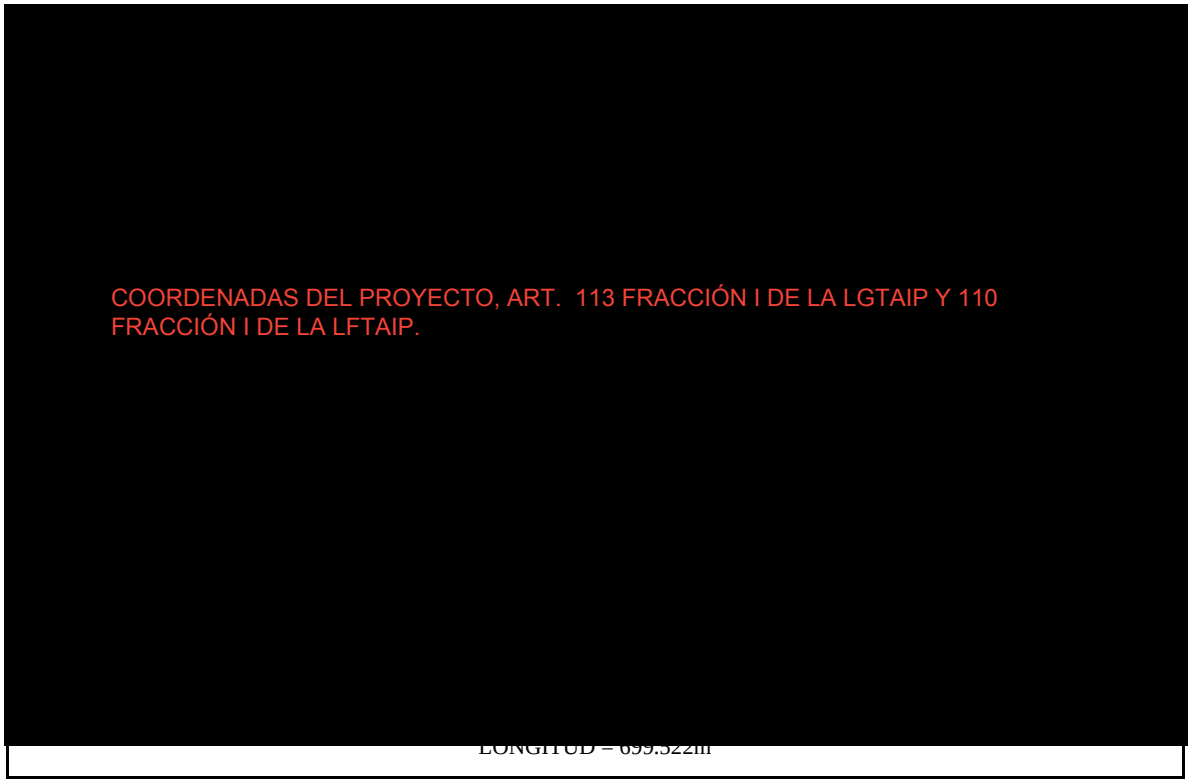
Figura 26 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de La Noria 01 y Privada La Noria

El ramal denominado **"Camino Vecinal 03"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro, especificación SDR 11 y tiene una longitud de 216.754 m. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

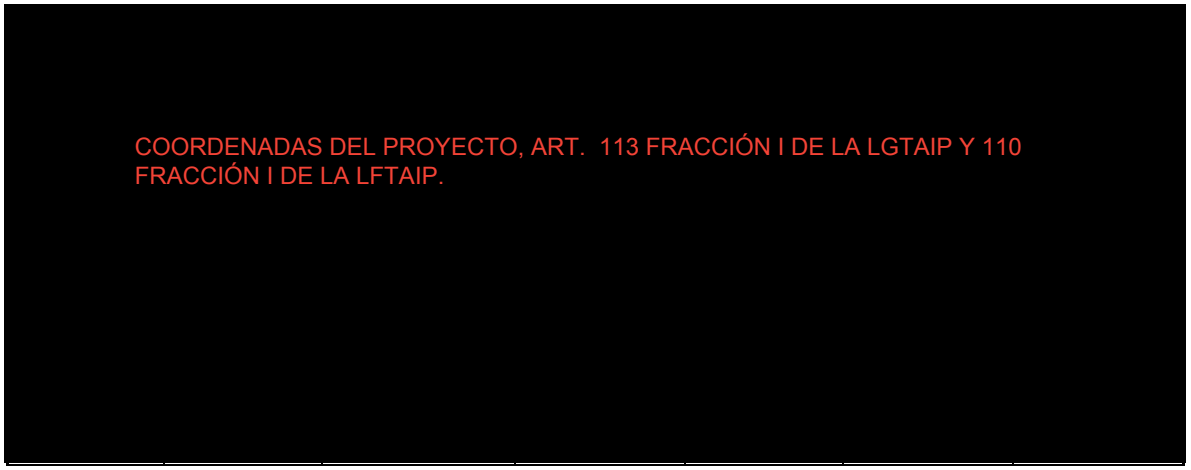
Figura 27 Croquis de ubicación Camino Vecinal 03

El ramal denominado **"Mesa de León"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro, especificación SDR 11 y finaliza en el cadenamiento 0+699.522. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84



Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

El ramal denominado **"Jurica"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro, especificación SDR 11 y finaliza en el cadenamiento 0+360.990. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84



CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE JURICA						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
PI=0+235.45	PI=0+315.15	[redacted]				
PI=0+315.15	PI=0+340.19					
PI=0+340.19	PST=0+360.98					
LONGITUD = 360.990m						

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

El ramal denominado **"La Montaña"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro, especificación SDR 11 y finaliza en el cadenamiento 0+729.322. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84

[redacted]

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

El ramal denominado **"San Pedrito"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro, especificación SDR 11 y finaliza en el cadenamiento 0+620.753. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84 [redacted] en el cadenamiento 0+000 y termina

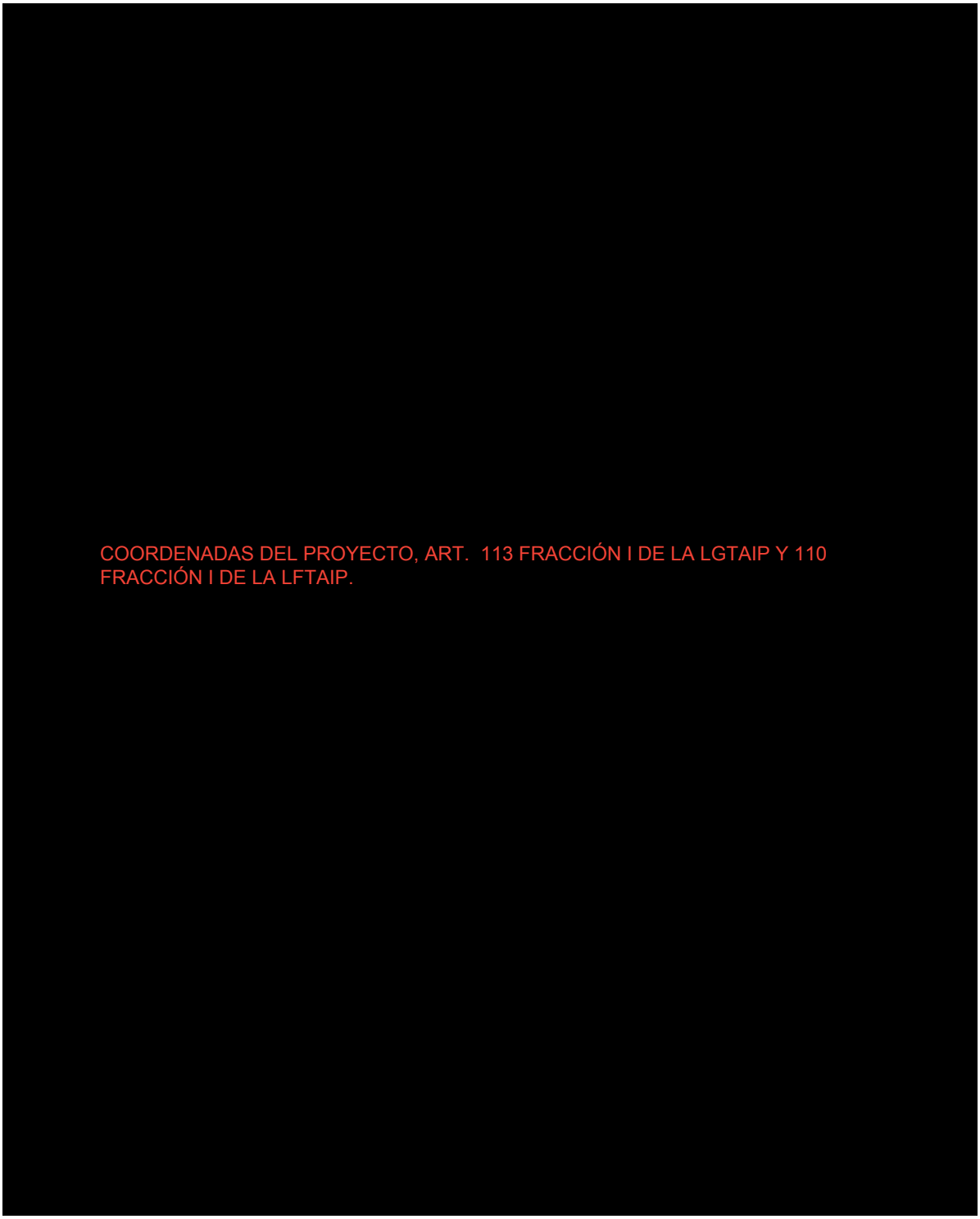
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

Figura 28 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de Mesa de León, Jurica, La Montaña y San Pedrito

Durante esta misma fase se tendrá un LOOP de 10" de diámetro y especificación SDR 11.

El sistema que alimentará la planta de generación eléctrica iniciará en la unión de los ductos "El Marquez" en su cadenamiento 0+000 y "La Cruz 02" en su



CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE BENITO JUAREZ 01						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
PI=1+623.95	PI=1+659.19					6
PI=1+659.19	PI=1+679.82					8
PI=1+679.82	PI=1+699.92					8
PI=1+699.92	PI=1+724.21					6
PI=1+724.21	PI=1+744.16					8
PI=1+744.16	PI=1+765.06					6
PI=1+765.06	PI=1+790.44					6
PI=1+790.44	PI=1+816.14					6
PI=1+816.14	PI=1+837.56					0
PI=1+837.56	PI=1+859.04					4
PI=1+859.04	PI=1+883.39					0
PI=1+883.39	PI=1+901.73					2
PI=1+901.73	PI=1+918.61					4
PI=1+918.61	PI=1+937.98					1
PI=1+937.98	PI=1+958.71					6
PI=1+958.71	PI=1+973.13					4
PI=1+973.13	PI=1+993.82					7
PI=1+993.82	PI=2+005.46					8
PI=2+005.46	PI=2+018.41					7

[redacted]

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE BENITO JUAREZ 01						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
PI=2+018.41	PI=2+030.79					
PI=2+030.79	PI=2+043.28					
PI=2+043.28	PI=2+054.41					
PI=2+054.41	PI=2+066.85					
PI=2+066.85	PI=2+079.89					
PI=2+079.89	PI=2+095.20					
PI=2+095.20	PI=2+107.66					
PI=2+107.66	PI=2+118.86					
PI=2+118.86	PI=2+128.55					
PI=2+128.55	PI=2+142.39					
PI=2+142.39	PI=2+157.08					
PI=2+157.08	PI=2+170.80					
PI=2+170.80	PI=2+185.97					
PI=2+185.97	PI=2+196.54					
PI=2+196.54	PI=2+208.92					
PI=2+208.92	PI=2+222.40					
PI=2+222.40	PI=2+239.13					
PI=2+239.13	PI=2+261.48					
PI=2+261.48	PI=2+291.18					

[redacted]
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE BENITO JUAREZ 01						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
PI=2+291.18	PI=2+329.41					
PI=2+329.41	PI=2+337.51					
PI=2+337.51	PI=2+348.82					
PI=2+348.82	PI=2+357.77					
PI=2+357.77	PI=2+368.88					
PI=2+368.88	PI=2+382.91					
PI=2+382.91	PI=2+398.26					
PI=2+398.26	PI=2+407.01					
PI=2+407.01	PI=2+415.34					
PI=2+415.34	PI=2+425.34					
PI=2+425.34	PI=2+439.81					
PI=2+439.81	PI=2+460.48					
PI=2+460.48	PI=2+475.45					
PI=2+475.45	PI=2+488.65					
PI=2+488.65	PI=2+499.68					
PI=2+499.68	PI=2+512.86					
PI=2+512.86	PI=2+526.66					
PI=2+526.66	PI=2+543.24					
PI=2+543.24	PST=2+568.84					

[redacted]

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

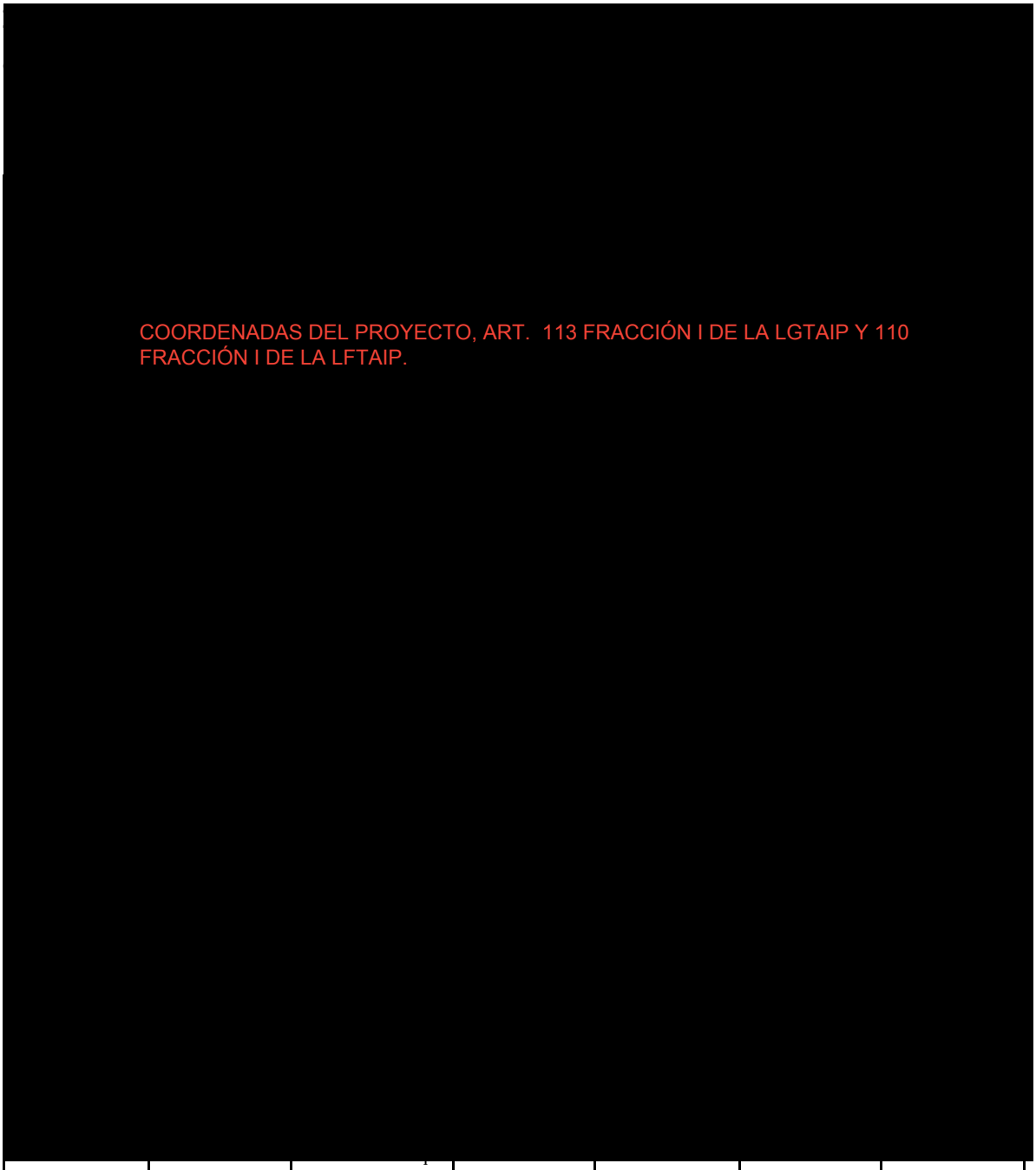
CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE BENITO JUAREZ 01						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
		[redacted]				
LONGITUD = 2,568.843m						

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura 29 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de ducto “Benito Juárez 01”

El ducto anterior se conecta con el ducto “La Noria” en su cadenamiento 0+810.32. Este ducto mantiene las mismas especificaciones técnicas que el ducto “Benito Juárez 01”. Tiene su origen en la coordenada UTM Z14N WGS84



LONGITUD = 1,100.6576 m						

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

Figura 30 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de ducto “La Noria”

El ducto se conecta con el tramo “La Noria” en su cadenamiento 1+909.77 en la

[redacted]

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

LONGITUD = 1,153.275m						

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

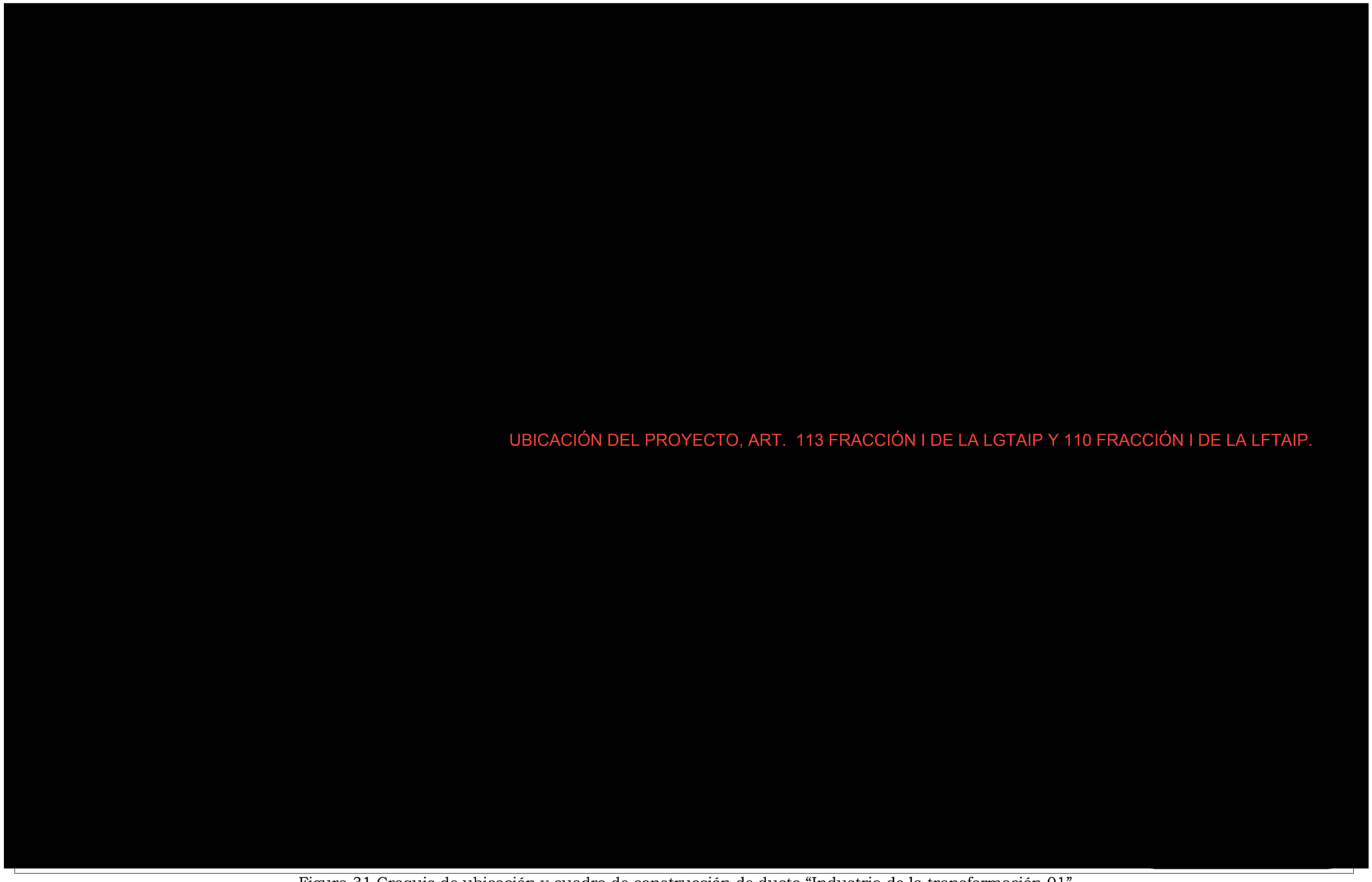


Figura 31 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de ducto “Industria de la transformación 01”

A partir de la conexión con la ERM comienza el ducto Generación eléctrica -

LONGITUD= 3828.19 m

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

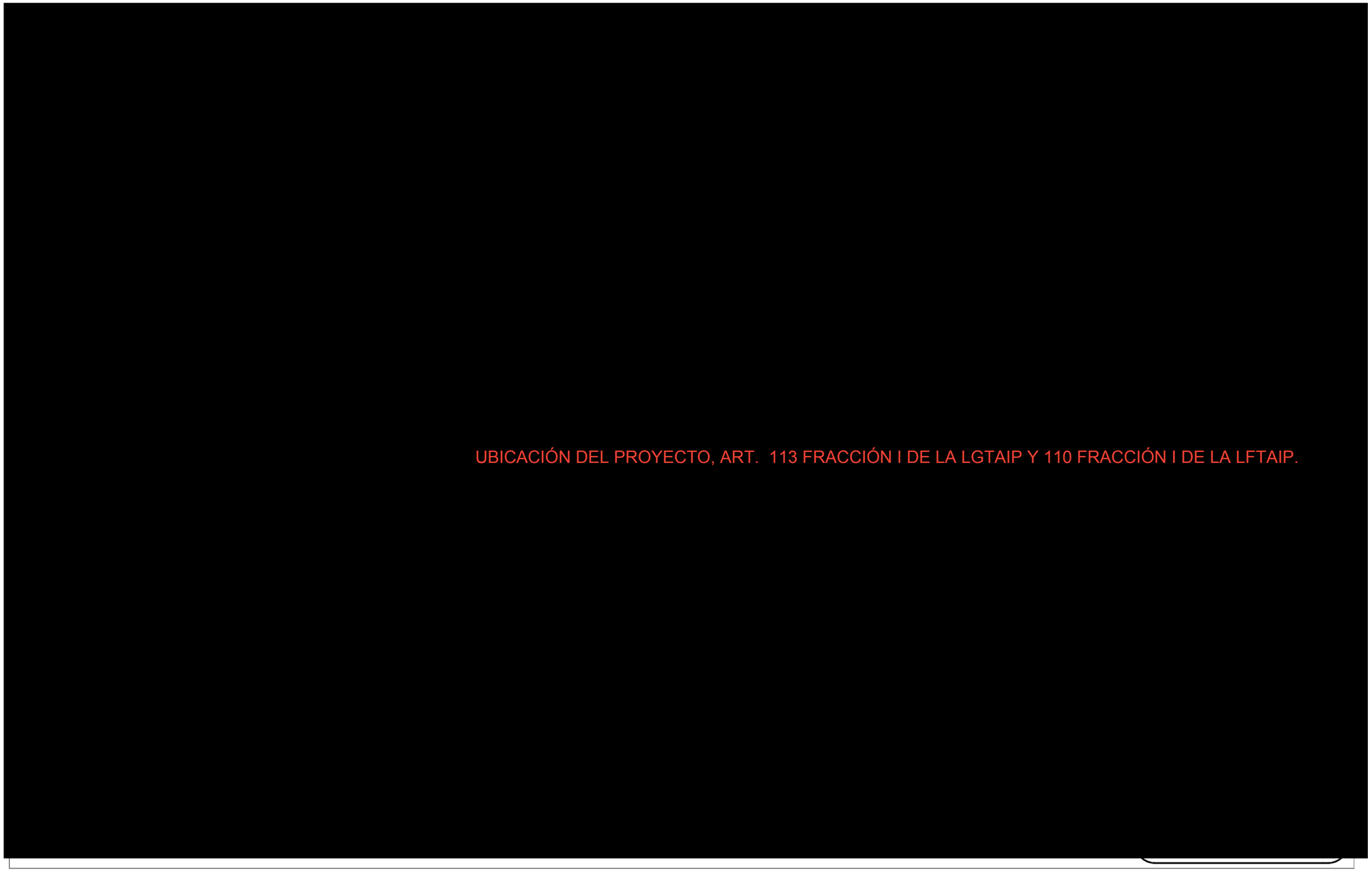
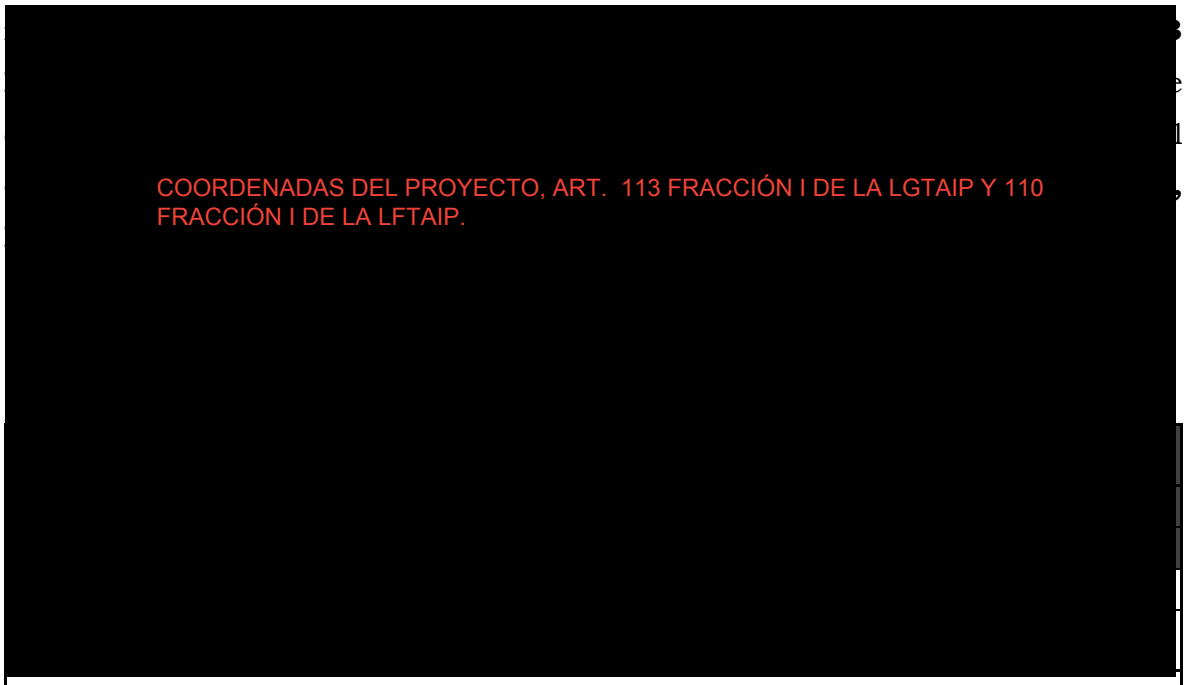


Figura 32 Croquis de ubicación ducto Transcanada- 01

Se realizará la conexión con el ducto Línea interconexión – TRANSCANADA 02 que



Fuente: Elaboración propia con datos del promovente.

Figura 33 Croquis de ubicación ducto línea interconexión Transcanada 02”

II.1.3.1. Segunda fase de ampliación

Como parte de la ampliación de la Fase II se requiere de una red de ductos de diversas longitudes y especificaciones, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 39 Descripción de los 13 ramales que conforman parte de la segunda fase de ampliación

No	Nombre	Descripción	Diámetro	Long. (m)
1	Camino Vecinal 01	Ampliación mediante ducto de 10”	10”	**614.594**
2	Camino Vecinal 02	Ampliación mediante ducto de 8”	8”	**377.399**
3	Ferrocarril	Ampliación mediante ducto de 8” y 10"	8” y 10"	**3,040.80**
4	Camino Vecinal	Ampliación mediante ducto de 6”	6”	**1,310.24**
5	Estacada	Ampliación mediante ducto de 6”	6”	**1,115.51**
6	Industria de la construcción	Ampliación mediante ducto de 8”	8”	**631.433**
7	Industria de la transformación 02	Ampliación mediante ducto de 8”	8”	**242.925**
8	Estacada 01	Ampliación mediante ducto de 8”	8” y 6"	**1,463.71**
9	Industria Minera	Ampliación mediante ducto de 8”	8”	**422.698**
10	Buenavista	Ampliación mediante ducto de 6”	6”	**241.832**
11	Industria de la transformación 03	Ampliación mediante ducto de 8”	8”	**272.013**
12	La Noria 01	Ampliación mediante ducto de 8”	8"	**810.3158**
13	La Noria 02	Ampliación mediante ducto de 8”	8"	**664.5179**
	Total			**11,207.99**

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

Finalmente, la siguiente tabla muestra la distribución de las 32 válvulas que componen la Fase II:

Tabla 40 Descripción de las 32 válvulas que componen la Fase II

TAG	Especificación	Estatus	Fase de ampliación	Coordenadas de Ubicación UTM
VS-P5	Válvula PE 8"	Proyectadas	Fase 2	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.
VS-P7	Válvula PE 6"	Proyectadas	Fase 2	
VS-P8	Válvula PE 10"	Proyectadas	Fase 2	
VS-P9	Válvula PE 10"	Proyectadas	Fase 2	
VS-P10	Válvula PE 6"	Proyectadas	Fase 2	
VS-P11	Válvula PE 6"	Proyectadas	Fase 2	
VS-N-20	Válvula PE 8"	Proyectadas	Fase 2	
VS-N-21	Válvula PE 6"	Proyectadas	Fase 2	
VS-N-22	Válvula PE 8"	Proyectadas	Fase 2	
VS-N-23	Válvula PE 8"	Proyectadas	Fase 2	
VS-N-24	Válvula PE 8"	Proyectadas	Fase 2	
VS-N-25	Válvula PE 8"	Proyectadas	Fase 2	
VS-N-26	Válvula PE 6"	Proyectadas	Fase 2	
VS-N-27	Válvula PE 6"	Proyectadas	Fase 2	
VS-N-28	Válvula PE 6"	Proyectadas	Fase 2	
VS-N-29	Válvula PE 8"	Proyectadas	Fase 2	
VS-N-30	Válvula PE 8"	Proyectadas	Fase 2	
VS-N-43	Válvula PE 10”	Proyectadas	Fase 2	
VS-N-44	Válvula PE 10”	Proyectadas	Fase 2	
VS-N-45	Válvula PE 10”	Proyectadas	Fase 2	
VS-N-46	Válvula PE 10”	Proyectadas	Fase 2	
VS-N-47	Válvula PE 10”	Proyectadas	Fase 2	
VS-N-48	Válvula PE 10”	Proyectadas	Fase 2	
VS-N-49	Válvula PE 10”	Proyectadas	Fase 2	

TAG	Especificación	Estatus	Fase de ampliación	Coordenadas de Ubicación UTM
VS-N-50	Válvula PE 10”	Proyectadas	Fase 2	[redacted]
VS-N-51	Válvula PE 10”	Proyectadas	Fase 2	
VS-N-52	Válvula PE 10”	Proyectadas	Fase 2	
VS-N-53	Válvula PE 10”	Proyectadas	Fase 2	
VS-N-54	Válvula PE 10”	Proyectadas	Fase 2	
VS-N-55	Válvula PE 10”	Proyectadas	Fase 2	
VS-N-56	Válvula PE 10”	Proyectadas	Fase 2	
VS-N-57	Válvula PE 10”	Proyectadas	Fase 2	

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

A continuación, se presenta la distribución geoespacial de los elementos descritos anteriormente.

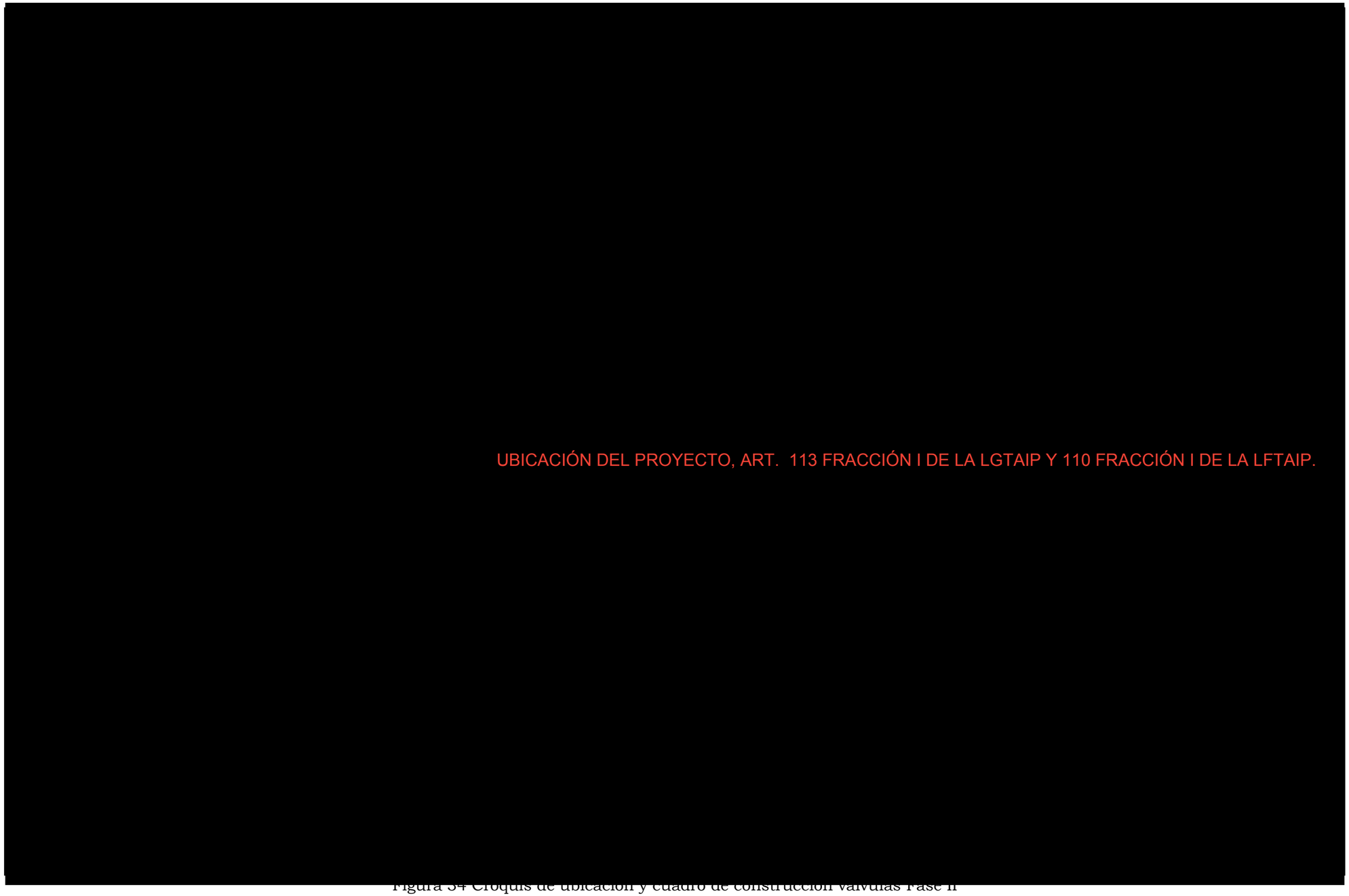


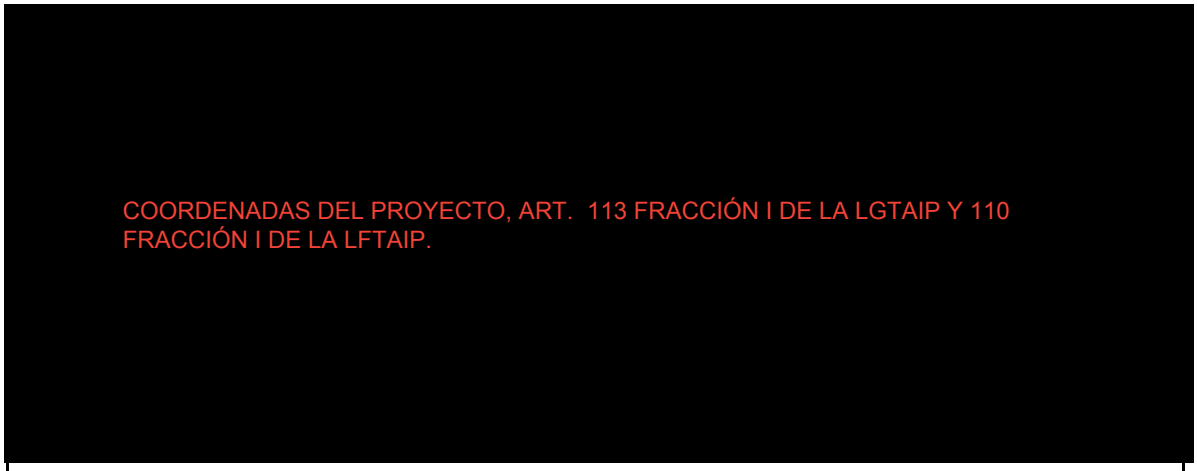
Figura 34 Croquis de ubicación y cuadro de construcción válvulas Fase II

Ductos

Las obras que conforman la segunda fase de ampliación son ductos que tienen por objetivo interconectar la red existente y preparar el camino para futuras expansiones dentro del Parque Industrial Querétaro.

A continuación, se describirán los diferentes ramales que serán construidos y sus cuadros de construcción.

El ramal denominado **"Camino Vecinal 01"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 10" de diámetro, especificación SDR 11 y tiene una longitud de 614.594 m. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84



Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

El ramal denominado **"Camino Vecinal 02"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 8" de diámetro, especificación SDR 11 y tiene una longitud de 377.399 m. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84

Tabla 42 Cuadro de construcción eje ducto “Camino Vecinal 02”

CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE CAMINO VECINAL 02						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
P		COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.				
LONGITUD = 377.399m						

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

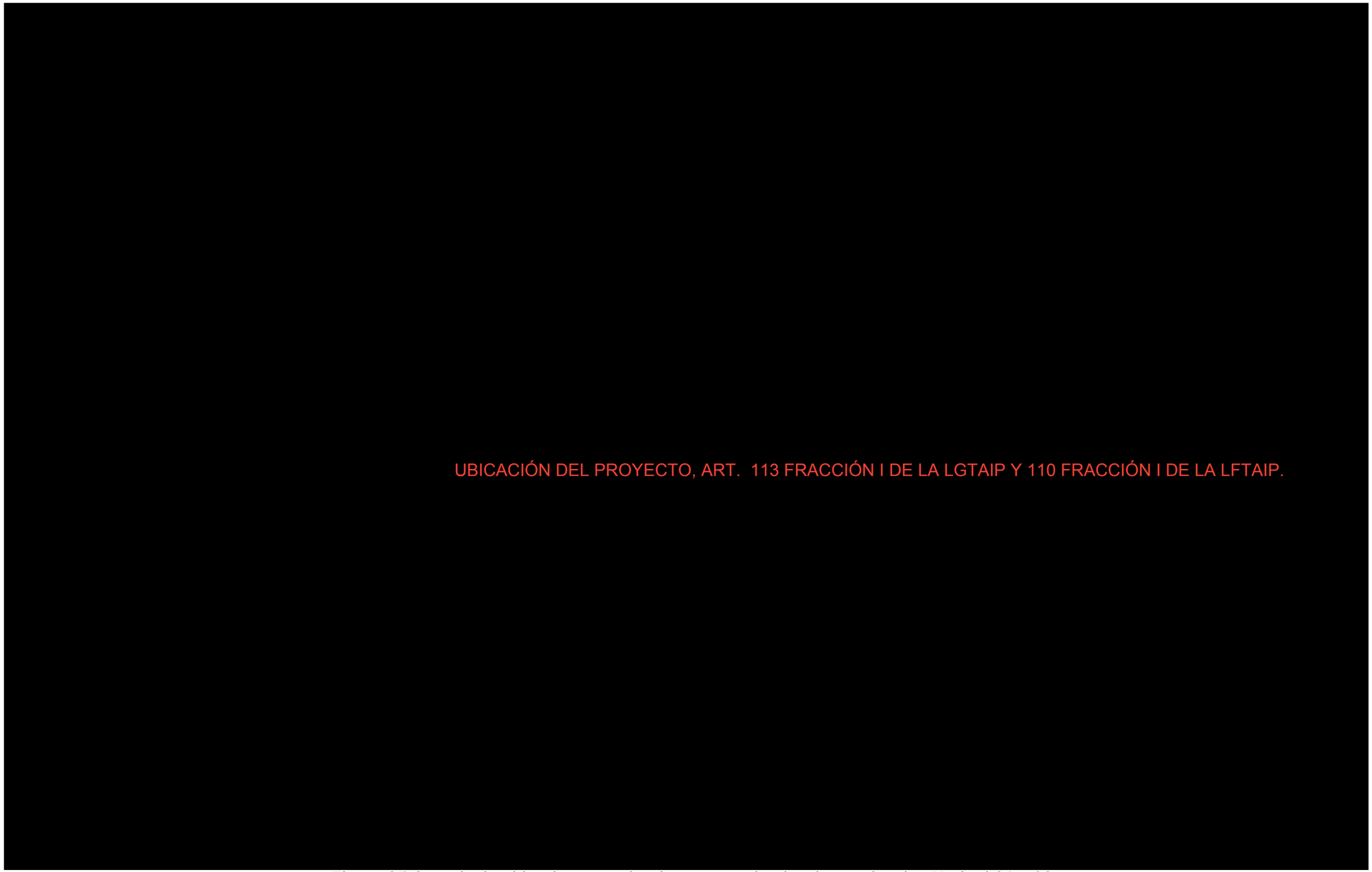
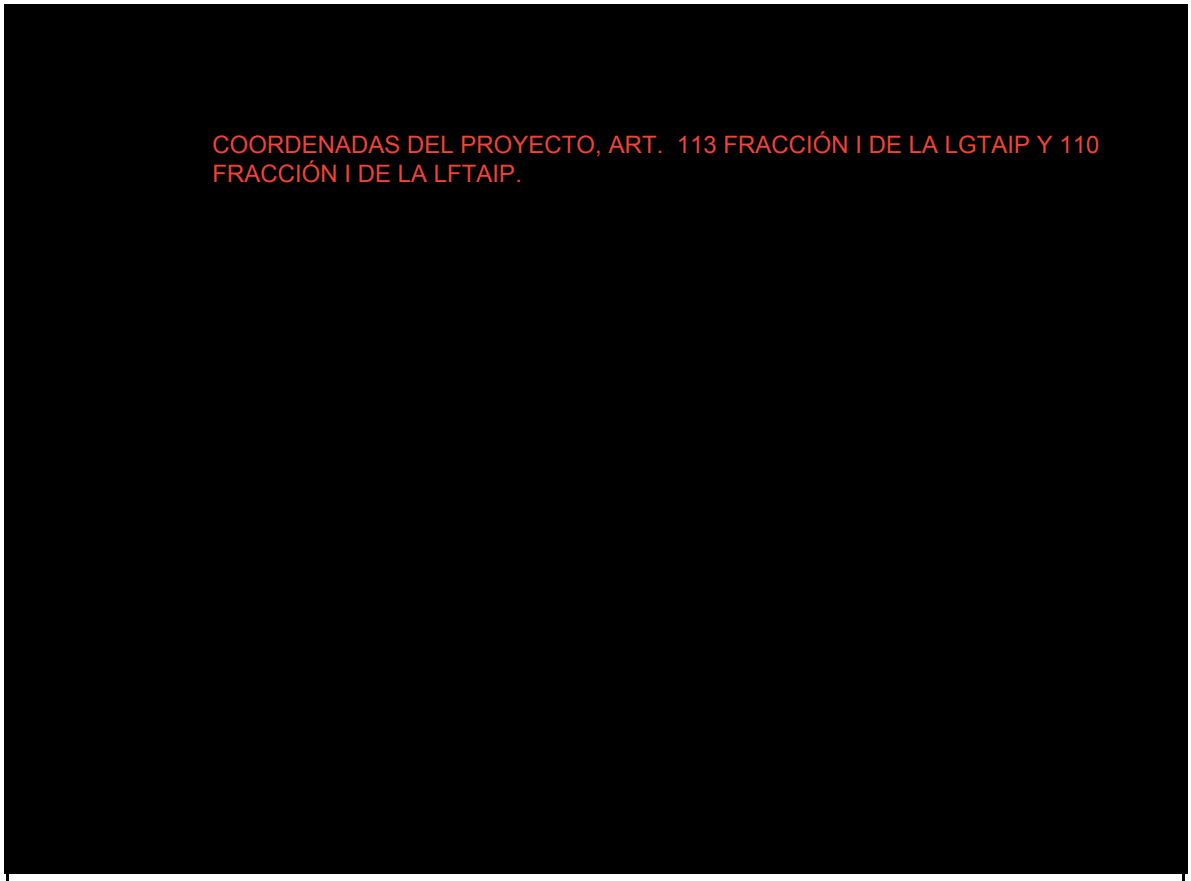


Figura 35 Croquis de ubicación y cuadro de construcción los ductos Camino Vecinal 01 y 02

El ramal denominado **"Ferrocarril"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 8" de diámetro, especificación SDR 11 y una ampliación de diámetro de 10" en el cadenamiento 2+274.64 y tiene una longitud de 3,040.799



LONGITUD = 3,040.799m

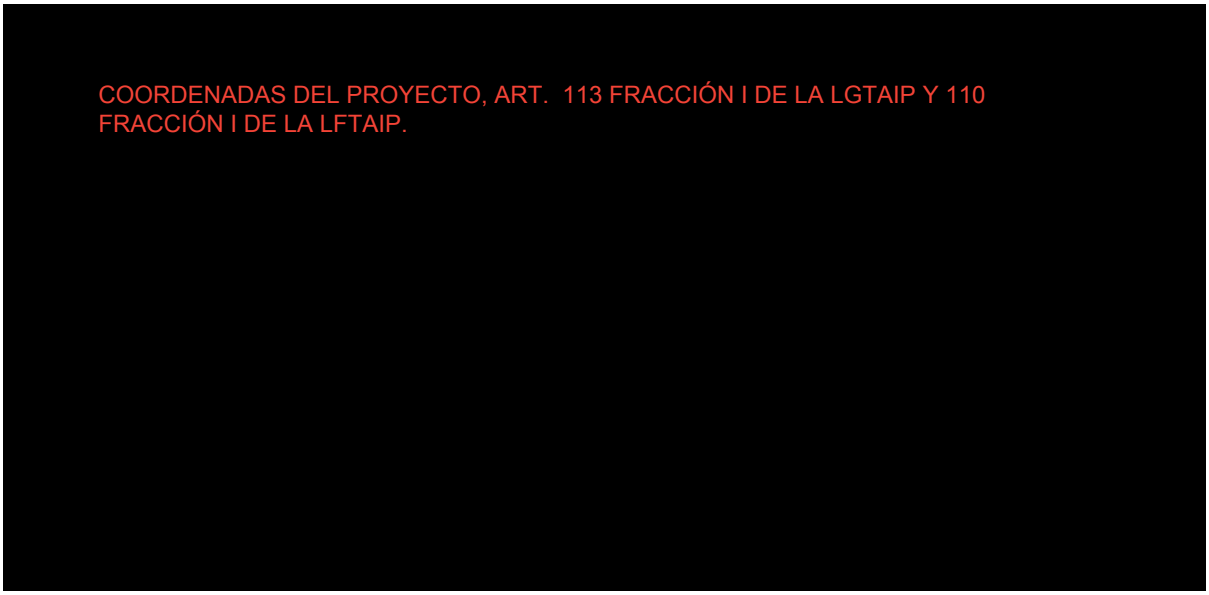
Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

Figura 36 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ducto “Ferrocarril”

El ramal denominado **"Camino Vecinal"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro, especificación SDR 11 y tiene una longitud de 1,310.235 m. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

El ramal denominado **"Estacada"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro, especificación SDR 11 y tiene una longitud de 1,115.513 m. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84



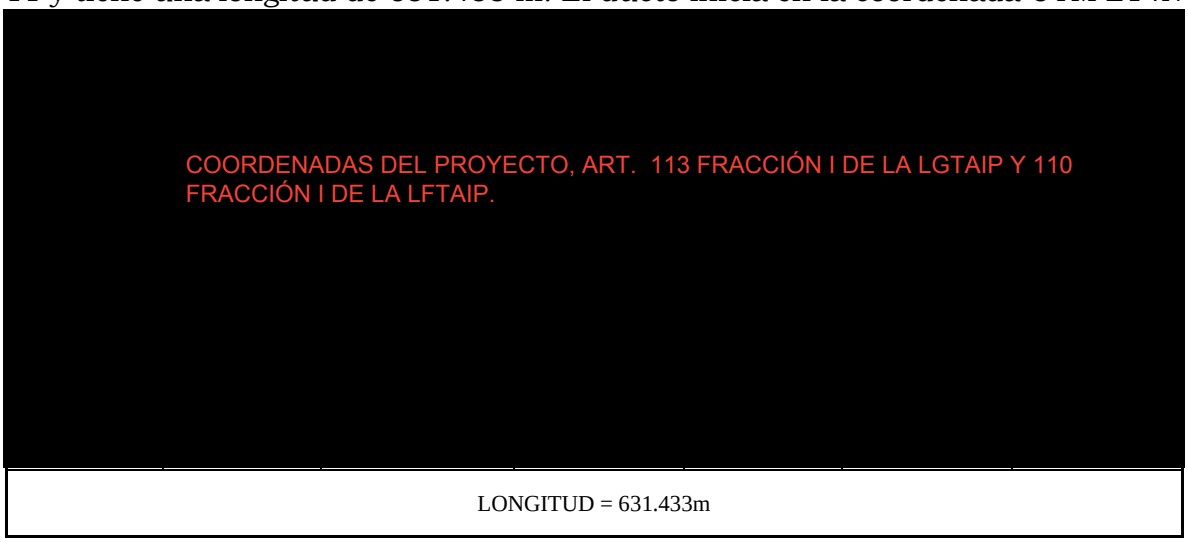
CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE ESTACADA						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
PI=0+681.56	PI=0+696.76					
PI=0+696.76	PI=0+726.80					
PI=0+726.80	PI=0+784.70					
PI=0+784.70	PST=1+115.51					
LONGITUD = 1,115.513m						

[redacted]
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

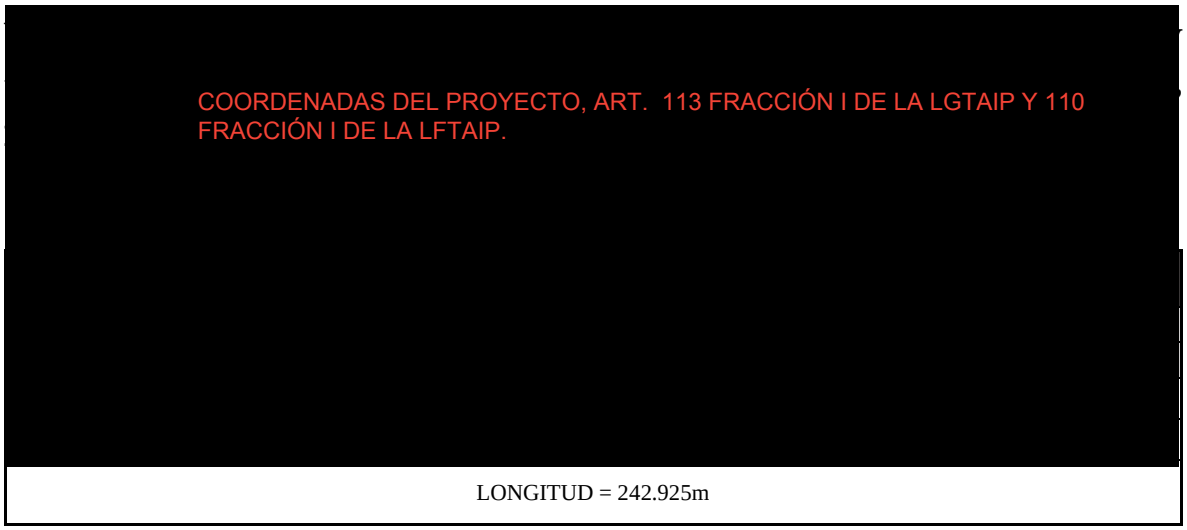
Figura 37 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ducto “Estacada”

El ramal denominado **"Industria de la Construcción"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 8" de diámetro, especificación SDR 11 y tiene una longitud de 631.433 m. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N



Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

El ramal denominado **"Industria de la Transformación 02"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 8" de diámetro, especificación SDR 11 y tiene una longitud de 242.925 m. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N



Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

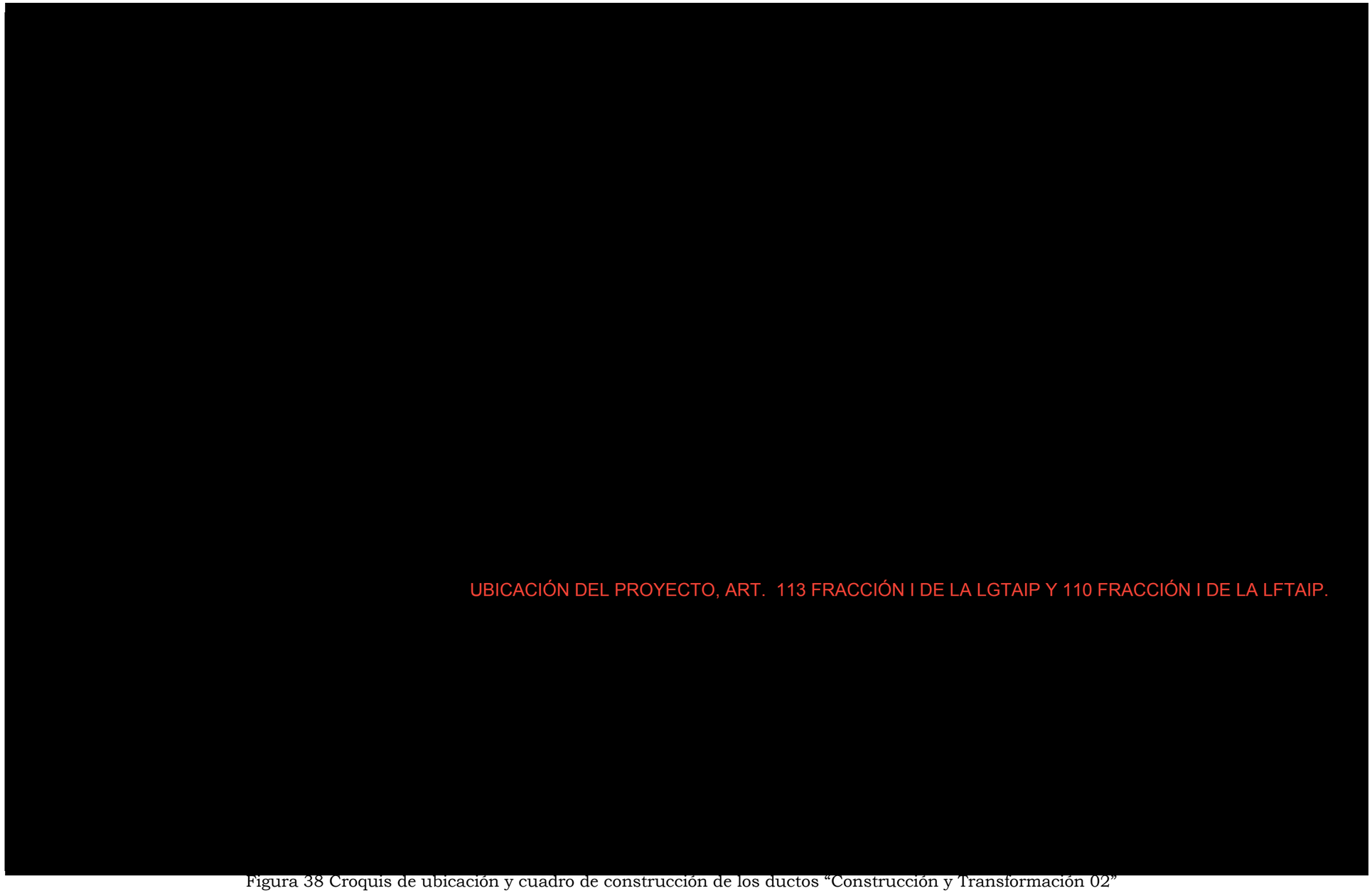


Figura 38 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de los ductos “Construcción y Transformación 02”

El ramal denominado **"Estacada 01"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 8" de diámetro con una reducción a 6 "y especificación SDR 11 y tiene una longitud de 1,463.707 m. El ducto inicia en la coordenada UTM

[redacted]

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

LONGITUD = 1,463.707m

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

El ramal denominado **"Industria Minera"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 8" de diámetro, especificación SDR 11 y tiene una longitud de 422.698 m. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84

[redacted]

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE IND MINERA						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
		[redacted]				
LONGITUD = 422.698m						

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

El ramal denominado **"Buenavista"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro, especificación SDR 11 y tiene una longitud de 241.832 m. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84

[redacted]

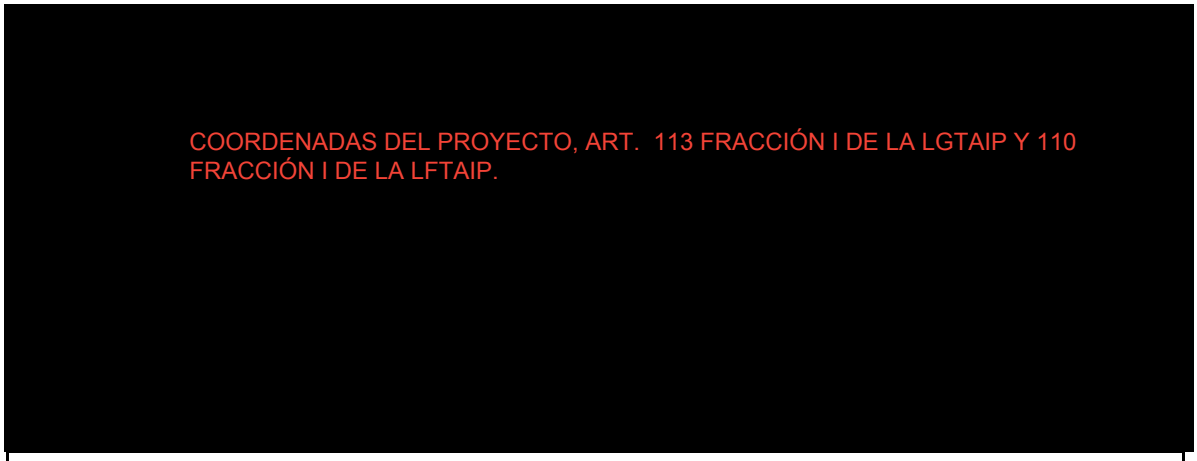
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

LONGITUD = 241.832m

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

Figura 39 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ducto Estacada 01, Ind. Minera y Buenavista

El ramal denominado **“Industria de la transformación 03”** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 8” de diámetro, especificación SDR 11 y tiene una longitud de 272.013 m. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N

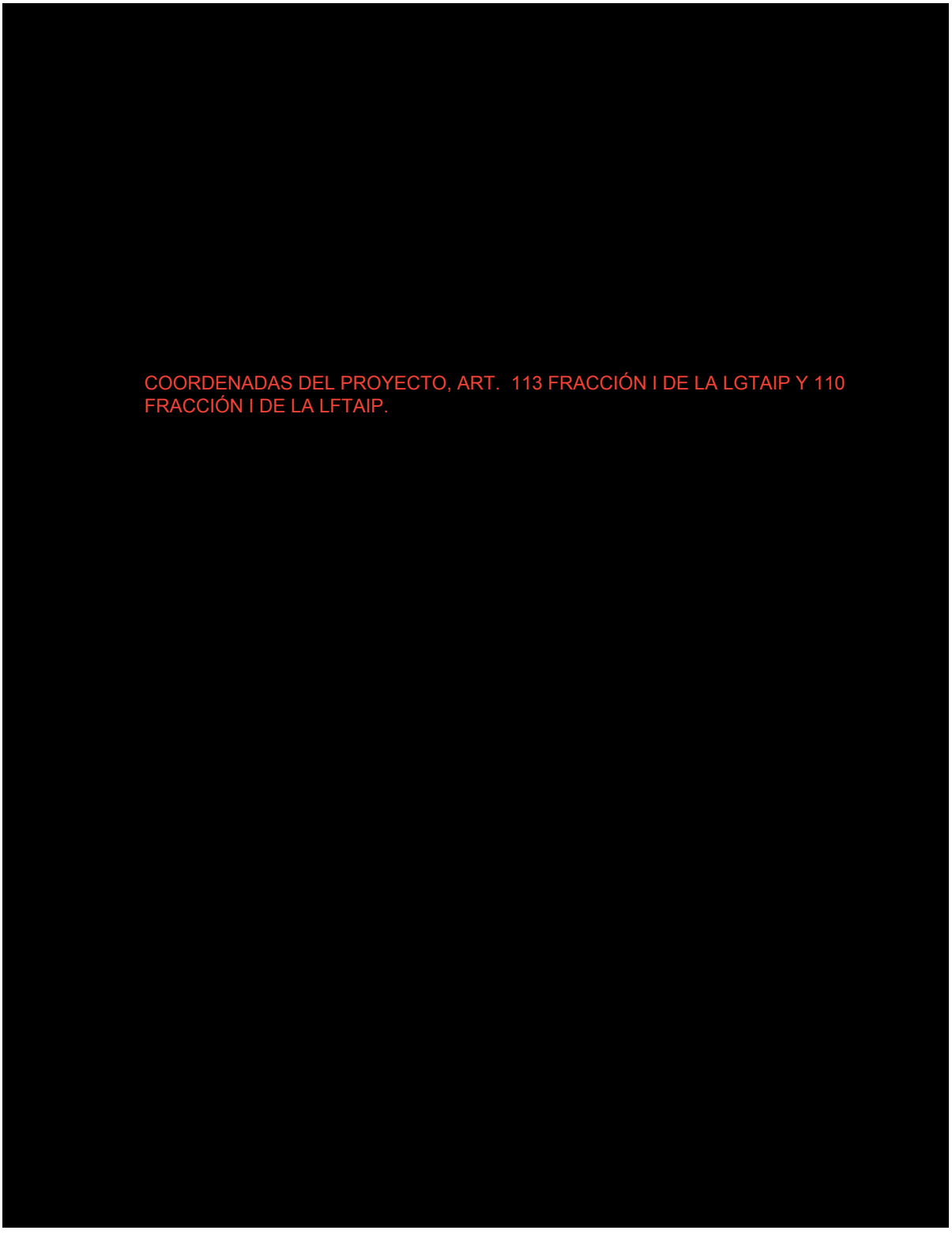


LONGITUD = 272.013m

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

Figura 40 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de los ductos Industria de la Transformación

El ramal denominado **"La Noria 01"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 8" de diámetro, especificación SDR 11 y tiene una longitud de 810.3158 m. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84



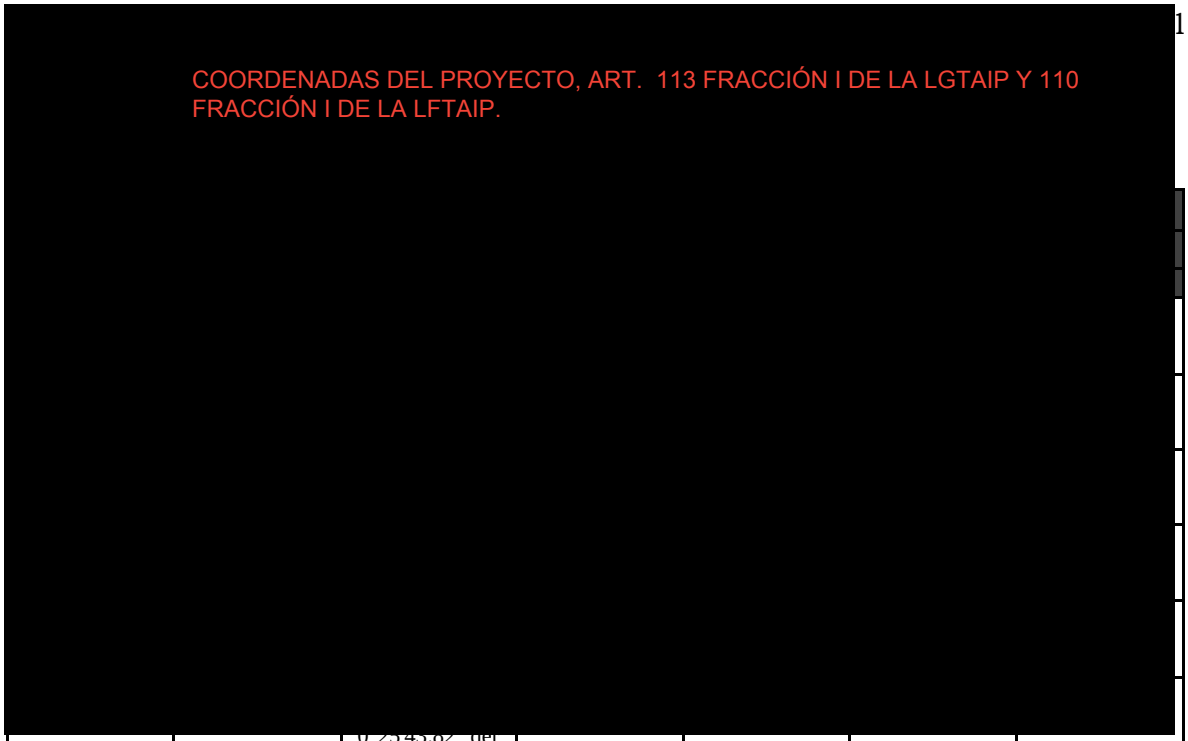
CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE LA NORIA 01						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
PI=0+701.74	PI=0+718.44					
PI=0+718.44	PI=0+740.25					
PI=0+740.25	PI=0+761.05					
PI=0+761.05	PI=0+780.63					
PI=0+780.63	PI=0+797.05					
PI=0+797.05	PI=0+810.3158					
LONGITUD = 810.3158 m						

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

Figura 41 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ducto Noria 01

Por último, el ramal denominado “La Noria 02” está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 8” de diámetro, especificación SDR 11 y tiene una longitud de 664.5179m. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84



		0 2545.82 del				
LONGITUD = 664.5179 m						

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

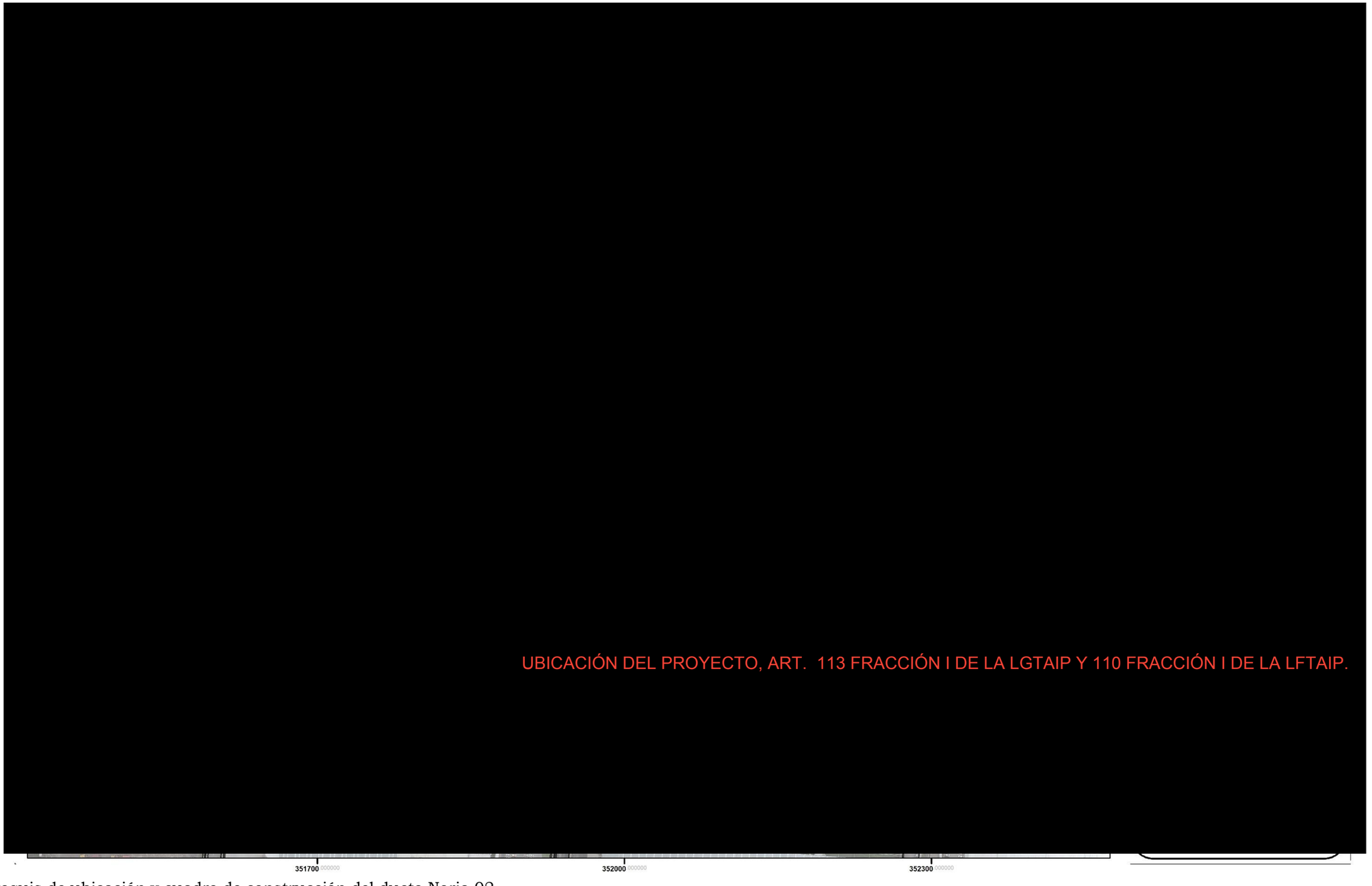


Figura 42 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ducto Noria 02

II.1.3.1. Tercera fase de ampliación

Como parte de la ampliación de la Fase III se requiere de una red de ductos de diversas longitudes y especificaciones, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 54 Descripción de los 12 ramales que conforman parte de la tercera fase de ampliación

No	Nombre	Descripción	Diámetro	Long. (m)
1	La Cruz 03	Ampliación mediante ducto de 6”	6”	**1,137.132**
2	La Cruz 05	Ampliación mediante ducto de 6”	6”	**155.537**
3	La Cruz 04	Ampliación mediante ducto de 6”	6”	**245.687**
4	Cerrada Querétaro	Ampliación mediante ducto de 6”	6”	**164.338**
5	Pueblito	Ampliación mediante ducto de 6”	6”	**1,211.831**
6	Cerrada La Noria	Ampliación mediante ducto de 6”	6”	**487.314**
7	Tequisquiapan	Ampliación mediante ducto de 6”	6”	**202.602**
8	Tequisquiapan 01	Ampliación mediante ducto de 6”	6”	**61.38**
9	Industria de la construcción 01	Ampliación mediante ducto de 8”	8”	**1,591.299**
10	Camino Vecinal 05	Ampliación mediante ducto de 6”	6”	**316.697**
11	Camino Vecinal 04	Ampliación mediante ducto de 6”	6”	**893.408**
12	Camino Vecinal 06	Ampliación mediante ducto de 6”	6”	**636.036**
			Total	**7,103.26**

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

Finalmente, la siguiente tabla muestra la distribución de las 20 válvulas que componen la Fase III:

Tabla 55 Descripción de las 20 válvulas que componen la Fase III

TAG	Especificación	Estatus	Coordenadas de Ubicación UTM
VS-7 FF-CC 2	Válvula PE 8"	Proyectadas	[redacted]
VS-P1	Válvula PE 6"	Proyectadas	
VS-P2	Válvula PE 6"	Proyectadas	
VS-P3	Válvula PE 6"	Proyectadas	
VS-P4	Válvula PE 6"	Proyectadas	
VS-P6	Válvula PE 8"	Proyectadas	

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

TAG	Especificación	Estatus	Coordenadas de Ubicación UTM
VS-P12	Válvula PE 8"	Proyectadas	[redacted]
VS-P13	Válvula PE 8"	Proyectadas	
VS-P14	Válvula PE 6"	Proyectadas	
VS-P15	Válvula PE 6"	Proyectadas	
VS-P16	Válvula PE 6"	Proyectadas	
VS-P17	Válvula PE 6"	Proyectadas	
VS-N-1	Válvula PE 6"	Proyectadas	
VS-N-2	Válvula PE 6"	Proyectadas	
VS-N-3	Válvula PE 8"	Proyectadas	
VS-N-4	Válvula PE 6"	Proyectadas	
VS-N-5	Válvula PE 6"	Proyectadas	
VS-N-35	Válvula PE 6"	Proyectadas	
VS-N-36	Válvula PE 6"	Proyectadas	
VS-N-37	Válvula PE 6"	Proyectadas	

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

A continuación, se presenta la distribución geoespacial de los elementos descritos anteriormente. (Figura 43 Croquis de ubicación y cuadro de válvulas Fase III).

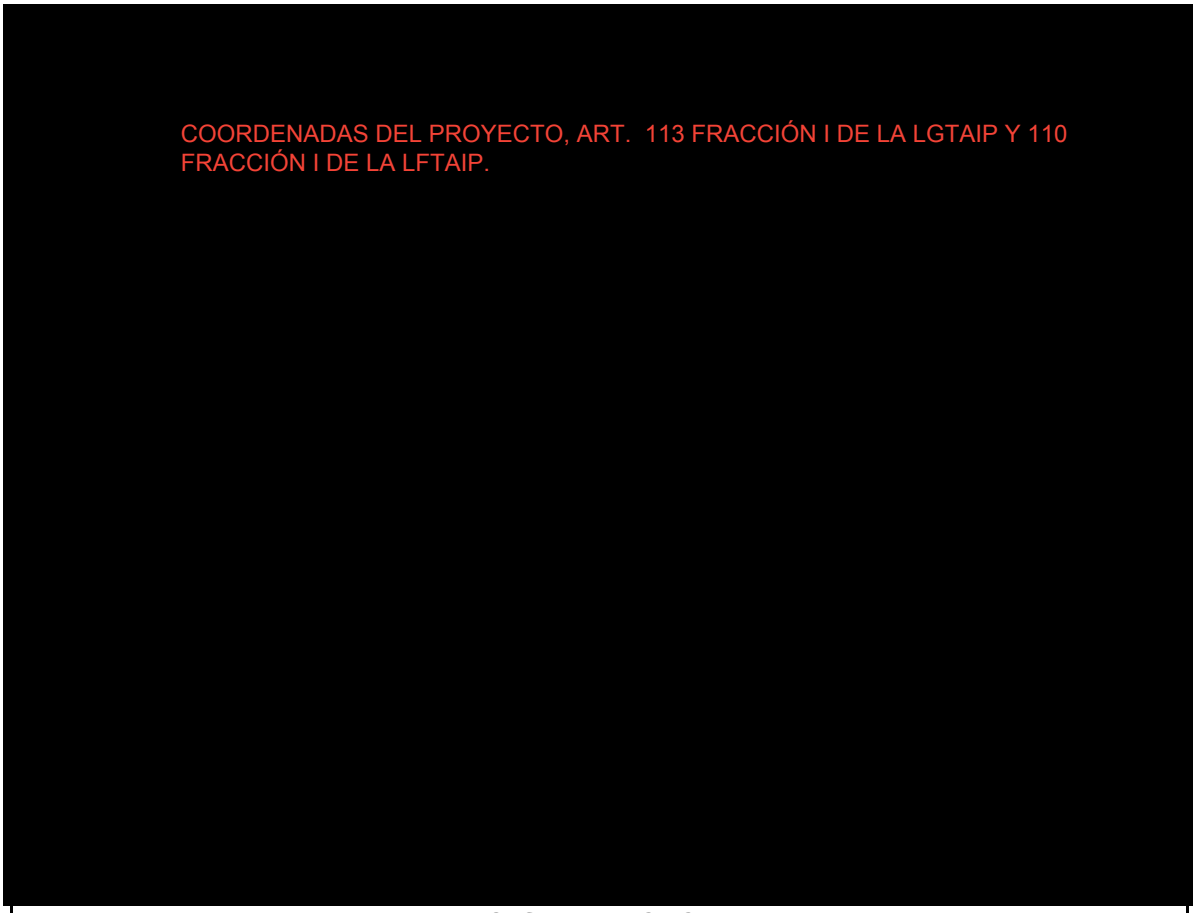
Figura 43 Croquis de ubicación y cuadro de válvulas Fase III

Ductos

Las obras que conforman la tercera fase de ampliación son ductos que tienen por objetivo interconectar la red existente y preparar el camino para futuras expansiones dentro del Parque Industrial Querétaro.

A continuación, se describirán los diferentes ramales que serán construidos y sus cuadros de construcción.

El ramal denominado **"La Cruz 03"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro, especificación SDR 11 y tiene una longitud de 1,137.132 m. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84

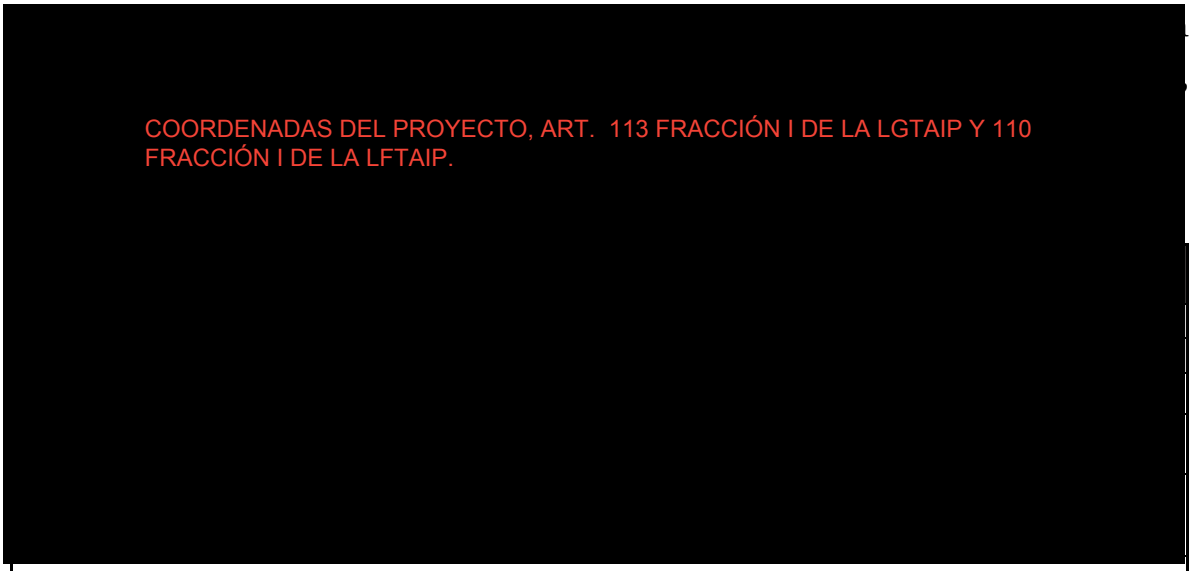


LONGITUD = 1,137.132m

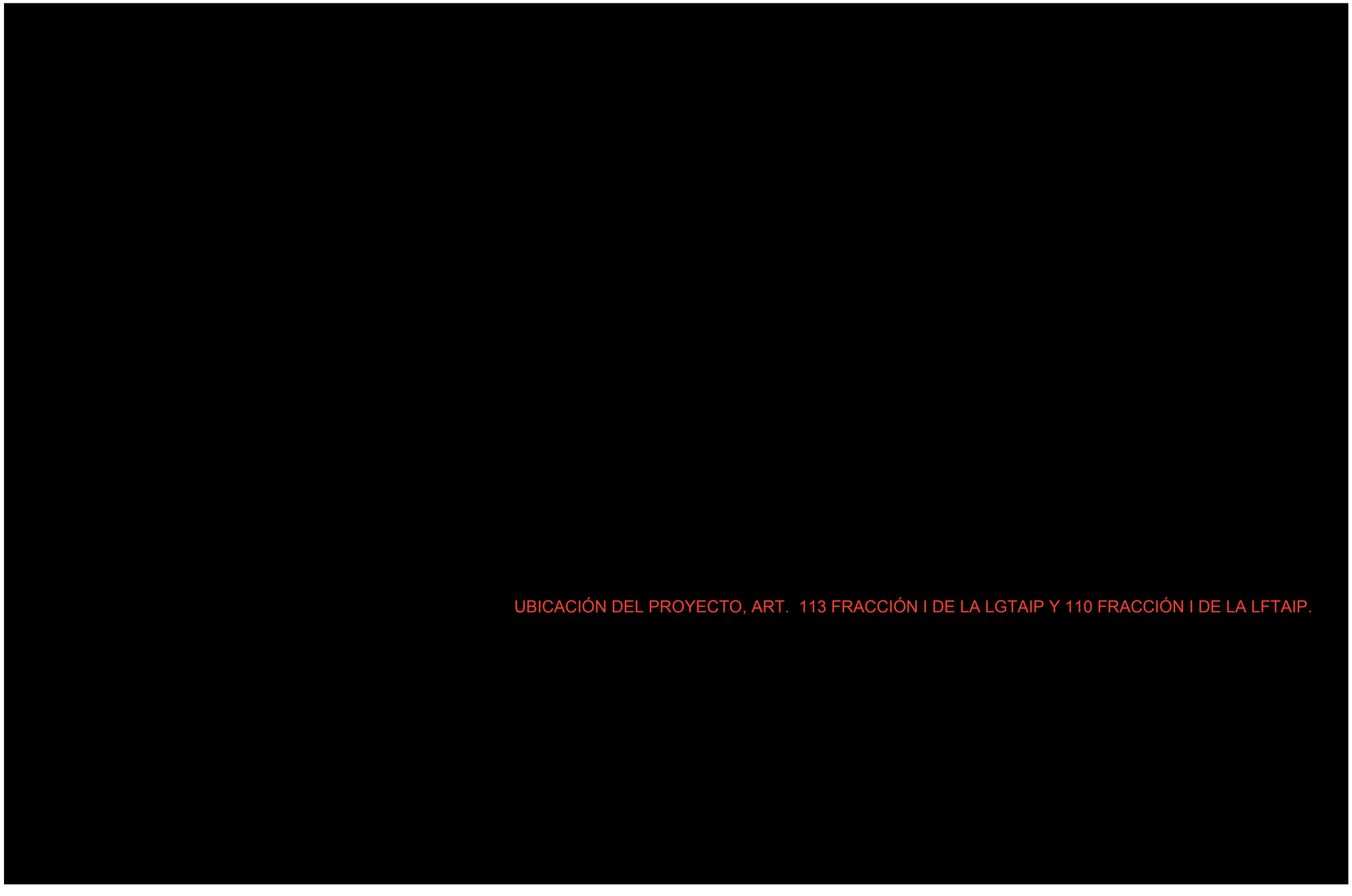
Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

El ramal denominado **"La Cruz 05"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro, especificación SDR 11 y tiene una longitud

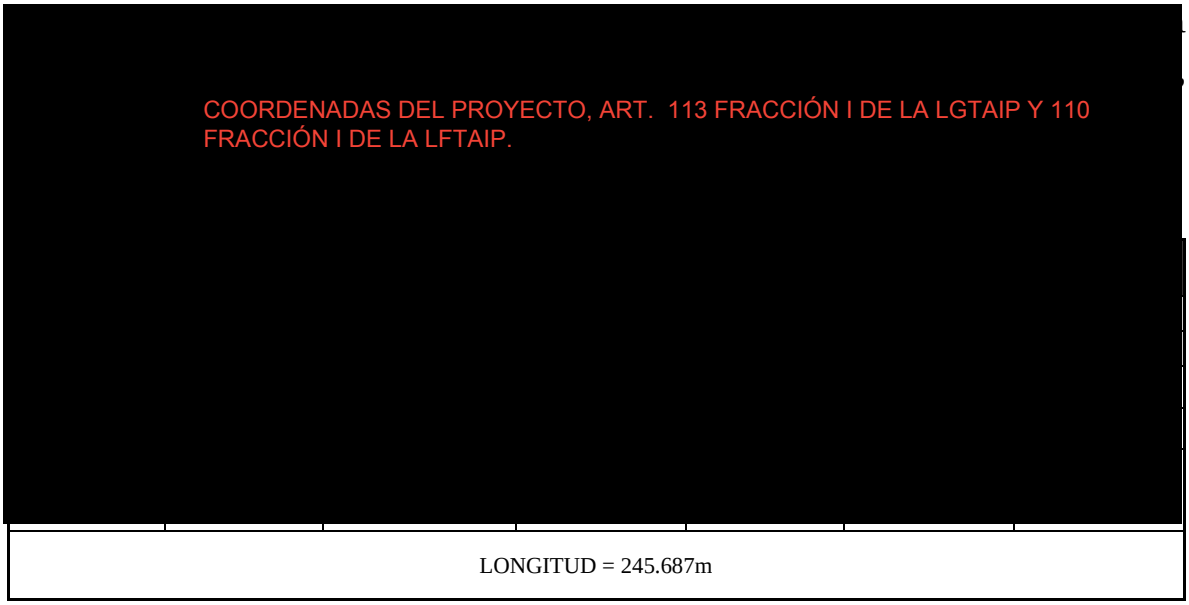
de 155.537 m. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84



Fuente: Elaboración propia con datos del promovente


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

El ramal denominado **"La Cruz 04"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro, especificación SDR 11 y tiene una longitud de 245.687 m. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84



Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

Figura 45 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ducto La Cruz 04

El ramal denominado **"Cerrada Querétaro"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro, especificación SDR 11 y tiene una longitud de 164.338 m. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84

[redacted] COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.	
LONGITUD = 164.338m	

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

El ramal denominado **"El Pueblito"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro, especificación SDR 11 y tiene una longitud de 1,211.831 m. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84

[redacted] COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.						

CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE EL PUEBLITO						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
PI=0+375.31	PI=0+380.71					6
PI=0+380.71	PI=0+389.19					5
PI=0+389.19	PI=0+400.15					5
PI=0+400.15	PI=0+422.85					7
PI=0+422.85	PI=0+461.82					3
PI=0+461.82	PI=0+496.24					7
PI=0+496.24	PI=0+529.55					7
PI=0+529.55	PI=0+554.60					5
PI=0+554.60	PI=0+562.66					2
PI=0+562.66	PI=0+576.41					0
PI=0+576.41	PI=0+601.02					9
PI=0+601.02	PI=0+623.93					4
PI=0+623.93	PI=0+680.81					4
PI=0+680.81	PI=0+691.18					5
PI=0+691.18	PI=0+712.61					2
PI=0+712.61	PI=0+727.47					4
PI=0+727.47	PI=0+761.77					4
PI=0+761.77	PI=0+787.65					9
PI=0+787.65	PI=0+814.11					1

[redacted]
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

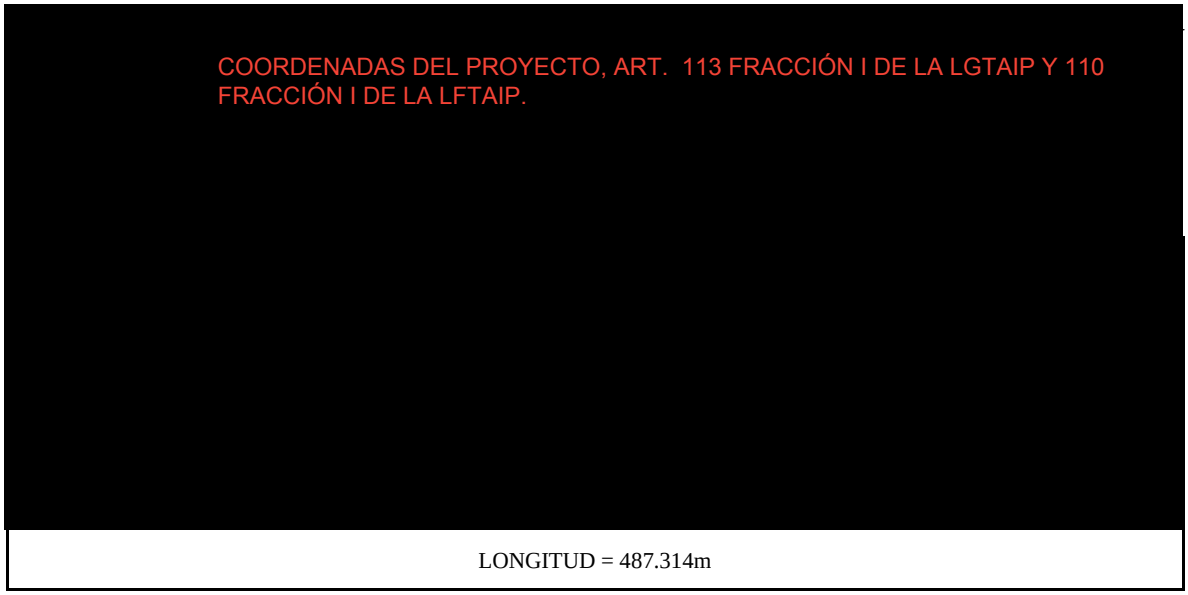
CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE EL PUEBLITO						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
PI=0+814.11	PI=0+835.31					
PI=0+835.31	PI=0+846.41					
PI=0+846.41	PI=0+856.81					
PI=0+856.81	PI=0+879.91					
PI=0+879.91	PI=0+905.15					
PI=0+905.15	PI=0+927.42					
PI=0+927.42	PI=1+008.68					
PI=1+008.68	PI=1+067.52					
PI=1+067.52	PI=1+092.19					
PI=1+092.19	PI=1+149.91					
PI=1+149.91	PI=1+176.20					
PI=1+176.20	PI=1+193.46					
PI=1+193.46	PST=1+211.83					
LONGITUD = 1,211.831m						

[redacted]
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

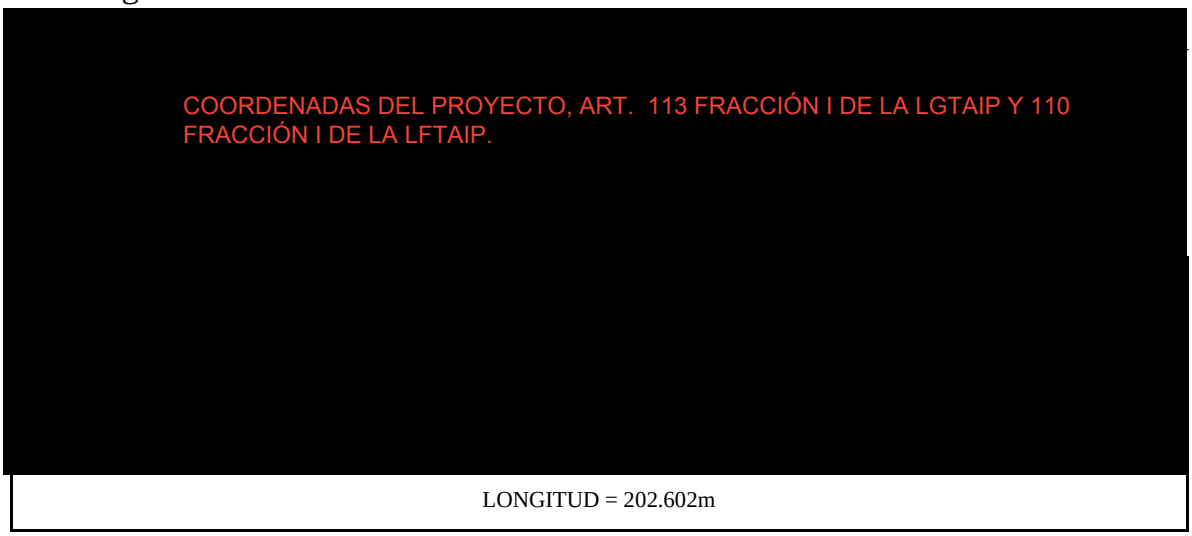
Figura 46 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de los ductos El Pueblito y Cerrada Querétaro

El ramal denominado **"Cerrada La Noria"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro, especificación SDR 11 y tiene una longitud de 487.314 m. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84



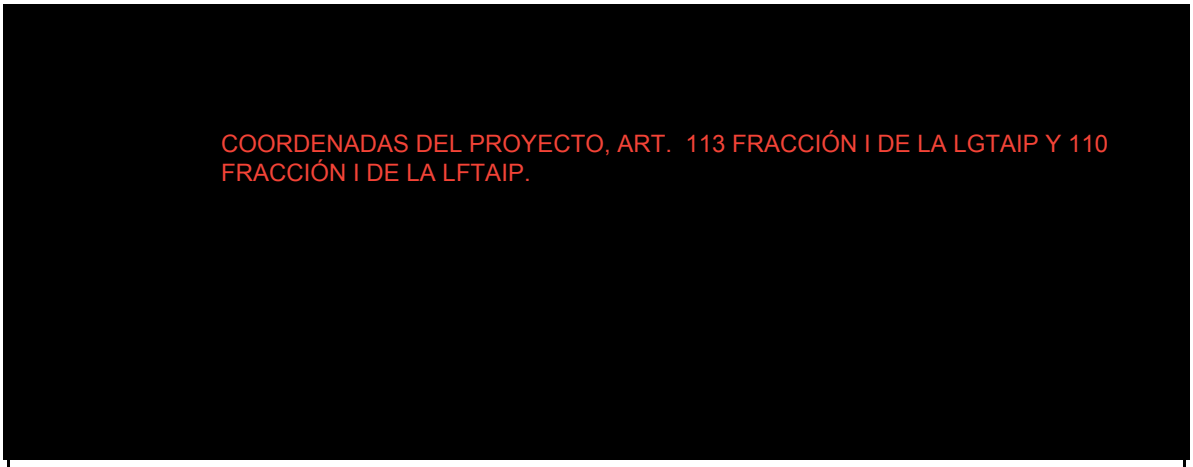
Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

El ramal denominado **"Tequisquiapan"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro, especificación SDR 11 y tiene una longitud de 202.602 m. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84



Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

El ramal denominado **"Tequisquiapan 01"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro, especificación SDR 11 y tiene una longitud de 61.3808 m. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84



LONGITUD = 61.3808 m

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

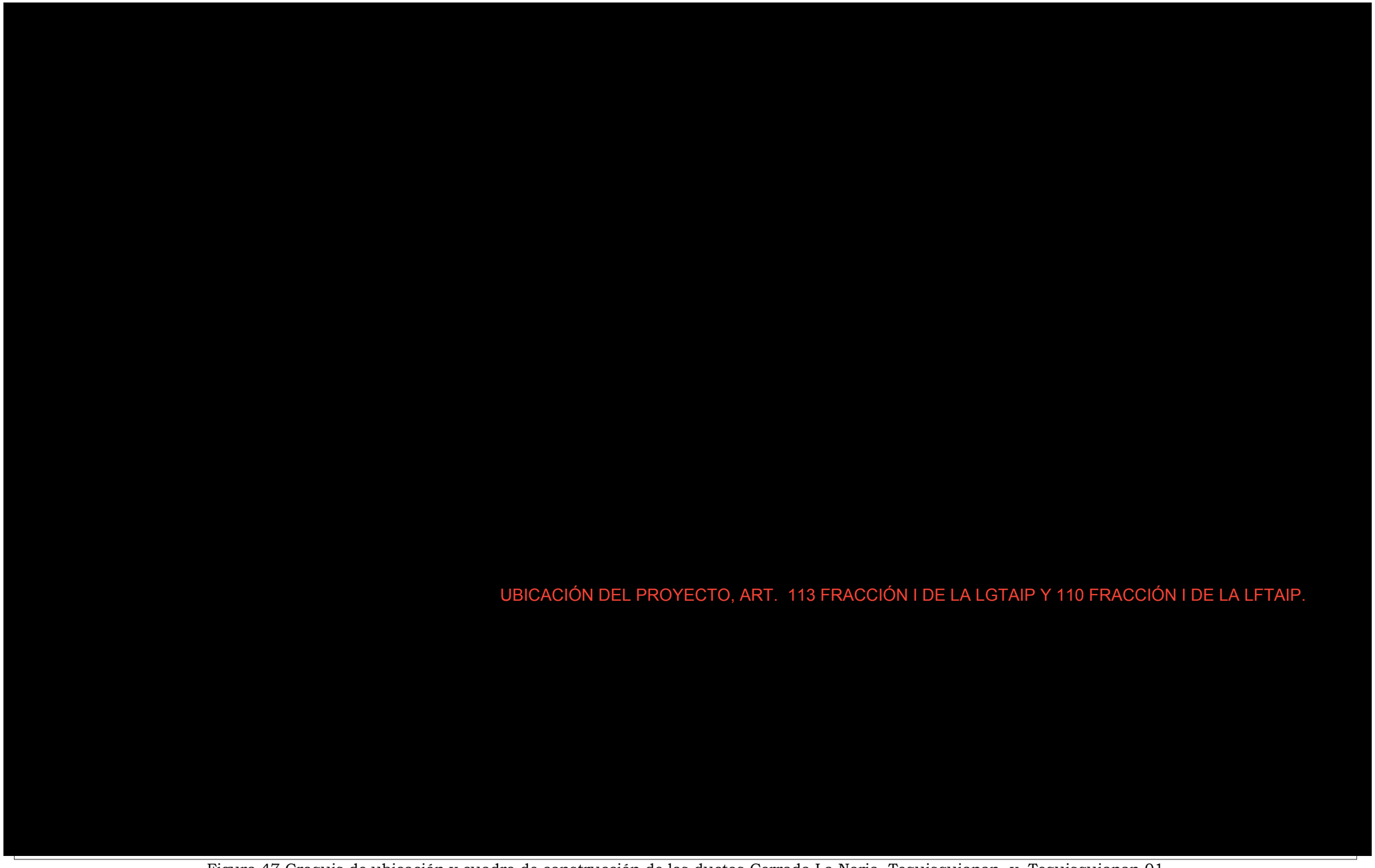
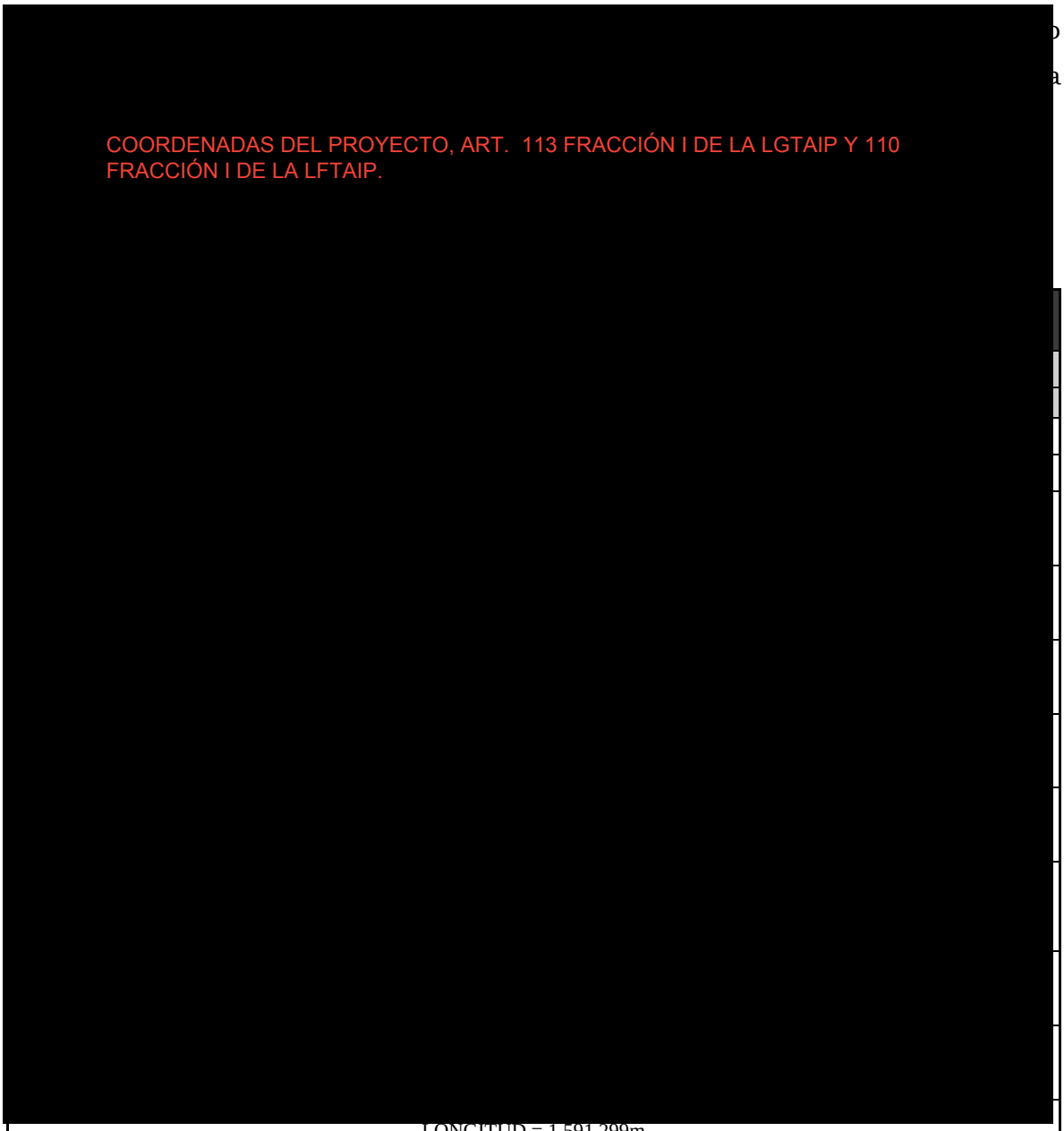


Figura 47 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de los ductos Cerrada La Noria, Tequisquiapan y Tequisquiapan 01

El ramal denominado **"Industria de la Construcción 01"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 8" de diámetro, especificación SDR 11 y tiene una longitud de 1,591.229 m. El ducto inicia en la coordenada UTM



Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

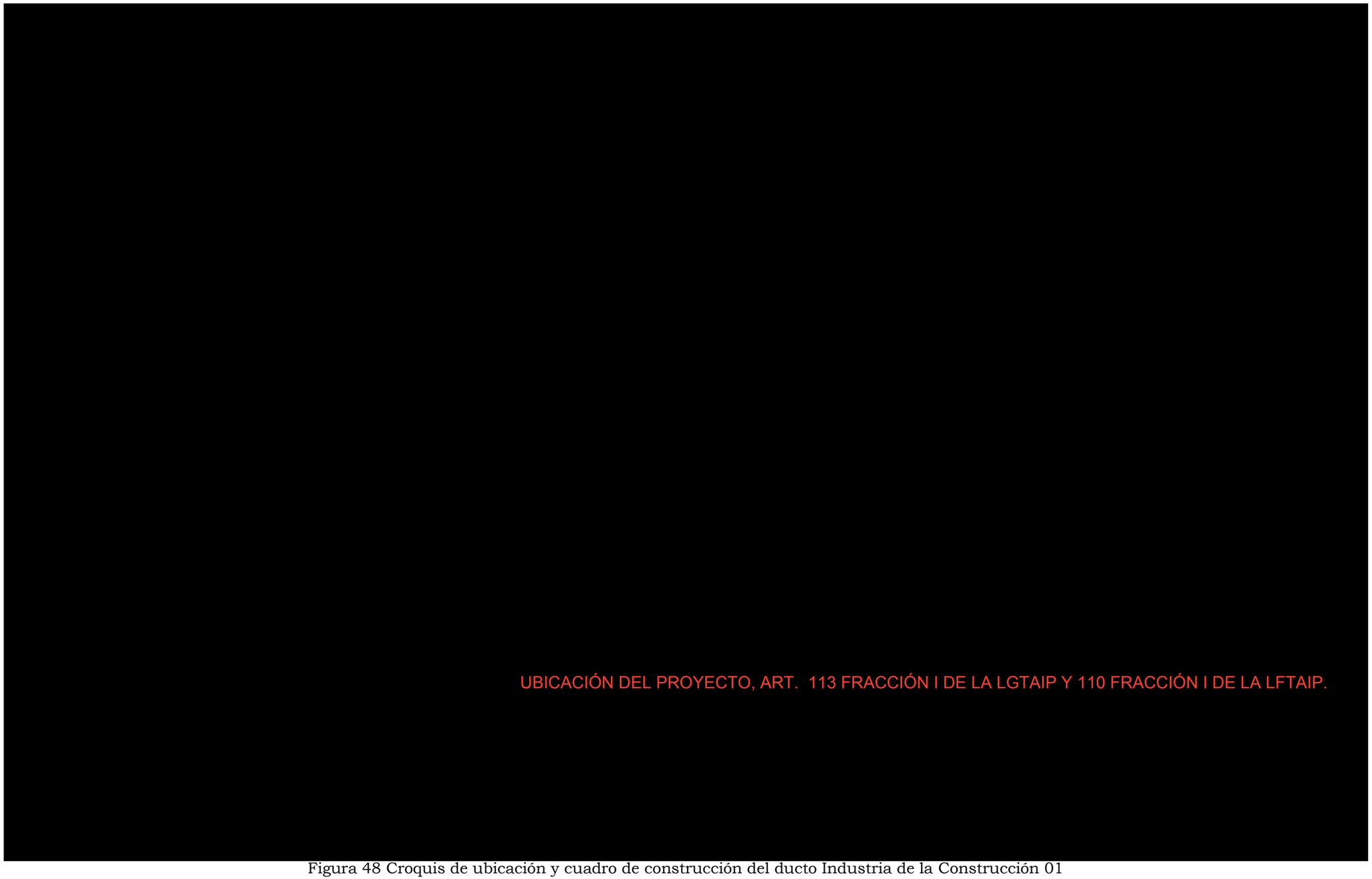
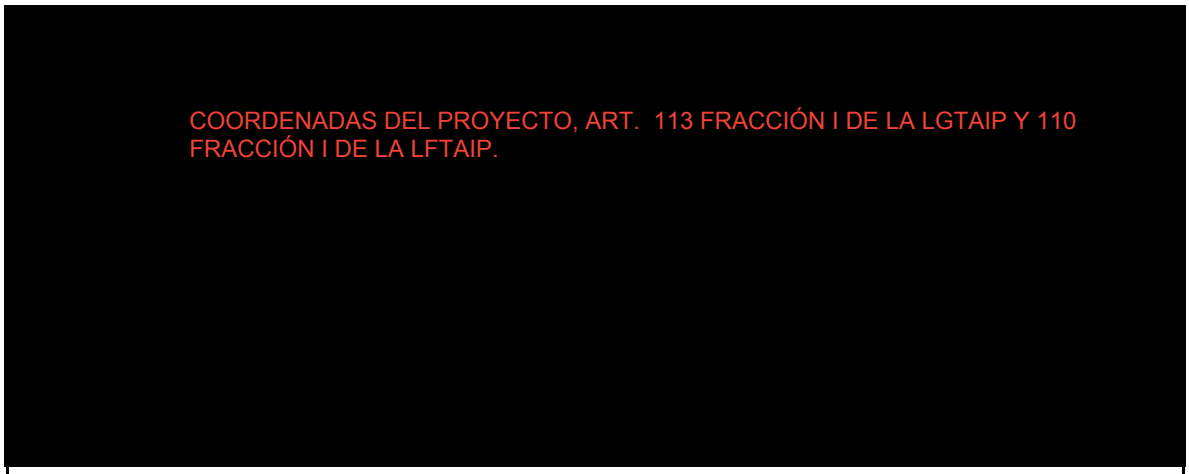


Figura 48 Croquis de ubicación y cuadro de construcción del ducto Industria de la Construcción 01

El ramal denominado **"Vecinal 05"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro, especificación SDR 11 y tiene una longitud de 316.697 m. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84

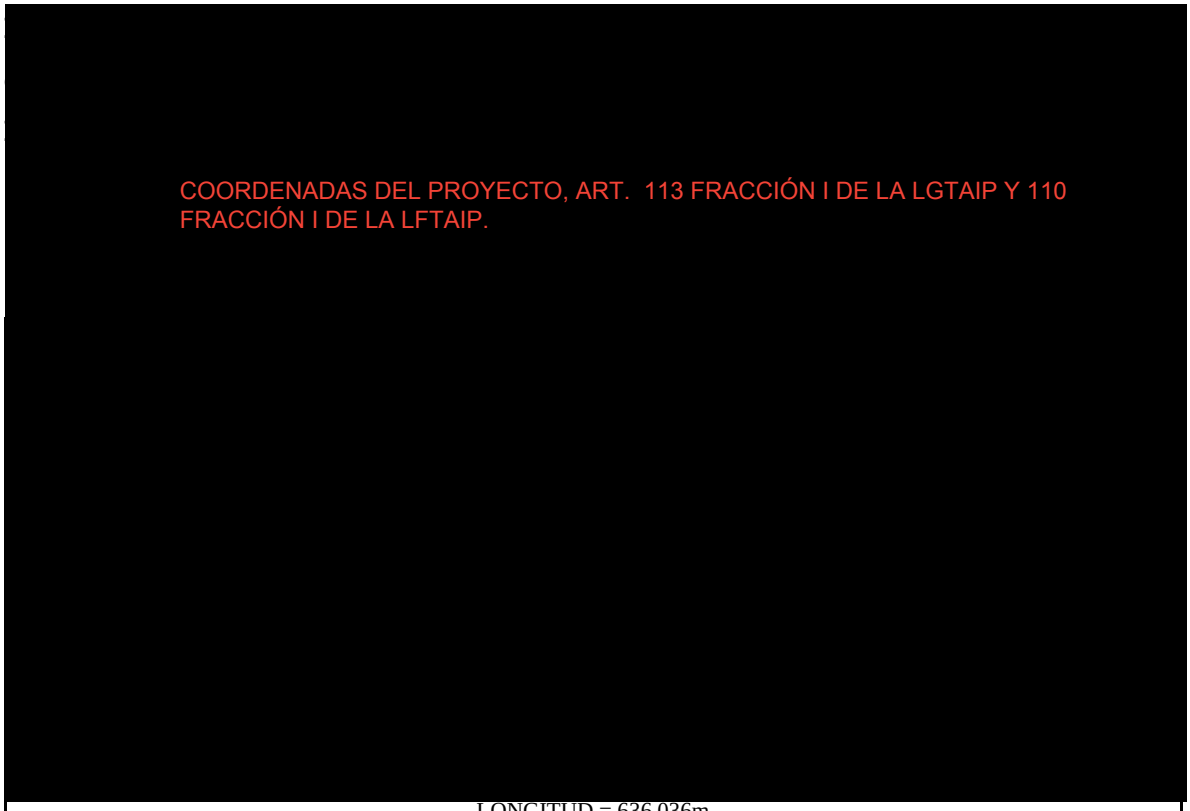


Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

El ramal denominado **"Vecinal 04"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro, especificación SDR 11 y tiene una longitud de 893.408 m. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

El ramal denominado **"Vecinal 06"** está conformado por un ducto de Polietileno de Alta Densidad (PE) de 6" de diámetro, especificación SDR 11 y tiene una longitud de 636.036 m. El ducto inicia en la coordenada UTM Z14N WGS84



Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

Figura 49 Croquis de ubicación y cuadro de construcción de los ductos Camino Vecinal 64, 65 y 66

II.1.4.Inversión requerida

El monto de inversión para el proyecto "Ampliación de la Red de Gas Natural del Parque Industrial Querétaro" es de [redacted]

DATOS PATRIMONIALES DE LA PERSONA MORAL (MONTO DE INVERSIÓN, CUENTA BANCARIA), ART. 116 CUARTO PÁRRAFO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP.

II.2. Características particulares del proyecto, plan o programa

PIQ Gas Natural Santa Rosa es un sistema de distribución de Gas Natural ubicado en el Parque Industrial Querétaro. Actualmente se tiene autorizado en materia de impacto ambiental y en operación un tendido de ductos de 10,091.11 m que da servicio a 11 usuarios dentro del Parque Industrial.

Se tiene proyectada una modificación al proyecto, misma que se somete a evaluación de impacto ambiental mediante el presente documento y que se dará en tres fases.

La primera fase considera una segunda inyección al sistema mediante una conexión a el ducto con el ducto transportadora de gas natural de las huastecas (TGNH) operado por Transcanada; además del tendido de 13,024.01 m adicionales de ductos.

La segunda fase considera el tendido de ductos por 11,207.99 m dentro del PIQ en su porción norte

La tercera fase considera el tendido de ductos por 7,103.26 m dentro del PIQ en sus sectores más externos.

El gas que se distribuye cumplirá con los requisitos establecidos en la NOM-001-SECRE-2010, publicada el 19 de marzo de 2010. Además de que se considerarán las siguientes normas durante su diseño y construcción.

Tabla 68 Especificaciones técnicas para diseño

Referencia y Título	Descripción de la especificación	Justificación de la elección
Norma Oficial Mexicana NOM-003-SECRE-2011[5]	Esta norma establece las especificaciones técnicas y los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los sistemas de distribución de gas natural por medio de ductos.	Norma Oficial de aplicación obligatoria en todo el territorio nacional.

[5] Para las instalaciones cuyo dictamen de diseño o dictamen de construcción fue emitido previo a la vigencia de la NOM-003-ASEA-2016

Referencia y Título	Descripción de la especificación	Justificación de la elección
Norma Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016 [6]	Esta norma establece las especificaciones técnicas y los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los sistemas de distribución de gas natural por medio de ductos.	Norma Oficial de aplicación obligatoria en todo el territorio nacional.
Código ASME B 31.8 "Gas Transmission and Distribution Piping Systems"	Código que establece los requisitos mínimos de seguridad para el diseño y construcción de tuberías conductoras de gas natural.	Este código ha sido empleado en Norteamérica desde antes de su aceptación en 1951 por el Instituto Nacional Americano de Estándares, (ANSI). Se usará para lo no definido en la NOM-003-ASEA-2016.
Standard API 1104 "Welding of Pipelines and Related Facilities";	Standard que establece los requisitos mínimos para ejecutar uniones soldadas en las tuberías conductoras de gas natural.	Standard aceptado en la industria de las tuberías en los Estados Unidos.
Código ASME Sección VIII, Div.1 "Rules for Construction of Boilers & Pressure Vessels".	Establece bases de diseño para la fabricación e inspección de recipientes a presión tales como filtros y odorizadores.	Este código es aceptado para el diseño y la fabricación de recipientes a presión
Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-1993	Sistema general de unidades de medida	Para la aplicación de unidades en sistema métrico.

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

Tabla 69 Especificaciones técnicas para la selección de materiales

Referencia y Título	Descripción de la especificación	Justificación de la elección
API 5L: Especificación para tubería usada en gasoductos.	Especificación para tubos con y sin costura para uso en la industria del gas y el petróleo	Estándar reconocido en la industria norteamericana de tuberías.
ASTM A 53 Tubos de Acero, negros y galvanizados en caliente.	Materiales y especificaciones de la fabricación de tubos de acero, con y sin costura.	Define las especificaciones del material, el peso del tubo y el espesor de pared mínimos.

[6] Para las instalaciones cuyo dictamen de diseño fue emitido a la entrada en vigor de la NOM-003-ASEA-2016

Referencia y Título	Descripción de la especificación	Justificación de la elección
ASTM A 105 Especificación de acero, contenido de carbono y materiales aleantes.	Especificaciones del material a utilizarse en conexiones forjadas, bridas, válvulas y componentes	Estándar reconocido en la industria norteamericana de tuberías.
ASTM A 193 Materiales para espárragos y tornillería para servicio en alta temperatura.	Especificación de materiales para fabricación de tornillería que se instala en tuberías a presión.	Estándar reconocido en la industria norteamericana de tuberías.
ASTM A 194 Materiales para espárragos y tuercas para servicio en media y alta temperatura.	Especificación de materiales para fabricación de tuercas y espárragos ó tornillos que se instalan en tuberías a presión.	Estándar reconocido en la industria norteamericana de tuberías.
ASTM A 234 Especificación de materiales para aceros en servicio en temperaturas media y alta.	Especificación de materiales para conexiones de tubería de acero al carbono para servicio a mediana y alta temperatura.	Estándar reconocido en la industria norteamericana de tuberías.
ASME B 16.5 Especificaciones y dimensiones de bridas y conexiones.	Define los rangos de operación en presión y temperatura de bridas y accesorios bridados.	Estándar reconocido en la industria norteamericana de tuberías.
ASME B 16.9 Fabricación de conexiones en acero, soldables y de embutir	Define las dimensiones de conexiones soldables para tuberías.	Estándar reconocido en la industria norteamericana de tuberías.

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

Tabla 70 Especificaciones técnicas para la construcción

Referencia y Título	Descripción de la especificación	Justificación de la elección
Norma Oficial Mexicana NOM-003-SECRE-2011[7]	Esta norma establece las especificaciones técnicas y los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los sistemas de distribución de gas natural por medio de ductos.	Norma Oficial de aplicación obligatoria en todo el territorio nacional.

[7] Para las instalaciones cuyo dictamen de diseño o dictamen de construcción fue emitido previo a la vigencia de la NOM-003-ASEA-2016

Referencia y Título	Descripción de la especificación	Justificación de la elección
Norma Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016 [8]	Esta norma establece las especificaciones técnicas y los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los sistemas de distribución de gas natural por medio de ductos.	Norma Oficial de aplicación obligatoria en todo el territorio nacional.
NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo	Esta norma establece las condiciones de seguridad y los sistemas de protección y dispositivos para prevenir y proteger a los trabajadores contra los riesgos de trabajo que genere la operación y mantenimiento de la maquinaria y equipo.	La presente Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros trabajo que por la naturaleza de sus procesos empleen maquinaria y equipo.
NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas	Esta norma Establece las condiciones de seguridad e higiene para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, para prevenir y proteger la salud de los trabajadores y evitar daños al centro de trabajo.	La presente Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo donde se manejen, transporten o almacenen sustancias químicas peligrosas.
NOM-006-STPS-2014, Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo	Esta norma Establece las condiciones de seguridad y salud en el trabajo que se deberán cumplir en los centros de trabajo para evitar riesgos a los trabajadores y daños a las instalaciones por las actividades de manejo y almacenamiento de materiales, mediante el uso de maquinaria o de manera manual.	La presente Norma Oficial Mexicana rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo donde se realice el manejo y almacenamiento de materiales, a través del uso de maquinaria o en forma manual.
Código ASME B 31.8, “Gas Transmission and Distribution Piping Systems”	Código que establece los requisitos mínimos de seguridad para el diseño y construcción de tuberías conductoras de gas natural.	Este código ha sido empleado en Norteamérica desde antes de su aceptación en 1951 por el Instituto Nacional Americano de Estándares, (ANSI). Se usará para lo no definido en la NOM-003-ASEA-2016.

[8] Para las instalaciones cuyo dictamen de diseño fue emitido a la entrada en vigor de la NOM-003-ASEA-2016

Referencia y Título	Descripción de la especificación	Justificación de la elección
Standard API 1104 "Welding of Pipelines and Related Facilities";	Standard que establece los requisitos mínimos para ejecutar uniones soldadas en las tuberías para gas natural.	Standard aceptado en la industria de las tuberías en los Estados Unidos.
Standard API 5L1" "Recommended Practice for Transport and Handling of Pipeline Materials".	Procedimiento que indica las prácticas para el transporte, carga y manejo de tuberías.	Procedimiento aceptado en la industria del transporte y de construcción de tuberías para gasoductos.
Código ASME Sección VIII, Div.1 "Boilers and Pressure Vessels Construction Rules"	Establece bases de diseño para la fabricación e inspección de recipientes a presión tales como filtros y odorizadores.	Este código es aceptado para el diseño y la fabricación de recipientes a presión instalados en sistema de tuberías.

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

II.2.1.1. Descripción general de la obra

Usuarios presentes y futuros del proyecto

El proyecto actualmente brinda servicio de transporte de gas natural a 11 usuarios. A continuación, se presentan sus respectivas razones sociales y la demanda estimada para cada uno de ellos.

- Rehrig Pacific Company, S.A. de C.V. (en lo sucesivo Pacific) cuya actividad principal es la inyección de plástico de productos de embalaje, por lo cual requiere de gas natural para su microturbina.
- Nucitec, S.A. de C.V. (en lo sucesivo Nucitec) cuya actividad principal es la producción de medicamentos y suplementos alimenticios; por lo cual requiere de gas natural para su generador de vapor.
- Martinrea Honsel México, S.A. de C.V. (en lo sucesivo Martinrea Planta 2), cuya actividad principal es la fabricación y fusión de piezas de aluminio; por lo que cual requiere gas natural para sus hornos y calentadores.
- Kostal Mexicana, S.A. de C.V. (en lo sucesivo Kostal) cuya actividad principal es la producción de productos electromecánicos para el sector automotriz, por lo cual requiere de gas natural para sus equipos de pintura y cocina.

- Thermotech, S.A. de C.V. (en lo sucesivo Thermotech) cuya actividad principal es la fabricación de manufacturas plásticas, aparatos electrodomésticos, motores pequeños y riego, por lo cual requiere de gas natural para sus calentadores, horno y secador.
- Eaton Controls S. de R.L. de C.V. (en lo sucesivo Eaton) cuya actividad principal es la fabricación de productos eléctricos, sistemas y servicios para la calidad de la energía, distribución y control, transmisión de energía, iluminación y productos de cableado; componentes hidráulicos, sistemas y servicios para equipos industriales y móviles; combustible aeroespacial, sistemas hidráulicos y neumáticos para uso comercial y militar, y sistemas de soportes de transmisión y trenes de potencia para camiones y automóviles.
- Mann Hummel México S.A. de C.V. (en lo sucesivo Mann Hummel) cuya actividad principal es la fabricación, venta y distribución de filtros de aire con cubierta de diseño, filtros de plástico con y sin regulación de temperatura, sistemas de admisión de aire, depósitos plásticos de líquidos (anticongelante, agua, etc.) Depósitos de carbón activado, válvulas, Componentes técnicos de inyección de plástico, variedad de filtros y elementos filtrantes, enfocado al mercado de refacciones para aplicaciones en vehículos en general y equipo pesado, así como de uso industrial.
- Embalajes de Winpak S.A. de C.V. (en los sucesivo Winpak) cuya actividad principal es la fabricación y venta de materiales de empaque, por lo que requiere de gas natural para sus quemadores.
- Hanmac México, S.A. de C.V. (en lo sucesivo Hanmac) cuya actividad principal es la fabricación de mangueras y accesorios para refrigeradores, por lo que requiere de gas natural para sus hornos.
- Automotive Carrier and Protection Systems México, S.A. de C.V. (en lo sucesivo ACPS Automotive) cuya actividad principal es la fabricación de piezas para automóvil, por lo que requiere de gas natural para sus hornos.
- Daeyeong México S.A. de C.V. (en lo sucesivo Daeyeong) Cuya actividad principal es la inyección de plásticos y caucho, ensamble y acabado de lavadoras y refrigeradores.

Tabla 71 Proyección de la demanda considerando usuarios existentes

Fase de desarrollo	Usuario	Consumo esperado (MCFD)	Consumo esperado (m3/día)	Volumen Pico (MCFD)	Volumen Pico (m3/día)	Presión (Psig)	Presión (kg/cm2)
Existente	Pacific	100	2,832	297.00	8,410.26	60	4.2
Existente	Nucitec	22	623	215.34	6,097.86	45	3.2
Existente	Martinrea	20	566	411.87	11,662.94	30	2.1
Existente	Kostal	76	2,152	130.44	3,693.72	5	0.4
Existente	Thermotech	260	7,363	537.93	15,232.77	30	2.1
Existente	Eaton	113	3,200	493.27	13,968.11	30	2.1
Existente	Mann Hummel	35	991	189.14	5,355.95	30	2.1
Existente	Winpak	50	1416	101.70	2879.88	30	2.1
Existente	Hanmac	652	18,463	1,055.27	29,882.48	30	2.1
Existente	ACPS Automotive	117.96	3,340.32	135.07	3,824.83	30	2.1
En proyecto	Daeyeong	175.44	4,968.0	223.14	6,318.10	30	2.1
Total		1,621.4	45,914.32	3,790.17	107,327.91		

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

Como uno de los usuarios que existirá en un futuro es una planta de generación eléctrica, el sistema requiere de una mayor presión y volumen de gas. Por ello, se tiene contemplada la interconexión con el ducto de las huastecas (TGNH) operado por Transcanada al noreste del PIQ.

Tabla 72 Proyección de la demanda considerando Generación eléctrica - Transcanada

Fase de desarrollo	Usuario	Estatus	Consumo esperado (MCFD)	Consumo esperado (m3/día)	Volumen Pico (MCFD)	Volumen Pico (m3/día)	Presión (Psig)	Presión (kg/cm2)
Proyectado	Generación Eléctrica	Diseño	7,572.030	214,416	7,572.030	214,416	76	5.343

Fuente: Elaboración propia con datos del promovente

Las condiciones de diseño y operación del sistema se presentan a continuación:

Tabla 73 Condiciones de diseño y operación

Capacidad de diseño del sistema		
Fase 1 de crecimiento	119,960.07 m3/d	4,236.354 MCFD
Fase 2 de crecimiento	211,080.44 m3/d	7,454.095 MCFD
Fase 3 de crecimiento	279,959.76 m3/d	9,886.499 MCFD

Fuente: Promovente

II.2.1.2. Elementos que conforman el proyecto

Estación de Medición y Regulación de transferencia de custodia o interconexión

Tabla 74 Ubicación GNRS

PUNTO DE INYECCIÓN	COORDENADAS GEOGRÁFICAS CASETA DE INTERCONEXIÓN
GNSR	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Como señala la Norma Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016, la Estación de Medición y Regulación de Interconexión se diseñó con materiales no combustibles, contar con el espacio necesario para la protección de los equipos e instrumentos que permitan las actividades de operación y mantenimiento, con una ventilación cruzada a favor de los vientos dominantes para garantizar que el personal que operará mantendrá, inspeccionará y supervisará la instalación no corra riesgos por acumulación de gases.

La instalación eléctrica de la estación fue diseñada y construida así para áreas peligrosas y cumpliendo con los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012.

Toda la tubería de la EMR está fabricada de acero. El gasoducto de CENAGAS opera actualmente a una presión de 4,826.24 Kpa (56 Kg/cm2man, 796 psig) y tiene una Presión Máxima Permisible de Trabajo de 6,895 Kpa (69.3 Kg/cm2man,

985 psig). Antes de la regulación en la EMR, las bridas serán ANSI 600 y después de la regulación ANSI 600.

La estación de medición y regulación cuenta con una válvula de corte automático OSE BM 3"ANSI 600 en la tubería de alimentación, un filtro coalescente 77V-1-336-6-1480 de hasta 0.3 µm y mayores antes del cabezal de medición y regulación, líneas de desvío (by-pass) para mantenimiento sin necesidad de interrumpir el suministro de gas, reguladores de presión instalados en monitor, dispositivos de seguridad para protegerla de cualquier sobrepresión, y válvulas de bloqueo en las conexiones para la instalación de instrumentos. Además, contará con reguladores en monitor como medio principal de protección y con una válvula de seguridad para desfogar a la atmósfera, marca Mercer, diseñada para que se prolongue el venteo hasta una altura de que permita dispersar el gas natural sin que presente riesgos al personal o a las instalaciones.

En lo que se refiere al equipo de medición de flujo, cumple con las especificaciones técnicas para computadores de Gas Natural Santa Rosa. La EMR es alimentada por medio de una acometida eléctrica de 110 volts y cuenta con transmisión satelital conectada al computador de flujo, para tener acceso a distancia a las lecturas de flujo y presión del gas, que son parte del sistema SCADA.

Se pintó toda la tubería aérea de acero del patín de medición y regulación de color blanco y amarillo cromo.

Tabla 75 Equipo instalado en la caseta de medición y regulación

Equipo	Descripción
Válvula de corte automático	OSE BM 3"ANSI 600[9]
Filtro coalescente	77V-1-336-6-1480
Medidor de flujo	3” medidor rotatorio Dresser 7M1480 (Dos medidores)
Manómetros	0-1500 psig y 0-600 psig

[9] La válvula de corte opera en forma automática por una señal de baja presión que se interpreta como una fuga en el ducto y un corte por alta presión que operaría en el evento de que no funcionaran los otros dos sistemas de protección por sobrepresión reguladores en working monitor (protección primaria) y válvula de seguridad.

Reguladores y válvulas de corte asociadas	2X1 EZR trim 60%
Válvula de seguridad	Mercer 3" L 4”
Odorizador	Peerless 57 Gal capacidad
Diámetro de tubería previo a la regulación	3”
Diámetro de tubería después de la regulación	6”

Con la intención de cubrir la capacidad requerida en las fases de crecimiento, la Estación de Medición y Regulación de interconexión, tendrá cambios según la fase misma.

Tabla 76 Modificaciones a la Estación de Medición y Regulación

Equipo Actuales	Descripción actuales	FASE 1 y 2	FASE 3
Válvula de corte automático	OSE BM 3"ANSI 600	OSE BM 3"ANSI 600	OSE BM 3"ANSI 600
Filtro coalescente	77V-1-336-6-1480	77V-2-336-12-1480	77V-2-336-12-1480
Medidor de flujo	3” medidor rotatorio Dresser 7M1480	3” medidor rotatorio Dresser 7M1480	3” medidor Turbina Dresser modelo G250
Manómetros	0-1500 psig y 0-200 psig	0-1500 psig y 0-200 psig	0-1500 psig y 0-200 psig
Reguladores y válvulas de corte asociadas	2X1 EZR trim 60%	2X1 EZR trim 100%	2” EZR trim 60%
Válvula de seguridad	Mercer 3" L 4”	Mercer 4" P 6”	Mercer 6" Q 8”
Odorizador	Peerless 57 Gal capacidad	Modelo YZ	Modelo YZ
Diámetro de tubería previo a la regulación	3”	3”	3”
Diámetro de tubería después de la regulación	6”	6”	8”

Fuente: Promovente

Estaciones de Medición y Regulación (Usuario)

De acuerdo con la **NOM-003-ASEA-2016**, la Obra civil de las estaciones de medición y regulación debe cumplir con los requisitos siguientes:

- La capacidad de las Estaciones de regulación y medición se debe determinar con base a la demanda máxima de flujo y en las condiciones de Presión de entrada y salida del sistema.
- El diseño de estaciones debe incluir, como mínimo una línea de regulación y un by-pass que permita dar mantenimiento a los componentes de la línea principal que contiene la regulación o la regulación y medición, sin afectar la continuidad operativa del Sistema de distribución o de los usuarios.
- Las estaciones se deben instalar en sitios que cumplan con las condiciones siguientes:
- Puede estar instalada en recintos abiertos, en locales o armarios cerrados a nivel de piso o bajo tierra, total o parcialmente. Si se ubican en Registros subterráneos éstos deben cumplir la disposición 6.6.2 de la presente Norma Oficial Mexicana.
- Debe estar ubicada en ambientes no corrosivos y protegida contra daños causados por agentes externos, por ejemplo: impactos de vehículos y objetos, derrumbes, inundación y tránsito de personas.
- Debe estar a una distancia mayor de tres metros de cualquier fuente de ignición.
- Estar protegidos contra el acceso de personas no autorizadas por medio de un cerco de tela ciclón, gabinete u obra civil con ventilación cruzada cuando tengan techo, así como contar con los espacios para realizar el mantenimiento de la estación.
- Ser accesible directamente desde la vía pública para realizar las tareas de operación, mantenimiento y atención de emergencias.
- Las estaciones deben estar compuestas, como mínimo, por lo siguiente:
- Una línea de regulación o una línea de regulación y medición.
- La línea de regulación debe contar con el Regulador de Presión y válvulas a

la entrada y a la salida para aislar dicha línea. Debe tener filtro si se prevé la posible entrada de suciedad o polvo dentro de la instalación.

- La línea de regulación debe contar al menos con un elemento de seguridad por línea, tales como válvula de corte de máxima Presión, válvula de alivio o regulador monitor.
- Si la Presión de operación de entrada de la línea de regulación es mayor de 689 kPa, debe tener un elemento de seguridad adicional al mencionado en el inciso c) anterior.
- Una Línea de desvío (o by-pass), que debe contar como mínimo con 2 válvulas, una Válvula de bloqueo que asegure la hermeticidad y otra como elemento de regulación manual. En aquellas estaciones cuya Presión efectiva máxima de entrada esté por debajo de 100 kPa puede disponer de una sola válvula, y
- Las tuberías, conexiones y accesorios que conduzcan Gas Natural o Gas Licuado de Petróleo, en las instalaciones superficiales del Sistema de distribución se deben pintar a todo lo largo y cubrir toda la circunferencia de color amarillo, identificar la tubería, así como indicar mediante una flecha color negro la dirección del flujo, ubicada de forma que sea visible desde cualquier punto en las instalaciones, así como en la cercanía de válvulas.

Tubería

Las especificaciones son:

Tabla 77 Tubería requerida por el proyecto

Especificación de Tubería	Longitud	Diámetro Nominal		Diámetro Exterior		Espesor	
	m	mm	in	mm	in	mm	in
Tubería instalada							
API 5L X42	43	152.4	6	168.28	6.625	4.78	0.188
Polietileno 4710 SDR-11	33	254	10	273.10	10.752	24.79	0.976

Especificación de Tubería	Longitud	Diámetro Nominal		Diámetro Exterior		Espesor	
	m	mm	in	mm	in	mm	in
	5,261.95	203.2	8	224.16	8.825	19.91	0.784
	3,931.85	152.4	6	168.28	6.625	15.29	0.602
	718.28	101.6	4	114.3	4.5	10.39	0.409
	8	76.2	3	88.9	3.5	8.10	0.319
A106/A53 Gr.B	44.17	50.8	2	60.32	2.375	3.91	0.154
Tubería para Ampliación hacia Daeyeong							
A106/A53 Gr.B	3	50.8	2	60.32	2.375	3.91	0.154
Polietileno 4710 SDR-11	108.7	101.6	4	114.3	4.5	10.39	0.409
Tubería proyectada de Fase 1							
Polietileno 4710 SDR-11	1,312.62	203.2	8	224.16	8.825	19.91	0.784
	2,410.55	152.4	6	168.28	6.625	15.29	0.602
AC API 5L X42	20	101.6	4	114.30	4.5	4.7752	0.188
	3,828.1918	152.4	6	165.10	6.5	4.7752	0.188
Tubería proyectada de Fase 2							
Polietileno 4710 SDR-11	6,137.56	203.2	8	224.16	8.825	19.91	0.784
	6,614.46	152.4	6	168.28	6.625	15.29	0.602
Tubería proyectada de Fase 3							
Polietileno 4710 SDR-11	2,049.84	203.2	8	224.16	8.825	19.91	0.784
	5,309.55	152.4	6	168.28	6.625	15.29	0.602
TOTAL	33,883.26						

Zanjas para la colocación de tubería

Se requerirá excavar y mantener la zanja a lo largo de la línea previamente demarcada en la que descansará la tubería, a una **profundidad mínima de 1.30 m**, para permitir una **cubierta mínima de 75 cm**. Será necesaria una profundidad mayor en determinados sitios para asegurar integridad de la tubería.

El fondo de la zanja deberá estar libre de rocas sueltas y otros objetos que pudieran dañar la tubería. No deberá permitirse que el relleno sacado de la zanja caiga en donde se encuentren residuos o materiales extraños que pudieran mezclarse con el relleno y pudieran usarse para rellenar la zanja.

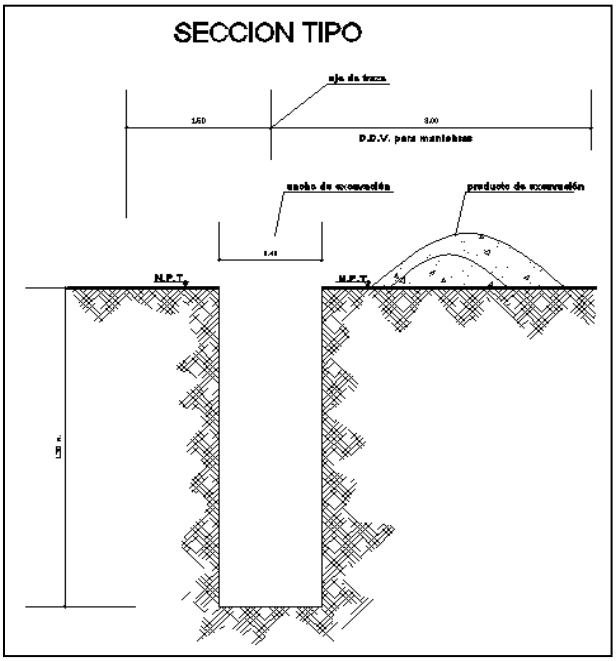


Figura 50 Sección tipo de una Zanja

Toda la tubería enterrada se instalará bajo el terreno y con un colchón o **cubierta mínima no inferior a 75 cm** (**NOM-003-ASEA-2016**).

En cuanto al **ancho de la zanja**, ésta será **como máximo 60 cm más ancha que el diámetro de la tubería.** De acuerdo con la **NOM-003-ASEA-2016**, para tuberías de enterradas, la profundidad de cubierta mínima medida a lomo de tubo al nivel de piso terminado debe cumplir con lo que indica la siguiente tabla:

Tabla 78 Especificaciones de profundidad de las excavaciones

UBICACIÓN		EXCAVACIÓN NORMAL (cm)	EXCAVACIÓN EN ROCA (cm)
En general -**Tubería hasta 508 mm (20 pulg) de diámetro** -Tubería > 508 mm (20 pulg) de diámetro		**60** 75	**45** 60
En derechos de vía, de carreteras o ferrocarriles		75	60
Cruzamientos de carreteras		120	90
Cruzamientos de ferrocarriles -Tubería encamisada -Tubería sin encamisar		120 200	120 200
Cruces de vías de agua		120	60
Bajo canales de drenaje o irrigación		75	60
Acometidas	Presión de operación <= 689 kPa	45	30
	Presión de operación > 689 kPa	60	45

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016

Válvulas y accesorios

Válvulas

Las válvulas estarán dimensionadas y al libraje requerido por ANSI para la capacidad y la presión de diseño del sistema. Las válvulas bridadas deberán ser fijadas con espárragos ASTM, A-193 GR87 Clase 2A, y material de empaque de flexitalic de 1/16" de espesor.

Figura 51 Ilustración de una válvula

Válvulas de seccionamiento

Las válvulas de seccionamiento se instalan en forma subterránea y con bota de servicio. Se unen por medio de termofusión y en el caso del hot-tap por medio de coples de electrofusión.

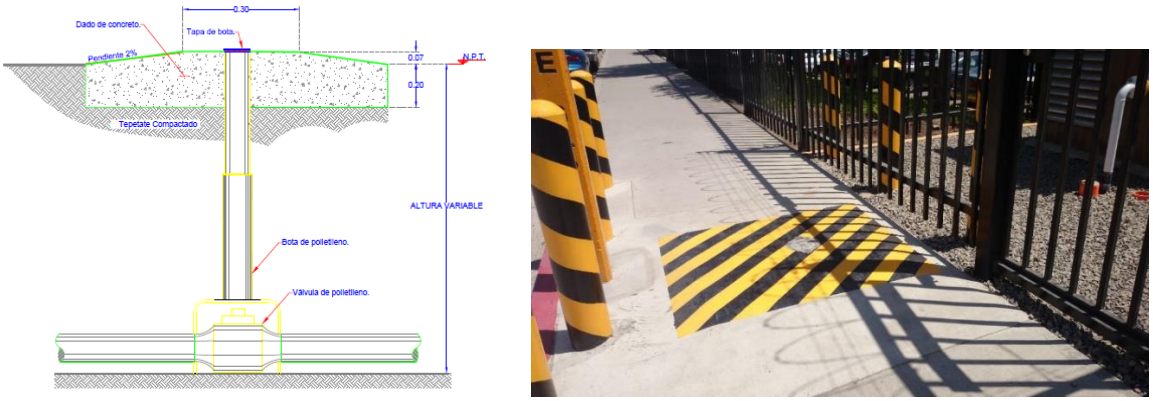


Figura 52 Instalación de válvulas de seccionamiento

Se instalarán válvulas de seccionamiento en las siguientes posiciones:

- Al inicio de la ampliación del ducto
- En la raíz de cada Ramal
- En el ramal de servicio a cada usuario

Reguladores de presión

Se instalan reguladores de presión para mantener la presión esperada a la salida de estos. La caída de presión máxima a través de un regulador de presión no excederá las recomendaciones del fabricante.

Figura 53 Ejemplo de reguladores de presión

El regulador de presión está diseñado para contener y soportar la presión máxima en un sistema o segmento de sistema. El asiento o diafragma del regulador se hará de material flexible diseñado para soportar abrasión de gas, las impurezas presentes en el mismo y la deformación propia que sufre cuando es presionado por el gas.

Se instala un regulador de respaldo al regulador primario para facilitar el mantenimiento sin interrupción del sistema. En el punto de interconexión se contará con una válvula Slam-Shut de corte automático en caso de una caída de presión anormal en el sistema.

Medidor de flujo

El proyecto cuenta con un medidor de flujo por desplazamiento positivo en el registro del punto de interconexión.

Figura 54 Fotografía ilustrativa medidor de flujo

Protección por sobre presión (válvula de alivio)

Es un dispositivo para evitar la sobre presión en todos los sistemas, segmentos e instalaciones donde la falla del equipo pueda causar sobre presión.

Los tipos adecuados de dispositivos de protección para prevenir sobre presión en dichas instalaciones incluyen:

1. **Válvulas de desfogue** accionadas por resorte que cumplan las disposiciones del Código ASME para Calderas de Vapor y Recipientes a Presión, Sección VIII, División Y;
2. **Reguladores autopilotados de control de contrapresión** utilizado como válvulas de desfogue, diseñado de manera que la falla en el sistema piloto o líneas de control ocasionará que el regulador se abra;
3. **Discos de ruptura** del tipo señalado en el Código ASME para Calderas de Vapor y Recipientes a Presión Sección VIII, División I.

La **MPOP** (Máxima Presión de Operación Permisible) para establecer la presión de relevo deberá ser la más baja MPOP de todo el equipo y componentes conectados dentro del sistema o segmento del sistema

Válvula Slam Shut

Como medida de seguridad en caso de una caída de presión anormal en el sistema, se instaló una válvula Slam Shut, que es un dispositivo que cuenta con un sensor de presión que dispara automáticamente el cierre de la válvula en el caso de una brusca caída de presión, condición que puede indicar una fuga o ruptura en el gasoducto. Protege al sistema por alta y baja presión hacia un 10% por debajo de entrega de 350 psig. Si detecta esta condición la válvula es activada, cambia de puerto y cierra la válvula.

II.2.1.3. Diseño del proyecto

El proyecto se diseñó y construyó considerando las siguientes especificaciones técnicas:

Tabla 79 Especificaciones técnicas para el diseño del proyecto.

Referencia y Título	Descripción de la especificación	Justificación de la elección
Norma Oficial Mexicana NOM-003-SECRE-2011[10]	Esta norma establece las especificaciones técnicas y los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los sistemas de distribución de gas natural por medio de ductos.	Norma Oficial de aplicación obligatoria en todo el territorio nacional.
Norma Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016 [11]	Esta norma establece las especificaciones técnicas y los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los sistemas de distribución de gas natural por medio de ductos.	Norma Oficial de aplicación obligatoria en todo el territorio nacional.

[10] Para las instalaciones cuyo dictamen de diseño o dictamen de construcción fue emitido previo a la vigencia de la NOM-003-ASEA-2016

[11] Para las instalaciones cuyo dictamen de diseño fue emitido a la entrada en vigor de la NOM-003-ASEA-2016

Referencia y Título	Descripción de la especificación	Justificación de la elección
Código ASME B 31.8 "Gas Transmission and Distribution Piping Systems"	Código que establece los requisitos mínimos de seguridad para el diseño y construcción de tuberías conductoras de gas natural.	Este código ha sido empleado en Norteamérica desde antes de su aceptación en 1951 por el Instituto Nacional Americano de Estándares, (ANSI). Se usará para lo no definido en la NOM-003-ASEA-2016.
Standard API 1104 "Welding of Pipelines and Related Facilities";	Standard que establece los requisitos mínimos para ejecutar uniones soldadas en las tuberías conductoras de gas natural.	Standard aceptado en la industria de las tuberías en los Estados Unidos.
Código ASME Sección VIII, Div.1 "Rules for Construction of Boilers & Pressure Vessels".	Establece bases de diseño para la fabricación e inspección de recipientes a presión tales como filtros y odorizadores.	Este código es aceptado para el diseño y la fabricación de recipientes a presión
Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-1993	Sistema general de unidades de medida	Para la aplicación de unidades en sistema métrico.

Fuente: Promovente

Tabla 80 Especificaciones técnicas para la selección de materiales

Referencia y Título	Descripción de la especificación	Justificación de la elección
API 5L: Especificación para tubería usada en gasoductos.	Especificación para tubos con y sin costura para uso en la industria del gas y el petróleo	Estándar reconocido en la industria norteamericana de tuberías.
ASTM A 53 Tubos de Acero, negros y galvanizados en caliente.	Materiales y especificaciones de la fabricación de tubos de acero, con y sin costura.	Define las especificaciones del material, el peso del tubo y el espesor de pared mínimos.
ASTM A 105 Especificación de acero, contenido de carbono y materiales aleantes.	Especificaciones del material a utilizarse en conexiones forjadas, bridas, válvulas y componentes	Estándar reconocido en la industria norteamericana de tuberías.
ASTM A 193 Materiales para espárragos y tornillería para servicio en alta temperatura.	Especificación de materiales para fabricación de tornillería que se instala en tuberías a presión.	Estándar reconocido en la industria norteamericana de tuberías.

Referencia y Título	Descripción de la especificación	Justificación de la elección
ASTM A 194 Materiales para espárragos y tuercas para servicio en media y alta temperatura.	Especificación de materiales para fabricación de tuercas y espárragos ó tornillos que se instalan en tuberías a presión.	Estándar reconocido en la industria norteamericana de tuberías.
ASTM A 234 Especificación de materiales para aceros en servicio en temperaturas media y alta.	Especificación de materiales para conexiones de tubería de acero al carbono para servicio a mediana y alta temperatura.	Estándar reconocido en la industria norteamericana de tuberías.
ASME B 16.5 Especificaciones y dimensiones de bridas y conexiones.	Define los rangos de operación en presión y temperatura de bridas y accesorios bridados.	Estándar reconocido en la industria norteamericana de tuberías.
ASME B 16.9 Fabricación de conexiones en acero, soldables y de embutir	Define las dimensiones de conexiones soldables para tuberías.	Estándar reconocido en la industria norteamericana de tuberías.
NMX-E-043-SCFI-2002 Tubos de polietileno para gas	Especificación de tubos de polietileno	Norma Mexicana

Tabla 81 Especificaciones técnicas para la construcción

Referencia y Título	Descripción de la especificación	Justificación de la elección
Norma Oficial Mexicana NOM-003-SECRE-2011[12]	Esta norma establece las especificaciones técnicas y los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los sistemas de distribución de gas natural por medio de ductos.	Norma Oficial de aplicación obligatoria en todo el territorio nacional.
Norma Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016 [13]	Esta norma establece las especificaciones técnicas y los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los sistemas de distribución de gas natural por medio de ductos.	Norma Oficial de aplicación obligatoria en todo el territorio nacional.

[12] Para las instalaciones cuyo dictamen de diseño o dictamen de construcción fue emitido previo a la vigencia de la NOM-003-ASEA-2016

[13] Para las instalaciones cuyo dictamen de diseño fue emitido a la entrada en vigor de la NOM-003-ASEA-2016

Referencia y Título	Descripción de la especificación	Justificación de la elección
NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo	Esta norma establece las condiciones de seguridad y los sistemas de protección y dispositivos para prevenir y proteger a los trabajadores contra los riesgos de trabajo que genere la operación y mantenimiento de la maquinaria y equipo.	La presente Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros trabajo que por la naturaleza de sus procesos empleen maquinaria y equipo.
NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas	Esta norma Establece las condiciones de seguridad e higiene para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, para prevenir y proteger la salud de los trabajadores y evitar daños al centro de trabajo.	La presente Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo donde se manejen, transporten o almacenen sustancias químicas peligrosas.
NOM-006-STPS-2014, Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo	Esta norma Establece las condiciones de seguridad y salud en el trabajo que se deberán cumplir en los centros de trabajo para evitar riesgos a los trabajadores y daños a las instalaciones por las actividades de manejo y almacenamiento de materiales, mediante el uso de maquinaria o de manera manual.	La presente Norma Oficial Mexicana rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo donde se realice el manejo y almacenamiento de materiales, a través del uso de maquinaria o en forma manual.
Código ASME B 31.8, “Gas Transmission and Distribution Piping Systems”	Código que establece los requisitos mínimos de seguridad para el diseño y construcción de tuberías conductoras de gas natural.	Este código ha sido empleado en Norteamérica desde antes de su aceptación en 1951 por el Instituto Nacional Americano de Estándares, (ANSI). Se usará para lo no definido en la NOM-003-ASEA-2016.
Standard API 1104 “Welding of Pipelines and Related Facilities”;	Standard que establece los requisitos mínimos para ejecutar uniones soldadas en las tuberías para gas natural.	Standard aceptado en la industria de las tuberías en los Estados Unidos.
Standard API 5L1“ “Recommended Practice for Transport and Handling of Pipeline Materials”.	Procedimiento que indica las prácticas para el transporte, carga y manejo de tuberías.	Procedimiento aceptado en la industria del transporte y de construcción de tuberías para gasoductos.

Referencia y Título	Descripción de la especificación	Justificación de la elección
Código ASME Sección VIII, Div.1 "Boilers and Pressure Vessels Construction Rules"	Establece bases de diseño para la fabricación e inspección de recipientes a presión tales como filtros y odorizadores.	Este código es aceptado para el diseño y la fabricación de recipientes a presión instalados en sistema de tuberías.

Diseño de la red

Para diseñar la red, se consideró la presión de operación, material, diámetro(s) de la tubería y la presión mínima en los nodos. Para ello se tomaron en cuenta la capacidad de los usuarios y se define la demanda máxima instantánea real que el sistema deberá de tener.

Para las futuras ampliaciones de la red las mismas consideraciones serán tomadas en cuenta.

Diseño mecánico

El espesor de los ductos está basado en la NOM-003-ASEA-2016, y el espesor mínimo que puede ser manipulado durante la construcción sin que el tubo deforme durante su manejo normal.

Adicional al espesor requerido por la presión de operación se consideran las cargas externas.

a. Se diseña el registro de interconexión
b. Se diseñan la válvula de entrega

Criterios para el diseño del sistema

Los criterios utilizados para el diseño del sistema son los siguientes:

Tabla 82 Sistemas de diseño

Elemento	Criterios
Interconexión con trasportista	• Presión mínima en el ducto de transporte

Elemento	Criterios
	• Máxima Presión Permisible de operación del ducto de transporte • Velocidad máxima de 60ft/s o lo que el transportista solicite
Ducto de interconexión	• Presión mínima en el ducto de transporte • Máxima Presión Permisible de operación • Velocidad máxima de 60ft/s o lo que el transportista solicite
Registro de interconexión	• Para el diseño inicial: Capacidad instalada de todos los usuarios potenciales identificados • Presión mínima en el ducto de transporte • Máxima Presión Permisible de operación del ducto de transporte • Presión de operación de la red de distribución • Velocidad máxima de 60ft/s o lo que el transportista solicite

Procedimiento de cálculo adoptado para la determinación del diámetro de los ductos y capacidad de las casetas de transferencia de custodia

La capacidad de la red fue determinada bajo las siguientes consideraciones:

a. La capacidad instalada de cada uno de los usuarios actuales sin considerar factor de servicio. Esta consideración, aunque conservadora se hace por los siguientes motivos: Poder absorber los picos instantáneos de los usuarios que son superiores al consumo promedio manifestado en el punto 4.3
b. Se define dentro de la red una serie de puntos de consumo para determinar la capacidad adicional disponible, tomando en cuenta el número de lotes de cada zona.

c. Velocidad máxima en la red 20 m/s
d. Presión mínima en los nodos de las redes de Polietileno 5.6 kg/cm2 (80 psig)

Para la determinación de los diámetros se tomaron estas consideraciones y se utilizó el modelo de Weymouth y el software Gasworks 9.0.

Ecuación de Weymouth, así como del valor de eficiencia empleado en los cálculos

El empleo de los diferentes modelos de flujo de fluidos para cálculos hidráulicos en tubería de transporte de gas, de acuerdo con la diversa bibliografía, depende del tipo de servicio, de las presiones de operación y de los diámetros utilizados.

El Pipeline Rules of Thumb Handbook recomienda el uso del modelo de Weymouth en aplicaciones para sistemas de transmisión, sin embargo, menciona que también es utilizada en sistemas de distribución y recolección. Por su parte, El "PDHENGINEER.COM Course No. 0-5001, Gas Pipeline Hydraulics, E. Shashi Menon, P.E.", establece que la ecuación de Weymouth se utiliza para calcular caudales y presiones en los sistemas de distribución y recolección de gas de alta presión, para lo cual, este modelo no utiliza factor de fricción, emplea un factor de eficiencia.

Los factores de eficiencia recomendados son:

E= 0.95, para tubos nuevos de hasta 18 meses en operación (condiciones óptimas)

E= 0.92, para tubos con vida media de uso (condiciones promedio)

E= 0.85, para tubos con vida de uso prolongada (condiciones desfavorables).

Haciendo uso del software Gas Works con el modelo de flujo de fluidos Weymouth se realizó la corrida hidráulica del Sistema encontrándose los siguientes resultados:

$$Q = 1312.5 \frac{T_b}{P_b} \left(\frac{\Delta P}{SGT_f LZ} \right)^{0.5} D^{2.667} E$$

Where,

$$\Delta P = P_1^2 - P_2^2$$

El espesor está basado en la fórmula incluida en la NOM-003-ASEA-2016 para tubería PE. Se anexa memoria de cálculo.

Los cálculos hidráulicos se hicieron utilizando la ecuación del Modelo de Flujo de Fluidos de Weymouth.

$$Q = 1312.5 \frac{T_b}{P_b} \left(\frac{\Delta P}{SGT_f LZ} \right)^{0.5} D^{2.667} E$$

Where,

$$\Delta P = P_1^2 - P_2^2$$

De acuerdo con lo establecido en NOM-003-ASEA-2016 5.1.2.3, el diseño cumple con:

a) La Presión de diseño no debe exceder la Presión manométrica de 689 kPa;

b) No se debe usar tubería de Polietileno cuando la temperatura de operación del Gas sea menor de 244.15 K (-29°C), o mayor que la temperatura a la cual se determinó el valor de la Sh que se aplicó en la fórmula del inciso 5.1.2.2 para calcular la Presión de diseño, y

c) El espesor de pared de la tubería de Polietileno no puede ser, bajo en ninguna circunstancia, menor de 1.57 mm.

Cruces

Se entiende como cruces a los espacios donde el ducto se interseca con las calles dentro del parque industrial Querétaro.

Los cruces tanto construidos como por construir obedecen a lo establecido en la NOM-003-ASEA-2016, considerando en todo momento la preservación de la integridad del ducto y las vialidades.

Los cruces con la vialidad de SCT se realizarán bajo las siguientes especificaciones

1) Para todos los cruces carreteros, la tubería cuenta con un encamisado (chaqueta) 2"Ø más del ducto de gas.
2) Poseerá centradores de plástico a cada 2.00m.
3) Se colocarán venteos en los extremos de las chaquetas, estos se fabricarán con tubería de 2" AC y codos, con una altura de 2.50 m, se les aplicará cinta poliken en la parte que vaya enterrada y el resto pintado con pintura epóxico color blanco y en los codos amarillo cat.
4) Cuenta con venteos, uno antes del cruce, y otro después del cruce, los venteos quedarán fuera de DDV.
5) Se colocarán chupones en los extremos de la camisa, para evitar que se meta tierra, animales o piedras y pueda producir algún tipo de corrosión.
6) La profundidad mínima a nivel de carretera es de 2.00 m.
7) Se colocarán postes indicadores de DDV. De CIH, antes y después del cruce.
8) Se colocarán tomas de potencial antes y después del cruce para comprobar el potencial del ducto.
9) Se fabricarán punta lápiz para el jalado de la tubería.

Composición y cantidad del gas natural

El gas que se suministra deberá cumplir con la NOM-001-SECRE-2010.

Para calcular el volumen de empaque se emplea la siguiente fórmula

$$Emp = \frac{\pi}{4} D_i^2 L \left(\frac{P_m}{p_0}\right)\left(\frac{z_0}{z_m}\right)\left(\frac{T_0}{Tm}\right)$$

En donde,

Emp es el empaque del gasoducto analizado en ft^3

D_i es el diámetro interno del ducto en ft

L es la longitud del ducto en ft

Pm es la presión absoluta promedio del tramo psia

T_0 es la Temperatura a las condiciones base de medición en °R (grados Rankine), en México $\mathbf{T_0}$ = 528°R

P_o es la presión en condiciones base de medición en psia, en México $\mathbf{P_0}$ = 14.22 psia

Z_m es el factor de compresibilidad de gas natural (adimensional) calculado mediante AGA NX-19 a condiciones de $\mathbf{T_m}$ y $\mathbf{P_m}$, para condiciones del presente estudio $\mathbf{Z_m}$ = 0.95170

Z_0 Factor de compresibilidad a condiciones base (aproximadamente 1)

T_m es la temperatura media de flujo, la cual normalmente es constante (535°R)[14]

Una Vez obtenido el volumen de gas en el ducto se multiplica por la Gravedad especifica del gas natural cuyo valor es 0.62 y la Densidad del aire cuyo valor es 0.0764 lb/ft^3.

Con la finalidad de indicar el volumen de gas natural almacenado (empaque del ducto), se realizó un seccionamiento empleando los criterios:

- El inicio de la ampliación solicitada
- Los cruces de carreteras, autopistas y canales
- La salida a ramales de usuario.

Cálculo del empaque total para el proyecto autorizado y operando

Para desglosar el volumen de gas natural almacenado (empaque del ducto), se realizó el seccionamiento del ducto. Los criterios empleados para dichas secciones son los establecidos en La NOM-009-ASEA-20017 "Administración de la integridad de ductos de recolección, transporte y distribución de hidrocarburos, petrolíferos y petroquímicos."

[14] Cre.gob.mx. (n.d.). *cre*. [online] Available at: http://www.cre.gob.mx/documento/6531.pdf [Accessed 25 Jun. 2019].

- El inicio de la ampliación solicitada
- Los cruces de carreteras, autopistas y canales
- La salida a ramales de usuario.

Los segmentos resultantes se enuncian a continuación:

Tabla 83 Segmentos propuestos en operación

Segmento	Descripción
1	Ducto de 6" DN AC de Interconexión a ERM Interconexión
3	Línea Regular 1 Ducto 10"
4	Línea Regular 2 Ducto 8" (de cambio de 10x 8 a cambio 8x6)
5	Línea Regular 3 Ducto 8" (De bifurcación 1 a bifurcación 2)
6	Línea Regular 4 Ducto 8" (De bifurcación 2 a Ramal Pacific)
7	Línea Regular 5 Ducto 8" (De bifurcación2 a Ramal Termotech)
8	Línea Regular 6 Ducto 6" (De cambio 8x6 a Ramal Kostal)
9	Línea Regular 7 Ducto 6" (De salidad de ramal kostal a ramal Wimpak)
10	Línea Regular 8 Ducto 6" (De línea regular 6 a ramal eaton)
11	Línea Regular 9 Ducto 6" (De ramal eaton a LRP3)
12	Ramal Pacific de 4"
13	Ramal Nucitec de 8"
14	Ramal martín Rea de 4”
15	Ramal Termotech de 4"
16	Ramal Eaton de 4"
17	Ramal Mann Hummel de 4"

Segmento	Descripción
18	Ramal Winpak de 4"
19	Ramal Hanmac de 6"
20	Ramal Hanmac de 4"
21	Ramal Kostal de 4"
22	Disparo a Futuro 1 de 6" (De línea regular 7)
23	Disparo a Futuro 2 de 6" (De línea regular 7)
24	Disparo a Futuro 3 de 6" (De línea regular 6)
25	Ramal ACPS de 6"

El sistema de distribución se encuentra operando con un total de 9,983.61 metros de Ducto de 4,6,y 8 pulgadas, adicionalmente se consideran 34.83 metros de 2 pulgadas correspondientes arreglos para ingreso de a las Estaciones de medición y regulación de los usuarios.

En su conjunto se consideran 1,527.9444 kg de empaque, el gas empacado por segmento se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 84 Empaque del proyecto en operación

Segmento	Nodo	Descripción	Kg
1	1	Ducto de 6" DN AC de Interconexión a ERM Interconexión	39.0382035
2	3	Línea Regular 1 Ducto 10"	10.33534431
3	4	Línea Regular 2 Ducto 8" (de cambio de 10x 8 a cambio 8x6)	76.90686036
4	5	Línea Regular 3 Ducto 8" (De bifurcación 1 a bifurcación 2)	109.2237394
5	6	Línea Regular 4 Ducto 8" (De bifurcación 2 a Ramal Pacific)	300.4637784
6	7	Línea Regular 5 Ducto 8" (De bifurcación2 a Ramal Termotech)	424.0887465
7	8	Línea Regular 6 Ducto 6" (De cambio 8x6 a Ramal Kostal)	87.91965077

Segmento	Nodo	Descripción	Kg
8	9	Línea Regular 7 Ducto 6" (De salidad de ramal kostal a ramal Wimpak)	88.23525977
9	10	Línea Regular 8 Ducto 6" (De línea regular 6 a ramal eaton)	46.32689291
10	11	Línea Regular 9 Ducto 6" (De ramal eaton a LRP3)	9.283413381
11	12	Ramal Pacific de 4"	8.062627739
12	13	Ramal Nucitec de 8"	90.14394279
13	14	Ramal martín Rea de 4”	1.078581243
14	15	Ramal Termotech de 4"	8.431269074
15	16	Ramal Eaton de 4"	1.300008511
16	17	Ramal Mann Hummel de 4"	2.347028854
17	18	Ramal Winpak de 4"	4.410009605
18	19	Ramal Hanmac de 6"	107.6903004
19	20	Ramal Hanmac de 4"	6.822915576
20	21	Ramal Kostal de 4"	0.384592113
21	22	Disparo a Futuro 1 de 6" (De línea regular 7)	12.97378436
22	23	Disparo a Futuro 2 de 6" (De línea regular 7)	20.25871645
23	24	Disparo a Futuro 3 de 6" (De línea regular 6)	50.40952079
24	25	Ramal ACPS de 6"	21.77927554
	Total		1527.914462

II.2.1.4. Descripción de la estructura general por fases del proyecto

Proyecto autorizado y en operación

El Gasoducto, actualmente en operación, se interconectó con el ducto del Centro Nacional de Control del Gas Natural (CENAGAS) bajo operación de Pemex Logística (P Logística) de 406 mm (16") Ø Tramo PIQ2000-San José Iturbide aproximadamente en su kilómetro 48+115 de dicho ramal, cerca de la autopista Querétaro – San Luis Potosí. El gasoducto de CENAGAS opera actualmente a una presión de 4,826.24 Kpa (56 Kg/cm2man, 796 psig) y tiene una Presión Máxima Permisible de Trabajo de 6,895 Kpa (69.3 Kg/cm2man, 985 psig). La interconexión se llevó a cabo por medio de una silleta envolvente y se colocó una válvula de seccionamiento en 6" la cual es el límite de responsabilidad de CENAGAS. A la salida de la válvula de seccionamiento sigue la línea de interconexión en 6" Acero por 43 metros aproximadamente para llegar a la estación de medición/regulación que reduce la presión a un máximo de 688.99 Kpa (7.02Kg/cm2man, 99.93 psig). Su Estación de Medición y Regulación (EMR) se ubica en las coordenadas Este=349,018.303, Norte=2,303,107.232.

Al salir de la estación de medición/regulación, se tiene instalada una transición acero-polietileno, ya que el sistema que transporta el gas a los usuarios está fabricado en tubería de polietileno de alta densidad tipo PE-4710 SDR-11 (De acuerdo con el Plastic Pipe Institute y clasificación ASTM 345434C de acuerdo con el ASTM D-3350). El gasoducto de 10" DN PE 4710 SDR-11 avanza al km 0+020 donde inicia un cruce con ductos de CENAGAS para continuar hasta el km 0+033, donde se encuentra una reducción de PE de 10x8" DN, ahora el ducto continúa en tubería de 8" PE 4710 SDR 11 hacía el Sur al Km 0+049 y vira sobre la Av. De la Cruz en dirección Noreste siguiendo el trazo de la calle hasta el km 0+404, en este punto se colocó la Tee principal.

De la Tee que se ubica en el Km 0+404 sobre la calle Av. De la Cruz sale un ducto de 8" PE 4710 SDR 11 sobre la misma calle en dirección Nornoreste hasta el km 0+014 donde se encuentra una reducción 8x6" PE, para continuar en tubería de 6" DN PE 4710. La tubería de 6" DN sigue en dirección Nornoreste hasta el km 0+160, en donde gira en dirección noroeste siguiendo el trazo de la calle Av. El

Marquez al km 0+199; en este punto cruza la calle por 20 metros y sigue el trazo de esta, rodeando la glorieta en dirección norte noroeste y continuando en dirección noroeste sobre la Av. El Márquez hasta el km 0+780, en este punto hay una derivación en tubería de 4" DN PE 4710 hacia la planta Kostal de 5 metros para posteriormente cambiar por medio de transición AC-PE a tubería de 2" DN A106/Gr. B por 4 metros para empatar con el EMR del usuario Kostal. La EMR de Kostal se encuentra en las coordenadas 20°49'4.29" N y 100°27'1.45" O.

El ducto de 6" DN PE, continua después del punto de derivación del usuario Kostal sobre la Av. El Márquez en dirección Noroeste hasta el km 0+966 y cambia de dirección hacia el Suroeste para llegar a su Km 1+161.93 donde finaliza su recorrido.

Para la inclusión del usuario ACPS, el ducto se interconectó aproximadamente en el Km 1+161 donde se encontraba un disparo a futuro, del ramal descrito arriba sobre la Av. El Márquez, a partir de este punto y por medio de una reducción de 4x6" DN, continua un ducto en 4" PE 4710 SDR11 en dirección Sureste cruzando la calle y avanzando al Km 0+018.19, el ducto vira al Suroeste y en su km 0+020 cruza un canal de agua por perforación direccional, para salir en el Km 0+033, y en el km 0+035 vira hacia el sureste donde en el km 0+037 se instaló una válvula de seccionamiento y avanza dentro del predio del cliente hasta el km 0+039 para librar unos registros de servicios públicos, en este km gira la tubería hacia el Noreste hasta el km 0+042 aproximadamente y nuevamente tomar dirección Sureste hasta llegar al Km 0+055.93 donde se encuentra una transición PE-AC y se reduce la tubería de 4" PE 4710 a 2" AC A106/A53, posteriormente se tiene un arreglo de codos para librar una tubería pluvial de 33", en este tramo la tubería de 2" de AC A106/A53 sube 1.7 aproximadamente y recorre 2.6 metros en dirección Sureste, desciende 1.46 metros aproximadamente y gira hacia el Suroeste 1.4 metros para después ascender 1.66 metros y empatar con la estación de medición y regulación del usuario ACPS Automotive; que se encuentra en las coordenadas [redacted] COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

En el Km 0+966 del ducto de 6" que va sobre Av. El Marquez, sale un ramal de 6" DN PE 4710 en dirección Noreste que va sobre la calle Jalpan de Serra hasta su

Km 0+565 donde por medio de un coplee de 6" y una reducción de 6x4" DN. se hizo la derivación para el usuario Winpak el ducto de 4" DN PE 4710 SDR-11 corre sobre la avenida Jalpan de Serra por 88.5 metros en dirección Este Noreste en este punto se encuentra la válvula de seccionamiento, el ducto avanza por 1.46 metros para posteriormente cambiar a acero por medio de una transición PE-AC, reduce su diámetro a 2" AC y avanza por 3.83 metros para empatar con la Estación de Medición y Regulación del usuario Winpak, que se encuentra en las coordenadas [redacted]

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

En el Km 0+290 del ducto de 6" que va sobre la calle Jalpan de Serra sale una derivación en PE de 6" DN PE 4710 de 115 metros, que corre en dirección Norte Noroeste sobre la calle Pedro Escobedo hasta el final de la calle donde se encuentra un disparo a futuro.

Posteriormente en el Km 0+339 del ducto de 6" que va sobre la calle Jalpan de Serra sale una derivación en PE de 6" DN PE 4710 de 179 metros hasta el final de la calle Pedro Escobedo en dirección Sudeste, en este punto se dejó un disparo a futuro.

Para la inclusión del usuario Eaton, se realizó una interconexión mediante "hot tap" en el ducto Ramal Zona 2 de 6" DN PE, que corre paralelo a la Av. El Márquez a la altura del kilómetro 0+199 aproximadamente de éste. Dicha interconexión se llevó a cabo con un ducto de 6" DN PE 4710, corre hacia el Noroeste de manera paralela a dicha avenida recorriendo aproximadamente 180 metros hasta llegar a la esquina de la Calle Balvanera, donde cambia dirección hacia el Suroeste, para avanzar hasta el Km 0+411 para llegar al frente del predio del usuario. En este punto saldrá una ramificación, cambiando de diámetro de 6" a 4" DN, por medio de una reducción y cruzará la Calle Balvanera en 4" DN PE 4710 a su km 0+23, donde cambia a acero por medio de una transición de AC-PE y se reduce a 2" DN A106/A53 gr. B con 2 metros para empatar con la estación de medición y regulación de Eaton. La EMR de Eaton se encuentra en las coordenadas [redacted]

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

El ducto de 6" DN PE 4710 continua en la misma dirección Suroeste después de la derivación a Eaton sobre la Calle Balvanera hasta el Km 0+496.77 donde se dejó un disparo a futuro.

Del ducto de 6" DN después del cruce con la calle El Marquez, aproximadamente en el Km 0+224 tiene una ramificación de 6" DN PE 4710 sobre la Av. De la Cruz, de 447.22 metros donde se instaló un disparo a futuro.

El ducto de 8" DN donde se colocó la Tee principal en su km 0+404, continua como ducto de 8" DE PE 4710 el cuál cruza la autopista Querétaro – San Luis Potosí del km 0+520 al 0+610 aproximadamente en dirección Este sureste para llegar al PIQ, el ducto continuo sobre predios del PIQ hasta el km 0+915 donde sale a la calle Benito Juárez, continua para cruzar un canal de aguas pluviales hasta salir al km 0+949 donde se encuentra una segunda Tee para derivar el ducto de 8" DN PE. Una derivación corre en dirección Noreste y otra en dirección Suroeste, cada derivación cuenta con una válvula de corte o seccionamiento. A partir de esta Tee se reinicia el kilometraje.

La derivación de 8" DN PE que corre en dirección Noreste sobre la calle Benito Juárez avanza al km 0+309 metros para derivar en una línea de 4" DN PE 4710 SDR-11 con 13.5 metros de longitud, posteriormente ya dentro del predio del usuario cambia por medio de una transición AC-PE y una reducción de 4x2" AC para continuar en 2" AC A106/A53 por 8 metros para empatar con el EMR del usuario Martinrea en dirección Este, la EMR de Martinrea se ubica en las coordenadas [redacted]. Continuando con la derivación de 8" DN PE 4710 sigue al km 0+460 sobre la calle Benito Juárez, y vira en dirección Este para avanzar sobre la calle Jurica hasta su km 0+902.06 para llegar al predio del usuario Nucitec donde cambia por medio de una reducción 8x4" DN a un ducto de 4" DN PE 4710 antes de ingresar a la planta hay una válvula de seccionamiento, continua por 6.5 metros donde cambia a acero por una transición AC-PE y se reduce a 2" DN A106/A53 Gr. B completando 3 metros para empatar con la EMR del usuario Nucitec. La EMR de Nucitec se encuentra en las coordenadas [redacted] COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

La derivación de 8" DN PE que se desprende en dirección Suroeste avanza al km 0+358 sobre la calle Benito Juárez para llegar a la calle La Griega, donde vira en dirección Este avanzando hasta el km 1+460 para llegar y cruzar la calle La Noria hasta el 1+498, donde cambia de diámetro por una reducción 8x4" DN PE, el ducto de 4" DN PE 4710 SDR-11 gira en el km 1+499 en dirección Sur avanzando ya dentro del predio del usuario Pacific al 1+638 y virar paralelo a la calle Cerrada la Noria recorriendo hasta el 1+651 para cambiar por medio de una reducción de 4x3" PE y avanzar ahora en 3" PE 4710 SDR-11 hacia el sur hasta su km 1 + 656 donde se encuentra la válvula de seccionamiento, posteriormente en su Km 1+659 cambia por una transición de AC-PE de 3" y una reducción de 3x2" AC para finalizar con 2 metros de tubería en 2" AC A106/A53 Gr. B y empatar con la EMR del usuario Pacific. La EMR de Pacific, se encuentra en las coordenadas [redacted]

[redacted] COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Para la inclusión del usuario Mann Hummel del ducto de 8" DN PE 4710, que corre paralelo a la Av. La Griega, a la altura del km 1+158 aproximadamente, se derivó una conexión que se realizó por medio de una silleta de 8x4" y válvula de seccionamiento, posteriormente corre un ducto de 48.8 metros de longitud de 4" DN PE 4710 en dirección Norte, para posteriormente cambiar a 2" AC por medio de una transición PE-AC y continua por 3.66 metros y llega a la EMR del usuario Mann Hummel, que se encuentra en las coordenadas [redacted]

[redacted] COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

De la derivación de 8" DN que va en dirección Noreste sobre la calle Benito Juárez, se hizo la interconexión del ducto que suministra gas a la empresa Thermotech, se realizó sobre la calle Benito Juarez y esquina Jurica, sobre el ducto de 8" DN en su km 0+460 aproximadamente; el ducto en 8" DN PE corre en dirección Norte Noreste para avanzar al Km 0+640 y llega a la esquina de la Avenida Ferrocarril, en este punto el ducto de 8" DN continua en dirección Este Sureste para avanzar al Km 1+872 donde llega a la esquina de la Av. Industria de la Transformación, en este punto cruza dicha avenida en dirección Norte hasta el km 1+897, continua en la misma dirección Norte sobre la Av. Industria de la Transformación para avanzar al km 1+949, en este punto cambia de diámetro a 6" DN por medio de una reducción

8x6" DN, el ducto de 6" DN continua sobre la misma Avenida avanzando al Km 1+951 donde cambia a 4"DN por medio de una reducción 6x4" avanzando al Km 2+112 para llegar al frente del predio del usuario Thermotech, en este punto en el ducto se encuentra la válvula de seccionamiento e ingresa al predio en dirección Este por 3 metros donde cambia a acero por una transición AC-PE y se reduce a 2" DN A106/A53 Gr. B para finalizar con 5 metros hasta interconectarse con la estación de medición y regulación instalada dentro de la planta de Thermotech.

Para dar servicio al usuario Hanmac el ducto se interconecto al Ramal de 8" PE 4710 que va sobre la avenida Ferrocarril (ducto que va hasta Thermotech) aproximadamente en su Km 1+530 por medio de una válvula existente, que se dejó como disparo a futuro, por lo que fue necesario reducir el diámetro del ducto por medio de una reducción de 8X6" DN de PE 4710.

El ducto de 6" DN PE 4710 sale en dirección Sur y enseguida girará hacia el Oeste por 2 metros y continua en dirección Norte donde cruzara un paso pluvial para llegar a la banqueta, donde se alojará en la misma dirección al noroeste hasta su Km 0+073, donde se colocó su válvula de seccionamiento correspondiente en dirección Oeste, el ducto continua en dirección sur por la calle Industria Minera hasta el Km 0+120 donde cruza las vías del ferrocarril, este cruce se realizó por perforación direccional y se colocaron válvulas de seccionamiento antes del cruce la cual es la misma del Km 0+073 y en el Km 0+190.76, el ducto continua en dirección Sur por la calle Industria Minera hasta su Km 0+955.14 en donde se instaló una válvula de seccionamiento que es la de corte para el usuario, continuando el ducto hasta su km 0+958.52 donde se reduce a 4" PE 4710, por medio de una reducción de 6"x4" PE, el ducto avanza en la misma dirección sur hasta el Km 0+970 donde gira hacia el Este para llegar al Km 1+081, posteriormente cambia de dirección hacia el sur por 2 metros aproximadamente y continua por 5 metros en dirección Este en donde girará por 1.24 metros hacia el Sur posteriormente cambia a AC por medio de una transición PE-AC y se reduce a 2" AC avanza por 3.34 metros para empatar con la caseta de medición y regulación del usuario Hanmac.

Para la inclusión del usuario Daeyeong, se desprenderá un ramal que saldrá en el gasoducto de 6" DN PE 4710 SDR-11, en el km 0+070.31 que se encuentra en la Calle Industria Minera en las coordenadas [redacted] donde hace una especie de retorno y bayoneta antes de la válvula existente de 4" que se encuentra en el km 0+071.88 aproximadamente, en dichas coordenadas mencionadas anteriormente se interconectara el nuevo ramal, por lo cual será necesario una silleta de 6"x 4" de PE-4710. COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

A partir de este punto saldrá un gasoducto de 4" DN PE 4710 SDR-11 donde se agregara una válvula de seccionamiento en el km 0+000.71 aproximadamente y avanzara 1.60 metros aproximadamente hacia el oeste cruzando la tubería existente de 6" de PE-4710, posteriormente avanzara 101 metros aproximadamente en dirección hacia el Norte, sobre la misma Av. Industria Minera, llegando frente al predio de Daeyeong, donde habrá dos derivaciones, la primera será un disparo a futuro instalando una válvula de seccionamiento y tapón al final de la línea y en el km 0+103.38 la segunda derivación tomará dirección hacia el Este por 4.12 metros aproximadamente y se dejara una válvula de seccionamiento antes de entrar al predio de Daeyeong, una vez ingresando al predio del cliente, se instalará una transición PE-AC, inmediato una reducción de 4x2 AC y 3 metros de tubería en 2" DN A106/A53 Gr.B para empatar con la Brida de llegada a la Estación de Medición y Regulación de Daeyeong.

Fase I de ampliación

Para la fase 1 de desarrollo del ducto; de la línea de 8" PE 4710 que corre hacia Thermotech, aproximadamente en el km 1+116 se desprenderá un ducto que seguirá en dirección Sursuroeste paralelo a la calle La Noria hasta el km 1+270 aproximadamente, donde se instalará una válvula para crecimiento de la Fase 3, aquí quedará o se dará fin a la trayectoria del ducto.

De este ducto se desprenderán cuatro ramales de 6" PE 4710. El primero tendrá su origen aproximadamente en el km 0+236 y se dirigirá al Oeste Noroeste paralelo

a la calle Mesa de León, recorriendo 699.52 metros y hasta empatar con el ducto que corre en la calle Benito Juarez, aproximadamente en el km 0+283.

El segundo ramal se desprenderá del km 0+503 aproximadamente y se dirigirá al Oeste Noroeste paralelo a la calle Jurica, recorriendo 360.98 metros y hasta llegar al km 0+729 del ducto existente que se encuentra en Benito Juarez.

El tercer ramal se desprende en el km 0+774 y se dirigirá en dirección al Oeste noroeste por la Av. La Montaña, seguirá por 729 metros aproximadamente y terminará el ducto de la derivación en esa calle.

El cuarto ramal se desprenderá del km 1+038 y se dirigirá al Oeste Noroeste paralelo a la calle San Pedrito y seguirá por 621 metros, así finalizará la Fase 1

El gasoducto de TGNH opera actualmente a una presión de 3,792.116 Kpa (38.669 Kg/cm2, 550 psig). La interconexión se llevará a cabo por medio de trabajos en línea viva (hot-tap) y se colocará una válvula de seccionamiento VS-01 en 4" AC.

A partir del punto de Interconexión el ducto de 4" DN AC API 5L X42 continuará en dirección Oeste Suroeste por 20 metros hasta llegar a la EMR de Interconexión, que se ubicará en las coordenadas [redacted] COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

A la salida de la EMR de Interconexión continuará un ducto de 6" DN API 5L X42, en dirección Oeste Suroeste por aproximadamente 161.1822 metros, cambiará de dirección siguiendo al Oeste Noroeste por 41.0984 metros, donde se tendrá un cruce con las vías del tren para lo cual serán instaladas las válvulas de seccionamiento VS-02 y VS-03 con coordenadas: [redacted] COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP. respectivamente, posteriormente virará al Sur Suroeste para continuar 271.9035 metros, siguiendo con la trayectoria el ducto continuará 219.7823 metros hacia el Oeste Noroeste, virará al Oeste y seguirá 577.6273 metros, a partir de este punto el ducto continuará por aproximadamente 348.7502 metros dirigiéndose al Sur Suroeste, virará al Oeste y seguirá por 1473.5609 metros, aproximadamente del km 3+060 al 3+100 se tendrán los cruces con un camino de terracería y con CFE para lo cual se instalarán las válvulas de seccionamiento VS-04 y VS-05 con coordenadas: [redacted] COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

respectivamente, continuando con la trayectoria, el ducto continurá de manera paralela a un camino de terracería por unos 96.4816 metros donde posteriormente cambiará de dirección siguiendo al Oeste Noroeste e internándose en los predios del cliente y continuará por 494.8138 metros (Se instalarán las válvulas de seccionamiento VS-06 y VS-07 en los cadenamientos 3+320 y 3+420 debido a los cruces con carretera, con coordenadas: [redacted] respectivamente) donde realizará un último cambio dirigiéndose al Noreste por 142.9917 metros hasta empatar con la EMR que se instalará para el usuario, aproximadamente en las coordenadas [redacted] COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fase II de ampliación

Del ducto hacia Thermotech aproximadamente en su Km 1+872; se ampliará la red continuando el ducto de 8" PE 4710 en dirección Este por 617 metros sobre la Av. Ferrocarril y continuara en dirección Norte sobre la Av. Manufacturas por 1368 metros y avanzara por 289 metros en dirección hacia el Norte Noroeste y continuara por 211 metros en dirección Oeste, en este punto el ducto cambiara de diámetro por medio de una reducción 8x6" DN a 6" DN PE 4710 SDR-11, en este punto saldrá un ramal de diámetro 6" DN en dirección Sur por 377 metros y finalizara su recorrido.

Continuando el ducto troncal de 6" DN PE 4710 arriba mencionado, seguirá por 403 metros en dirección Oeste donde saldrán dos derivaciones: La derivación Norte correrá por 366.5 metros y cambiará de dirección hacia el Este Sureste por 356.21 metros para finalizar su trayectoria. La derivación Sur avanzará por 277 metros y gira en dirección Oeste por 216.89 metros donde finalizará su trayectoria.

De la ampliación de 8" PE 4710 que correrá sobre la Av. Manufacturas saldrán tres derivaciones, una de 6" DN PE 4710 SDR-11 aproximadamente en el Km 0+867 en dirección Este Sureste por 1034 metros y girará hacía el Sur por 276 metros donde finalizará su trayectoria. La segunda derivación también de 6" PE 4710, se realizará en el km 1+282 aproximadamente el cual recorrerá paralelo a la calle Estacada por

659 metros y posteriormente virará al Sur sobre la misma calle para seguir por 458 metros donde terminará su trayectoria. Y la tercera derivación seguirá con ducto de 8" PE 4710 SDR-11, en el km 0+670 aproximadamente saldrá el ramal en dirección hacia el Oeste paralela a la calle de terracería y correrá por 331 metros aproximadamente donde habrá una derivación de 6" de PE 4710, dicha derivación cambiará de dirección hacia el Sur sobre la Av. Industria de la Construcción, hasta el km 0+631 aproximadamente y se antes de cruzar la calle Estacada se instalará una válvula de 6" de polietileno, y terminando el cruce de la calle mencionada se interceptará con línea de 8" PE 4710, que vendrá de la calle Estacada. La tubería seguirá su trayectoria hacia el Sur y al final del cruce se instalará una válvula de 6" de polietileno, continuará por la Av. Industria de la Construcción hasta el km 1+463.39 donde terminará la línea de 6".

Retomando el punto de derivación en la calle de terracería con tubería de 8" PE-4710, en el km 2+357 aproximadamente, continuará la trayectoria rumbo al Oeste, correrá por 38 metros aproximadamente y se conectará con la línea que vendrá por la calle perpendicular a esta, y que será línea de 6" PE-4710. El ducto de 8" PE-4710 continuará rumbo al Oeste por la calle de terracería y avanzará hasta el km 1+909 aproximadamente, donde viraremos hacia el Sur y se alojará la tubería a un costado de la Av. Industria de la Transformación, avanzará la tubería en sentido hacia el Sur por 420 metros aproximadamente y girará hacia el Oeste donde se alojara la tubería a un costado de la calle La Noria, correrá la tubería por esta calle y por el km 0+800 tomará la calle nueva dirección hacia el sur hasta llegar al km 0+520 aproximadamente donde se tendrá una derivación del mismo diámetro de 8" PE-4710 y correrá en dirección hacia el Este sobre la calle Estacada el ducto correrá 1083 metros aproximadamente hasta llegar a la intercepción con la Av. Industria de la Construcción y el ducto ya mencionado anteriormente de 6" que se unirán en ese punto.

En esta trayectoria sobre la calle Estacada, habrá dos derivaciones: la primera será en el km 0+404 donde se instalará tubería de 6" PE-4710 y que al inicio de la derivación se colocará una válvula de seccionamiento de 6" en dirección hacia el Sur, sobre la calle Industria minera y que correrá por 423 metros. La segunda

derivación tendrá lugar en el km 0+745 aproximadamente donde habrá dos ramales sobre la Av. Industria de la Transformación, la primera hacia el Norte y será de 6" PE-4710, y correrá hasta el km 0+243 donde interceptaremos al ducto de 8" PE-4710 que vendrá de Norte a Sur y que seguirá su trayectoria por la calle La Noria, en ese punto se conectaran las dos líneas. Retomando el otro ramal que se generará en el km 0+740 de la línea principal de 8" PE 4710, pero este ramal tendrá dirección al Sur, siendo en 6" DN PE, correrá sobre la Av. Industria de la Trasformación dirección hacia Thermotech y terminará la línea de 6" en el km 0+272.

Retomando la derivación que se realizará en el ducto de 8" PE-4710, en el km 0+520 aproximadamente, en la calle La Noria con esquina con la calle Estacada, el ducto seguirá hacia el Sur con el mismo diámetro de 8" avanzará por 520 metros hasta llegar al entronque con la tubería ya instalada de 8" que pasa por la Av. Ferrocarril y en el km 1+117 aproximadamente del ducto que pasa, se interconectaran. En la trayectoria del ducto de 8" que vendrá por la calle La Noria, en el km 0+253 tendrá lugar una derivación hacia el Oeste que tomara rumbo hacia la calle Buena Vista, este ducto será de 6" PE 4710 y al inicio de esta se instalará una válvula de 6" de seccionamiento, avanzara hasta el final de la calle Buena Vista hasta el km 0+241.83, dando por terminada la Fase 2 del sistema de GNSR.

Fase III de ampliación

Aproximadamente, en el Km 0+049 del ducto de 8" PE 4710 SDR 11 que va sobre la Av. De la Cruz se desprenderá un ramal de 6" DN PE 4710 SDR-11 sobre la misma calle Av. De la Cruz en dirección Oeste Noroeste por 245.68 metros donde finalizará.

Del disparo a futuro que se tiene sobre la calle la Balvanera se conectará un ducto de 6" DN PE 4710, el cual saldrá en dirección Noroeste al km 0+128 aproximadamente en este punto saldrá una derivación de 6" DN PE 4710 en dirección Suroeste de 155 metros para llegar al final de la calle y terminará su recorrido. Continuando con el ducto de 6"PE seguirá en dirección Noroeste hasta

el Km 0+562 donde virará al Suroeste para llegar al Km 0+797 y continuar en dirección Noroeste al km 1+136 donde finalizará.

De la ampliación de 8" PE 4710 que saldrá después de la derivación antes de subir a Thermotech, sobre la Av. Ferrocarril, y ya en el ducto que se habrá instalado en la Fase 2, se hará una derivación de 8" DN PE 4710 SDR 11 aproximadamente en el Km 2+115, el ducto correrá en dirección Sur por 22 metros para cruzar la calle Av. Del Ferrocarril y continuara en dirección Oeste por 80 metros, y girara en dirección Sur sobre la Av. Industria de la Construcción por 448 metros y girara hacia el Este por 308 metros sobre la Av. Industria petroquímica, posteriormente continuara en dirección Sur por 689 metros hasta llegar al Camino Vecinal y girará hacia el Este Sureste por 44 metros en este punto el ducto cambiara de diámetro por medio de una reducción 8x6" DN a 6" DN PE 4710 SDR-11, para continuar por 893 metros en dirección Este, en el km 0+520, se cruzara con direccional una canal o arroyo de agua y en el km 0+508 aproximadamente tendrán lugar dos derivaciones, la primera con dirección hacia el Norte, camino de terracería y avanzara 316 metros, donde terminara ese tramo del ducto. La segunda derivación tomara dirección hacia el Sur, correrá 367 metros aproximadamente para después virar hacia el Este y llegar al km 0+406.12, donde volverá a tomar dirección hacia el Sur sureste hasta el final de la calle de terracería en el km 0+635.72 donde finalizara su trayectoria.

De la tubería de 8" PE-4710 existente que pasa por la Av. La Griega, habrán dos ramificaciones, la primera ampliación se hará en el km 0+616.79 aproximadamente en dirección hacia el Sur y se alojara a un costado de la cerrada Querétaro, la línea será de 6" PE-4710 y correrá por 164 metros donde dará fin la trayectoria de esta ampliación. La segunda derivación se hará en el km 0+938 aproximadamente y se instalara tubería de 6" PE-4710, tomara dirección hacia el Sur y se alojará a un costado de la calle El Pueblito, avanzara 380 metros y girará hacia el Oeste suroeste, se avanzará 240 metros aproximadamente y se cruzara la carretea México 57 con perforación direccional, colocando válvulas de seccionamiento antes y después de este cruce de carretera, seguiremos avanzando con la misma dirección

sobre la carretera 500 y se llegara hasta el km 1+211.33 donde terminara esta derivación.

De la válvula que se dejará en la Fase 1, en la calle La Noria, en el km 1+270, se retomara este punto para seguir con la fase 3, en la misma dirección Sur, con tubería de 8" PE-4710, avanzara hasta el km 1+469 aproximadamente, punto donde habrá una derivación hacia el Este y será de 6" PE-4710, se alojará en el costado de la cerrada de la Noria y avanzara hasta el final de la cerrada por 487 metros aproximadamente. Siguiendo con la tubería de 8" PE-4710 en el km 1+469, se continuará con la dirección Sur hasta el km 1+536.84 dando lugar a dos derivaciones, con reducciones de 8" x 6" y la primera derivación será de 6" PE-4710 hacia el Sur por la misma calle La Noria, llegando hasta el km 1+598.26. la segunda derivación tomará dirección hacia el Oeste sobre la calle de Tequisquiapan y correrá por 202 metros, dando por termino la Fase 3.

II.2.1.Programa de trabajo

Cronograma de actividades a realizarse por años de duración																																											
Etapa	Actividad Proyectada		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057
			Fase 1		Fase 2		Fase 3		Operación y mantenimiento (Esta etapa se desfasa con forme el avance de la construcción de líneas de distribución de Gas Natural, por lo que se señala por año el inicio de operación de cada Fase, así como su término)																																					Abandono
			Preparación de Sitio y Construccion		Preparación de Sitio y Construccion		Preparación de Sitio y Construccion																																					
Etapa de Preparación del sitio	Desarrollo de ingeniería básica del proyecto																																										
	Evaluaciones del permiso por la CRE																																										
	Desarrollo de la ingeniería de detalle																																										
	Tubería	Levantamiento topográfico																																									
		Limpieza del trazo y nivelación																																									
		Trazo y nivelación del derecho de vía																																									
		Señalización																																									
	EMR Usuarios	Limpieza del terreno																																									
		Trazo de obra																																									
		Acarreos																																									
Etapa de Construcción	Colocación de servicios de apoyo (sanitarios, almacén temporal de tubería y equipos)																																										

| Cronograma de actividades a realizarse por años de duración | | |

Cronograma de actividades a realizarse por años de duración																																												
Etapa	Actividad Proyectada	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057						
		Fase 1		Fase 2		Fase 3		Operación y mantenimiento (Esta etapa se desfasa con forme el avance de la construcción de líneas de distribución de Gas Natural, por lo que se señala por año el inicio de operación de cada Fase, así como su término)																																				Abandono					
		Preparación de Sitio y Construccion		Preparación de Sitio y Construccion		Preparación de Sitio y Construccion																																								
	Relleno de Zanja																																													
	Compactación																																													
	Paso de cruces mediante perforación direccionada.																																												
	Instalación de señalamientos.																																												
	EMR Usuarios Colocación de gravas																																												

II.2.2.Representación gráfica regional

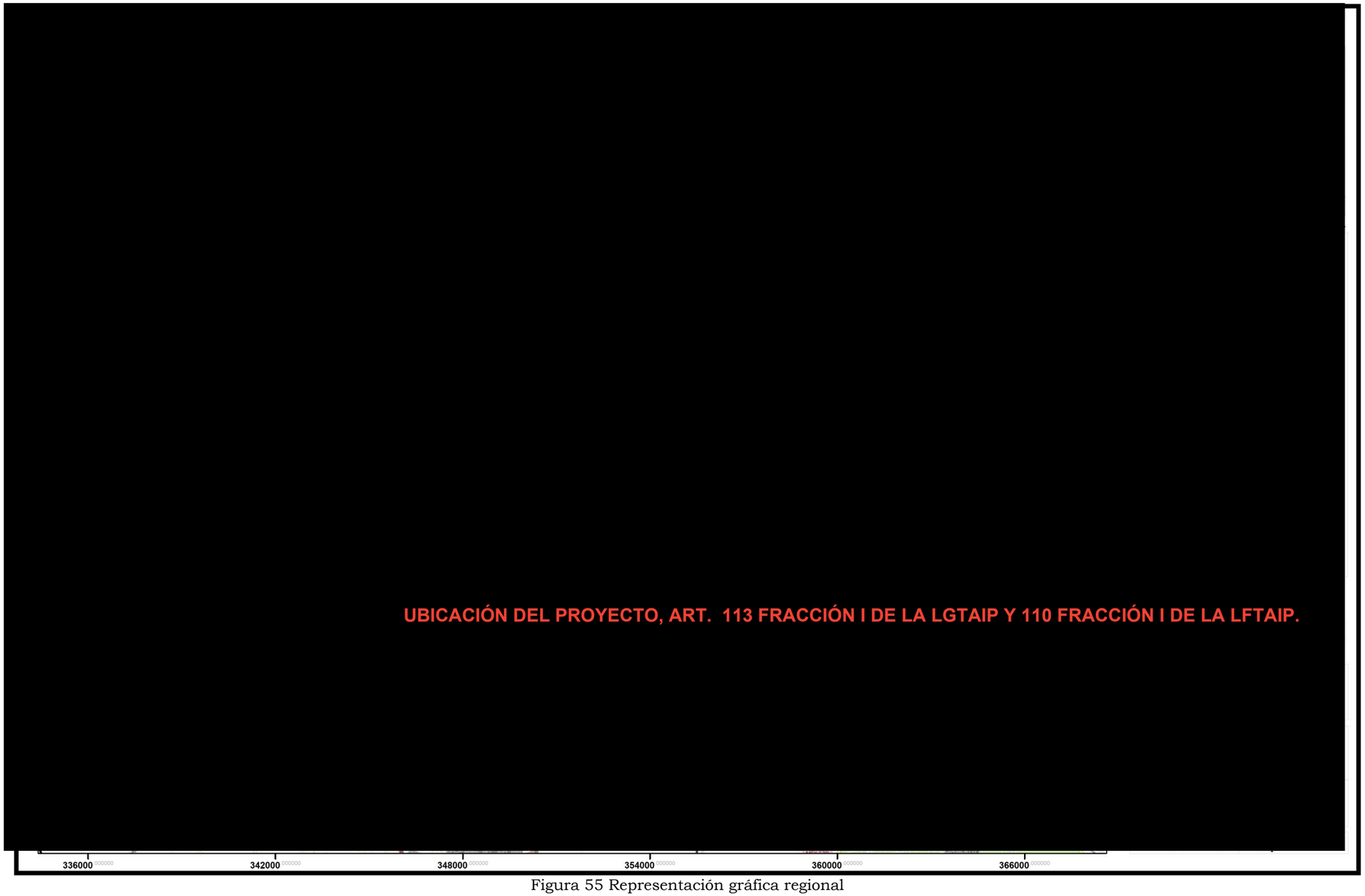


Figura 55 Representación gráfica regional

II.2.3.Representación gráfica local

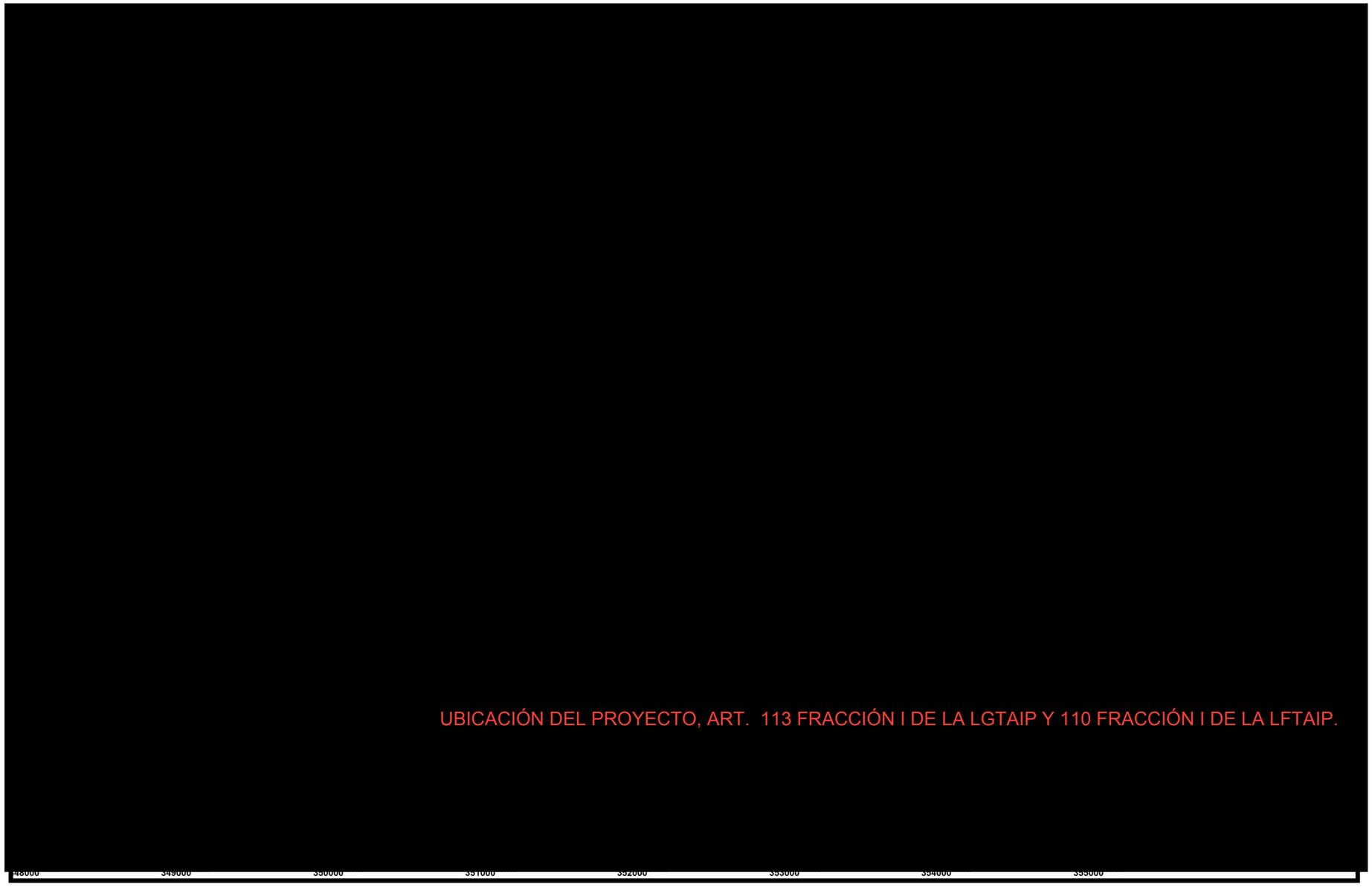


Figura 56 Esquema del proyecto

Figura 57 Fases de ampliación del proyecto

II.2.4.Preparación del sitio y construcción

Las obras que corresponden a los trabajos de preparación y construcción, estos se realizarán bajo la NOM-003-ASEA-2016. A continuación, se describen los más relevantes.

II.2.4.1. Delimitación y limpieza del área a intervenir

Se emplearán brigadas de topografía para realizar el trazado y señalización del ducto que será intervenido. Para esta actividad se empelarán estacas y cal en polvo. Una vez se haya concluido con la delimitación, se procederá a realizar las actividades de remoción de todo el material superficial existente en una franja de 0.75 m sobre el eje señalado.

Se realizará el despalme dentro de la trayectoria del gasoducto, posteriormente se realizará la excavación de la zanja, depositando a un costado el material producto de la excavación para ser reutilizado durante el relleno de esta.

Se efectuarán acarreos de acuerdo con lo ordenado por la supervisión de **Gas Natural Santa Rosa**, siguiendo la ruta más corta y/o conveniente y a las velocidades previamente fijadas al cruzar las instalaciones.

En todas las áreas de construcción, el proyecto cumplirá con todos los requerimientos específicos establecidos por la autoridad municipal, así como con la **NOM-003-ASEA-2016**.

Para las actividades dentro del PIQ no se requerirán labores especiales de nivelación ya que las obras y actividades se encuentran en un área industrializada. Debido a que se trata de un Parque Industrial con un uso diferente al forestal, no existe vegetación de importancia que pueda verse afectada por el desarrollo del proyecto.

II.2.4.2. Instalación de infraestructura

Gas Natural Santa Rosa S de RL de CV empleará las técnicas comunes de instalación de tuberías en gasoductos que se encuentran normadas por los instrumentos presentados anteriormente.

Instalación de ductos

A continuación, se mencionan de manera enunciativa las actividades que participan en la instalación de ductos, seguido por una descripción detallada del proceso.

- Levantamiento topográfico
- Trazo
- Apertura de Franja de desarrollo
- Tendido de la tubería
- Excavación de la zanja
- Preparación de la zanja (cama de arena)
- Trabajos de soldadura (termofusión)
- Descenso de la tubería
- Prueba neumática
- Acarreos
- Relleno de la zanja
- Compactación y reposición de asfalto
- Instalación de señalamientos

Para la instalación de ductos, se requiere de la excavación de una zanja con un diámetro de 0.60 m más el diámetro de la tubería para la instalación de del ducto. Para ello, una zanja con una profundidad total de por lo menos 1.30 m es necesaria.

La zanja donde se alojará la tubería tendrá la profundidad y amplitud adecuada de acuerdo con el diámetro del ducto, para asegurar la debida protección de la tubería y evitar daños durante el bajado.
En caso de requerir tener abierta la zanja por un tiempo mayor a lo programado, se instalarán placas de acero en aquellos lugares que así se requiera para el paso de vehículos.

Figura 58 Excavación de la zanja para la colocación de la tubería

Para llevar a cabo esta actividad, se empleará maquinaria para las excavaciones y el movimiento de tierras excepto en aquellas áreas donde esto no sea posible.

El material resultante de la excavación se depositará de manera temporal aledaño a la zanja y posteriormente se reusará para el relleno y compactación del espacio intervenido. El material producto de la excavación se colocará a un lado de la zanja formando un camellón paralelo a ésta y opuesto a aquel en el que se distribuye la tubería, dejando libres cuando menos **1 metro** del borde de la zanja para evitar derrumbes del material.

Todo el escombro y el material producto de la excavación, que no va a ser utilizado, serán retirados en camiones de volteo.

Figura 59 Ejemplo de retiro de material de excavación

El fondo de las zanjas será rellenado con una capa de arcilla con las características físicas suficientes que puedan recibir el ducto. Otro aspecto que debe tenerse en cuenta, son los tiempos máximos de permanencia de zanjas abiertas, ya que deberán reducirse al mínimo indispensable, debiendo estar siempre debidamente señalizadas para evitar accidentes, por tanto, deberán cumplirse los requerimientos de cada autoridad competente.

El tubo (en tramos de 12 metros aprox. cada uno) será transportado por el contratista desde la bodega de almacenamiento hasta el DDV del gasoducto, en trailers o camiones plataforma equipados con aditamentos de sujeción para tubería. Los camiones se alinearán a lo largo de la franja de afectación para que una grúa móvil descargue los tubos en el sitio, uno detrás de otro, siguiendo la línea de la trinchera.

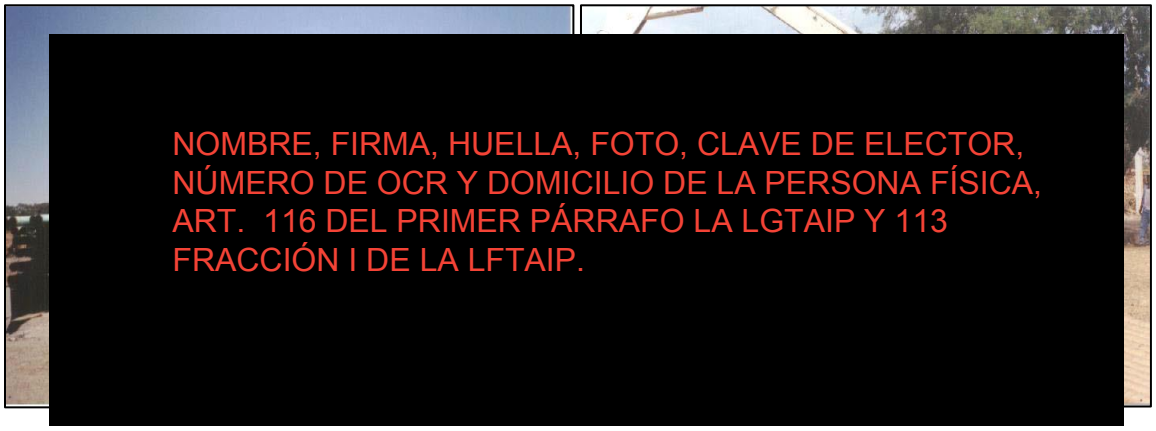


Figura 60 Fotografía ilustrativa Manejo de Ducto. Fuente: Gas Natural de Santa Rosa

El tubo será alineado solamente sobre la **Franja de afectación** que haya sido despejada. El contratista alineará los tubos antes de la excavación de las zanjas, uno detrás de otro, siguiendo la línea de la trinchera y al lado de la zanja en la que irán colocados finalmente para su posterior soldadura, de manera que el gasoducto va tomando forma sobre la superficie del terreno.

Figura 61 Fotografía ilustrativa Alineado de Tubería

El interior de las juntas en el ducto deberá ser cuidadosamente examinadas para detectar la presencia de materiales extraños antes de la alineación para soldar. Tales materiales deberán ser removidos por medio de limpieza mecánica. Posteriormente, los extremos abiertos de las juntas del tubo deberán cubrirse para evitar la entrada de agua, patines de estiba, animales u otras obstrucciones que pudieran interferir con la limpieza final del ducto. Las cubiertas deberán sujetarse firmemente al tubo y no deberán removerse hasta que el tubo vaya a ser soldado.
Antes de introducir las tuberías en la zanja llega el turno de los equipos de soldadores que deberán unir los diferentes tubos manualmente.
El diseño de los procedimiento y calificación de los soldadores se llevarán a cabo de acuerdo las especificaciones de la API Standar 1104 "Standar for Welding Pipelines and Related Facilities"
(Estándar para soldar Gasoductos e Instalaciones Relacionadas), última edición, o la última edición del código ASME Boiler and Pressure Vessel Code sección IX. La calidad de la soldadura será determinada mediante pruebas no destructivas.
Una vez finalizada la soldadura, se realiza una radiografía de cada una de las uniones con un equipo especial que permite detectar la existencia de posibles defectos y repararlos antes de enterrar la tubería. GAS NATURAL SANTA ROSA ejercerá un control continuo del trabajo de soldadura e inspeccionará visualmente la calidad de todas las soldaduras. Por tratarse de tubería de acero será necesario realizar pruebas hidrostáticas. Asimismo, efectuarán las pruebas radiográficas (con 100% de radiografiado) a la tubería, como se especifica a continuación.

a. Pruebas destructivas: GAS NATURAL SANTA ROSA efectuará pruebas destructivas para la calificación del procedimiento de soldadura de la tubería. Las pruebas destructivas se efectuarán con el uso de una máquina de pruebas de tensión para aplicar tensión y doblez a probetas en el sitio de pruebas. En caso necesario se solicitará a un laboratorio la prueba de calidad de una soldadura de prueba. Las probetas serán tomadas en el área de pruebas por el contratista. Cada prueba incluirá algunas de las siguientes, de acuerdo a los requerimientos de las normas:

1. Pruebas de tensión.
2. Pruebas de ruptura por penetración.
3. Pruebas de doblez de la raíz para el espesor de pared de los tubos de 1/2 pulgada o menos.
4. Pruebas de doblez de cara para el espesor de pared de los tubos de 1/2 pulgada o menos.

b) Pruebas no destructivas: Los soldadores serán calificados por medio de pruebas no destructivas (radiografiado) de acuerdo a lo establecido en la especificación API Standar 1104.

Con base en la NOM-003-ASEA-2016 NUMERAL 6.9.3 Las pruebas no destructivas de las uniones soldadas, se deben ejecutar aleatoriamente en un porcentaje de las soldaduras realizadas por cada soldador, de acuerdo a lo siguiente:

1. En Clases de localización 3 por lo menos el 40%;
2.- En cruces con ferrocarriles, carreteras, autopistas, ríos, arroyos y canales e instalaciones superficiales el 100%.

Las pruebas no destructivas en soldaduras se realizarán de acuerdo con procedimientos escritos, y por personas capacitadas y calificadas en la aplicación de los procedimientos, así como en el manejo del equipo utilizado en las pruebas.

En cuanto a protección mecánica, la tubería viene recubierta de fábrica con recubrimiento epóxico, sólo se cubrirán en el sitio los accesorios y las soldaduras de campo.

El tubo recubierto sobre la zanja será limpiado con un cepillo de alambre, se le aplicará un primario y se recubrirá con cinta plástica anticorrosiva (**Poliken**). Se requerirá de una capa de primario y una cubierta de cinta en cada unión por soldadura, así como en puntos de la tubería donde se hubiese dañado el recubrimiento.

El recubrimiento del gasoducto es epóxico, sólo las uniones son con cinta. Para la protección mecánica se aplicará un sistema de cintas de polietileno marca **POLIKEN**, consistente en la aplicación de un primer 1027 por medios manuales con brocha de pelo, a razón de 0.300 lts. Por metro, para iniciar la aplicación de la cinta poliken el recubrimiento debe estar seco, pegajoso al toque, enseguida, se aplicará manualmente ó con equipo una cinta de polietileno de alta densidad anticorrosiva 980-15 color negro de 6" de ancho embobinada con un traslape del 50%, como protección final, se aplicará una cinta de polietileno de mediana densidad 955-15 de 6" de ancho color blanca usando los mismos métodos y traslape de la anterior. Ambas con un espesor de 15 mils. cada una, resultando un espesor final de 30 mils., la vuelta final de cinta debe aplicarse a mano sin tensión. El ángulo espiral de aplicación debe ser uniforme, sin giros ó torsión. La vuelta de esta envoltura exterior nunca debe ser aplicada directamente sobre el tope de la vuelta interna.

Tabla 85 Diámetros recomendados para chaquetas en gasoductos

MATERIAL	CANTIDAD DE MATERIAL
No. de rollos de cinta POLIKEN 980 - 15 requeridos por cada kilómetro (122 rollos / km, traslape de 50%, tubería de 6”).	30 rollos
No. de litros de primer 1027 requeridos por cada kilómetro:	25 galones

La inspección de la operación de recubrimiento será visual, más 100% de paso del detector de superficies defectuosas (**Prueba Holiday**). La velocidad a la que viaje el electrodo detector en la línea no debe exceder de un pie por segundo (30 cm/seg.),

ni deberá permitirse que el electrodo permanezca detenido mientras el detector eléctrico esté encendido.

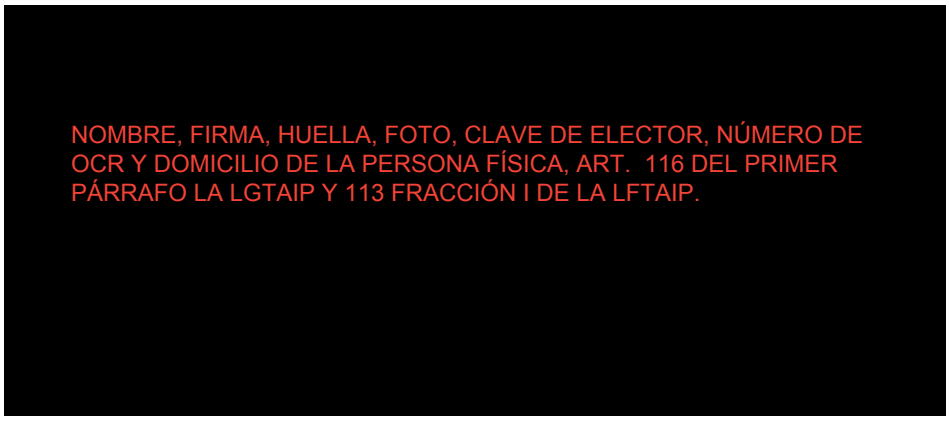


Figura 62 Ilustración de una prueba Holiday

A continuación, se prepara el fondo de la zanja para tener un apoyo continuo de la tubería y tratar de evitar daños en la misma. A veces el trazado del gasoducto discurre por terrenos pedregosos que pueden dañar la tubería durante su colocación, por lo que es necesario preparar previamente el fondo de la zanja, mediante la colocación de un colchón de arena o de tierra aportada de otras zonas, para que no se dañe la tubería

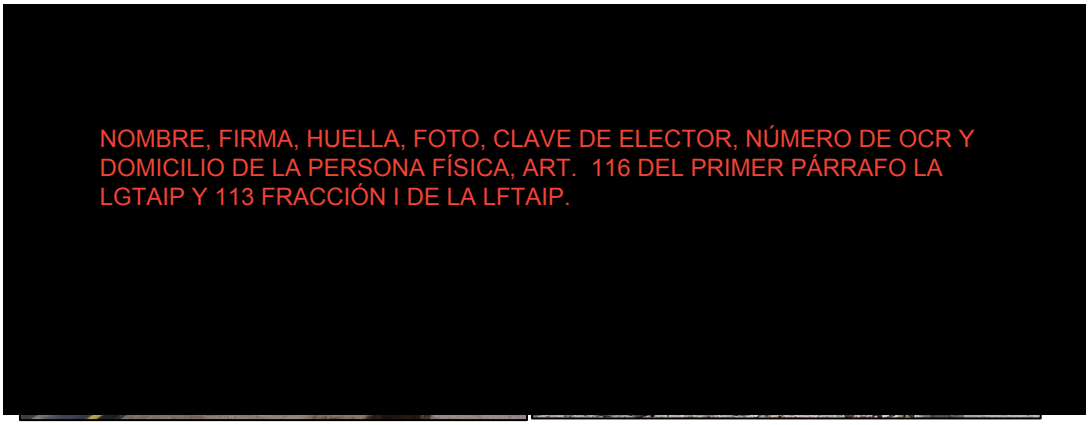


Figura 63 Fotografía ilustrativa Preparación del fondo de Zanja y colocación de cama de arena

Después de que la tubería se haya soldado, se descenderá o colocará en su lugar con suficiente holgura para evitar compresiones en la línea en caso de que hubiera asentamientos.

Figura 64 Bajado de tubería

El relleno de la zanja se hará de acuerdo con el bajado de la tubería, y deberá hacerse en cuanto sea práctico después del descenso del ducto a fin de anclar la tubería al piso y no exponer el recubrimiento a temperaturas excesivas o inclemencias del tiempo.

El relleno deberá estar libre de desechos tales como rocas grandes, árboles y vegetación, varillas de soldadura, metal de desecho, latas, rieles o cualquier otro objeto que pudiera causar que el recubrimiento del tubo se dañe o que origine una compactación inadecuada. Se acolchonará la tubería con material suave (arena)

hasta 8" por arriba del lomo del ducto. Posteriormente se rellenará con material de banco (tepetate) en capas de 20 cm. hasta su nivel inferior de carpeta asfáltica existente, en el caso de zonas urbanas.

La operación de relleno comprende la reposición del suelo excavado en la zanja (o el material seleccionado), sobre la tubería. En esta tarea se conjuntan una serie de pasos como, por ejemplo:

- Compactación del material
- Reposición de la carpeta asfáltica

El relleno deberá ser compactado sólo en terrenos que originalmente estaban compactados

Durante las actividades de preparación del sitio y construcción se realizará el riego de las zonas de trabajo por medio de pipas (cuando sea necesario), con la finalidad de reducir la generación de polvos, para evitar molestias a la población.

Figura 65 Relleno de zanja

Pruebas y limpieza de ductos

Después de que se haya descendido una sección de tubería, que se haya realizado el relleno de la zanja se debe correr un émbolo de polietileno (diablo de limpieza o polypig), impulsado por aire comprimido a través de la sección para limpiar la línea y verificar si hay obstrucciones tales como escorias o rebabas de la soldadura, basura o animales muertos. El diablo debe tener un diámetro igual al 95% del

diámetro interior de la parte con pared más gruesa, y se deben hacer correr hasta que la línea sea considerada totalmente despejada.

Figura 66 Diábolos de limpieza

A la **tubería de** para distribución de hidrocarburos gaseosos, se le probará hidrostáticamente antes de entrar en operación. Esta prueba consiste en presurizar la tubería en tramos, llenándolos de agua a una presión como mínimo 1.5 veces superior (para Clase 3) a la que tendrá que soportar cuando empiece a circular el gas, para verificar su resistencia y comprobar que no existe ninguna fuga.

El agua para utilizar deberá ser neutra y libre de partículas en suspensión que no pasen por una malla de 100 hilos por pulgada.

Debido a que el gasoducto fue diseñado para una **clase de localización 3**, el ducto deberá ser probado hidrostáticamente a 1,500 psig durante 24 horas para la tubería de acero.

Por tratarse de tubería nueva que nunca ha estado en contacto con ningún tipo de producto químico, **el agua que ha sido utilizada en la prueba hidrostática no requiere de ningún tipo de tratamiento**, por lo que es práctica común a nivel internacional el darle la disposición que se desee (disponerla en cuerpos de agua, utilizarla para riego, etc.), ya que no se modificaron sus características fisicoquímicas originales durante la Prueba, con la finalidad de constatar dicha situación y antes de realizar su disposición se realizarán los análisis de acuerdo a la NOM 001 SEMARNAT 1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales Otro aspecto a tener en cuenta es la carga y descarga del agua en la tubería durante la prueba cuando es tomada y devuelta. En ese caso se deberá controlar la erosión ante la fuerza de descarga para lo cual deben diseñarse amortiguadores de energía del fluido y tener en cuenta que el máximo caudal que puede ser extraído del curso de agua es el 10 % del mismo, etc.

Para la prueba de fugas del tanque odorizador, se utilizará nitrógeno a una presión de 150 PSI. Se verifica la existencia de fugas en toda la estación de medición y regulación Protección contra la Corrosión.

La tubería de acero que conduce gas natural está expuesta a los efectos de la corrosión externa (destrucción del metal por la acción electroquímica de ciertas sustancias) como consecuencia del proceso electroquímico que ocasiona el flujo de iones del metal de la tubería al electrolito que la rodea. Para reducir este efecto, es necesario ejercer un control de los factores que influyen en el proceso de corrosión, donde la adecuada selección del material de la tubería y la aplicación de los recubrimientos son los primeros medios utilizados para evitar dicho daño. La función del recubrimiento es aislar la superficie metálica de la tubería de los agentes agresivos que estén presentes en el medio que la rodea.

La protección que se instalará para evitar la corrosión de las tuberías y de la estación de medición y regulación será de dos tipos: mecánica y catódica.

Para el control de corrosión externa, la tubería cuenta con un recubrimiento epóxico, cumpliendo con las especificaciones de la Asociación Nacional de Aplicadores de Recubrimientos de Tubería (National Associated of Pipe Coating Applicators, NAPCA) y será realizado en planta del fabricante, sólo se cubrirán en el sitio los accesorios y las soldaduras de campo.

Toda la tubería de acero requiere protección contra la corrosión, por lo que requiere protección mecánica y protección catódica. En el caso de la tubería aérea de la Estación de medición y regulación se protegerá con un primario y acabado adecuados para el ambiente de la zona. La caseta es prefabricada y serán pintada en la planta del fabricante.

La protección que se instalará para evitar la corrosión de las tuberías expuestas en el área de la estación de medición y regulación será mecánica

El sistema de distribución está conformado por solo tubería de polietileno, por lo que no requiere de protección catódica. Sin embargo, se instala un ánodo de sacrificio y una toma de potencial en la garza de entrada a la caseta de cada usuario para proteger y monitorear el segmento de tubería de acero que queda enterrado. La caseta queda aislada por medio de juntas Micarta.

Para el caso de la construcción de las ERM se tienen las siguientes actividades:

- Limpieza del terreno
- Trazo de obra
- Acarreos
- Cimentación
- Excavaciones (para llegada del ducto y cimentación)
- Compactación
- Albañilería
- Colado de base de concreto
- Colocación de grava
- Instalación de Estructura metálica
- Aplicación de pintura y acabados
- Instalación y pruebas de Reguladores

- El cliente conecta su red con la estación de usuario.
- Aterrizajes

II.2.4.3. Señalización

Durante los trabajos de construcción, se utilizarán diferentes tipos de señalizaciones, con el propósito de salvaguardar la integridad física de los trabajadores, la población y vehículos que transiten en **las zonas de construcción**

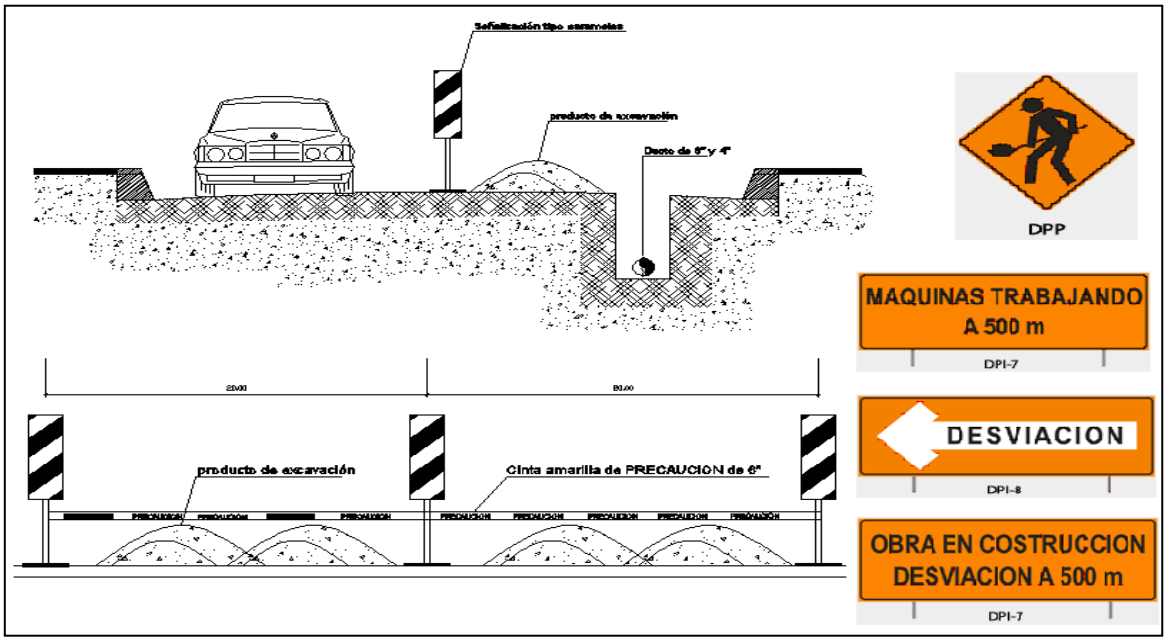


Figura 67 Figura ilustrativa de señalizaciones en el área de construcción

Conforme a la **NOM-003-ASEA-2016**, se contempla la colocación de señalamientos de advertencia en el campo y avisos de tipo informativo, restrictivo y preventivo durante todas las etapas del proyecto, con el fin de garantizar que el equipo e infraestructura en general y personal que transite no sea dañado debido a carencias de información. Los avisos deben indicar el nombre del regulado y los números telefónicos de contacto para caso de emergencias. El regulado debe acordonar el área para prevenir al público en general sobre riesgos de accidentes.

Figura 68 Fotografía ilustrativa de señalizaciones

Los avisos incluyen la colocación de postes, mediante los cuales se informa al público de la existencia de la tubería y de las acciones que deben evitarse, además del teléfono de emergencia de la compañía, para que den aviso en el caso de presentarse una situación que ponga en peligro la integridad de las personas y de sus bienes.

Los **señalamientos de ubicación de la tubería de distribución** serán instalados antes y después de cada cruzamiento, en otros puntos designados por la empresa, y sobre el eje del ducto a lo largo de su trayectoria señalando la **franja de desarrollo**, cada 500 metros de acuerdo con la **NOM-003-ASEA-2016** o donde haya puntos de inflexión que ayuden a visualizar la trayectoria de la tubería.

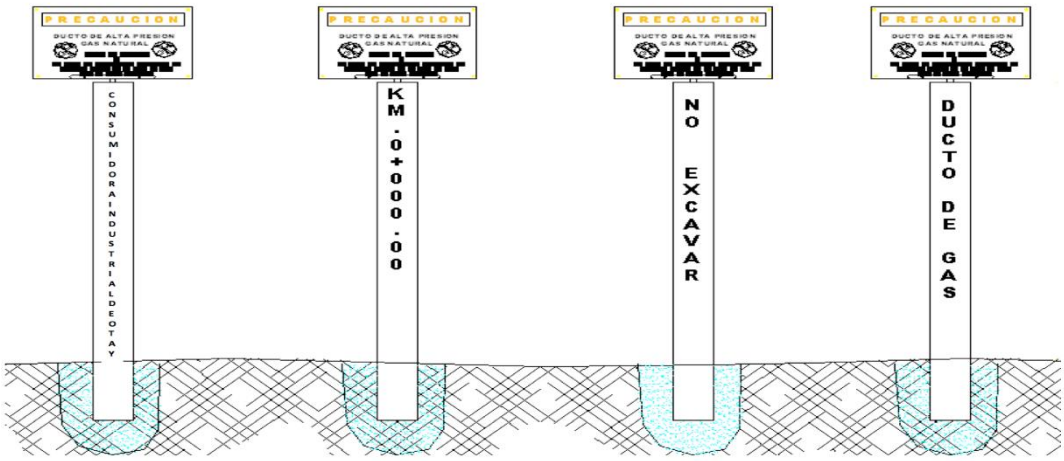


Figura 69 Esquema de las 4 caras de un poste de señalización tipo, de concreto armado

Se deben instalar las señales necesarias para localizar e identificar la tubería de distribución, así como indicar la distancia del marcador a la tubería y donde se requiera, delimitar la **franja de desarrollo** y reducir consecuentemente la posibilidad de daño o interferencia.

El tamaño y características del letrero del señalamiento, cumplirá con lo especificado en la **NOM-003-ASEA-2016** párrafo 6.1.

Se contará con señalamientos adecuados de acuerdo con la **NOM-003-ASEA-2016**, donde se indique claramente que se trata de una tubería de gas a alta presión, e incluirán un número de atención de emergencias que operará 24 horas.

Los anuncios o señalamientos contarán con postes de concretos permanentes de aproximadamente 2 metros de altura, enterrados a 40 cm por lo que la altura

efectiva es de 1.60 metros, localizados sobre el eje del trazo de la red, así como a ambos lados del derecho de vía en el cruce de las avenidas principales. La separación entre uno y otro es de 100 a 200 metros, de acuerdo cómo se considere necesario, ya que no se tiene definida una distancia estándar.

Las dimensiones que empleamos para los señalamientos son de 14" x 10" (35.5 x 25 cm.), y las letras tienen un tamaño definido de 25.4 mm de alto x 6 mm de ancho, para "Tubería de Alta Presión", "Gas Natural". El color empleado es fondo amarillo y letras negras.

Los señalamientos serán de lámina galvanizada calibre 18, impresos en ambos lados con rotulación amarilla de alta resistencia y pictogramas y textos en color negro indeleble, utilizando letra de molde y ocupando un mínimo de proporción de 60 a 70% del área asignada. El color contrastante y el color de seguridad cumplen con lo establecido en la **NOM-STPS-026-2008.**

Figura 70 Fotografía ilustrativa de colocación de poste de señalización tipo, de concreto armado.

Los avisos que se coloquen se inspeccionarán periódicamente y se les dará mantenimiento con el fin de garantizar su permanente legibilidad y visibilidad. Las señalizaciones se colocarán en forma permanente y deberán reemplazarse cada vez que éstas sufran deterioro o ya no sean visibles.

Figura 71 Diagrama de señalización tipo

Textualmente, los señalamientos contarán con la siguiente leyenda:

Figura 72 Diagrama tipo de señalización

Cabe aclarar que se cuenta con un teléfono de emergencia que opera las 24 horas del día y que permite localizar al personal de nuestra empresa en cualquier momento. Este servicio de operadora es proporcionado por la empresa **OFINTEL, S.A. de C.V.**, a través de un número **01-800** para reportar emergencias las 24 horas, los 365 días del año.

Conforme a la **NOM-003-ASEA-2016** se colocarán en lugares visibles de la EMR de interconexión señalamientos informativos y restrictivos como:

- Gas que se manejará
- Nombre del regulado
- Número telefónico de emergencia
- Señalamiento de **Precaución material inflamable**
- Prohibido generar llama abierta e introducir objetos incandescentes
- Prohibido utilizar teléfonos celulares
- No excavar y prohibido el paso

Igualmente, en el área de la válvula de entrega se colocará un señalamiento de prohibido el paso (frente al acceso) y (1) un de extintor, sobre el sitio donde se encuentre este aditamento de seguridad.
Se instalará cinta metálica de PRECAUCION 40 cm. arriba del lomo de la tubería, esta cinta magnética permite ubicar el ducto.

Se instalarán letreros durante la etapa de construcción y operación según aplique al listado de abajo:

- Al inicio y termino del ducto
- Antes y después del cruce de la calle o vialidades, siempre sobre la banqueta
- Cada 500 metros en zona libre y
- Cada 100 metros en zona urbana
- En cambios de dirección mayores a 30 grados

Tachuelas según aplique:

- Donde el uso de letreros no sea posible
- Sobre el eje del ducto cada 50 metros

II.2.4.1. Seguridad

Extintor tipo PQS

De igual forma, se instalará un extintor tipo PQS, cerca del acceso, éste debe conservarse dentro del gabinete de plástico, diseñado específicamente para tal fin, de color rojo.

Figura 73 Ejemplo de colocación de extintor y señalamientos de seguridad

El alcance de construcción y de responsabilidad de la empresa **Gas Natural Santa Rosa**, termina en la válvula de entrega. Generalmente, la conexión desde la brida de interconexión del sistema de gas interno hasta los equipos de combustión de usuario es realizada por otra empresa de servicios, que se encarga también de modificar o ajustar los quemadores de las calderas y que deberá apegarse a la norma mexicana de redes internas **NOM-002-SECRE-2010**.

Figura 74 Ejemplo de brida donde termina la construcción responsabilidad de Gas Natural Santa Rosa

II.2.4.2. Personal y maquinaria requerida

El personal que se requiera será contratado de los núcleos poblacionales aledaños y se trasladará por cuenta propia o por cuenta de los contratistas.

Las jornadas de trabajo contempladas corresponden a jornadas normales de 40 h. semanales diurnos, posiblemente modificadas por imprevistos y por las necesidades de programación.

Tabla 86 Personal requerido para la construcción del proyecto

PERSONAL	CANTIDAD
PERSONAL PARA LA INSTALACIÓN DEL DUCTO	
Súper intendente de construcción	1
Radiólogo	1
Topógrafo	1
Ayudante de topógrafo	1
Peones	4
Soldadores	1
Ayudantes	1
Maestro de obra	1
Ayudante de obra	2
Choferes	1
Residentes	1
Supervisor de obra	1
OFICINAS	
Contador	1
Ingeniero de compras	1
Almacenista	1
TOTAL	19

Fuente: Promovente

II.2.4.1. Maquinaria y herramienta requerida

La maquinaria y equipo que se empleará durante la construcción de cada una de las fases es la siguiente:

Tabla 87 . Maquinaria y Equipo que se utilizará en la etapa de preparación del sitio y construcción

EQUIPO	CANTIDAD
TOPOGRÁFICO	2
FOTOGRÁFICO	1
RADIOGRAFÍA	2
SOLDADURA ELÉCTRICA	2
ELECTRO FUSIÓN	1
CORTE OXIACETILENO	1
DATTALOGER	1
CORTADORAS	0
RETROEXCAVADORAS	1
LOTE DE HERRAMIENTAS	1
REGISTRADOR PRUEBAS DE HERMETICIDAD	1
DETECTOR DE FALLAS DE RECUBRIMIENTO	1
MAQUINARIA DE HOT TAP	1
CAMIÓN DE VOLTEO	1
BULLDOZER	N/A
TRASCABO	1
PIPA PARA AGUA	1

Fuente: Promovente

Tabla 88 Maquinaria y Equipo que se empleará

MAQUINARIA Y EQUIPO PESADO	CANTIDAD	HORARIO DE OPERACIÓN (INICIO A TÉRMINO EN HORAS)
Generador de energía eléctrica	1	Puede operar 8 hrs Solo se utiliza 2 hrs diarias
Pipa de agua	5	Solo para realizar riego 1hr
Retroexcavadora	1	8 hrs diarias se usará por 2 semanas

MAQUINARIA Y EQUIPO PESADO	CANTIDAD	HORARIO DE OPERACIÓN (INICIO A TÉRMINO EN HORAS)
Camión de volteo	2	8 hrs diarias se usará por 1 semanas
Grúa Hab	1	8 hrs diarias se usará por 2 semanas
Máquina de soldar	1	8 hrs diarias se usará por 4 semanas
Equipo de corte	1	2 hrs diarias por 4 semanas
Bailarinas	1	4 hrs diarias por 2 semanas

Fuente: Promvoente

Tabla 89 Herramientas de la construcción

HERRAMIENTA Y EQUIPO	CANTIDAD
Botes de 20 L	4
Tambos de 200 L	5
Carretillas	0
Picos	2
Palas	3
Marros y macetas	2
Cucharas de albañilería	2

Fuente: Promovente

En la etapa de preparación del sitio, se utilizarán primeramente las herramientas manuales más necesarias para la limpieza de algunas áreas de terreno, como machetes, rastrillos, carretillas, picos, palas, etc. Posteriormente se utilizará la maquinaria y equipo especializado para llevar a cabo el acondicionamiento.

Adicionalmente a lo ya mencionado durante la construcción se requerirá de agua potable para consumo humano se adquiere normalmente de proveedores de agua de la zona o en casas comerciales, quienes la suministran en garrafones de agua purificada de 20 litros, los cuales se encontrarán a disposición del personal en campo. Se estima un consumo máximo de 8 garrafones de 20 litros de capacidad por mes, tomando en cuenta que la mayoría del personal prefiere consumir refrescos embotellados.

En la etapa de construcción se requerirá de energía eléctrica, para realizar trabajos de soldaduras y utilizar herramientas eléctricas, que se obtiene de plantas generadoras portátiles de combustión interna que trabajan con gasolina.

Figura 75 Fotografía ilustrativa de plantas generadoras de energía

De la misma manera se requerirá **diésel** para la maquinaria a utilizar, además de **gasolina** y aditivos para los vehículos de transporte de tubería y de supervisión de la obra; los combustibles serán adquiridos en las estaciones de servicio de la zona, evitando su almacenamiento en el sitio del proyecto.

II.2.4.1. Caminos de acceso requeridos

No se requieren la construcción de caminos de acceso, ya que el proyecto se encuentra en un área totalmente urbanizada.

II.2.4.2. Limpieza del terreno

La tarea de limpieza normalmente es la etapa final del proceso de construcción. En este paso, se deben retirar todos los elementos sobrantes en la servidumbre de tendido de tuberías (escombros, deshechos metálicos, estructuras auxiliares, etc.).

Otro punto en el que se debe prestar mayor atención es en el retiro de los restos de combustibles, lubricantes, pintura y todo tipo de producto químico, que hubiera quedado como sobrante en la zona.

Una vez instalada y probada la tubería, vuelven a entrar en acción las máquinas excavadoras, pero esta vez para devolver al terreno su aspecto original.

II.2.4.3. Obras de carácter temporal o apoyo

Derivado de que el proyecto se encuentra en una instalación en operación, las medidas que se deben de considerar para la preparación del sitio deben de enfocarse, sobre todo, en aspectos de seguridad y salud de los usuarios actuales del sistema.

El proyecto autorizado y en operación no requiere de ningún tipo de instalación o campamento temporal, ya que el Parque Industrial Querétaro cuenta con vías de acceso e instalaciones necesarias para ello.

Ahora bien, para la construcción de las fases I, II y III del proyecto requerirán de un pequeño campamento temporal que permita brindar servicios de apoyo, logística y gerencia durante la construcción de todas sus fases. Este campamento temporal se instalará en un espacio designado por el Parque Industrial Querétaro que cuente con todas las autorizaciones necesarias para ello y contará con sanitarios portátiles tipo Sanirent, bodegas temporales para almacenamiento de material y equipo; así como un camper para el trabajo de escritorio del personal correspondiente.

El área de almacenamiento de tubería, maquinaria y equipo será en un área de aproximadamente 600 m^2, donde se instalará una caseta prefabricada para guardar el material y equipo y una caseta provisional para el velador. Durante su almacenamiento temporal la tubería de se colocará sobre polines de madera, y se colocan tapones en los extremos de la tubería para evitar la entrada de basura y de fauna local. No se requieren servicios de apoyo.

El sitio donde se resguardarán diversos materiales y equipos se encuentra dentro del parque industrial Querétaro y contará con estrictas reglas de higiene y seguridad. Derivado de que el Parque Industrial Querétaro se encuentra aledaño a núcleos poblacionales, no será necesario instalar campamentos o dormitorios provisionales.

II.2.5.Operación y mantenimiento

II.2.5.1. Operación

El objetivo principal del proyecto es la operación es la distribución de gas natural a los actuales usuarios del Parque Industrial Querétaro, además de la incorporación de DAEYEONG como usuario y la instalación de nuevos ductos para futuros usuarios.

Tabla 90 Actuales usuarios del sistema

SOCIEDAD	DOMICILIO
Rehring Pacific Company, S.A. de C.V.	Av. La Noria #103
Nucitec S.A. de C.V.	Av. Jurica #116
Martinrea Honsel México, S.A. de C.V.	Av. La Montaña #101
Kostal Mexicana, S.A. de C.V.	Av. El Marqués #50
Thermotech S.A. de C.V.	Av. La Montaña 121
Eaton Controls S. de R.L. de C.V.	Av. Balvanera #61
Mann Hummel México S.A. de C.V.	Vialidad el Pueblito #104
Embalajes de Winpak, S.A. de C.V.	Av. Jalpan de Serra s/n Lote 17
Hanmac, S.A. de C.V	Privada la Noria #232
Automotive Carrier and Protection Systems México, S.A. de C.V. (ACPS)	Av. del Marques lote 6 y 7 Manzana 15
DAEYEONG S de RL de CV	

Fuente: Promovente

En operación normal, el ducto operará en forma automática, por lo que solamente se requiere de un supervisor especialista para recorrer el ducto de acero al carbón continuamente, verificando las lecturas de los equipos de medición. No obstante, un equipo integrado por un supervisor y un ayudante son responsables de la operación del sistema las 24 horas del día. Por lo que se contará con supervisor, y que servirá como contacto local para Gas Natural Santa Rosa.

Además de las medidas y equipos de seguridad con que se contará, el gas a ser transportado el cual es inodoro se encontrará odorizado desde el punto de interconexión, con el propósito de detectar cualquier tipo de fuga que se pudiera llegar a presentar a lo largo del trazo de la tubería. La odorización del gas a ser transportado se realizará en la Estación de Medición y Regulación de Interconexión.

En lo que se refiere al monitoreo de las condiciones, esta puede llevarse a cabo desde las oficinas centrales de Gas Natural Santa Rosa, a partir de las lecturas generadas por el computador de flujo conectado al medidor.

El gasoducto de CENAGAS opera actualmente a una presión de 4,826.24 Kpa (56 Kg/cm2, 796 psig) y tiene una Presión Máxima Permisible de Operación de 6,895 Kpa (69.3 Kg/cm2, 985 psig).

El gas fluirá a través del ducto en el Municipio de Santa Rosa Jáuregui en el Estado de Querétaro, a partir del punto de interconexión el gas natural fluirá con una presión de operación de 796 psig hasta llegar a Estación de Medición y Regulación de Interconexión en donde se regulará la presión requerida por el usuario.

II.2.5.2. Mantenimiento

El mantenimiento del ducto de acero al carbón y de la infraestructura a instalar en el punto de interconexión y en el predio del usuario será realizado de acuerdo a los códigos ASME B.31.8. Considerando lo establecido en la **NOM-003-ASEA-2016**. Cada segmento del sistema de tubería que se vuelva inseguro será reemplazado, reparado o retirado de servicio. Las fugas deberán ser reparadas de inmediato, o bien reemplazar el segmento dañado.

Se verificará periódicamente cada componente de la infraestructura instalada en el área de la **EMR de Interconexión,** remplazando o reparando los equipos cuando sea necesario. Las pequeñas fugas que lleguen a detectarse en las bridas serán marcadas para ser reparadas a la brevedad.

Se contará con un operador que será el responsable de vigilar el buen funcionamiento de la instalación.

El ducto de acero al carbón de tipo API 5L X 42 de 6" (15.24 cm) de diámetro nominal, de tipo Acero al carbón A106/A53 Gr.B de 2" (5.08 cm) de diámetro nominal, de tipo Polietileno PE-4710 de 10" (25.4 cm) de diámetro nominal, de 8" (20.32) de diámetro nominal, de 6" (15.24 cm) de diámetro nominal, de 4" (10.16 cm) de diámetro nominal y de 3" (7.62 cm) de diámetro nominal será inspeccionado periódicamente. Se deberá cumplir con los siguientes requerimientos adicionales:

Vigilancia e Inspección

El fin de los trabajos de inspección, es el de comprobar que se mantienen las condiciones originales del proyecto y de las instalaciones. Para ello se efectuarán recorridos de inspección en forma periódica, elaborando los reportes correspondientes.

1. Se contará con un programa de inspección visual de las instalaciones, el cual involucra verificar los sistemas y dispositivos de seguridad de la instalación eléctrica y conexiones, posible manipulación peligrosa, vandalismo o evidencia de daños en las instalaciones, y acciones de terceros sobre las tuberías.
2. Se realizará la vigilancia del derecho de vía con los siguientes fines: Buscando indicios de posibles fugas en las tuberías (cambios de coloración en el suelo o detección de vegetación muerta), condiciones inseguras del ducto, actividades de construcción, excavaciones, detectar la realización de actividades en sus inmediaciones que pudieran dañar la tubería e identificar de manera oportuna la invasión de la franja de afectación.
3. Se realizará una inspección que coincida con la vigilancia de la tubería y/o inspecciones de fuga para asegurarse de que existen marcadores (señalamientos) adecuados, visibles y en buen estado a lo largo de la **Franja de Desarrollo** de la tubería.

4. Se vigilará los posibles casos de cambios en la Clase de Localización.

Para garantizar el buen funcionamiento del equipo e instalaciones, durante la operación del sistema se contempla realizar las siguientes acciones:

1. Seguir las instrucciones del Manual de Operación y Mantenimiento de la empresa, además de las recomendaciones del fabricante del equipo e instalaciones en general.
2. Se realizará periódicamente la verificación del apriete en conexiones, para evitar fugas de gas.
3. Se dará mantenimiento a válvulas, reguladores y equipo en general, llevando un registro de las fallas detectadas señalando su localización, causas y tipo de reparación efectuada. Las **válvulas** de una tubería de distribución que se puedan requerir durante una emergencia se deben inspeccionar y checar su viabilidad operativa una vez cada año calendario, como mínimo.
4. Se realizarán trabajos de limpieza en la Estación de Medición y Regulación de interconexión y las EMR de usuarios de tal manera que el acceso a las instalaciones siempre esté en óptimas condiciones.
5. Se efectuará el mantenimiento de las obras de drenaje, con el fin de evitar la erosión o posibles deslaves que pudieran dañar las instalaciones.
6. Se mantendrá en óptimas condiciones la protección anticorrosiva de las instalaciones superficiales, corrigiendo cualquier daño mediante el uso de pintura anticorrosiva.
7. Anualmente deberá realizarse un examen de los requerimientos de capacidad de cada sistema o segmento de sistema para asegurarse de que se cumple con el criterio de seguridad establecido.

Reparación

En este caso se contemplan métodos de reparación específicos para cada caso, en los cuales se indican las precauciones que deben tomarse en cuenta, las prohibiciones al realizar un tipo de reparación en particular, las pruebas que deben realizarse antes de proceder a la reparación con el fin de evitar posibles accidentes,

las inspecciones a realizar después de la reparación y los estándares para aceptar la reparación. Para garantizar esto se tiene considerado lo siguiente:

1. Efectuar las reparaciones según el procedimiento aprobado, empleando exclusivamente personal calificado para ese tipo de trabajo.
2. En el caso de los soldadores, deberán contar con pruebas de calificación por lo menos dos veces al año, para garantizar que realizan su trabajo de manera adecuada.
3. En todos los casos se seguirán las técnicas de reparación establecidas y aprobadas por la empresa.
4. Se apegará a los procedimientos de reparación marcados en las normas internacionales.
5. Se informará al público con toda oportunidad si se detecta una fuga o daño en las instalaciones que pudieran poner en peligro su salud.

Con el fin de permitir la correcta operación del sistema de conducción de gas, se establecerán planes y programas que cubrirán los aspectos de operación, inspección, mantenimiento y reparación de las instalaciones. A continuación, se detalla cada uno de éstos.

Inspecciones

El operador del sistema estará familiarizado con los procedimientos y realizará inspecciones visuales de rutina en la tubería al menos **tres veces por semana** de acuerdo con los procedimientos operativos de **GAS NATURAL SANTA ROSA** para detectar labores de construcción u otros factores que pudieran poner en riesgo la integridad del ducto. Se deberá comprobar la medición de flujo y la presión de ajuste de los reguladores.

Asimismo, deberá checar el estado físico de la tubería de acero al carbón, y revisar el equipo de la EMR de interconexión.

Inspección de fugas

Las inspecciones de fugas serán realizadas **dos veces al año** en todo el sistema o bien cuando existan eventos que impliquen movimientos del terreno, que pudieran afectar la integridad del ducto.

Cualquier indicación de fuga, ya sea por pérdida de vegetación u olor a odorante, deberá ser inmediatamente confirmada por medio de una inspección con un detector de fugas de gas.

Los señalamientos del ducto a construir serán inspeccionados durante la vigilancia, reemplazándolo en caso de que haya resultado dañado.

Vigilancia en el ducto

La **Franja de Desarrollo** de la tubería deberá ser inspeccionada y patrullada al menos **mensualmente** para la detección de fugas y de cualquier actividad cercana al sistema que pudiera crear una operación insegura, tomando las medidas necesarias en cada caso.

El **programa de patrullaje** se lleva a cabo para buscar indicios de fugas, condiciones inseguras del ducto de distribución, actividades de construcción, excavaciones, tomas clandestinas del producto, perforaciones en la tubería y cualquier otro factor que pueda afectar la seguridad y operación del sistema.

Las inspecciones del ducto incluyen recorridos en vehículo terrestre y/o a pie a lo largo de la **Franja de Desarrollo** para detectar evidencia de:

1. Daños a los marcadores (señalamientos) de la tubería.
2. Excavaciones realizadas por terceros que pudieran dañar el ducto.
3. Control de la maleza en el área de la válvula de entrega
4. Cambios en la Clase de Localización
5. Cambios sustanciales en los requerimientos de protección catódica.

Cualquier indicación de fuga, ya sea por pérdida de vegetación u olor a odorante, deberá ser inmediatamente confirmada por medio de una inspección con un detector de fugas de gas.

La vigilancia se debe realizar mediante:

a) Inspección visual de las instalaciones, con relación a:

- Modificación en la densidad de población y cambio de clase de localización;
- Efecto de la exposición a la intemperie o movimiento de las tuberías;
- Cambios en la topografía que pudieran afectar a las instalaciones;
- Posible manipulación peligrosa, vandalismo o daños o evidencia de tales situaciones;
- Acciones de terceros sobre las tuberías, y
- Posible filtración de gas natural a edificios desde los registros y fosas a través de entradas de aire.

b) Revisión y análisis periódicos de documentación que incluyan:

- Inspección de fugas;
- Inspección de válvulas;
- Inspección de equipos de regulación, alivio y limitación de presión;
- Inspección de control de corrosión, e
- Investigación de fallas de las instalaciones en general.

Los señalamientos de la tubería serán inspeccionados durante la vigilancia; cualquier señalamiento dañado, gastado o perdido debe ser reemplazado durante la siguiente inspección **mensual** o antes si es posible.

Control de la Vegetación

En el caso de la EMR de interconexión, para el control de vegetación se instaló una capa de polietileno negro en el piso y se cubrió con una cama de grava de aproximadamente 15 cm

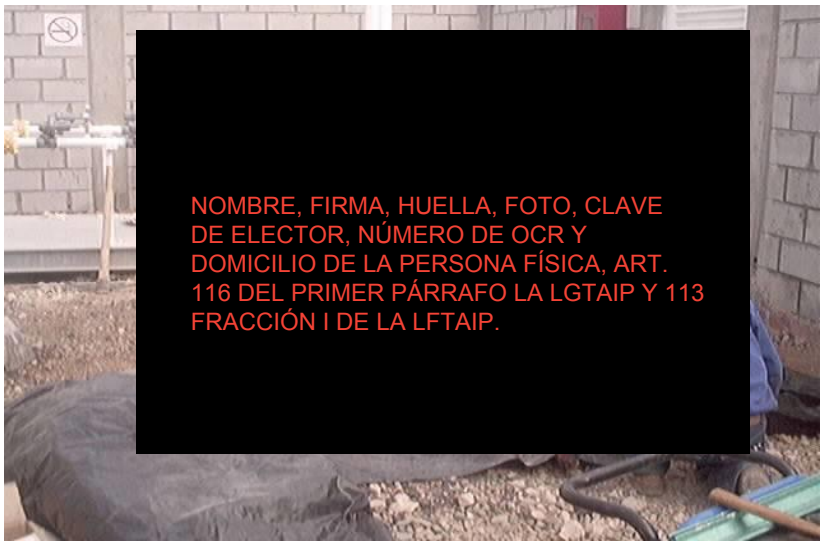


Figura 76 Control de vegetación dentro de la EMR

Las porciones expuestas de tubería deberán ser inspeccionadas para analizar el deterioro del recubrimiento y/o la corrosión externa de la válvula de entrega.
Cualquier actividad de excavación hecha por terceros en la vecindad del ducto deberá ser notificada de inmediato, informando a los responsables de la excavación la ubicación del ducto y los riesgos de ruptura de tuberías.

Inspección de válvulas

Son inspeccionadas las **válvulas de bloqueo** al menos **cada año** para comprobar su accesibilidad y asegurar su adecuado funcionamiento. De preferencia, la inspección de válvulas será realizada en forma simultánea con la inspección de fugas.
Las **válvulas reguladoras de presión** son inspeccionadas **cada trimestre** y reciben un mantenimiento preventivo mayor **anualmente**. La inspección de regulador incluye el monitoreo de estabilidad de presión ajustando el punto de regulación 10% arriba y 10% abajo de la presión de diseño y restableciendo el punto de ajuste de diseño original. Todos los componentes desgastados y dañados son sustituidos.
Las **válvulas de corte** en tubería de la válvula de desfogue deberán ser inspeccionadas para asegurarse de que cierran correctamente.

Todas las inspecciones de válvulas deberán asegurar la instalación y protección adecuada contra polvo, líquidos o condiciones que puedan afectar en forma adversa la operación.

Reparaciones

Cualquier parte dañada o deteriorada de la tubería utilizada deberá ser reparada tan pronto como sea posible. Asimismo, todas las fugas deberán ser reparadas conforme lo requiera su clasificación. No todas las fugas se reparan de inmediato, depende de su clasificación, es la prioridad para atenderla.
Si ocurre algún tipo de daño, además de fuga, en alguna parte de la tubería, la presión deberá ser reducida hasta un nivel seguro hasta que pueda programarse la reparación necesaria. Si la presión no puede reducirse, entonces la parte dañada deberá ser reparada inmediatamente.

Las reparaciones deberán hacerse retirando la parte dañada y reemplazándola con una tubería de resistencia similar o mayor.
En todo momento, el personal que realice los trabajos de reparación y de supervisión deberá tener conocimientos de los riesgos a que puede estar expuesto**.**

Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas y Dispositivos de Control

La confiabilidad del sistema depende en gran medida de la existencia de programas de mantenimiento bien planificados y ejecutados. Los sistemas de control tanto electrónico como de telemetría de la Estación de Medición y Regulación de interconexión, utilizan equipos de la más alta tecnología, y por lo tanto requieren relativamente poco mantenimiento.

Sistema SCADA. - El sistema de distribución cuenta, en la caseta de medición y regulación de la interconexión, con un sistema supervisorio de control y adquisición de datos (SCADA) para control y monitoreo del sistema de transporte de gas natural en tiempo real, los 365 días de año, las 24 horas del día.

El Sistema SCADA contribuye a la seguridad del sistema de distribución, lo cual permite monitorear las condiciones de operación básicas (presión, flujo y temperatura) en forma remota.

En el caso de la estación de medición y regulación del sistema de distribución del proyecto, se tiene un sistema SCADA tipo satelital, para monitorear las condiciones operativas en tiempo real, y en caso de que ocurra una condición anormal, se emitirán alarmas en la central del distribuidor (GNSR). Esto permitirá que el operador de la central, emita las alarmas correspondientes a los operadores y se puedan tener tiempos de respuesta más cortos ante cualquier imprevisto.

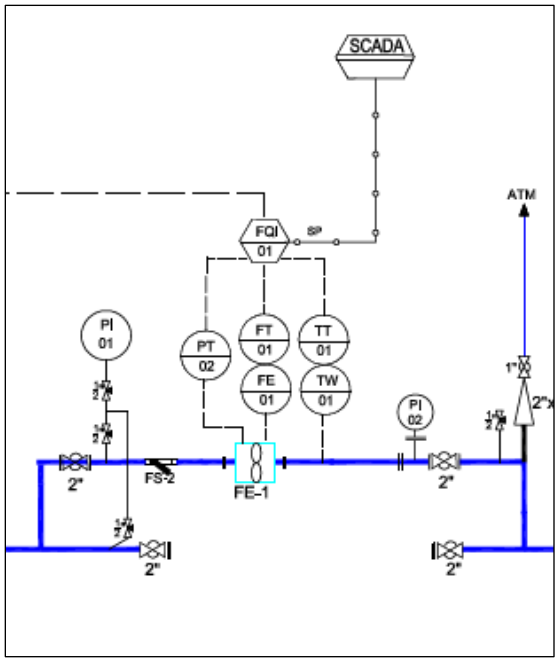


Figura 77 Diagrama sistema SCADA

La información es enviada en tiempo real al centro de operaciones del distribuidor, el cual puede verificar los parámetros del proceso o puede ser almacenada en la memoria del equipo y ser consultada localmente por un operador.

Para las casetas de usuario, el sistema de medición que estará conectado a un sistema satelital que permite el monitoreo de condiciones de presión a la entrada de la caseta, temperatura y consumo.

Los técnicos que estarán a cargo de la operación y el mantenimiento de estos equipos será gente capacitada para ello. Con el fin de mantener la estandarización y reducir el tiempo de paros por fallas, habrá programas de mantenimiento preventivo muy bien diseñados. En estos programas se detallarán los procedimientos correctivos que deben implantarse en forma unificada, con instrucciones que describan paso a paso las fórmulas para solución de problemas y reparación hasta del equipo más sofisticado.

Igualmente se realizará la revisión mensual de los extintores ubicados en la EMR de interconexión y en el área de la válvula de entrega y se vigilará que cumplan con las condiciones establecidas en el apartado 8.4.1 de la NOM-003-ASEA-2016, así mismo se realizará un registro de cada revisión conteniendo la información solicitada en el apartado 8.4.2 de la norma anteriormente mencionada.

Verificación y en su caso Reajuste de la Presión Máxima de Operación.

En forma continua se verificará la presión a la cual estará operando el ducto con el fin de comprobar el buen funcionamiento del equipo de control (reguladores de presión).

En el caso de que las variaciones de presión se deban a condiciones no satisfactorias del sistema, se procederá a su reacondicionamiento; a la substitución de la parte dañada; a la reducción de la presión máxima de operación; y en caso extremo, a retirar el sistema de operación.

Verificación del Odorizante.

Con el fin de facilitar la detección de fugas de gas en el sistema, el gas que será adquirido a CENAGAS se le agregará mercaptano por medio de un odorizador que permite detectar fugas de gas mediante el olfato.

El flujo de gas de la línea principal se hace pasar por una placa de orificio para crear una diferencial de presión tal que permita que un flujo de gas proporcional a la caída de presión pase a través del odorizador y dicho gas absorba odorante. La

uniformidad de la odorización depende de mantener la proporción establecida en un amplio rango de condiciones de flujo de la línea principal, esto se logra mediante la instalación de una válvula de precisión a la entrada del odorizador, los cambios de presión de la línea principal se pueden compensar fácilmente mediante el ajuste dicha válvula. El diseño Peerless de "contacto total" asegura la completa odorización del gas antes de la reinyección a la línea principal. El proceso de odorización se lleva a cabo cuando el gas entra en contacto con la superficie odorante, en donde tiene lugar la absorción inicial, antes de abandonar el odorizador se efectúa la odorización completa a medida que la corriente de gas pasa por el área de "Contacto total".

Control de la Corrosión.

El sistema de distribución está conformado por solo tubería de polietileno, por lo que no requiere de protección catódica. Sin embargo, se instala un ánodo de sacrificio y una toma de potencial en la garza de entrada a la caseta de cada usuario con el fin de proteger contra la corrosión, por lo que se tiene previsto brindar protección mecánica mediante recubrimientos para las tuberías superficiales, y la máxima eliminación de los elementos corrosivos en el gas, con el fin de proteger y monitorear el segmento de tubería de acero que queda enterrado. La caseta queda aislada por medio de juntas Micarta.

Dentro del programa de mantenimiento, mensualmente se revisa el estado de la pintura de la tubería que se ubicará en el área de la válvula de entrega.

Con el fin de proteger contra la corrosión, se tiene previsto brindar, protección mecánica mediante recubrimientos para las tuberías superficiales, y la máxima eliminación de los elementos corrosivos en el gas, con el fin de prevenir la corrosión interior de las tuberías.

Durante esta etapa además de implementar lo anteriormente descrito se realizará el cumplimiento del apartado 8 de la **NOM-003-ASEA-2016**.

Pruebas No Destructivas

En caso de ser requerido, la tubería de acero será radiografiada al 100%

Pruebas de Hermeticidad

El objetivo de la prueba de hermeticidad es comprobar que no existan fugas en las uniones, las conexiones a diferentes accesorios y otros elementos del tramo a probar. La presión de prueba puede ser la presión de trabajo que vaya a soportar el tramo, a continuación, se presenta el tipo de prueba, la presión y la duración de estas pruebas.

Tabla 91 Temporalidad de las pruebas de hermeticidad

Material	Prueba	Presión	Duración
PE	Si Neumática	150 psig	24 horas
AC (llegada de los usuarios)	Sí Neumática	150 psig	24 horas

Fuente: Promovente

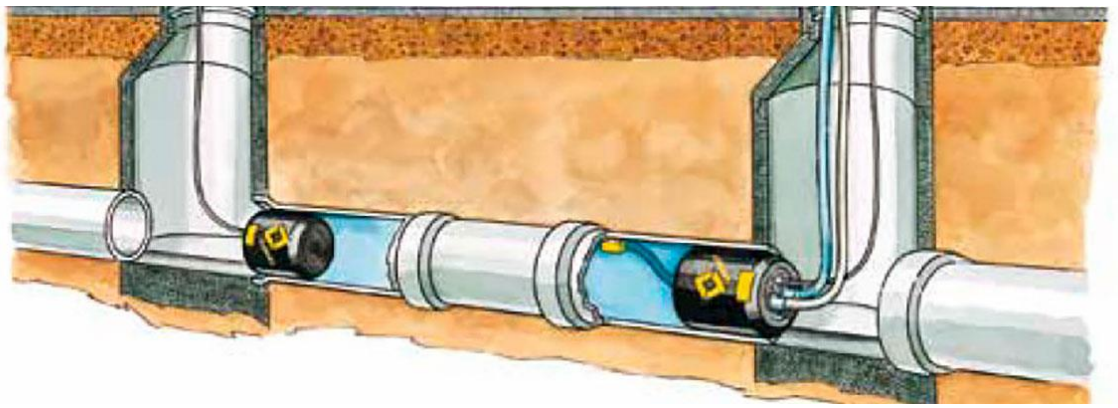


Figura 78 Ilustración de una prueba de hermeticidad

II.2.6.Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

El proyecto tiene una vida útil estimada de 30 años. Una vez transcurrido este tiempo se realizará una evaluación de las condiciones en las que se encuentran las instalaciones para un posible reacondicionamiento o desmantelamiento de estas.

Para llevar a cabo el desmantelamiento y abandono del sitio será necesario la presentación de un programa específico.

II.2.7.Residuos

II.2.7.1. Sólidos

Durante la etapa de construcción, los residuos sólidos que no tengan carácter de peligrosos o de manejo especial serán recolectados en contenedores debidamente rotulados para su posterior recolección por un proveedor especializado y ser llevadas a un relleno sanitario local.

La generación per-cápita por trabajador se estima en 1.2 Kg/empleado/día aproximadamente. Sin embargo, cabe señalar que, el personal se retirará del lugar de las obras en los horarios estipulados para tomar sus alimentos, dirigiéndose a las zonas aledañas (restaurantes y/o fondas) para el consumo de sus alimentos y, en caso de hacerlo *in situ*, la generación de residuos será menor y la empresa contratista será responsable del manejo adecuado de los residuos hasta su disposición.

Asimismo, no se espera la generación de un volumen importante de residuos sólidos durante la operación ya que la empresa solo tendrá un técnico en el parque. Por lo que los residuos que este pudiera generar se depositarían en los contenedores del Parque Industrial Querétaro.

II.2.7.2. Manejo especial

En el tendido y soldado de la tubería se generarán pequeños pedazos de tubería, soldadura y recubrimiento, envases y embalajes de los materiales utilizados. Estos

residuos serán enviados a reciclaje mediante la disposición adecuada con una empresa autorizada.

En caso de generarse residuos de manejo especial durante las actividades de mantenimiento, deberán ser estos gestionados, recolectados y dispuestos por la empresa contratista responsable de su generación.

II.2.7.1. Peligrosos

En lo referente a los residuos peligrosos que se generarán por el uso de maquinaria pesada siendo aceites lubricantes gastados, estopas o trapos impregnados con aceite, envases y embalajes de productos químicos, éstos serán almacenados, en contenedores adecuados, en un área de transferencia provisional, la cual contará con contención secundaría para evitar un posible derrame. Se identificarán debidamente, de acuerdo con la normatividad y se dispondrán mediante una empresa autorizada para su transporte y disposición final. Los manifiestos serán manejados conforme a la normatividad aplicable.

En caso de generarse residuos peligrosos durante las actividades de mantenimiento, deberán ser estos gestionados, recolectados y dispuestos por la empresa contratista responsable de su generación.

II.2.7.1. Aguas residuales

El proyecto no contempla en ninguna de sus etapas la generación ni descarga de aguas residuales.

Las aguas residuales producto del empleo de los baños portátiles que se instalarán en la etapa de construcción, tanto la limpieza como el manejo de los desechos será realizados por la empresa que se contratará para el servicio de renta de baños portátiles.

Se utilizará agua cruda para la prueba hidrostática, la cual será descargada sobre el terreno, una vez comprobado que el agua, producto de estas pruebas, este dentro

de los parámetros permisibles para su descarga en cumplimiento a la NOM 003-ASEA-2016.

Finalmente, se estima que cada fase tendrá la siguiente generación de residuos en la etapa de construcción y operación del proyecto.

Tabla 92 Estimado de generación de residuos por etapa del proyecto

	Tipo de residuo	Generación por fase
Construcción	Vegetación herbácea	750 m^3
	Aceites lubricantes gastados	20 L
	Estopas o trapos impregnados con aceite	0.2 m^3
	Envases y embalajes de productos químicos	0.8 m^3
Operación	Lodos generados por la corrida de los diablos de limpieza	0.1 m^3 (anual)
	Estopas o trapos impregnados con aceite	0.05 m^3 (anual)
	Envases y embalajes de productos químicos	0.1 m^3 (anual)

Fuente: Promovente

II.2.8.Generación de gases efecto invernadero

II.2.8.1. Identificar por etapas del proyecto las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero

Durante la construcción, las principales fuentes de gases de efecto invernadero son:

Tabla 93 Generadores de gases de efecto invernadero

EQUIPO	CANTIDAD
RETROEXCAVADORAS	1
CAMIÓN DE VOLTEO	1
TRASCABO	1
PIPA PARA AGUA	1

Fuente: Promovente

El proyecto en su operación no considera la generación de gases de efecto invernadero ya que la actividad como tal es la de transporte y distribución de Gas Natural.

II.2.8.2. Determinación de los gases de efecto invernadero que se generaran durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de H20, C02, CH4, N20, CFC, O3, entre otros

La generación de gases de efecto invernadero durante la etapa de construcción se dará por la combustión de Diesel

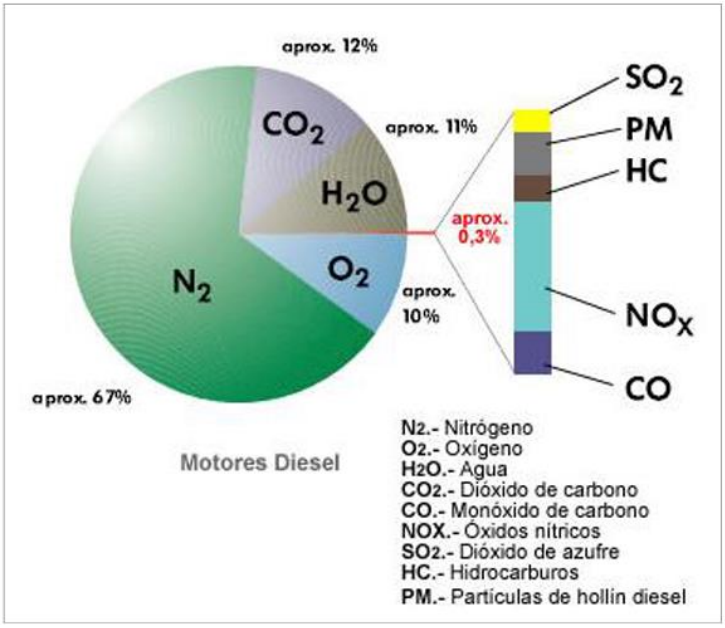


Figura 79 Composición de gases por la quema de Diesel

En cuanto a las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono, se generarán gases de combustión de maquinaria pesada y de carga (tracto camiones, trascabos, etc.) de combustible diésel; los mismos emiten GEI como CO2, CO, NOx, SO2, HC, PM y H2O. De estos gases, los que se consideran de efecto invernadero son el CO2, SO2, HC, PM. Se puede observar en la gráfica anterior se muestra que el resto de los gases ocupan menos del 0.3%.

Considerando jornadas de 8 horas 20 días a la semana durante 12 meses, y un consumo de 4 litros por hora se estima un consumo de 7,680 litros por máquina.

Ahora bien, se considera una retroexcavadora, un camión de volteo, un trascabo y una pipa de agua. Por lo que se estima que el consumo en un año será de 30,720.

Ahora bien, de acuerdo con el programa de obra, la Fase o Etapa I tomará 2 años en su construcción, la Fase o Etapa II tomará otros 2 años y finalmente la Fase o Etapa III tomará otros 2 años más. Por lo que el total de diésel que se empleará durante las tres etapas o fases será de 184,320.

Cantidad de diésel a utilizar	CO_2	NO_x	O_2	H_2O
184,320	453,427.2 kg	< 0.3%.	10%	11%

Se calcula una emisión de 453.4 ton de CO_2 durante la totalidad de la construcción del proyecto.

El proyecto en su operación no considera la generación de gases de efecto invernadero ya que la actividad como tal es la de transporte y distribución de Gas Natural.

El proyecto en su operación no considera la generación de gases de efecto invernadero ya que la actividad como tal es la de transporte y distribución de Gas Natural.

II.2.8.3. Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto

El uso de combustibles fósiles se dará en todas las etapas, iniciando con el diésel y gasolina en las unidades de transporte como el equipo y maquinaria pesada.

Tabla 94 Energía disipada por el proyecto por el uso de combustible Diesel

Equipo	Cantidad	Horas de trabajo	Cantidad (litros)	KWh/L
RETROEXCAVADORAS	1	8	32	256
CAMIÓN DE VOLTEO	1	8	32	256
TRASCABO	1	8	32	256
PIPA PARA AGUA	1	8	32	256

Fuente: Elaboración propia con la constante 10,1 kWh/

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Ampliación de la Red de Gas Natural del Parque Industrial Querétaro

Capítulo 3

Gas Natural Santa Rosa, S de R. L. de C.V.

Contenido

III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables III-7

III.1. Instrumentos de Política Ambiental III-7

III.1.1. Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET) III-7

III.1.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General Del Territorio. III-7

III.1.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ) III-15

III.1.1.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Querétaro III-34

III.1.2. Planes o programas de desarrollo urbano Municipales (PDU) .. III-49

III.1.2.1. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 ..... III-49

III.1.2.2. Plan Estatal de Desarrollo Querétaro 2016-2021(PEDQ) III-50

III.1.2.3. Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 (Municipio de Querétaro) III-58

III.1.2.4. Plan Parcial de Desarrollo Urbano para la Delegación Santa Rosa Jauregui (PPDUDSRJ) III-64

III.1.3. Normas Oficiales Mexicanas III-65

III.1.3.1. Normas Oficiales Mexicanas en materia del personal III-65

III.1.3.2. NOM's en materia de residuos III-66

III.1.3.3. NOM´s en materia del aire III-68

III.1.3.4. NOM's para el manejo y protección ambiental III-69

III.1.4. NOM's de Riesgo ambiental y energía III-70

III.1.5. Decretos y programas de conservación y manejo de las Áreas Naturales Protegidas III-72

III.2. Instrumentos Normativos III-76

III.2.1. Leyes y Reglamentos en materia ambiental III-76

III.2.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos..... III-76

III.2.1.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) III-78

III.2.1.3. Ley de Hidrocarburos III-82

III.2.1.4. Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos III-84

V. El establecimiento de objetivos, metas e indicadores para evaluar el desempeño en Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente, así como de la implementación del Sistema de Administración;..... III-86

III.2.1.5. Ley de Aguas Nacionales III-88

III.2.1.6. Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano III-90

III.2.1.7. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos III-92

III.2.1.8. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental..... III-93

III.2.1.9. Ley General de Vida Silvestre III-95

III.2.1.10. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable..... III-97

III.2.1.11. Ley del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas..... III-97

III.2.1.12. Ley General de Cambio Climático III-98

III.2.2. Reglamentos Federales III-99

III.2.2.1. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera III-99

III.2.2.2. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente para la Protección del Ambiente Contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido III-101

III.2.2.3. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico III-102

III.2.2.4. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental . III-102

III.2.2.5. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos III-104

III.2.2.6. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del registro nacional de Emisiones III-105

III.2.2.7. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales III-106

III.2.3. Estrategia Nacional de Cambio Climático III-107

III.2.4. Estrategia Nacional de Energía 2013-2027 ..... III-116

III.2.5. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) 2020-2024 ..... III-118

III.2.6. Convenios y tratados internacionales III-123

III.2.6.1. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático III-123

III.2.6.1. NDC México por el Clima (Actualización 2020) III-125

III.2.6.2. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) III-126

III.3. Regionalización III-127

III.3.1. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves III-127

III.3.2. Regiones hidrológicas Prioritarias III-129

III.3.3. Regiones Terrestres Prioritarias III-131

III.4. Conclusión III-133

Tablas

Tabla III-1. Características de la UAB 4 “Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato"..... III-8
Tabla III-2. Estrategias de la UAB 4 y su vinculación con el proyecto..... III-8
Tabla III-3. Acciones que aplican en cada UGA. III-15
Tabla III-4. Lineamientos, acciones y su vinculación con el proyecto para las UGA's: Zona urbana Puerto de Aguirre y Ojo de Agua..... III-16
Tabla III-5 Características de las UGA’s del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Querétaro en las que incide el proyecto III-34
Tabla III-6. Política, estrategias y vinculación para las UGA’s urbanas..... III-36
Tabla III-7. Política, estrategias y vinculación para la UGA 20..... III-39
Tabla III-8. Estrategias, líneas de acción y vinculación con el proyecto para la Estrategia I del PEDQ. III-51
Tabla III-9. Estrategias, líneas de acción y vinculación con el proyecto para la Estrategia II del PEDQ. III-53
Tabla III-10. Estrategias, líneas de acción y vinculación con el proyecto para la Estrategia III del PEDQ. III-56
Tabla III-11. Características de la zona "Nodo Regional"..... III-58
Tabla III-12. Vinculación con el proyecto en cuanto a los ejes propuestos en el Q500..... III-59
Tabla III-13. Áreas Naturales Protegidas más cercanas al área del proyecto.. III-72
Tabla 0-1. Ejes y líneas de acción de la ENCC que se vinculan con el proyecto. III-108
Tabla 0-2. Estrategias y vinculación con el proyecto-Objetivo prioritario 1.. III-118
Tabla 0-3. Estrategias y vinculación con el proyecto-Objetivo prioritario 2.. III-119
Tabla 0-4. Estrategias y vinculación con el proyecto-Objetivo prioritario 3.. III-121

Figuras

Figura 1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio..... III-14
Figura 2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ) III-33

Figura 3 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Querétaro III-48
Figura 4 Áreas naturales protegidas de carácter Federal III-73
Figura 5 Áreas naturales protegidas de carácter Estatal III-74
Figura 6 Áreas naturales protegidas de carácter Municipal III-75
Figura 7 Áreas de Importancia para la Conservación de Aves III-128
Figura 8 Regiones Hidroógicas Prioritarias III-130
Figura 9 Regiones Terrestres Prioritarias III-132

III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables

Este capítulo tiene el objetivo de demostrar que el proyecto de instalación y operación del sistema para transporte de gas natural promovido por Gas Natural Santa Rosa, es pertinente con las diferentes disposiciones jurídicas ambientales, así como con los instrumentos de ordenamiento del territorio que le resultan aplicables, a fin de cumplir con lo dispuesto por los Artículos 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y 12 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

III.1. Instrumentos de Política Ambiental

III.1.1. Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET)

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Artículo 3, párrafo XXIV, define al Ordenamiento ecológico como el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

III.1.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General Del Territorio

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POETG) es el instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico[1].

[1] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (Junio 6, 2016). Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POETG). Recuperado de https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg

Una vez consultado este instrumento y proyectando el área del proyecto en los mapas provistos por la SEMARNAT, se determinó que el proyecto se ubica en la Región Ecológica 18.8, Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 44 denominada "Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato" (17,875.73 km^2).

Tabla III-1. Características de la UAB 4 "Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato"

Política ambiental	**Restauración y Aprovechamiento Sustentable**
Prioridad de atención	Media
Rectores del desarrollo	Agricultura Preservación de Flora y Fauna
Coadyuvantes del desarrollo	Ganadería Minería
Asociados del desarrollo	Población
Estrategias ecológicas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 28, 29, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

Las estrategias sectoriales perteneces a tres grupos y, en la tabla siguiente, se presenta la vinculación del proyecto con las estrategias sectoriales aplicables por grupo:

Tabla III-2. Estrategias de la UAB 4 y su vinculación con el proyecto

Grupo I. Dirigidas a lograr la Sustentabilidad Ambiental del territorio		
	Estrategias	Vinculación
A) Preservación	1.Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Las estrategias 1 y 2 no son competencia del promovente; sin embargo, en cuando a la tercera estrategia, durante las jornadas de campo se estudió el entorno donde se planea desarrollar el proyecto, para obtener así
	2.Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	
	3. Valoración de los servicios ambientales.	

		una valoración del impacto, a los servicios ambientales.
B) Dirigidas al Aprovechamiento Sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Debido a que no son competencia del promovente implementar las estrategias 4, 5, 6 y 7, éstas no son vinculantes con el proyecto.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas.	Mediante el análisis de los escenarios: previo al proyecto y posterior al proyecto; en el capítulo V de este estudio se identifican, describen y evalúan los impactos ambientales (acumulativos y residuales) al SAR; mientras que en el VI se describen las estrategias para prevenir y mitigar dichos impactos.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto.

D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	En el capítulo VI se mencionan las medidas necesarias para restaurar los ecosistemas forestales y así mitigar el impacto que generará el desarrollo del proyecto.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	Debido a que no se trata de un proyecto minero, estas estrategias no son vinculante al proyecto.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
C) Agua y Saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	Si bien esta estrategia no es responsabilidad del promovente, durante el desarrollo de este escrito se consultó bibliografía e información concerniente a la gestión del agua en el Municipio de Querétaro para así poder plantear los impactos y proponer las medidas de mitigación necesarias (capítulos V y VI).
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto pues no es responsabilidad del promovente.

D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	Con la implementación de las medidas previas, durante y después del desarrollo del proyecto; se impulsará el desarrollo urbano del Municipio de Querétaro, de manera segura y sustentable.
E) Desarrollo social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	Con el desarrollo del proyecto, habrá un desarrollo económico en la zona (mayormente rural), lo que puede impulsar el incremento a servicios. Además, se generarán empleos, logrando así la participación social en las actividades económicas de la región.
	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	Debido a que la mayoría de las localidades localizadas en la periferia de la zona del proyecto son rurales con algún grado de marginación (resultados presentados en el capítulo IV), los empleos a generar durante el transcurso del proyecto integrarán a esta población en el desarrollo económico del país.
	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la	Las estrategias 35 y 36 no son vinculantes, pues no concierne al promovente.

	producción rural ante impactos climatológicos adversos.	
	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Con datos del INEGI y del CONEVAL se obtuvo que la población femenina circundante al proyecto tiene un menor porcentaje de ocupación laboral (resultados en el capítulo IV); por lo que el desarrollo del proyecto impulsará la integración de más personas al sector económico-productivo; fomentando también el desarrollo de las habilidades de empleabilidad de la población en condición de pobreza.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos	Aunque esta estrategia no es particularmente vinculante al promovente; el desarrollo económico que tendrá la región puede ayudar a aumentar el desarrollo social de las personas con alguna

	mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	característica de vulnerabilidad, como los adultos mayores.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	La ampliación planeada ocurrirá dentro del Parque Industrial Querétaro, por lo que se respetan los derechos de propiedad rural. Y, en el capítulo II se mencionan los criterios considerados para la selección de la ruta.
B) Planeación del ordenamiento territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.	La estrategia no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	Aunque esta competencia concierne al gobierno estatal y municipal, el proyecto se apega a lo indicado en los programas de ordenamiento territorial aplicables.

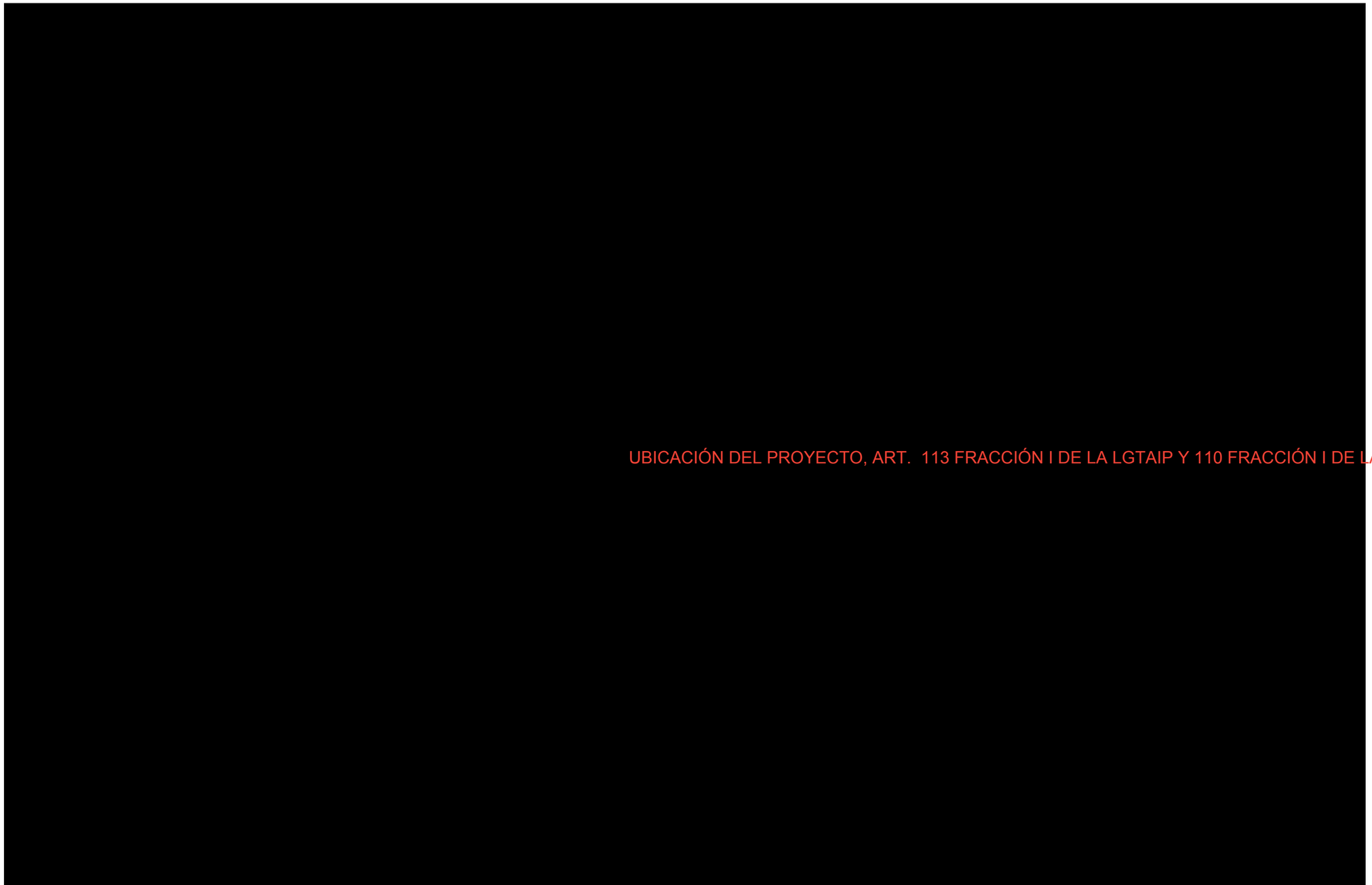


Figura 1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

III.1.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ)

Este ordenamiento ecológico territorial es un instrumento regulador estratégico que orienta y regula el uso de suelo y las actividades productivas de las áreas localizadas fuera de los límites de los centros de población con una visión sustentable, que permite la permanencia mínima de los servicios ambientales para mantener una calidad de vida aceptable y libre de riesgos potenciales[2].

El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro fue expedido y publicado en la Sombra de Arteaga el 17 de abril de 2009 y es el POE vigente de acuerdo con la SEMARNAT[3].

De acuerdo con modelo de ordenamiento ecológico del POEREQ, el proyecto incide en tres Unidades de Gestión Ambiental (UGA): la 251 "Ojo de Agua" y la 260 "Zona urbana Puerto de Aguirre" y una pequeña porción de la UGA 248 denominada "El Derramadero". La primera con una superficie de 14,409.444 ha, la segunda con 926.619 ha y la tercera con 2,922.572 hectáreas.

Tabla III-3. Acciones que aplican en cada UGA.

UGA	Política	Lineamientos	Acciones
Ojo de Agua (251)	Aprovechamiento sustentable	L01, L03, L07, L08, L09, L10, L12, L14, L15, L16, L19, L20, L22, L23	A001 A002 A003 A005 A006 A023 A025 A026 A027 A028 A046 A047 A050 A055 A067 A070 A072 A073 A074 A078 A083 A085 A086 A087

[2] Secretaría de Desarrollo Sustentable. (Enero 22, 2021). Ordenamiento Ecológico. Recuperado de https://www.queretaro.gob.mx/sedesu/contenido.aspx?q=N3xseyWLljLB2NZhZuv/aNKdGf3bQaV/

[3] SEMARNAT. (2021). Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro. Recuperado de http://www.ordenjuridico.gob.mx/fichaOrdenamiento.php?idArchivo=31844&ambito=ESTATAL

UGA	Política	Lineamientos	Acciones
			A088 A089 A090 A104 A105 A106 A107 A111 A113
Zona urbana Puerto de Aguirre (260)	Urbana	L01, L03, L10, L12, L14, L15, L16, L22, L23	A002 A005 A006 A010 A030 A044 A045 A046 A047 A050 A055 A067 A070 A072 A074 A075 A083 A084 A085 A086 A087 A088 A089 A090 A111 A113
El Derramadero (248)	Protección	L10, L12, L14, L15, L16, L18, L19, L23	A046 A050 A055 A067 A068 A069 A070 A071 A072 A073 A074 A079 A083 A084 A085 A086 A087 A088 A089 A090 A094 A095 A102 A104 A105 A106 A113

EL POE de Querétaro incluye lineamientos o metas ambientales a lograr para cada UGA, por lo que, a continuación, se presenta la vinculación del proyecto con los lineamientos aplicables para las UGA's incidentes en el área del proyecto.

Tabla III-4. Lineamientos, acciones y su vinculación con el proyecto para las UGA's: Zona urbana Puerto de Aguirre y Ojo de Agua.

Lineamiento	Acción	Vinculación
L01. Disminuir en al menos un 50%, el abatimiento anual del acuífero.	A001 Se aplicará un programa para la captación de agua de lluvia, en un lapso no mayor de cuatro años. Con especial atención a nuevos fraccionamientos	El presente proyecto no involucra la edificación de algún edificio permanente en el que pueda implementarse un programa de captación de agua de lluvia, por lo que no

Lineamiento	Acción	Vinculación
	habitacionales e industriales. Así como en bordos urbanos.	es vinculante. Estación de Medición y Regulación de Usuario ACPS 24 m
	A002. Se regularizará el uso y destino del recurso agua entre concesionarios, en un plazo máximo de tres años.	Aunque esta medida no es responsabilidad del promovente, cabe mencionar que las técnicas de construcción descritas en el Capítulo II no requieren de métodos especiales, con el fin de no provocar el deterioro de la calidad y captación del agua. Además, se utilizará una pipa de agua durante las etapas de preparación del sitio y construcción.
	A003. Se aplicarán programas para la tecnificación del riego agrícola, incrementando la eficiencia física en al menos un 80 % en un plazo máximo de 5 años.	No es vinculante, dado que el proyecto no es de tipo agrícola.
L03. Controlar el flujo de aguas residuales descargadas en aguas, bienes nacionales y en los sistemas de alcantarillado para que no rebasen los límites permisibles de contaminantes de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas.	A005. Se aumentará al 90% la cobertura de alcantarillado en zonas urbanas, y en 75% en zonas suburbanas y rurales, en un lapso no mayor de cinco años. Con especial atención aquellas que contemplen localidades con una población mayor a 2,500 habitantes.	Aunque la mayor parte del proyecto ocurre en una zona con política ambiental urbana; esta acción no es responsabilidad del promovente, por lo que no es vinculante.
	A006. Se construirán, rehabilitarán y operarán plantas de tratamiento de	No es aplicable al proyecto por no ser responsabilidad del promovente. Sin

Lineamiento	Acción	Vinculación
	agua para tratar al menos un 70 % de las aguas residuales, en un lapso no mayor de cuatro años.	embargo, las aguas residuales generadas durante la etapa de construcción serán manejaras por la empresa contratada.
	A010. Se colocarán trampas de sólidos para reducir la carga que entra a la red de alcantarillado en un período no mayor a siete años, con al menos 7 visitas de mantenimiento por año.	El parque industrial cuenta con servicio de drenaje adecuado, según la normatividad vigente.
L07 Mantener la calidad del aire por debajo de los límites permisibles de contaminantes establecidos en las Normas Oficiales correspondientes.	A023. Se sustituirán los hornos tradicionales para la producción de ladrillo por hornos ecológicos (con quemador para combustible líquido y/o sólido o de energía solar) y se creará un reglamento de producción en conjunto con los productores. Si es necesario para mejorar la calidad de vida de la población, reubicar la zona de producción en 7 años como máximo.	Esta acción no es vinculante con el tipo de proyecto.
L08. Controlar y prevenir la contaminación del suelo.	A025. Se elaborará e instrumentará un programa para la caracterización y remediación de suelos contaminados, y la regulación de la contaminación al aire por actividad industrial, en un período no mayor de cuatro	Dentro de las medidas de prevención y mitigación, descritas en capítulos posteriores, se considera implementar acciones encaminadas a reducir la contaminación al suelo y al aire asociada con el

Lineamiento	Acción	Vinculación
	años. Con especial atención a los municipios que presentan actividad ladrillera.	desarrollo del proyecto. Y, en el caso extraordinario de que exista suelo contaminado debido a los trabajos de cualquier etapa del proyecto, se deberá proceder a la remediación del suelo conforme a la normatividad aplicable y se dispondrán de los residuos como peligrosos.
L09. Regular la explotación, rehabilitación y restauración de la superficie de los bancos de material.	A026. Únicamente se autorizarán las actividades de extracción de minerales no reservados a la federación a través de la expedición de la licencia de explotación. Deberá efectuarse inmediatamente para bancos de material nuevos, y en un período no mayor a cinco años por lo menos en un 80 % de los bancos ya abiertos.	Las acciones A026, A027 y A028 no son vinculantes con el tipo de proyecto a desarrollar, pues es del sector de hidrocarburos.
	A027. Únicamente se autorizarán las actividades de extracción de minerales no reservados a la federación a través de la expedición de la licencia de explotación. Deberá efectuarse inmediatamente para bancos de material nuevos, y en un período no mayor de cinco años por lo menos en un 80% de los bancos ya abiertos. Con	

Lineamiento	Acción	Vinculación
	especial atencion en San Juan del Río, Corregidora, Pedro Escobedo, Querétaro y El Marqués.	
	A028. Se rehabilitarán los bancos de material abandonados, autorizándolos como bancos de tiro, para su posterior reforestación con vegetación nativa, en un lapso no mayor de tres años.	
L10. Apegar el tratamiento y disposición de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos generados en el Estado, a lo establecido en la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro y en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.	A030. Se ampliará el servicio de recolección de basura a un 80%, promoviendo la separación de la basura en fuente para efectuar la recolección selectiva, estableciendo centros de acopio para fortalecer el Plan de Manejo de Residuos Sólidos, logrando la separación y aprovechamiento del 20% de los residuos que se generen.	Aunque no es responsabilidad entera del promovente; los residuos generados en la Franja de Desarrollo serán recolectada en bolsas de basura, recolectada y clasificada para ser desechada en recipientes apropiados.
	A044. Se establecerá un centro autorizado de acopio de residuos peligrosos generados en los hogares y por microgeneradores. Se realizará un estudio de viabilidad del proyecto y la caracterización de estos residuos para establecer procedimientos	El proyecto no involucra la generación constante de residuos peligrosos; sin embargo, todos los RP generados por el uso de maquinaria pesada (e.g. aceites, lubricantes gastados, estopas o trapos impregnados) serán almacenados en

Lineamiento	Acción	Vinculación
	para el acopio, manejo y disposición final.	contenedores adecuados, en un área de transferencia provisional, la cual contará con contención secundaría para evitar un posible derrame. Se identificarán debidamente, de acuerdo con la normatividad y se dispondrán mediante una empresa autorizada para su transporte y disposición final.
	A045. Se aplicará un programa para el manejo integral y transporte autorizado de residuos biológico-infecciosos de hospitales, consultorios y crematorios en un lapso no mayor de dos años.	Las acciones A045 y A046 no son vinculante con el tipo de proyecto a desarrollar.
	A046. Se aplicará un programa para lograr el control y clausura de la totalidad de tiraderos a cielo abierto y se prohíbe la apertura de nuevos tiraderos. Con especial atención a aquellas zonas con aptitud para la conservación. En un lapso no mayor de tres años.	
	A047. Se construirá y operará un centro de acopio por municipio para el manejo integral de envases	Aunque la UGA 251 sí tiene agricultura temporal, esta acción no es vinculante con el proyecto pues no se

Lineamiento	Acción	Vinculación
	desechados de agroquímicos en un lapso no mayor de dos años. Con especial atención a UGAs con agricultura de riego y temporal.	manejarán agroquímicos en ninguna etapa.
L12. Reglamentar que las reforestaciones, se hagan con especies nativas de los ecosistemas presentes en cada UGA.	A050. Se generará un programa estatal de reforestación con especies nativas producto de viveros regionales, definiendo las zonas prioritarias para esta, estableciendo su ubicación cartográficamente. Este programa incluirá las medidas necesarias para que la sobrevivencia sea de al menos el 50%. El programa se elaborará en un lapso no mayor a un año, y se iniciará su implementación en no más de dos años.	No es vinculante por no ser responsabilidad del promovente. Pero cabe destacar que, para la instalación de ciertos ductos, se incide en terreno agrícolas, por lo que se requieren trabajos de limpieza y despeje, sin embargo, no se afectará a especies vegetales de importancia forestal. Mientras que, dentro del parque industrial, sólo existe vegetación secundaria. Por otra parte, las UGA's incidentes en el área del proyecto no están clasificadas como áreas prioritarias para la conservación.
	A055. Se reforestará con especies nativas las áreas prioritarias para la conservación con especial atención a barrancas y márgenes de arroyo, en un lapso no mayor de cinco años.	
L14. Mantener de forma permanente en los ecosistemas: a) La estructura (tipos de vegetación, heterogeneidad	A067. Se prohíbe la extracción de flora y fauna silvestre, en especial aquellas que se encuentran catalogadas bajo alguna categoría de riesgo.	Este apartado no es vinculante, pues no se planea la extracción ni de flora o fauna. Sin embargo; para conocer la estructura, composición y función

Lineamiento	Acción	Vinculación
espacial, distribución y conectividad). b) La composición (riqueza y abundancia de especies) y; c) La función (procesos hidrológicos y geomorfológicos).		ecosistémica presente en el área del proyecto, se hizo una jornada de campo, de donde se obtuvo que ninguna especie está bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	A068. A través del programa de educación ambiental, se establecerán comités de vigilancia ambiental participativa (VIGÍAS) y una RED VIGÍA estatal, que permita la participación comunitaria para establecer un sistema efectivo de denuncia y disminución de delitos ambientales como la tala clandestina y la caza furtiva, así también informar a la población sobre el manejo sustentable de los recursos naturales.	Esta acción no es vinculante pues no es responsabilidad del promovente.
	A069. Se restringe el crecimiento urbano y el establecimiento de nuevos asentamientos humanos en el interior de áreas naturales protegidas, áreas prioritarias a la conservación, zonas núcleo, cañadas o barrancas, zonas de riesgo y bancos de material. Se regulará de acuerdo a lo que señalen los Programas	Esta acción es vinculante debido a que 990 m^2 inciden en un área propuesta para ser ANP en este ordenamiento; sin embargo, hasta la fecha no se ha decretado ningún ANP estatal o municipal en dicha superficie. Por otra parte, la ampliación de la red de gasoductos se apegará a lo

Lineamiento	Acción	Vinculación
	Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU).	dispuesto en los PPDU, vinculados en este mismo capítulo. Igualmente, cabe mencionar que, para evitar la instalación de asentamientos humanos irregulares, se colocarán letreros que alerten a la población sobre la presencia de los gasoductos.
	A070. Se aplicará un programa de regularización de las actividades ecoturísticas y de los prestadores de servicios a nivel estatal y municipal, con la finalidad de controlar los impactos generados al ambiente, en un lapso no mayor de dos años.	Este apartado es vinculante pues Gas Santa Rosa es un prestador de servicios: abastecimiento de gas natural. Al respecto, se hizo el análisis de los impactos que generará el proyecto, así como sus medidas de prevención y mitigación.
	A071. Se regulará la instalación de cualquier tipo de infraestructura en áreas con aptitud para la conservación necesaria para el desarrollo de actividades de protección, educación ambiental, investigación o rescate arqueológico, previa manifestación de impacto ambiental, siempre y cuando no haya la apertura de nuevos caminos que modifiquen la estructura natural del paisaje, y no se contraponga con el	Esta acción es vinculante debido a que un trazo del proyecto de ampliación incide en la UGA 248, que está considerada en este ordenamiento como una zona con aptitud para la conservación. Sin embargo, se hizo una revisión de las ANPs federales, estatales y municipales decretadas hasta 2020, y el proyecto no incide en ningún ANP. Sin embargo, este documento es prueba fiel de que esta acción se está respetando, pues

Lineamiento	Acción	Vinculación
	programa de manejo (en caso de que exista).	representa la manifestación de impacto ambiental que generará el proyecto. Igualmente, es importante mencionar que sólo 990 m^2 del proyecto de ampliación incide en la UGA 248, por lo que no se prevé que esto modifique la estructura natural del paisaje.
	A072. La instalación de infraestructura, caminos, líneas de conducción o extracción (energía eléctrica, telefonía, telegrafía, hidrocarburos), termoeléctricas y depósitos de la industria petroquímica, estarán sujetas a previa manifestación de impacto ambiental, dependiendo de la zona y el proyecto.	Esta acción es directamente vinculante y, de acuerdo con la legislación correspondiente, se armó esta MIA-R para solicitar la autorización al promovente sobre la instalación de gasoductos en las áreas indicadas en capítulo II.
	A073. Se regulará cualquier tipo de instalación o infraestructura (incluidos los caminos) en zonas que presenten una o más especies bajo alguna categoría de riesgo, según la NOM-059-SEMARNAT-2001, cuando su trazo divida ecosistemas conservados.	Esta acción no es vinculante con el proyecto, pues la zona no presenta alguna especie bajo alguna categoría de riesgo y el trazo de la obra tampoco divide ecosistemas conservados.
	A074. Se restringe la disposición de materiales	Esta acción no es vinculante con el proyecto pues no existe

Lineamiento	Acción	Vinculación
	derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa; la eliminación y daño a la vegetación, así como la quema en orillas de caminos, propiedades o parcelas agrícolas. El municipio deberá establecer sanciones para quien la elimine, la deteriore o la queme, en un lapso no mayor de un año.	vegetación nativa en el área del proyecto; ni se planea la quema de alguna zona aledaña.
L15. Mantener la superficie y conectividad de los parches remanentes de vegetación presentes en la UGA.	A075. Se elaborarán y aplicarán programas de aprovechamiento de predios baldios, en un lapso no mayor de dos años.	No es vinculante, pues no se plantea el aprovechamiento de predios.
	A078. Se promoverá la elaboración, instrumentación y seguimiento de un programa dirigido a la capacitación para un adecuado manejo de la vegetación, que incluya acciones dirigidas al control de plagas y cualquier otra necesaria para reducir la probabilidad de incendios, en no más de dos años.	Aunque esta acción no es directamente vinculante con el proyecto; en el capítulo IV se mencionan las estrategias de prevención de incendios que pudieran afectar a la vegetación aledaña al área del proyecto.
	A079. Se aplicará un programa dirigido al manejo de potreros, a través de apoyos financieros dirigidos a la construcción de cercas perimetrales, bardas, u otros,	Esta estrategia no es vinculante con el tipo de proyecto propuesto.

Lineamiento	Acción	Vinculación
	en un plazo no mayor de dos años.	
	A083. Se restringe la apertura de nuevos bancos para la extracción de materiales pétreos reservados o no a la federación a una distancia inferior a 1 Km de cualquier zona urbana y áreas con aptitud para la conservación. Deberán ajustarse a lo establecido en los Programas Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU).	Esta acción no es vinculante con el tipo de obras y actividades a realizar.
	A084. Se regulará de acuerdo a lo que señalen los Programas Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU) y reglamentos aplicables, el establecimiento de instalaciones termoeléctricas o subestaciones, depósitos de la industria petroquímica, de extracción, conducción o manejo de hidrocarburos, a menos de 10 Km de distancia de asentamientos humanos y aquellas zonas de interés para la conservación.	Esta acción es vinculante debido a que existen localidades colindantes al área del proyecto. Por ello, se consultó el PPDU del municipio de Querétaro, cuyo análisis particular se discute en una sección posterior de este capítulo. Además, se prevé la instalación de señalizaciones para evitar asentamientos irregulares sobre o cerca de la red de ductos planificada.
L16. Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, manteniendo la	A085. Se ofrecerán becas de forma anual para la investigación científica dirigida al conocimiento de la	Esta acción no es vinculante con el proyecto.

Lineamiento	Acción	Vinculación
integridad de las especies y los ecosistemas.	biodiversidad en el área y métodos para su conservación.	
	A086. Se prohíbe la introducción y liberación de ejemplares exóticos de flora y fauna, al medio silvestre.	No es vinculante, pues no se planea ni la introducción ni liberación de flora o fauna.
	A087. Se implementará un programa de regularización de especies ferales y mascotas no convencionales.	Las acciones A087, A088 y A089 no son vinculantes, pues no es responsabilidad del promovente.
	A088. La autoridad municipal elaborará y aplicará un reglamento en materia de regulación ecológica, en un lapso no mayor de un año.	
	A089. Los municipios aplicarán su programa de educación ambiental, en un lapso no mayor de un año.	
	A090. Se aplicarán las normatividades correspondientes al uso y construcción de fosas sépticas en un lapso no mayor de dos años.	No es vinculante al tipo de obras y actividades planeadas.
	A094. Se tomaran en consideración las declaratorias del Gobierno del Estado (que planeen y ordenen las provisiones, usos destinos y reservas de los elementos del territorio), el Plan Estatal de Desarrollo Urbano, propuestas de acción inmediata a corto,	El promovente cumplirá con los Programas de Ordenamiento Ecológico expedidos (nacional, estatal, regional y local), considerando todas las Unidades de Gestión Ambiental en las que incida el proyecto, para respetar las

Lineamiento	Acción	Vinculación
	mediano y largo plazo relativas a los usos de suelo y los Planes de Desarrollo Urbano Municipales respetando los destinos del suelo vigentes en las modificaciones futuras, considerando el estatus de la UGA, su biodiversidad, su importancia en la prestación de servicios ambientales a la zona conurbada, su escasa aptitud para asentamientos humanos y otros usos. En caso de existir actividades forestales o ganaderas, únicamente podrán efectuarse bajo un programa de manejo que asegure el mantenimiento de la zona. Estas áreas serán consideradas como zonas de Preservación Ecológica de Protección Especial o Protección Agrícola, conforme a los Programas Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU), favoreciendo el uso de suelo más adecuado.	propuestas de acción relativas al uso de suelo de éstas. Lo mismo hará con los planes de desarrollo vigentes y aplicables. Por otra parte, las jornadas de campo realizadas tanto en la microcuenca como en el área del proyecto, tuvieron el propósito de valor la biodiversidad de estas zonas, así como la importancia que tienen por los servicios ambientales que brindan a la población. También es importante mencionar que el proyecto no implica el crecimiento de los asentamientos humanos.
	A095. Únicamente se permitirán actividades forestales preexistentes restringidas a un programa de manejo que asegure la conservación de la vegetación.	Esta acción no es vinculante por no tratarse de un proyecto de aprovechamiento forestal.

Lineamiento	Acción	Vinculación
L18. Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, a través del Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas (SANPEQ), en todas aquellas UGAs decretadas como ANPs o consideradas para ser decretadas con ese carácter, así como en zonas núcleo y áreas prioritarias para la conservación	A102. Se informará a los habitantes de la región en materia de educación ambiental por proyectos prioritarios, al menos una vez cada seis meses, en un lapso no mayor de un año.	Este lineamiento es vinculante debido a que la UGA 248 está considerada como un área con potencial para ser decretada como ANP, sin embargo, actualmente no lo es. Por otra parte, la acción no es vinculante por no ser competencia del promovente. Sin embargo, a los trabajadores se les darán pláticas sobre la biodiversidad y su importancia para poder llevar a cabo los programas de rescate y reubicación de flora y fauna nativas.
L19. Propiciar la retención de los suelos en las zonas más susceptibles a la erosión.	A104. Considerando la dinámica del agua superficial en las microcuencas, se efectuarán acciones como construcción de terrazas, presas de gaviones, tinas ciegas, o cualquier otra que permita retener el suelo en aquellas zonas más susceptibles a la erosión hídrica y eólica, siempre combinando estas técnicas con prácticas vegetativas en un plazo no mayor de tres años.	Aunque el proyecto no involucra la extracción de vegetación forestal (relacionada directamente con el incremento en la erosión hídrica y eólica); como acciones encaminadas a evitar la pérdida de partículas de suelo durante la etapa de construcción; se pretende cubrir los montículos de tierra con lonas y hacer riegos programados con pipas para, posteriormente, volver a

Lineamiento	Acción	Vinculación
	A105. Considerando la dinámica del agua superficial en las microcuencas, se efectuará la reforestación inmediata aguas arriba sumado a obras de conservación del suelo, para evitar la continua erosión hídrica y eólica.	rellenar las zanjas con el suelo excavado.
	A106. Se aplicarán programas enfocados a la reincorporación de esquilmos a la tierra, el uso de fertilizantes orgánicos, la rotación de cultivos, prácticas agroforestales, y cualquier otro que mejore la fertilidad y estructura del suelo, en un lapso no mayor de dos años.	Esta actividad no es vinculante, pues el proyecto no es del sector agropecuario.
L20. Evitar los impactos ambientales y el deterioro de la vegetación y fauna en zonas aledañas a las comunidades rurales.	A107. Se aplicarán programas dirigidos al mejoramiento de vivienda rural a través de ecotecnias relacionadas a la captación de agua pluvial, creación de huertos y corrales de traspatio, estufas ahorradoras de leña o estufas solares, composta, letrinas secas, biofiltros, celdas solares, o cualquier otra aplicable, en un plazo no mayor de un año.	No es vinculante, pues no es responsabilidad del promovente.
L22. Mantener la calidad de los productos agrícola y	A111. Se aplicarán los programas enfocados a la sanidad vegetal, inocuidad	Esta actividad no es vinculante, pues el proyecto

Lineamiento	Acción	Vinculación
pecuarios generados en el Estado.	agroalimentaria y campañas fitosanitarias en cumplimiento de la normatividad vigente, en un lapso no mayor de dos años.	es del sector de hidrocarburos.
L23. Integrar la educación ambiental para la sustentabilidad, en todas las actividades ecológicas del Estado.	A113. Se informará y/o capacitará a los diferentes sectores de la población en el manejo integral de residuos sólidos en calidad de agua y aire, en un lapso no mayor de dos años.	El personal que labore en el proyecto llevará a cabo la separación de residuos y procurará mantener la calidad del agua y del aire durante su ejecución, siguiendo la normatividad vigente.

En conclusión, considerando las obras y actividades a desarrollar durante el proyecto, éste es vinculante y no contraviene con las acciones descritas en el POEREQ para las tres UGA's de incidencia ("Ojo de agua", "Zona urbana Puerto de Aguirre" y "El Derramadero"), a pesar de que sus políticas ambientales son distintas entre sí.

.

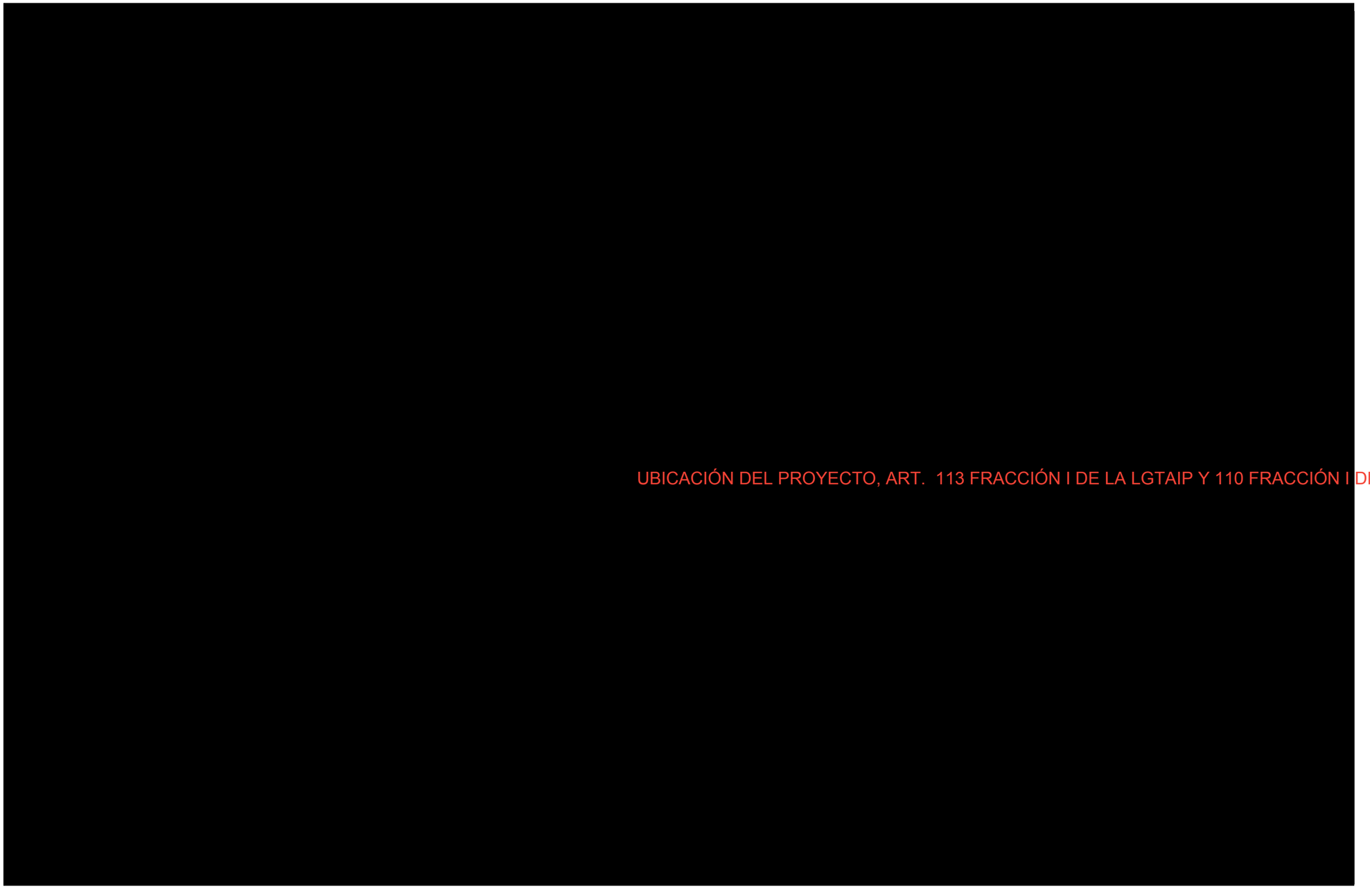


Figura 2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ)

III.1.1.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Querétaro

Los Programas de ordenamiento Ecológico Local (POEL) son un instrumento de política ambiental cuyo objetivo es regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y aprovechamiento de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos.

Los POEL se fundamentan en el Artículo 8 de la Ley general del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), la cual faculta a los Municipios para formular, conducir y evaluar la política ambiental de su municipio (Fracción I); y el artículo 20 BIS 4, donde se les confiere la facultad de formular y expedir los programas de ordenamiento ecológico, así como el control y la vigilancia del uso y cambio de uso del suelo, establecidos en dichos programas (Fracción VIII).

Una vez realizada la revisión de este OE se determinó que el área del proyecto incide en dos UGA's urbanas y una de aprovechamiento sustentable. Dichas UGA's son: la 26 "Zona Urbana Querétaro Norte", la 32 "Zona Urbana San Isidro - Corea" y la 20 "Ojo de Agua - La Gotera". Siendo la primera la más importante pues la mayoría de las obras proyectadas inciden en ella.

Tabla III-5 Características de las UGA's del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Querétaro en las que incide el proyecto

UGA	Política	UC	UI	Lineamiento	Estrategia
Zona Urbana Querétaro Norte (26)	Urbana	CF, CA, AVR, PUR, TA, ESR, ZSR, URB	AGP, EX	L26	*EDU-01* a *EDU-09*
Zona Urbana San Isidro – Corea (32)				L32	
Zona Urbana				L19	

UGA	Política	UC	UI	Lineamiento	Estrategia
Valle de Palo Alto (19)					
Ojo de Agua - La Gotera (20)	Aprovechamiento sustentable	CA, AGP, EX, AVR, TA, ZSR, PUR, CF	ESR, URB	L20	*EAS-01* a EAS-013
Cerro Grande (25)	Protección	CF, CA, AVR, TA, ZSR	AGP, EX, PUR, ESR, URB	L25	*EP-01* A *EP-36*

***Usos compatibles (UC) y Usos incompatibles (UI):** Conservación y Forestal (CF); Cauces y Cuerpos de Agua (CA); Agropecuario (AGP); Extractivo (EX); Áreas Verdes y Recreativas Rurales (AVR); Parques Urbanos y Recreativos (PUR); Turismo Alternativo (TA); Equipamiento y Servicios Rurales (ESR); Zonas de Salvaguarda y Riesgo (ZSR) y urbano (URB).

L19: Propiciar el desarrollo sustentable de los usos compatibles para amortiguar los conflictos e impactos ambientales de acuerdo al crecimiento natural de la población, sus aspectos culturales y sociales ligados al uso actual del suelo y a los instrumentos de planeación urbana vigentes en el Municipio.

L20: Promover el desarrollo agrícola sustentable en el 100 % del área de la UGA, controlar la erosión y establecer prácticas agrícolas de bajo impacto, para incrementar la rentabilidad de la actividad productiva y posibilitar las condiciones ecosistémicas que aporten servicios ambientales.

L25: Proteger el 100% de los ecosistemas de presentes en la UGA con énfasis en la conservación de las zonas de chaparral y matorrales, promoviendo el decreto del Área Natural Protegida (ANP) y la elaboración -ejecución del correspondiente programa de manejo para asegurar la continuidad de las estructuras, los procesos y los servicios ambientales que se llevan a cabo en los ecosistemas existentes.

L26: Propiciar el desarrollo sustentable de la zona norte del Municipio, para amortiguar los conflictos e impactos ambientales de acuerdo al crecimiento natural de la población, sus aspectos culturales y sociales ligados al uso actual del suelo y a los instrumentos de planeación urbana vigentes en el Municipio, además de efectuar las acciones necesarias para la mitigación de riesgo de inundación.

UGA	Política	UC	UI	Lineamiento	Estrategia
L32: Propiciar el desarrollo sustentable de los usos compatibles para amortiguar los conflictos e impactos ambientales de acuerdo al crecimiento natural de la población, sus aspectos culturales y sociales ligados al uso actual del suelo y a los instrumentos de planeación urbana vigentes en el Municipio.					

De acuerdo con esta clasificación, el desarrollo del proyecto dentro de las tres UGA's urbanas es congruente con los usos de suelo permitidos. Por otra parte, aunque las UGA's 20 y 25 son incompatibles con el uso urbano; la superficie que abarca la instalación de los ductos que inciden en esas zonas son una pequeña porción de la magnitud del proyecto y, además, su instalación no involucra por sí misma el desarrollo urbano, pues después de la etapa de construcción, no se instalarán asentamientos humanos cerca del área por donde atravesarán los ductos, lo que también se prevendrá con la instalación de letreros y señalizaciones, evitando además posibles accidentes.

Con base en lo anterior, a continuación, se presentan las estrategias aplicables a los tres tipos de política ambiental que rigen a las cinco UGA's donde incide el proyecto, así como su vinculación jurídica con éste.

Tabla III-6. Política, estrategias y vinculación para las UGA's urbanas.

Estrategia	Vinculación
Política: Desarrollo Urbano	
EDU-01 Desarrollar las actividades urbanas de acuerdo a lo dispuesto al Plan Municipal de Desarrollo e instrumentos de planeación urbana vigentes, evitando el desarrollo de proyectos urbanos con falta de acreditación legal y falta de apego a la normatividad en materia ambiental vigente.	Las actividades y obras por realizar se apegan al marco normativo ambiental correspondiente, como se hace notar en la vinculación jurídica descrita en este capítulo.
EDU-02 Informar claramente los polígonos de los actuales centros de población y las zonas proyectadas para el crecimiento de la	Esta estrategia no es vinculante pues no es obligación directa del promovente. Cabe mencionar que durante el desarrollo del

Estrategia	Vinculación
mancha urbana para que la población tenga pleno conocimiento de los límites permitidos para el desarrollo de proyectos urbanos.	proyecto se establecerán los límites físicos para las obras y actividades a realizar; mismos que se informarán a la población aledaña mediante señalamientos instalados a lo largo del ducto.
EDU-03 Priorizar la utilización de los espacios vacíos y la densificación urbana para el aprovechamiento óptimo de la infraestructura y equipamiento urbano instalado en el interior de los centros de población.	El proyecto cumple con esta estrategia, pues la ampliación descrita en el segundo capítulo de la MIA-R, ocurrirá en zonas con infraestructura y equipamiento previamente instalado (i.e. dentro del Parque Industrial).
EDU-04 No permitir la autorización, regularización o el establecimiento de asentamientos humanos que no tengan bases técnicas y jurídicas ambientales, incluyendo zonas de recarga hidrológica, así como las identificadas en los Atlas de Riesgo, con pendientes mayores a 20° o zonas de influencia de instalaciones que puedan representar una amenaza químico-tecnológica, sanitaria o cualquier otra que pueda representar un riesgo para la población. No permitir la autorización, regularización o el establecimiento de asentamientos humanos que no tengan bases técnicas y jurídicas ambientales, incluyendo zonas de recarga hidrológica, así como las identificadas en los Atlas de Riesgo, con pendientes mayores a 20° o zonas de influencia de instalaciones que puedan representar una amenaza químico-tecnológica, sanitaria o cualquier otra que pueda representar un riesgo para la población.	No es vinculante, pues no es responsabilidad del promovente; además de que no es concerniente al tipo de proyecto.

Estrategia	Vinculación
EDU-05 Asegurar que en la generación de aguas residuales se cuente con sistemas de tratamiento que cumplan con la NOM correspondiente.	No es vinculante pues la instalación de los gasoductos no implica la generación de aguas que necesiten ser tratadas; sin embargo, para aquellas generadas por los empleados durante la etapa de construcción, serán manejadas por la empresa a la que se le contratarán los sanitarios.
EDU-06 Establecer sistemas de drenaje independientes para aguas pluviales, aguas grises y aguas negras en la edificación de nuevos desarrollos.	No es vinculante pues con el proyecto, pues éste sólo implica la instalación de gasoductos y no alguna edificación.
EDU-07 Utilizar especies de flora nativa en la forestación y reforestación de áreas verdes, parques y jardines de los desarrollos inmobiliarios. En caso de existir especies nativas en el área a desarrollar estas deberán ser reutilizadas y/o reubicadas preferentemente en las áreas verdes del proyecto, o aledañas a zonas con una cobertura aceptable de vegetación natural.	Debido a que no es un desarrollo inmobiliario, esta estrategia no es vinculante con el proyecto.
EDU-08 Generar y operar un Programa Integral Municipal de Manejo de Residuos sólidos, que contemple la separación, recolección, disposición y las acciones municipales del Programa Municipal de Educación Ambiental.	Se planea hacer una separación y disposición de los residuos sólidos generados conforme a los programas municipales correspondientes. Por ello, se contemplan la separación de los residuos generados durante el tendido y soldado de la tubería, de los residuos sólidos urbanos generados por los trabajadores, que serán enviados al relleno sanitario local.
EDU-09 Mantener una franja de amortiguamiento de al menos 20 m en áreas que colinden con UGA's de	La UGA urbana 32 "Zona Urbana San Isidro - Corea", donde sólo incide ~180 m de trazo de gasoducto, es la única UGA que

Estrategia	Vinculación
Protección, concentrada preferentemente en las áreas verdes en el caso de nuevos desarrollos inmobiliarios.	colinda con una UGA de protección: la UGA 31 "Cerro El Buey" (321.471 ha). Al respecto, el trazado del gasoducto está a una distancia de más de 80 m de la UGA de protección.

Debido a que el proyecto pertenece al sector de hidrocarburos, y no al agropecuario, la mayoría de las estrategias aplicables a la política ambiental Aprovechamiento Sustentable de la UGA 20, no son vinculantes con el proyecto (i.e. EAS-01, EAS-02, EAS-03, EAS-04, EAS-05, EAS-07, EAS-08, EAS-10, EAS-11, EAS-12, EAS-013).

Sin embargo, se mencionan las estrategias que tienen alguna relación con el proyecto.

Tabla III-7. Política, estrategias y vinculación para la UGA 20.

Estrategia	Vinculación
Política: Aprovechamiento Sustentable	
EAS-06 Conservación y rehabilitación de áreas de temporal en los distritos de temporal tecnificado.	Aunque la UGA 20 se caracteriza por tener agricultura de temporal, no es competencia del promovente. Sin embargo, es importante mencionar que con la instalación de los gasoductos no se afectaran terrenos agropecuarios que estén siendo utilizados por terratenientes.
EAS-09 Preservar la biodiversidad existente dentro de las áreas con uso agropecuario y evitar el uso de transgénicos.	No es directamente vinculante, ya que la instalación de la mayoría de los gasoductos será en suelo urbano o perturbado. Sin embargo, cabe mencionar que ninguna de las especies de flora y fauna registradas cerca de áreas con uso agropecuario están bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Finalmente, en la siguiente tabla, se muestra la vinculación del proyecto con las estrategias propuestas para la UGA 25 o "Cerro Grande".

Estrategia	Vinculación
Política: Protección	
EP-01. Generar los programas de manejo de las Áreas Naturales Protegidas, en coordinación con las dependencias correspondientes.	Estas estrategias no son vinculantes por no ser competencia del promovente. También es importante aclarar que el proyecto no incide dentro de alguna ANP federal, estatal, municipal o particular.
EP-02. Gestionar los recursos humanos, materiales, económicos y equipo técnico especializado indispensable para generar los estudios técnicos necesarios.	
EP-03. Establecer un sistema de monitoreo de la biodiversidad que contemple los criterios ambientales municipales y aspectos etnobiológicos.	
EP-04 Gestionar el programa de monitoreo biológico en Áreas Naturales Protegidas	
EP-05 Implementar acciones que aseguren la conservación de la vegetación nativa y los ecosistemas frágiles (especialmente en el bosque tropical caducifolio y bosque de encino), así como el funcionamiento de los procesos evolutivos de los ecosistemas.	Aunque esta estrategia no es directamente vinculante es importante mencionar que mediante la implementación de las medidas preventivas, de mitigación y, en su caso, de restauración, se pretende asegurar la conservación de la flora nativa, así como de los ecosistemas y de los procesos que en ellos ocurren. Por otra parte, si ocurrieran fugas incidentales o problemas ambientales generados por el desarrollo del proyecto, el promovente deberá gestionar con las autoridades competentes las acciones a implementar.
EP-06. Gestionar ante las autoridades competentes convenios de colaboración para generar acciones conjuntas que logren resolver integralmente la(s) problemática(s) ambiental(es).	

Estrategia	Vinculación
Política: Protección	
EP-07. Aplicación de instrumentos económicos que incentiven el cumplimiento de la política ambiental.	Estas estrategias no son vinculantes por no ser responsabilidad del promovente.
EP-08. Implementar programas que promuevan el turismo alternativo de acuerdo a las condiciones ambientales y socio-culturales de la zona.	
EP-09. Diseñar esquemas que vinculen a la población con el cuidado, manejo y prestación de servicios turísticos adecuados a las condiciones de las diferentes áreas ecológicas.	
EP-10. Impulsar el diseño de proyectos de actividades recreativas y educativas, donde la motivación principal sea el cuidado y contacto directo con la naturaleza.	
EP-11. Promoción y apoyo a la participación y el desarrollo de proyectos comunitarios.	
EP-12. Creación y aplicación de un Programa Municipal de Prevención de Incendios Forestales que localice áreas críticas, determine la temporada más susceptible de incendios forestales, implemente acciones de detección, acciones preventivas y de extinción del fuego.	Aunque esta estrategia no es competencia del promovente, cabe mencionar que el proyecto considera medidas que prevendrán la ocurrencia de incendios y contará con instalaciones encargadas de detectar fugas que pudieran provocarlos. También se les dará mantenimiento a las tuberías y a las instalaciones en general durante la vida útil del proyecto.
EP-13. Aplicar al Programa de Vigilancia Comunitaria (PROVICOM) estableciendo comités de vigilancia ambiental que permita la participación comunitaria para establecer un sistema efectivo de denuncia	Esta estrategia no es vinculante por no ser competencia del promovente.

Estrategia	Vinculación
Política: Protección	
y disminución de delitos ambientales como la tala clandestina, la caza furtiva y la extracción ilegal de vida silvestre, así como también informar a la población sobre el manejo sustentable de los recursos naturales	
EP-14. Diseñar esquemas que vinculen a la población con el cuidado, manejo e importancia de la prestación de servicios ambientales.	Durante las jornadas de rescate y reubicación de especies de flora y fauna, se les darán pláticas a los empleados en cuanto al cuidado, manejo e importancia de estas especies, asegurando los servicios ambientales de los que forman parte.
EP-15. Promover la celebración de un convenio de colaboración entre el H. Ayuntamiento, la Comisión Nacional del Agua y la Secretaría de Ganadería, Agricultura y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación a efecto de actualizar los programas para la tecnificación y uso eficiente del agua.	Esta estrategia no es vinculante por no ser competencia del promovente.
EP-16. Regular el uso del agua para consumo humano y actividades productivas de acuerdo a la disponibilidad de las fuentes de abastecimiento y a su capacidad de carga.	Durante la construcción se requerirá de agua potable para consumo humano para los trabajadores, la cual será adquirida en garrafones por proveedores de agua de la zona o en casas comerciales.
EP-17. Establecer un Programa Interinstitucional de desazolve y rehabilitación de infraestructura para restablecer la capacidad de almacenamiento y regulación hidrológica de los cuerpos de agua.	Esta estrategia no es vinculante por no ser competencia del promovente.
EP-18. Prevenir el vertimiento de contaminantes a las aguas superficiales y	El manejo de las aguas residuales generadas durante la etapa de

Estrategia	Vinculación
Política: Protección	
subterráneas, provenientes de actividades domésticas urbanas y del desarrollo de las actividades de los sectores productivos.	construcción será realizado por la empresa contratada para el servicio de renta de los baños portátiles por utilizar. Por otra parte, para la prueba hidrostática se utilizará agua cruda, por lo que se verterá sobre el terreno una vez que se haya comprobado que está dentro de los parámetros permisibles establecidos en la normatividad aplicable.
EP-19. Diseñar e implementar un Programa Municipal de Captación y Reutilización de Agua de Lluvia.	Estas estrategias no son vinculantes por no ser responsabilidad del promovente.
EP-20. Promover la firma de convenios con CONAGUA para la implementación de programas y realización de actividades como la apertura y fortalecimiento de espacios de cultura del agua, eventos de difusión educativos, académicos y culturales.	
EP-21. Restringir el crecimiento urbano y el establecimiento de nuevos asentamientos humanos en el interior de Áreas Naturales Protegidas, áreas con política de conservación, cañadas o barrancas, zonas de riesgo identificadas en los Planes Maestros Pluviales o Atlas de Riesgo, bancos de material y cuerpos de agua. Así mismo, en las zonas intermedias de salvaguarda (de cuando menos 350 metros) para el desarrollo de actividades altamente riesgosas que sean definidas por la federación, estado o municipio, en las cuales se prohíba el uso habitacional,	La ampliación de la instalación de los gasoductos no incide en ningún ANP (de ninguna categoría), pero sí incide en la UGA 25, cuya política ambiental es de "Protección". Aunque sólo incide en aproximadamente 950 m^2, es importante mencionar que las obras no implican el crecimiento urbano pues no implica la creación de nuevos asentamientos humanos. Por otra parte, debido a que es una actividad altamente riesgosa, se tomarán todas las medidas preventivas necesarias

Estrategia	Vinculación
Política: Protección	
comercial u otro que ponga en riesgo a la población de conformidad con los programas de desarrollo urbano aplicables y las disposiciones del Código Urbano del Estado de Querétaro.	que aseguren tanto el bien del personal como del ecosistema a impactar. Finalmente, en este capítulo se hace la vinculación con los programas de desarrollo urbano para establecer si el proyecto contraviene alguna de sus disposiciones.
EP-22. Construir corredores biológicos sobre las carreteras que fragmenten zonas en buen estado de conservación, con especial atención a las Áreas Naturales Protegidas.	Esta estrategia no es vinculante por no ser competencia del promovente.
EP-23. Reglamentar en las reforestaciones, el uso obligado de especies nativas presentes en los ecosistemas de cada UGA y que obedezca a un programa forestal o de compensación que defina el Municipio.	Aunque esta estrategia no es directamente vinculante, por no ser competencia del promovente, es importante mencionar que como medida de mitigación se contempla respetar las áreas verdes aledañas al proyecto.
EP-25. Se restringe cualquier tipo de urbanización sobre el cauce de una corriente, ríos, escurrimientos, bordos y presas, quedando las riberas o zonas federales y vasos de los cuerpos de agua como zonas de amortiguamiento.	Esta estrategia no es vinculante pues la Ruta de Generación Eléctrica que incide en la UGA 25 no pasa por ningún cauce, río, escurrimiento, bordo o presa.
EP-25. Se reforestarán las áreas con política de conservación con especies nativas, con especial atención a barrancas, márgenes de arroyos y aquellas zonas que presenten pendientes mayores al 15%.	La política de la UGA 25 es de “Protección” y la reubicación de flora será con especies nativas del área de donde se desarrollará el proyecto.
EP-26. Gestionar la aplicación de programas forestales sectoriales vigentes.	Esta estrategia no es vinculante por no ser concerniente al promovente.

Estrategia	Vinculación
Política: Protección	
EP-27. Mantener la superficie y conectividad de los parches remanentes de vegetación presentes en la UGA.	Debido a que el trazo del proyecto de ampliación, que incide en la UGA 25, pasa a un costado de un camino preexistente, donde la vegetación es escasa, se mantendrá la conectividad de los parches de vegetación existentes en dicha UGA.
EP-28. Únicamente se permitirán actividades forestales preexistentes restringidas a un programa de manejo que asegure la conservación de la vegetación.	Esta estrategia no es vinculante con el tipo de proyecto a desarrollar.
EP-29. Diseñar e implementar programas de prevención, erradicación y control de plagas silvestres	Esta estrategia es vinculante debido a que, para seleccionar a los individuos de flora a rescatar, se omitirá a aquellos que tienen signos de estar plagados.
EP-30. Implementación de un vivero que garantice la reproducción de la flora nativa en el Municipio.	La estrategia no es vinculante, toda vez que no es competencia del promovente.
EP-31. Garantizar las funciones y servicios ambientales que prestan los ecosistemas.	
EP-32. No se permitirá verter aguas residuales sin tratar ni disponer de residuos.	Durante la fase de construcción se generarán aguas residuales, cuyo manejo y disposición final correrá a cargo de la empresa a la que se le contraten los baños portátiles. Por otra parte, las aguas generadas durante el proyecto serán examinadas antes de disponer de ellas, para asegurar que sus componentes cumplan con lo dispuesto en la normatividad aplicable. En cuanto a los residuos, los RSU generados en la Franja de Desarrollo serán recolectada en bolsas de basura, recolectada y clasificada para ser

Estrategia	Vinculación
Política: Protección	
	desechada en recipientes apropiados. Para los RME se contempla la instalación un almacén temporal para evitar contaminar el suelo y, al igual que para los RP (generados por el uso de maquinaria pesada), después de ser almacenados según sus características, se dispondrán mediante una empresa autorizada para su transporte y disposición final.
EP-33. Controlar y desalentar el pastoreo en tierras que se encuentren dentro de un Área Natural Protegida o terrenos forestales.	Estas estrategias no son vinculantes con el proyecto.
EP-34. Vigilar y combatir la caza furtiva en zonas de reserva ecológica.	
EP-35. Se restringirá la conversión de zonas de conservación a usos agropecuarios.	
EP-36. Se buscará la aplicación de los artículos relativos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, el Código Penal Federal, la Ley que reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones de la Ley de Protección Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro, el Código Urbano de Querétaro y demás normatividad aplicable, para los casos de desmonte o actos que destruyan la vegetación natural, cambien el uso del suelo forestal y dañen a la flora y fauna de los ecosistemas presentes dentro de un Área Natural Protegida (ANP) o UGA's definidas con	Este capítulo prueba el cumplimiento de esta estrategia, pues se describe la vinculación jurídica del proyecto con la normatividad y legislación ambiental aplicable. Por otra parte, es importante mencionar que sólo una pequeña parte del proyecto de ampliación incide en la UGA 28, definida con política de Protección. Además, dicho trazo pasa por un costado de un camino preexistente, por lo que la vegetación existente en dicha zona es ruderal y poco abundante.

Estrategia	Vinculación
Política: Protección	
Política de Protección en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local.	

Una vez revisadas las estrategias ecológicas de las UGA's aplicables al proyecto, puede concluirse que no se presentan restricciones que impidan o limiten el desarrollo de las obras y actividades. Asimismo, se han considerado medidas que garantizaran el cuidado y uso racional de los recursos naturales mediante el análisis de los impactos y la propuesta de medidas de mitigación pertinentes. Por lo anterior, se considera que el proyecto es compatible con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Querétaro.

Figura 3 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Querétaro

III.1.2. Planes o programas de desarrollo urbano Municipales (PDU)

III.1.2.1. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 se define como un modelo viable de desarrollo económico, ordenamiento político y convivencia entre los sectores sociales[4].

En el eje de Economía, se menciona como meta el Rescate del sector energético y se menciona que un propósito de importancia estratégica es el rescate de Pemex y la CFE para que vuelvan a operar como palancas del desarrollo nacional.

También menciona: *La nueva política energética del Estado mexicano impulsará el desarrollo sostenible mediante la incorporación de poblaciones y comunidades a la producción de energía con fuentes renovables, mismas que serán fundamentales para dotar de electricidad a las pequeñas comunidades aisladas que aún carecen de ella […] La transición energética dará pie para impulsar el surgimiento de un sector social en ese ramo, así como para alentar la reindustrialización del país*.

El proyecto es vinculante con este Plan de Desarrollo debido a que pertenece al sector energético. Por otra parte, aunque el gas natural no es un recurso renovable, es una fuente energética más sostenible que el resto de los hidrocarburos. Además, el desarrollo del proyecto puede ayudar a la transición energética, pues también impulsará la reindustrialización de México.

Por otra, parte, otra estrategia establecida en el PDN, es "Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo". En este apartado se menciona que *Una de las tareas centrales del actual gobierno federal es impulsar la reactivación económica y lograr que la economía vuelva a crecer a tasas aceptables […] El sector público fomentará la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura.*

[4] Presidencia de la República. (12/07/2019). PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024. Diario Oficial de la Federación.

Bajo dicho tenor, las actividades y obras de infraestructura necesarias durante el desarrollo del proyecto generarán empleos productivos a nivel regional, impulsando así la reactivación y el desarrollo económicos de México.

III.1.2.2. Plan Estatal de Desarrollo Querétaro 2016-2021(PEDQ)

El Plan Estatal de Desarrollo Querétaro 2016-2021, es el instrumento rector de la planeación estatal, en el que se incluyen los objetivos, estrategias y lineamientos generales en materia económica, social y política destinados a fomentar el desarrollo integral del Estado y orientar hacia el mismo la acción del gobierno y la sociedad. A partir de la misión y la visión y con base en el análisis de la situación actual, se establecieron cinco ejes rectores, que definen el rumbo de la administración y que están estrechamente vinculados entre sí.[5].

El provecto se vincula con los primeros tres ejes del presente plan:

Eje I. Querétaro Humano: *El desarrollo planeado busca mejorar la calidad y condiciones de vida de los queretanos. Este eje prevé acciones que permitan la equidad de oportunidades, la inclusión y la cohesión social; reducir las brechas de desigualdad, promoviendo el ejercicio efectivo de los derechos sociales en la población y trabajar en forma conjunta, sociedad y gobierno guiados por valores, en la promoción de estilos de vida sanos y saludables e inhibir los factores de riesgo ocasionados por el ocio o la desesperanza.*

Eje II. Querétaro Próspero: *El desarrollo económico planeado debe ir necesariamente a la par del desarrollo social. Las acciones previstas en este eje deben permitir a la población el acceso a los bienes y servicios, al trabajo digno y al ingreso justo. Se busca fortalecer el círculo virtuoso de la inversión, el empleo y la satisfacción de necesidades de consumo y ahorro; un Querétaro sustentable y*

[5] Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro (2016). Plan Estatal de Desarrollo Querétaro 2016-2021.

equitativo, que atienda las vocaciones, condiciones, capacidades y necesidades regionales.

Eje III. Querétaro con Infraestructura para el Desarrollo: *Para transformar el crecimiento en un auténtico desarrollo, es necesario elevar la competitividad y conectividad de las diferentes regiones del Estado. Este eje busca desarrollar la infraestructura, equipamiento urbano y movilidad, que mejoren las condiciones de seguridad y calidad de vida de los queretanos*.

A continuación, se presentan las estrategias y líneas de acción con algún vínculo para el proyecto, el resto, por no ser vinculante (por el tipo de proyecto o las responsabilidades propias del promovente), son omitidas.

Tabla III-8. Estrategias, líneas de acción y vinculación con el proyecto para la Estrategia I del PEDQ.

Estrategia	Líneas de Acción	Vinculación
I.5. Promoción de vivienda digna sustentable y ordenada para los segmentos de la población más desfavorecidos.	• Dignificar los espacios de la vivienda de las personas en situación de pobreza. • Disminuir el hacinamiento habitacional en las zonas rural y urbana. • Impulsar la adquisición de vivienda digna para la población sin acceso a créditos. • Promover el ordenamiento territorial sustentable en la entidad, que incluya a los habitantes de las zonas rural y urbana	Debido a que la instalación de gasoductos puede provocar la creación de reservas territoriales, a lo largo de la instalación de cada ducto se colocarán señalamientos que avisen sobre su existencia. Esto para impedir el asentamiento humano irregular y evitar posibles riesgos. Cabe mencionar que el proyecto cumple con los Planes y Programas de OET.
I.7. Promoción de la inclusión social de la población en	• Incorporar una perspectiva incluyente en los programas y acciones gubernamentales que atiendan las necesidades	No todas las líneas de acción de las estrategias I.7 y I. 8 son vinculantes con el proyecto, pues no son

Estrategia	Líneas de Acción	Vinculación
situación de vulnerabilidad.	específicas de los grupos considerados en situación de desventaja social. • Fomentar la eliminación de prácticas discriminatorias y la violencia de género, que limitan el pleno ejercicio de los derechos de las mujeres en el Estado. • Fortalecer el ejercicio de protección de los menores de edad en situaciones de riesgo en la entidad. • Generar las condiciones de infraestructura para el desarrollo integral, con enfoque de accesibilidad universal, para las personas con discapacidad. • Diversificar los programas dirigidos a mejorar la salud y la inclusión social de los adultos mayores en situación de desventaja social. • Promover el desarrollo económico y social de las comunidades indígenas en el Estado. • Promover mecanismos que faciliten la organización y la realización de proyectos para los migrantes queretanos.	responsabilidad directa del promovente. Sin embargo, es importante mencionar que para la contratación de empleados no habrá algún tipo de exclusión social y, debido a que la mayoría de las localidades aledañas son rurales, se beneficiará a la población en situación de vulnerabilidad. Los resultados del análisis de vulnerabilidad poblacional se discuten en el Capítulo IV.
I.8. Ampliación de la participación activa en la vida política, económica y social de la	• Promover estilos de vida que mejoren la salud integral de los jóvenes queretanos.	

Estrategia	Líneas de Acción	Vinculación
población joven queretana.	• Incentivar la participación de los jóvenes en los programas de emprendimiento estatal. • Fomentar la permanencia de los jóvenes en el sistema educativo estatal. • Facilitar a los jóvenes su incorporación al mercado de trabajo estatal. • Estimular la integración de los jóvenes para la generación de capital social positivo, así como su desarrollo individual en los ámbitos físico, artístico y cultural en el Estado de Querétaro.	

La revisión de la vinculación con la Estrategia II establecida en el PEDQ, cuyo objetivo es *impulsar el círculo virtuoso de la inversión, el empleo y la satisfacción de necesidades de consumo y ahorro de la población queretana a través de atender de manera sustentable las vocaciones y necesidades económicas regionales*[6], se presenta en la siguiente tabla:

Tabla III-9. Estrategias, líneas de acción y vinculación con el proyecto para la Estrategia II del PEDQ.

Estrategia	Líneas de Acción	Vinculación
II.1 Promoción del crecimiento económico equilibrado por sectores y regiones	• Estimular el crecimiento y permanencia de los clústeres existentes en el Estado. • Impulsar mecanismos de fomento a la inversión y	El desarrollo del proyecto estimulará el crecimiento de uno de los clústeres estatales. Así mismo, promoverá la inversión y generación de empleo. Esto ayudará a

[6] Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro (2016). *op. Cit.*

Estrategia	Líneas de Acción	Vinculación
del Estado de Querétaro.	generación de empleo en la entidad. • Fortalecer la integración de las cadenas productivas de la entidad con los diferentes sectores económicos en el entorno nacional e internacional. • Impulsar el desarrollo de proyectos productivos de acuerdo con la vocación regional del Estado. • Desarrollar proyectos de infraestructura logística y de conectividad en el Estado. • Reforzar la cultura de emprendimiento en la población. • Incentivar el uso de tecnologías de la información que generen innovación en el Estado. • Impulsar el acceso a financiamiento y apoyos para el desarrollo de las MIPYMES en el Estado.	fortalecer la integración de las empresas productivas localizadas en el Parque Industrial Querétaro. Además, debido a que está dentro de una zona catalogada con uso de suelo "Industria Pesada", de acuerdo con el PPDM discutido más adelante, respeta la vocación regional establecida. Por otra parte, al ser una ampliación de una red actual de gasoductos, el proyecto refuerza de manera logística la conectividad existente.
II.2 Creación de condiciones favorables de trabajo que propicien la inserción de las personas en el	• Vincular a las personas en edad económicamente activa con los sectores productivos del Estado. • Articular los programas académicos y de capacitación con el sector productivo.	Durante las distintas etapas contempladas en el proyecto, se generará empleo para las personas en edad económicamente activa; incluyendo a las personas con alguna condición de vulnerabilidad. Lo anterior

Estrategia	Líneas de Acción	Vinculación
mercado laboral del Estado.	• Promover opciones de empleo para grupos vulnerables de la sociedad. • Fomentar el desarrollo de capacidades y habilidades técnicas de la población económicamente activa. • Procurar la impartición de justicia laboral y conciliación de los intereses de los actores que integran el sector productivo del Estado.	fomentará el desarrollo de capacidades y habilidades técnicas de dicha población. Finalmente, el promovente se comprometerá a la existencia de justicia laboral y conciliación de intereses en caso de suceder.
II.5 Conservación y aprovechamiento sustentable del patrimonio natural del Estado.	• Implementar acciones para disminuir los efectos generados por el cambio climático. • Fortalecer y aplicar el marco regulatorio en materia ambiental en el Estado de Querétaro. • Fomentar la reducción de las emisiones de contaminantes a la atmósfera. • Gestionar eficientemente los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en el Estado. • Impulsar el ordenamiento ecológico en los municipios de la entidad. • Implementar programas enfocados a la conservación y aprovechamiento del patrimonio natural de Querétaro.	El proyecto abastecerá de gas natural a las empresas solicitantes del servicio. La utilización de este energético es más amigable con el ambiente y ayuda a disminuir los efectos provocados por el cambio climático. Por otra parte, en esta MIA-R se describe cómo el promovente cumple y cumplirá con lo dispuesto en el marco normativo en materia ambiental. Esto mediante las medidas preventivas, programas de mantenimiento e implementación de medidas de mitigación en caso de ser necesarias. Siempre en concordancia con el OE del Estado, Municipio y Delegación.

Estrategia	Líneas de Acción	Vinculación
	• Fomentar el saneamiento, reúso e intercambio de las aguas residuales en el Estado.	

Finalmente, el proyecto es vinculante con la Estrategia III del PEDQ, cuyo objetivo es impulsar la conectividad y competitividad entre las regiones desarrollando la infraestructura y el equipamiento que incidan en la mejora de las condiciones de vida de los queretanos.

Tabla III-10. Estrategias, líneas de acción y vinculación con el proyecto para la Estrategia III del PEDQ.

Estrategia	Líneas de Acción	Vinculación
III.1 Impulso al desarrollo sustentable en el patrón de ocupación y utilización del territorio estatal.	• Impulsar el uso y aplicación de la planeación estratégica para el desarrollo de proyectos de infraestructura a largo plazo. • Promover la elaboración o actualización de los instrumentos que integran el Sistema Estatal de Planeación Urbana. • Crear mecanismos de coordinación y consenso entre la sociedad y gobierno para el aprovechamiento eficiente del suelo. • Impulsar la profesionalización de las áreas técnicas encargadas de la planeación, operación y evaluación del desarrollo urbano. • Socializar los instrumentos del Sistema Estatal de Planeación Urbana para lograr que la sociedad se apropie de ellos.	Debido a que la ampliación de la red de ductos que transportan gas natural es un proyecto de infraestructura a largo plazo, es vinculante con esta estrategia. Al respecto, a lo largo de este capítulo se describe la concordancia de las obras y acciones planeadas para el desarrollo del proyecto, con los instrumentos de ordenamiento territorial y los planes de desarrollo urbano pertinentes.

Estrategia	Líneas de Acción	Vinculación
III.3 Fortalecimiento en el abasto y uso eficiente de agua, alcantarillado y saneamiento en el Estado de Querétaro.	• Planear técnica y financieramente la infraestructura hidráulica acorde con los planes y programas de desarrollo, nacionales y estatales. • Implementar proyectos integrales de nuevas fuentes de abastecimiento superficiales o subterráneas. • Incrementar la cobertura de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento. • Mejorar la eficiencia física, comercial y administrativa de los organismos operadores de aguas en el Estado. • Promover estrategias para el uso eficiente y aprovechamiento del agua con base en una cultura de sustentabilidad. • Promover las mejores prácticas y tecnología de punta en los procesos de uso, aprovechamiento y administración del recurso.	Aunque no todas las líneas de acción son vinculantes con el proyecto, es importante mencionar que el manejo de las aguas residuales generadas durante la etapa de construcción (producto del empleo de los baños portátiles), será realizado por la empresa contratada para el servicio de renta de baños portátiles. En cuanto a descarga de aguas, se utilizará agua cruda para la prueba hidrostática, por lo que se verterá sobre el terreno una vez que se haya comprobado que cae dentro de los parámetros permisibles establecidos la NOM 003-ASEA-2016.

Por todo lo anterior, puede concluirse que las obras y actividades planeadas para las distintas fases del proyecto son coherentes con las estrategias y líneas de acción establecidas en el Plan Estatal de Desarrollo Querétaro 2016-2021 para este tipo de infraestructura.

III.1.2.3. Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 (Municipio de Querétaro)

El Plan Municipal de Desarrollo (PMD) es el documento que comprende los propósitos, objetivos, prioridades, estrategias generales y criterios de acción para hacer de Querétaro una ciudad más humana, segura, compacta, con desarrollo y un gobierno abierto. En este plan se crea el instrumento de planeación estratégica Q500, para apoyar al Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN) en la formulación de la línea de acción 7.1 del Plan Municipal de Desarrollo: elaborar una propuesta de planeación integral y multidisciplinaria a 20 años, basada en el modelo de ciudad compacta, el respeto al Derecho a la Ciudad, incluyendo la participación ciudadana.

En el instrumento Q500, el proyecto incide en la zona denominada “Nodo Regional”, que tiene una superficie de 1118 ha y está dentro de la delegación Santa Rosa Jáuregui.

De acuerdo con este instrumento, el proyecto cae mayormente dentro del uso de suelo para Industria y de Preservación ecológica agrícola. Los usos permitidos y prohibidos en cada tipo de suelo están en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano para la Delegación Santa Rosa Jauregui (PPDUDSRJ) de 2008, cuya vinculación se hace en el siguiente apartado.

Tabla III-11. Características de la zona "Nodo Regional".

Categoría	Superficie (ha)	Porcentaje
Industria	641.518	57.38
Ambiental (Espacio abierto + Preservación ecológica agrícola + Preservación ecológica, protección ambiental.	334.466	29.92

Por otra parte, las propuestas que se aplican al ámbito estratégico del Nodo Regional son:

Tabla III-12. Vinculación con el proyecto en cuanto a los ejes propuestos en el Q500.

Iniciativa	Propuestas	Vinculación
Eje: Estructuración y articulación de los sistemas urbano-territoriales		
1.1. Eficiencia vial en corredores logísticos	1.1.2 Carril de Alta Ocupación sobre Av. 5 de febrero.	Estas iniciativas no son vinculantes con el proyecto al no ser responsabilidad del promovente. Sin embargo, los autos de carga necesarios durante la instalación de gasoductos circularan por la red vial preexistente, que está en buen estado, con anchos de vialidades de aproximadamente 12m, conformados por dos carriles en contrasentido.
1.2 Transporte regional intermodal.	1.2.2 Reestructuración de rutas de transporte regional, suburbano. 1.2.2 Estructuración de rutas para el transporte de carga.	
3.1 Subcentros urbanos conectados	3.1.1 Polígono de actuación para conformar un subcentro urbano.	No es vinculante con el proyecto propuesto.
3.3 Red urbana de espacios públicos y equipamientos.	3.2.2 Rehabilitación y creación de espacios públicos. 3.3.4 Creación y adaptación del espacio públicos seguros, inclusivas y accesibles, e infraestructura sostenible.	No es vinculante por no ser concerniente al promovente; sin embargo, la ampliación de la red de gasoductos puede impulsar la rehabilitación de ciertos espacios públicos dentro del parque industrial; sobre todo aquellas áreas utilizadas por los transeúntes.
4.1 Red de infraestructura ciclista y peatonal.	4.1.1 Construcción de ciclovías. 4.1.1 Obras para cruces seguros.	Aunque no es vinculante con el proyecto, dentro del ámbito existe un carril en cada sentido para el tránsito de bicicletas, así como banquetas con ancho promedio de 2.50m, cuyas dimensiones son óptimas para la función que prestan
4.2 Transformación y	4.2.1 Calles completas.	No es responsabilidad del promovente, por lo que no es vinculante.

Iniciativa	Propuestas	Vinculación
conexión de la red vial.	4.2.2 Centro de transferencia modal.	
4.3 Desincentivos para reducir el uso del automóvil.	4.3.2 Transporte público complementario. 4.3.3 Gestión de estacionamientos.	Aunque esta política no es vinculante, los empleados se transportarán por su cuenta, estando a cargo de la empresa contratista. Y, dentro del complejo, existen espacios para estacionarse.
Eje: Conservación y restauración de los recursos naturales		
6.1. Protección de las zonas de importancia hidrológica	6.1.2. Cobro por pérdida de servicios ambientales.	No es directamente vinculante, pues las obras y actividades no involucran daño directo a cuerpos de agua ni la remoción de vegetación forestal, por lo que no habrá una pérdida de los servicios ambientales actuales.
7.1. Monitoreo permanente y riguroso de la contaminación atmosférica.	7.1.1. Sistema de monitoreo renovado.	Las posibles emisiones a la atmósfera por combustión se deberán al uso de maquinaria y equipos utilizados durante las obras y actividades. Por ello, como medida preventiva se exigirá a las empresas contratistas el buen estado tanto de la maquinaria como del equipo, los cuales deben estar bajo las condiciones que marca la normatividad vigente.
7.2. Tratamiento extendido de agua residual.	7.2.1. Capacidad de tratamiento de agua residual. 7.2.3. Sistema obligatorio tratamiento de aguas residuales residenciales.	En el interior del parque industrial se ofrece agua de servicio, agua tratada y sistemas de riego y drenaje para las empresas que se encuentran dentro de las instalaciones. Cuenta con dos plantas de tratamiento de aguas residuales con capacidad de 40 litros por segundo y se reciben aguas residuales de algunas comunidades aledañas para

Iniciativa	Propuestas	Vinculación
		ser tratadas. El agua es reutilizada hasta más de una vez en el parque.
7.3. Manejo integral y sostenible de residuos sólidos.	7.3.1. Sistema de tratamiento integral de residuos de manejo especial. 7.3.2. Parque industrial especializado en reciclaje.	Se contempla la instalación temporal de un almacén de residuos de manejo especial para evitar contaminar el suelo. Estos residuos serán restos de tubos de acero; cartón, plástico y madera de empaque. Mientras que los materiales que puedan reutilizarse serán separados por la empresa contratista (afiliada al registro de prestadores de dichos servicios en Querétaro) para su manejo y, el resto, será vendido a empresas locales para su reciclaje.
Eje: Integración social mediante el acceso equitativo a las oportunidades		
8.1 Atención permanente a todos los grupos vulnerables.	8.1.2. Subvención de proyectos sociales destinados a mujeres, indígenas, miembros del colectivo LGBT, personas con discapacidad, familias.	La contratación de empleados para el desarrollo del proyecto será abierta a todo tipo de población; sin distinguir entre sexo, etnia, preferencia sexual, religión, condición económica y/o social.
Eje: Modelo de desarrollo con fortalecimiento de base local, capacidades humanas y alianzas estratégicas		
12.1. Consolidación del emprendimiento y fomento a la empleabilidad.	12.1.1 Centro Municipal Fortalecimiento Empresarial y Empleo Incluyente. 12.1.3 Gestión de necesidades de materia prima e	El desarrollo del proyecto impulsará el ámbito empresarial-industrial de la región, del municipio y del país; ofreciendo cientos de empleos durante todas las fases del proyecto. Por otra parte, la ampliación de los gasoductos proveerá de gas natural a un mayor número de población, brindando

Iniciativa	Propuestas	Vinculación
	insumos de empresas e industrias.	también este insumo a las empresas e industrias que lo necesiten para su funcionamiento. La creación de esta infraestructura proveerá de un servicio básico para muchos gremios poblacionales; e integrará a la población no económicamente activa habitante de la zona al mercado laboral; contribuyendo así al desarrollo económico del Municipio de Querétaro.
12.2 Vinculación de empresas locales con cadenas de proveeduría.	12.2.1 Plataforma de proveeduría local. 12.2.2 Infraestructura y/o servicios para la inclusión de la base productiva local. 12.2.3 Universidades vinculadas al desarrollo local.	
12.3. Integración de áreas marginadas al desarrollo económico.	12.3.1 Polígono Estratégico de Desarrollo Económico.	
12.4 Planeación del desarrollo industrial.	12.4.1 Plan Industrial Metropolitano. 12.4.2 Apoyo a la investigación y transferencia de biotecnología, nanotecnología y TIC.	No es vinculante por no ser competencia del promovente.
13.2 Suelo y facilidades para el desarrollo rural.	13.2.1 Designación del uso de suelo Zona Rural en periferias. 13.2.2 Centros Integrales de Apoyo al Sector Rural.	Durante la realización del proyecto se instalarán señalamientos que indiquen el paso del ducto y la realización de obras, para evitar asentamientos irregulares, así como algún daño a la población rural de la periferia. El proyecto se realizará en una zona donde la mayoría de las localidades son rurales, por lo que la creación de empleos ayudará al desarrollo de dicho sector poblacional.

Iniciativa	Propuestas	Vinculación
14.1 Fomento a las energías alternativas.	14.1.1 Energía limpia en actividades económicas. 14.1.2 Oficina para la Gestión Industrial Sostenible.	El tipo de proyecto no se presta a aplicar esta iniciativa. Sin embargo, las obras y actividades se realizarán en el día, aprovechando la luz solar como medio de iluminación. Por otra parte, en la etapa de construcción se requerirá de energía eléctrica, que se obtendrá de plantas generadoras portátiles que trabajan con gasolina.
14.2 Uso eficiente de los recursos.	14.2.1 Centros de acopio y reciclaje municipal.	Los materiales utilizados durante el desarrollo del proyecto serán utilizados eficientemente; siempre evitando tener pérdidas. Esto mediante la implementación de las acciones planeadas y descritas en el capítulo II.

En conclusión, debido a que el "Nodo Regional" es un área que se puede gestionar para promover la ciudad en el ámbito empresarial-industrial a nivel nacional y, tiene una ubicación es idónea para no afectar la movilidad urbana cotidiana y la calidad de vida de los residentes de la ciudad[7], cumple con las iniciativas aplicables según la zonificación hecha en el instrumento Q500 del PMD.

[7] ONU-Hábitat e IMPLAN (2018). Q500 Estrategia de Territorialización del Índice de Prosperidad Urbana en Querétaro. Capítulo 12: Ámbitos estratégicos.

III.1.2.4. Plan Parcial de Desarrollo Urbano para la Delegación Santa Rosa Jauregui (PPDUDSRJ)

La Modificación del Plan Parcial de Desarrollo Urbano para la Delegación Santa Rosa Jáuregui (PPDUDSRJ) surge como respuesta a la necesidad de establecer los planteamientos técnicos y jurídicos, para organizar y prever el crecimiento del territorio delegacional integrándose con su entorno, resolviendo y mitigando los efectos negativos del crecimiento urbano desordenado. En este plan de ordenamiento territorial se menciona que uno de sus ejes es la "Estrategia urbana", cuyo objetivo es atender a la población alojada en la delegación, dotándola de la infraestructura y del equipamiento urbano correspondiente.

Según la zonificación secundaria propuesta en este documento, parte del proyecto entra dentro de la zona de Preservación Ecológica Agrícola (PEA) pero, consultando la tabla de usos permitidos y prohibidos, no está contemplada la instalación de gasoductos dentro de ese tipo de suelo, por lo que no puede considerarse como un uso prohibido.

Por otra parte, en el PPDUDSRJ se menciona que las áreas de preservación ecológica tienen una aptitud baja para el desarrollo urbano debido a que son suelos de productividad agrícola y con pendientes con altos costos de urbanización[8].

Considerando que la mayor parte del proyecto se localiza dentro del tipo de suelo "Industria Pesada" y, a que la instalación de gasoductos no involucra en sí misma el crecimiento urbano, y a que se tomarán medidas preventivas para evitar el desarrollo de asentamientos humanos irregulares (e.g. colocar señalamientos a lo largo de cada ducto instalado), puede concluirse que el proyecto cumple con los lineamientos de este ordenamiento parcial territorial.

[8] Delegación de Santa Rosa Jauregui. (2008). Plan Parcial de Desarrollo Urbano para la Delegación Santa Rosa Jauregui. Periódico Oficial La Sombra de Arteaga.

III.1.3. Normas Oficiales Mexicanas

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, que tienen como finalidad establecer las características que deben reunir los procesos o servicios cuando estos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana; así como aquellas relativas a terminología y las que se refieran a su cumplimiento y aplicación.

El proyecto de ampliación de la red de transporte de gas natural cumplirá desde el diseño de los equipos y en cada una de sus etapas (preparación del sitio, instalación, y operación) con la normatividad aplicable, con la finalidad de prevenir y controlar cualquier emisión contaminante y/o riesgo humano. A continuación, se detallan las Normas Oficiales aplicables al proyecto:

III.1.3.1. Normas Oficiales Mexicanas en materia del personal

El personal que laborará en la etapa de construcción e instalación de la ampliación de los gasoductos contará con la capacitación necesaria para realizar las obras y actividades necesarias. Además, se asegurará que todos cuenten con el equipo de protección personal establecido en las Normas Oficiales Mexicanas. También se implementarán los sistemas y equipos de seguridad necesarios para operar, tanto para el manejo de sustancias como para el control de incendios y otras eventualidades que pudieran suceder. Lo anterior, en cumplimiento de los términos y especificaciones establecidas en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

- NOM-002-STPS-2010 Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
- NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.
- NOM-006-STPS-2000, Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciones y procedimientos de seguridad.
- NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

- NOM-017-STPS-2008 Equipo de protección personal-selección, Uso y Manejo en los centros de trabajo
- NOM-019-STPS-2011 Constitución, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.
- NOM-021-STPS-1993, Relativa a los requerimientos y características de los informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para integrar las estadísticas
- NOM-024-STPS-2001, Vibraciones - Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.
- NOM-027-STPS-2008. Actividades de soldadura y corte. Condiciones de seguridad e higiene.
- NOM-031-STPS-2011, Construcción-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.
- NOM-100-STPS-1994. Seguridad-Extintores contra incendio a base de polvo químico seco con presión contenida-Especificaciones.
- NOM-101-STPS-1994, Seguridad - Extintores a base de espuma química.
- NOM-102-STPS-1994, Seguridad-Extintores contra incendio a base de bióxido de carbono.
- NOM-103-STPS-1994, Seguridad- Extintores contra incendio a base de agua con presión contenida.
- NOM-113-STPS-2009, Seguridad-Equipo de protección personal-Calzado de protección-Clasificación, especificaciones y métodos de prueba.
- NOM-115-STPS-2009, Seguridad - Equipo de protección personal - Cascos de protección - Clasificación, especificaciones y métodos de prueba
- NOM-018-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.

III.1.3.2. NOM's en materia de residuos

De acuerdo con las características del proyecto, se generarán residuos sólidos urbanos, residuos peligrosos y residuos de manejo especial. Por lo que se elaborará

un plan de manejo de residuos específico para la etapa de abandono de sitio, en el cual se contemplará las premisas del manejo de los mismo como son reducción en la fuente, reutilización, reciclaje, tratamiento, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final. Los residuos peligrosos y de manejo especial se separarán y almacenarán temporalmente en un contenedor cuyas características se apegarán a lo dispuesto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Posteriormente se contratará a un autorizado por la SEMARNAT para su transporte y disposición final. Se verificará el seguimiento de los mismos hasta obtener el manifiesto de disposición final o su equivalente, cuidando la cadena de custodia de los residuos en sus etapas de transporte, almacenamiento en centro de acopio, y disposición final. Para llevar a cabo este manejo de residuos peligrosos, la empresa cumplirá con las disposiciones marcadas en las siguientes normas:

- Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
- Norma Oficial Mexicana NOM-053-SEMARNAT-1993, Procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
- Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993, Procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-1994.

En cuanto a los residuos sólidos urbanos, éstos serán enviados al relleno sanitario local. Se instalarán contenedores con tapa, colocados en sitios estratégicos al alcance del personal. Esto de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-117-SEMARNAT-2006, Que establece las especificaciones de protección ambiental durante la instalación, mantenimiento mayor y abandono, de sistemas de conducción de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso por ducto, que se realicen en derechos de vía existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales.

III.1.3.3. NOM´s en materia del aire

Aunque los gasoductos son subterráneos y no afectan directamente la calidad del aire, ni están asociados con contaminación acústica, se consideran las actividades necesarias para su instalación y funcionamiento.

NOM	Vinculación
NOM-041-SEMARNAT-2006 Que establece los límites permisibles de emisiones de gases contaminaste del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible	Durante la etapa de construcción se requerirá diésel para la maquinaria a utilizar, además de gasolina y aditivos para los vehículos de transporte de tubería, y personal de supervisión de la obra. Se exigirá al contratista que los vehículos y maquinas empleadas cumplan con la normatividad en materia de emisiones. También se contempla el mantenimiento de vehículos y equipos para que siempre estén por debajo de los valores máximos permisibles. Esto se realizará en áreas impermeables, distintas a donde se llevarán a cabo las obras. Finalmente, durante las etapas de preparación del sitio e instalación, se circulará a baja velocidad (20 km/h) para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.
NOM-045-SEMARNAT-2006 Protección ambiental- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de pruebas y características técnicas del equipo de medición.	
NOM-080-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Debido a que, durante la etapa de preparación del sitio y construcción se utilizará maquinaria pesada y equipos estacionarios generadores de ruido, el promovente se apegará a lo establecido en la norma. Además, hará las acciones correctivas necesarias para evitar efectos nocivos de dichos contaminantes al medio ambiente. Y, en caso de ser necesario, la empresa ejecutará las acciones que en

NOM	Vinculación
	algún momento puedan ser impuestas por las autoridades correspondientes.

III.1.3.4. NOM's para el manejo y protección ambiental

Dentro del área del proyecto se registraron algunas especies de fauna que pudieran cambiar su distribución debido al desarrollo del proyecto. Al respecto, la normatividad vinculante es:

NOM	Vinculación
NOM 117-SEMARNAT-2006 Que establece las especificaciones de protección ambiental durante la instalación, mantenimiento mayor y abandono, de sistemas de conducción de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso por ducto, que se realicen en derechos de vía existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales.	Esta norma es vinculante pues se planea la ampliación de la instalación de gasoductos en derechos de vía existentes y, ciertos trazos involucran a zonas definidas como agrícolas. Para la instalación, las actividades de deshierbe serán sólo en la zona del derecho de vía y se utlizarán los caminos de acceso ya existentes. Los residuos vegetales generados durante el despalme y deshierbe se triturarán y dispersarán dentro del derecho de vía.
NOM-055-SEMARNAT-2003 Que establece los Requisitos que Deben Reunir los sitios Destinados al Confinamiento Controlado de Residuos Peligrosos, Excepto de los Radiactivos.	Es vinculante debido a que se planea instalar un almacén temporal de los residuos peligrosos, por lo que el promovente se apegará a lo dispuesto en esta norma para su construcción y operación.
Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	De acuerdo con el listado brindado en esta NOM, ninguna de las especies de flora o fauna registradas en el área del proyecto está dentro de alguna categoría de riesgo. Sin embargo, en el SAR, la biznaga burra (*Echinocactus platyacanthus*) está catalogada como una especie en peligro de

NOM	Vinculación
	extinción (P) y la cascabel oscura de Querétaro (*Crotalus aquilus*) como sujeta a protección especial (Pr).
Norma Oficial Mexicana NOM-143-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones ambientales para el manejo de agua congénita asociada a hidrocarburos	El agua utilizada durante las obras será agua corriente que no necesita ser tratada, por lo que se regará en el terreno. Sin embargo, previo a eso se le realizarán las pruebas necesarias para que no rebase los limites permisibles.
NOM-138-SEMARNAT/SS-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	Durante la instalación de los ductos se realizar pruebas de fugas para evitar la liberación accidental de hidrocarburos en el suelo. Las actividades de mantenimiento que se necesiten estarán apegadas a lo establecido en la normatividad, para prevenir la contaminación del suelo y en caso de existir, se asegurará que esté dentro de los límites máximos permisibles para suelos contaminados con hidrocarburos, lo que se verificará mediante la caracterización y remediación del suelo.

III.1.4. NOM's de Riesgo ambiental y energía

Debido a que el proyecto, por ser del sector energético, tiene riesgos ambientales asociados particulares, a continuación, se enlista la normatividad aplicable:

NOM	Vinculación
NOM-007-SECRE-2010, Transporte de gas natural	Como distribuidor de gas natural por ductos, el promovente regulará sus acciones por esta norma, en cuanto al diseño, operación y mantenimiento de los ductos. Al ser una ampliación, la empresa

	cuenta y contará con los dictámenes de verificación tanto de su construcción, como los dictámenes anuales de operación y mantenimiento por una Unidad de Verificación acreditada, a fin de garantizar la integridad y operabilidad de la red.
NOM-009-SECRE-2002, Monitoreo, detección y clasificación de fugas de Gas Natural y gas L.P. en ductos	Durante todas las fases del proyecto, se monitoreará la red de ductos para detectar fugas de gas natural, y si suceden, la clasificación se apegará a lo establecido en esta norma.
NOM-005-STPS-1998, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.	El promovente se compromete a cumplir con esta norma en cuanto al manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, como el gas natural o los residuos peligrosos generados por las obras y actividades.
NOM-018-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.	Debido al peligro que puede representar para la población, en las instalaciones superficiales, la empresa realizará la identificación de los ductos que transporten gas natural, así como aquellos que pudieran contener sustancias peligrosas, según esta norma.
NOM-022-STPS-2015, Electricidad estática en los centros de trabajo - condiciones de seguridad e higiene.	Debido a que este tipo de electricidad puede provocar incendios y explosiones accidentales, el promovente se apegará a las condiciones de seguridad indicadas en esta norma. Cabe mencionar que todos los equipos de las EMR de los usuarios estarán debidamente aterrizados para evitar descargas por electricidad estática.

III.1.5. Decretos y programas de conservación y manejo de las Áreas Naturales Protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas son una herramienta de conservación que cumplen varios objetivos y proporcionan beneficios para la región, los pobladores de zonas aledañas, el país e incluso el planeta. Los más importantes son la protección y conservación de la naturaleza (e.g. flora, fauna, paisajes naturales), así como los procesos ecológicos y servicios ecosistémicos asociados. Según su administración, se dividen en federales, estatales, municipales, comunitarias, ejidales y privadas; pero todas ellas son administradas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

Por otra parte, según sus características, se dividen en: Reservas de la Biosfera, Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Área de Protección de Recursos Naturales, Áreas de Protección de Fauna y Flora y Santuarios

Para conocer el contexto geográfico del proyecto respecto a las ANP de la región, se realizó una proyección de las ANP (considerando todas las categorías), junto con la proyección del área del proyecto en Sistemas de Información Geográfica. De ello, se obtuvo que el proyecto no incide en alguna. Sin embargo, a continuación, se presentan las más cercanas al proyecto y su distancia aproximada.

Tabla III-13. Áreas Naturales Protegidas más cercanas al área del proyecto.

ANP	Tipo	Categoría	Distancia
Zona Occidental de Microcuencas	Municipal	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	4.6 km al Este
Montenegro	Estatal	Zona de Reserva Ecológica	4.95 km al Sur
Zona Occidental de Microcuencas	Estatal	Reserva Estatal	4.6 km al Noroeste
Cerro de Las Campanas	Federal	Parque Nacional	24.2 km al Sur

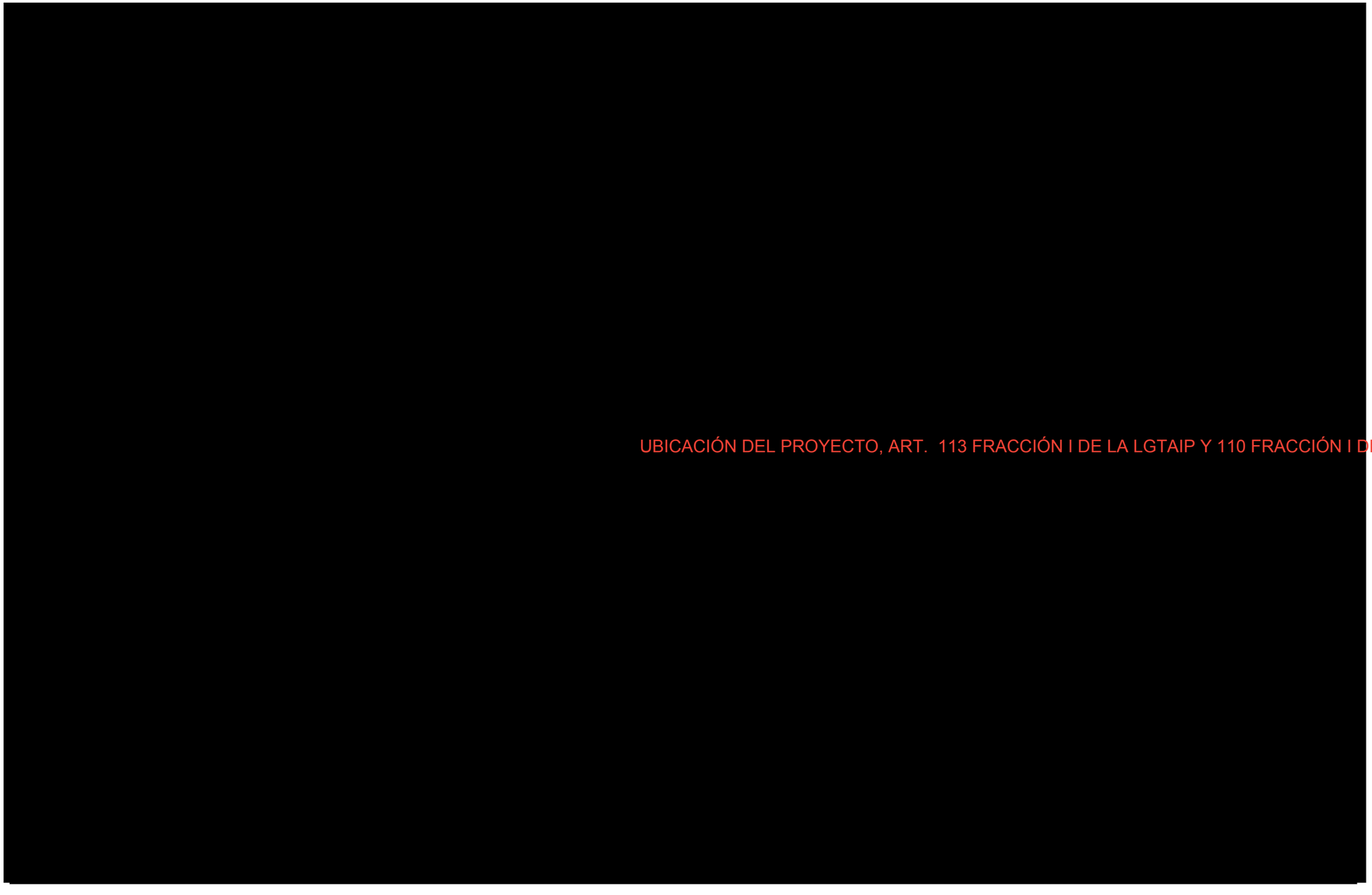


Figura 4 Áreas naturales protegidas de carácter Federal

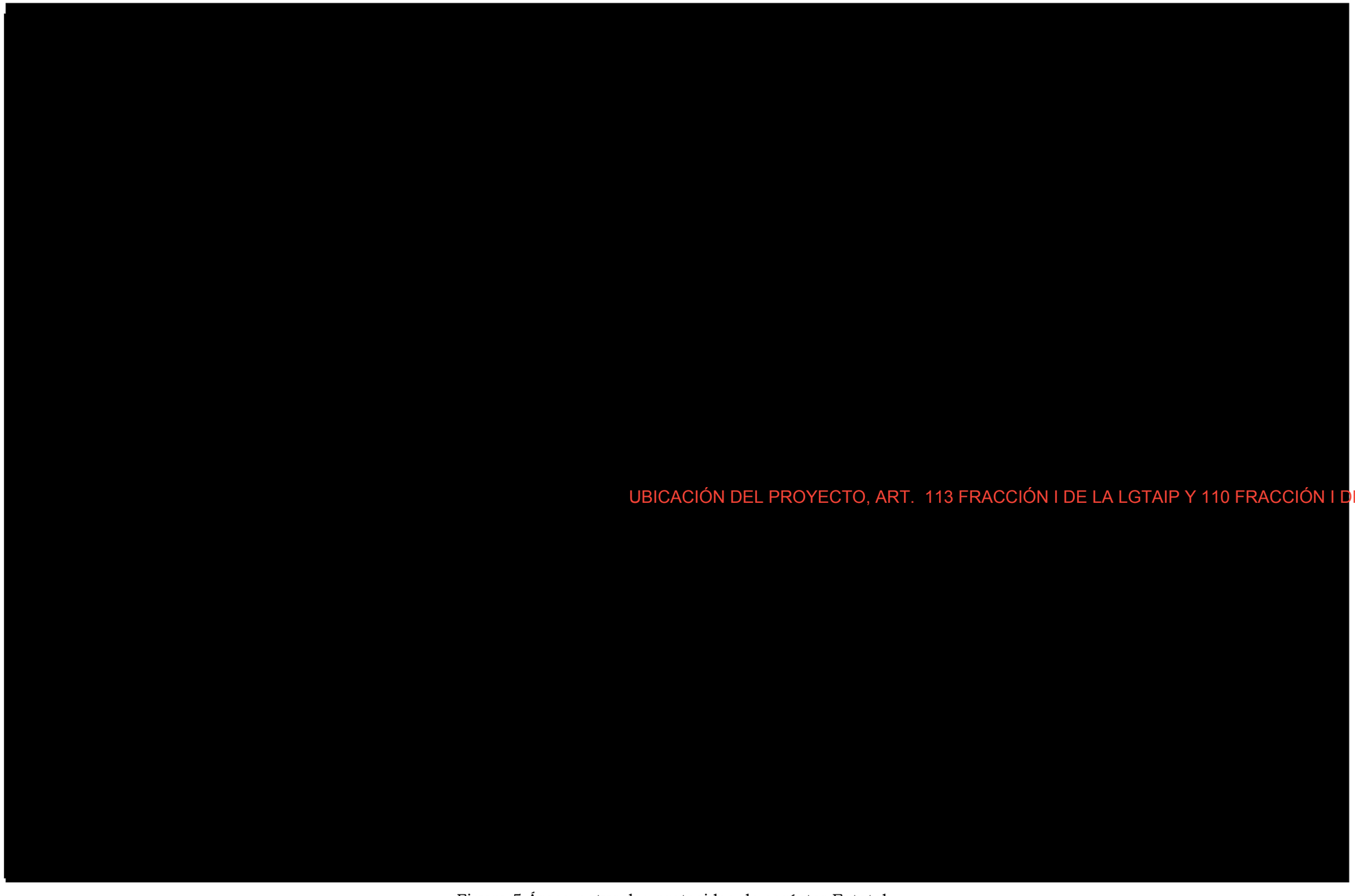


Figura 5 Áreas naturales protegidas de carácter Estatal

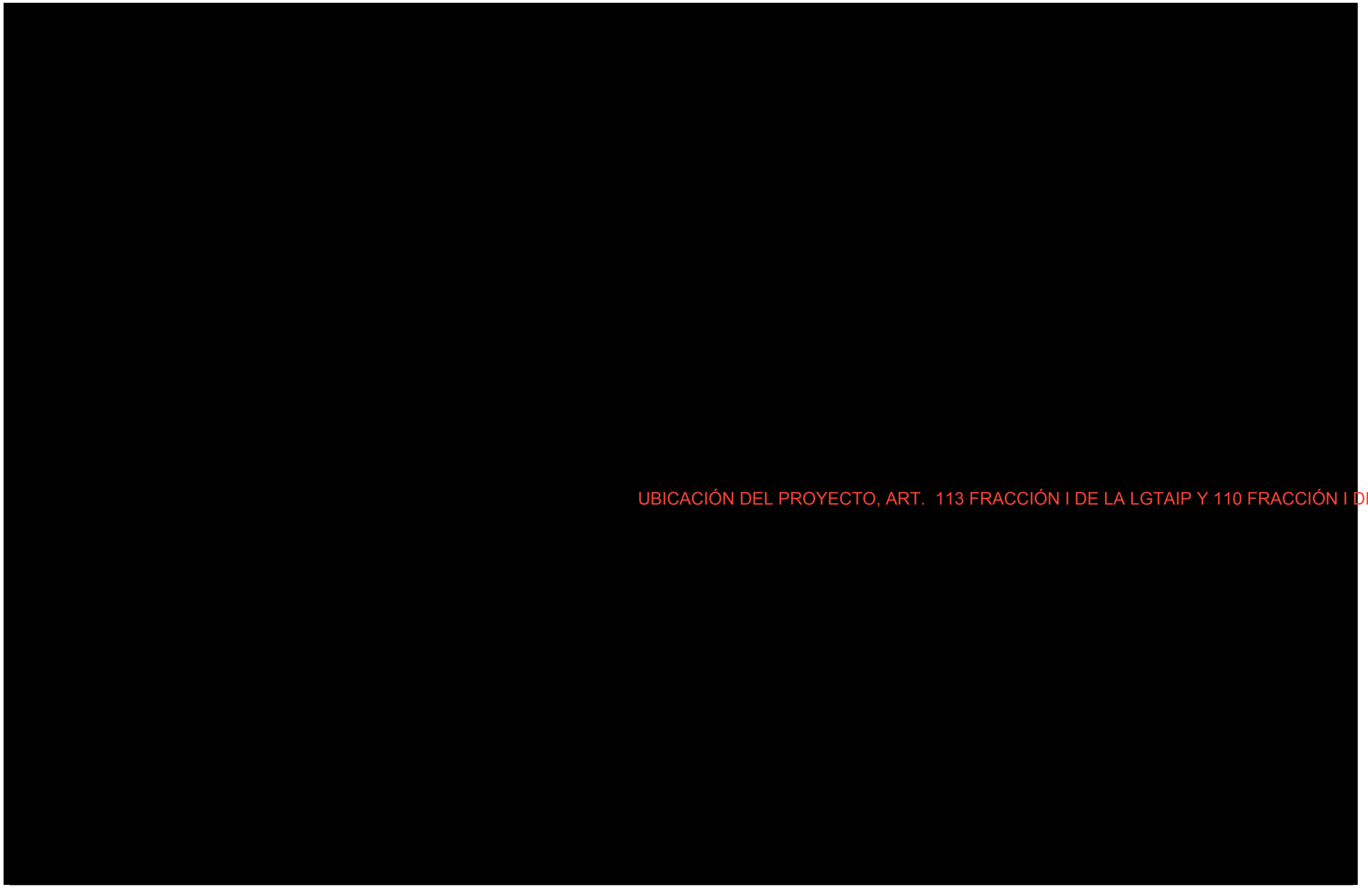


Figura 6 Áreas naturales protegidas de carácter Municipal

III.2. Instrumentos Normativos

III.2.1. Leyes y Reglamentos en materia ambiental

En este apartado se considera a la legislación ambiental federal, estatal y municipal vigente, pues será la que regule el proyecto y los impactos que puedan presentarse por su instalación y operación.

III.2.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917 (última reforma el 28 de mayo de 2021), es el eje rector para orientar el desarrollo del país mediante el otorgamiento de las garantías individuales y colectivas.

Artículo 4°. Quinto párrafo. *Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley*.

Este artículo es vinculante con el proyecto ya que la ampliación del sistema de transporte de gas natural significa que se aumentará la superficie a la que llega este combustible, que es más amigable con respecto a otros, pues con su utilización se emite una menor concentración de gases de efecto invernadero. Esto beneficiará las condiciones atmosféricas del municipio, considerando que es el de mayor aporte de gases de efecto invernadero según el Plan Municipal de Desarrollo.

Artículo 25. *Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, […] mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo […] La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo*. **Último párrafo:** […] *La ley alentará y protegerá la actividad económica que realicen los particulares y proveerá las condiciones para que el desenvolvimiento del sector privado contribuya al desarrollo económico nacional, promoviendo la competitividad e implementando*

una política nacional para el desarrollo industrial sustentable que incluya vertientes sectoriales y regionales.

En este sentido, el presente proyecto pretende impulsar el desarrollo económico del Municipio de Querétaro, el de mayor aporte al PIB estatal, ya que se crearán nuevos empleos y se promoverá la inversión nacional y extranjera. Con el suministro de gas, un combustible más barato en relación con otros combustibles beneficiará también al sector habitacional rural. Además, impulsará el aumento de la cobertura de servicios a localidades que actualmente carecen de algunos servicios básicos.

Artículo 27. Tercer párrafo. *La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico*. **Séptimo párrafo.** […] *Con el propósito de obtener ingresos para el Estado que contribuyan al desarrollo de largo plazo de la Nación, ésta llevará a cabo las actividades de exploración y extracción del petróleo y demás hidrocarburos mediante asignaciones a empresas productivas del Estado o a través de contratos con éstas o con particulares, en los términos de la Ley Reglamentaria.*

Durante el desarrollo del presente proyecto se cumplirá con lo dispuesto en los ordenamientos territoriales nacional, estatal, municipal y delegacional; tal como se describe a lo largo de este capítulo. Así mismo, traerá beneficios económicos tanto a la población rural como urbana, pues será una importante fuente de trabajo para los habitantes de la Delegación de Santa Rosa Jauregui y sus alrededores. Y, una vez que esté en funcionamiento, permitirá la restauración del equilibrio ecológico

ya que contribuirá con la disminución de la concentración de gases de efecto invernadero liberados a la atmósfera. Finalmente, es importante mencionar que durante las asignaciones y contratos se afirmará que el gas natural es propiedad de la Nación.

III.2.1.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

De acuerdo con el Artículo 1° de la LGEEPA (Última reforma publicada DOF 18-01-2021), esta ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar lo establecido en el Art.4, quinto párrafo, de la Constitución.

De acuerdo con las fracciones V, VI, X y XIX del Artículo 5º, los incisos a) y f) de la fracción III del Artículo 11, la fracción XI del Artículo 15 y el Artículo 17 de esta Ley; es facultad de la Federación la evaluación, aprobación y vigilancia en el desarrollo del presente proyecto.

Artículo 5o.- *Son facultades de la Federación:*

V.- La expedición de las normas oficiales mexicanas y la vigilancia de su cumplimiento en las materias previstas en esta Ley;

VI.- La regulación y el control de las actividades consideradas como altamente riesgosas, y de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos para el ambiente o los ecosistemas, así como para la preservación de los recursos naturales, de conformidad con esta Ley, otros ordenamientos aplicables y sus disposiciones reglamentarias;

X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes;

XIX.- La vigilancia y promoción, en el ámbito de su competencia, del cumplimiento de esta Ley y los demás ordenamientos que de ella se deriven;

Artículo 11. *La Federación, por conducto de la Secretaría, podrá suscribir convenios o acuerdos de coordinación, con el objeto de que los gobiernos de las entidades federativas, con la participación, en su caso, de sus Municipios o demarcación territorial de la Ciudad de México, asuman las siguientes facultades, en el ámbito de su jurisdicción territorial:*

III. La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes, con excepción de las obras o actividades siguientes:

a) Obras hidráulicas, así como vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos,

Artículo 15.- *Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios:*

XI.- En el ejercicio de las atribuciones que las leyes confieren al Estado, para regular, promover, restringir, prohibir, orientar y, en general, inducir las acciones de los particulares en los campos económico y social, se considerarán los criterios de preservación y restauración del equilibrio ecológico;

Artículo 17.- *En la planeación nacional del desarrollo se deberá incorporar la política ambiental y el ordenamiento ecológico que se establezcan de conformidad con esta Ley y las demás disposiciones en la materia.*

En la planeación y realización de las acciones a cargo de las dependencias y entidades de la administración pública federal, conforme a sus respectivas esferas de competencia, así como en el ejercicio de las atribuciones que las leyes confieran al Gobierno Federal para regular, promover, restringir, prohibir, orientar y en general inducir las acciones de los particulares en los campos económico y social, se

observarán los lineamientos de política ambiental que establezcan el Plan Nacional de Desarrollo y los programas correspondientes.

Todas las disposiciones anteriores son vinculantes con el proyecto. Al respecto, con la presentación de esta MIA-R para obtener la autorización para realizar la ampliación de la red de gasoductos, se acata con lo dispuesto en el Artículo 28, fracciones I y VII. Esto con el fin de salvaguardar el medio ambiente y a los asentamientos humanos cercanos al área del proyecto. Además, como se describe en este capítulo, se consultaron los instrumentos de política ambiental aplicables para la región donde se localiza el proyecto.

Artículo 28.- *La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:*

I.- *Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos.*

Artículo 30.- *Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.*

Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.

Este estudio es el documento mediante el cual se da a conocer, con base en análisis de campo y gabinete, el impacto ambiental, significativo y potencial que generará la ampliación de la red de gasoductos para transporte de gas natural. También se establecen las medidas de prevención y mitigación, de acuerdo con la definición de "Impacto ambiental" establecida en la **fracción XX del Artículo 3º** de la LGEEPA: *Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza*.

Por otra parte, debido a que se considera una actividad altamente riesgosa, este estudio se acompaña del Estudio de Riesgo Ambiental, con fundamento a lo señalado en el segundo párrafo del Artículo 147 de la LGEEPA. Su formulación y presentación se requiere por considerar que el transporte de gas corresponde con una de las actividades riesgosas.

Otro de los artículos vinculantes es el **inciso b) de la fracción III del Artículo 35** de la LEEGEPA, pues una de las razones que justifica a la autoridad para negar la autorización solicitada por el promovente es cuando: b) *La obra o actividad de que se trate pueda propiciar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o cuando se afecte a una de dichas especies*. Es vinculante porque en el Sistema Ambiental Regional se registró a una cactácea en peligro de extinción y a un reptil sujeto a protección especial, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Artículo 147.- *La realización de actividades industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosas, se llevarán a cabo con apego a lo dispuesto por esta Ley, las disposiciones reglamentarias que de ella emanen y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el artículo anterior.*

Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán formular y presentar a la Secretaría un estudio de riesgo ambiental, así como someter a la aprobación de dicha dependencia y de las Secretarías de Gobernación, de Energía, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, y del Trabajo y Previsión Social, los programas para la prevención de accidentes en la realización de tales actividades, que puedan causar graves desequilibrios ecológicos.

En conclusión, la MIA-R, junto con el Estudio de Riesgo Ambiental, se someterán a la evaluación por parte de las autoridades competentes y, el promovente, se sujetará a todas las disposiciones aplicables tanto en la LGEEPA como en sus reglamentos y demás disposiciones que de ellos deriven.

III.2.1.3. Ley de Hidrocarburos

Esta Ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 11 de octubre de 2014 y es reglamentaria de los artículos 25, párrafo cuarto; 27, párrafo séptimo y 28, párrafo cuarto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de Hidrocarburos.

En cumplimiento con la fracción II del Artículo 48 y fracciones I, II, III y IV del Artículo 49 de esta Ley, el promovente realizará la gestión necesaria ante la Comisión Reguladora de Energía (CRE) y obtendrá el permiso para el transporte de gas natural en la zona geográfica donde se ubica el proyecto. Así mismo, cumplirá con las disposiciones de seguridad de suministro que, en su caso, establezca la Secretaría de Energía; y entregará la información que la Comisión Reguladora de Energía requiera para fines de supervisión y estadísticos del sector energético, y se sujetará a los lineamientos del permiso mencionado.

Artículo 48.- *La realización de las actividades siguientes requerirá de permiso conforme a lo siguiente:*

II. Para el transporte, almacenamiento, distribución, compresión, licuefacción, descompresión, regasificación, comercialización y expendio al público de hidrocarburos, petrolíferos o petroquímicos, según corresponda, así como la gestión de Sistemas Integrados, que serán expedidos por la Comisión Reguladora de Energía.

Artículo 49.- *Para realizar actividades de comercialización de Hidrocarburos, Petrolíferos y Petroquímicos en territorio nacional se requerirá de permiso. Los términos y condiciones de dicho permiso contendrán únicamente las siguientes obligaciones:*

I. Realizar la contratación, por sí mismos o a través de terceros, de los servicios de Transporte Almacenamiento, Distribución y Expendio al Público que, en su caso, requiera para la realización de sus actividades únicamente con Permisionarios;

II. Cumplir con las disposiciones de seguridad de suministro que, en su caso, establezca la Secretaría de Energía;

III. Entregar la información que la Comisión Reguladora de Energía requiera para fines de supervisión y estadísticos del sector energético, y

IV. IV. Sujetarse a los lineamientos aplicables a los Permisionarios de las actividades reguladas, respecto de sus relaciones con personas que formen parte de su mismo grupo empresarial o consorcio.

Por otra parte, Gas Natural Santa Rosa cumplirá los términos y condiciones fijados en el permiso otorgado para el trasporte de gas natural, así como a las demás disposiciones y condicionantes que para dicho efecto expida la Comisión Reguladora de Energía (CRE). Esto en cumplimiento a lo descrito en todas las facciones del **Artículo 84** de la Ley de Hidrocarburos.

En cuanto a los principios de sostenibilidad y respeto de los derechos humanos de los habitantes, el Artículo 118 y 121 de esta Ley menciona:

Artículo 118.- *Los proyectos de infraestructura de los sectores público y privado en la industria de Hidrocarburos atenderán los principios de sostenibilidad y respeto de los derechos humanos de las comunidades y pueblos de las regiones en los que se pretendan desarrollar.*

Artículo 121.- *Los interesados en obtener un permiso o una autorización para desarrollar proyectos en materia de Hidrocarburos, así como los Asignatarios y Contratistas, deberán presentar a la Secretaría de Energía una evaluación de impacto social que deberá contener la identificación, caracterización, predicción y valoración de los impactos sociales que podrían derivarse de sus actividades, así como las medidas de mitigación y los planes de gestión social correspondientes, en los términos que señale el Reglamento de esta Ley.*

La Secretaría de Energía emitirá la resolución y las recomendaciones que correspondan, en el plazo y los términos que señale el Reglamento de esta Ley.

La resolución señalada en el párrafo anterior deberá ser presentada por los Asignatarios, Contratistas, Permisionarios o Autorizados para efectos de la autorización de impacto ambiental.

Durante el desarrollo de esta MIA-R, se analizaron los posibles impactos generados por el desarrollo del proyecto tras hacer un análisis ambiental y social de los componentes biológicos y poblacionales del Sistema Ambiental Regional. Por lo que se proponen las medidas necesarias de prevención y mitigación en pro de la sostenibilidad y respeto de los derechos humanos de la población aledaña al área del proyecto.

Finalmente, en materia de daño ambiental, el Artículo 130 establece:

Artículo 130.- *Los Asignatarios, Contratistas, Autorizados y Permisionarios ejecutarán las acciones de prevención y de reparación de daños al medio ambiente o al equilibrio ecológico que ocasionen con sus actividades y estarán obligados a sufragar los costos inherentes a dicha reparación, cuando sean declarados responsables por resolución de la autoridad competente, en términos de las disposiciones aplicables.*

Aunque en el presente documento se han establecido medidas de prevención de riesgo ambiental, toda acción provoca un impacto en el ambiente. Y, si dichos impactos ocurren durante las distintas fases del proyecto, el promovente realizará la compensación de los mismos con apego a las normas y leyes vinculantes, así mismo, implementará las medidas de mitigación de impactos ambientales descritas en capítulos posteriores.

III.2.1.4. Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos

Está Ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 11 de agosto del 2014 (última reforma publicada DOF 20-05-2021) y, de acuerdo con su Artículo

1°, *tiene como objeto crear la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, como un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con autonomía técnica y de gestión. La Agencia tiene por objeto la protección de las personas, el medio ambiente y las instalaciones del sector hidrocarburos a través de la regulación y supervisión*[9] de las obras y actividades en el sector hidrocarburos.

Artículo	Vinculación
Artículo 3o.- Además de las definiciones contempladas en la Ley de Hidrocarburos y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, para los efectos de esta Ley se entenderá, en singular o plural, por: XI. Sector Hidrocarburos o Sector: Las actividades siguientes: a. El reconocimiento y exploración superficial, y la exploración y extracción de hidrocarburos; c. El procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como el transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de gas natural;	Debido a que el fin último del proyecto es el transporte de gas natural por ductos, se considera que es del Sector Hidrocarburos, por lo que la Promovente se ajustará y cumplirá con las disposiciones que establezca la Agencia de Seguridad, Energía y ambiente (ASEA) para la autorización de Impacto y Riesgo Ambiental.
Artículo 12.- La Agencia establecerá las normas de carácter general para que los Regulados implementen Sistemas de Administración en las actividades que lleven a cabo. Los Sistemas de Administración a los que alude el párrafo anterior deberán prever los estándares, funciones, responsabilidades y encargados de la Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente.	El promovente se ajustará al Sistema de Administración para las actividades de transporte de gas natural, de conformidad con las normas y reglamentos que expida la Agencia, así como con el contenido mínimo que establece el Artículo 13.

[9] Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (Última Reforma DOF 20-05-2021). Ley de la Agencia Nacional De Seguridad Industrial y de Protección Al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos. Diario Oficial de la Federación.

Artículo 13.- Los Sistemas de Administración deben considerar todo el ciclo de vida de las instalaciones, incluyendo su abandono y desmantelamiento, de conformidad con lo que prevean las reglas de carácter general correspondientes y considerar como mínimo lo siguiente: I. La política de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente; II. La evaluación de la integridad física y operativa de las instalaciones mediante procedimientos, instrumentos y metodologías reconocidos en el Sector Hidrocarburos; III. La identificación de riesgos, análisis, evaluación, medidas de prevención, monitoreo, mitigación y valuación de incidentes, accidentes, pérdidas esperadas en los distintos escenarios de riesgos, así como las consecuencias que los riesgos representan a la población, medio ambiente, a las instalaciones y edificaciones comprendidas dentro del perímetro de las instalaciones industriales y en las inmediaciones; IV. La identificación e incorporación de las mejores prácticas y estándares a nivel nacional e internacional en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente; V. El establecimiento de objetivos, metas e indicadores para evaluar el desempeño en Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente, así como de la implementación del Sistema de Administración; VI. La asignación de funciones y responsabilidades para implementar, administrar y mejorar el propio Sistema de Administración; VII. El plan general de capacitación y entrenamiento en Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente;	Además, debido a que el proyecto involucra 3 fases de ampliación, el promovente debe de considerar los Sistemas de Administración para cada una.

VIII. El control de actividades y procesos; IX. Los mecanismos de comunicación, difusión y consulta, tanto interna como externa; X. Los mecanismos de control de documentos; XI. Las disposiciones para los contratistas en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente; XII. Los lineamientos y procedimientos para la prevención de accidentes y atención de emergencias; XIII. Los procedimientos para el registro, investigación y análisis de incidentes y accidentes; XIV. Los mecanismos para el monitoreo, verificación y evaluación de la implementación y desempeño del propio Sistema de Administración; XV. Los procedimientos para la ejecución de auditorías internas y externas, así como para el seguimiento de atención a incumplimientos detectados; XVI. Los aspectos legales y normativos internos y externos de las actividades de los Regulados en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y de protección al medio ambiente; XVII. La revisión de los resultados de la verificación, y XVIII. El informe periódico del desempeño en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente.	
Artículo 14.- Los Regulados deberán establecer en los contratos, o en cualquier otro acuerdo de voluntades que celebren, la obligación de sus contratistas de apegarse a un Sistema de Administración que cumpla con los requisitos establecidos por la Agencia, en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente, cuando la ejecución de los mismos implique riesgos para la población, medio ambiente o las instalaciones.	Debido a que Gas Natural Santa Rosa opera con el transportista CENAGAS, y a que ya hay varios ductos en operación, ambas instancias cuentan con un área responsable de la implementación, evaluación y mejora del Sistema de Administración; para cumplir

Artículo 16.- Los Regulados deberán contar con un área responsable de la implementación, evaluación y mejora del Sistema de Administración.	con los requisitos establecidos por la ASEA.
Artículo 18.- Los Regulados podrán acreditar mediante el dictamen de auditores externos certificados por la Agencia el cumplimiento de las obligaciones derivadas de las licencias, permisos, registros y autorizaciones, así como de las establecidas en el Sistema de Administración a que se refiere esta Ley. Lo anterior, sin perjuicio de las facultades de supervisión e inspección que directamente puede llevar a cabo la Agencia a los Regulados.	Si fuera necesario, el promovente solicitará el Dictamen expedido por auditores externos certificados, en pro del cumplimiento de las obligaciones derivadas de licencias, permisos, registros y autorizaciones que se obtengan.

Por todo lo anterior, puede concluirse que el proyecto es directamente vinculante con la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos. Además, el promovente cumple y se compromete a cumplir con las disposiciones realizadas por la ASEA.

III.2.1.5. Ley de Aguas Nacionales

De acuerdo con el Artículo 1 de esta Ley, es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable[10].

En cuanto a la extracción de agua, la presente Ley establece:

Artículo 82. *La explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales en actividades industriales, de acuacultura, turismo y otras actividades productivas, se*

[10] Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (Última Reforma DOF 06-01-2020). Ley de Aguas Nacionales. Diario Oficial de la Federación.

podrá realizar por personas físicas o morales previa la concesión respectiva otorgada por "la Autoridad del Agua", en los términos de la presente Ley y sus reglamentos.

Durante la carga y descarga del agua en la tubería durante la prueba hidrostática, las tuberías deben tener amortiguadores de energía del fluido y tener en cuenta que el máximo caudal de extracción es del 10%.

En cuanto a la descarga de aguas residuales:

Artículo 86 BIS 2. *Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.*

Artículo 87. *"La Autoridad del Agua" determinará los parámetros que deberán cumplir las descargas, la capacidad de asimilación y dilución de los cuerpos de aguas nacionales y las cargas de contaminantes que éstos pueden recibir, así como las metas de calidad y los plazos para alcanzarlas, mediante la expedición de Declaratorias de Clasificación de los Cuerpos de Aguas Nacionales, las cuales se publicarán en el Diario Oficial de la Federación, lo mismo que sus modificaciones, para su observancia.*

Artículo 88. *Las personas físicas o morales requieren permiso de descarga expedido por "la Autoridad del Agua" para verter en forma permanente o intermitente aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales o demás bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos.*

Artículo 91 BIS. *Las personas físicas o morales que descarguen aguas residuales a las redes de drenaje o alcantarillado, deberán cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas y, en su caso, con las condiciones particulares de descarga que emita el estado o el municipio.*

En este sentido, el proyecto se ajusta a lo establecido en el Artículo 88 de esta ley, ya que, durante la prueba hidrostática, por tratarse de tubería nueva que nunca ha estado en contacto con algún químico, el agua utilizada no requiere de ningún tipo de tratamiento; sin embargo, antes de realizar su disposición final, se realizó un análisis de acuerdo con la NOM-001 SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Por otra parte, los baños portátiles que se instalarán en la etapa de construcción generarán aguas residuales. Al respecto, tanto la limpieza como el manejo de los desechos, será realizados por la empresa que se contratará para el servicio de renta de baños portátiles.

En lo que concierne a la descarga de aguas, se utilizará agua cruda para la prueba hidrostática, la cual será descargada sobre el terreno, una vez comprobado que dichas aguas este dentro de los parámetros permisibles para su descarga en cumplimiento a la NOM 003-ASEA-2016.

En conclusión, el uso y descarga del agua utilizada durante las distintas obras y actividades que involucra el desarrollo del proyecto, se apegarán a la normatividad vigente, evitando así daños a las aguas nacionales.

III.2.1.6. Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano

Esta Ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre de 2016 (Última Reforma DOF 01-06-2021) y tiene como objetivo fijas las normas básicas e instrumentos de gestión de observancia general, para ordenar el uso del territorio y los Asentamientos Humanos en el país, con pleno respeto a los derechos humanos, así como el cumplimiento de las obligaciones que tiene el Estado para promoverlos, respetarlos, protegerlos y garantizarlos plenamente[11].

[11] Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (Última Reforma DOF 01-06-2021). Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. Diario Oficial de la Federación.

A continuación se describen los artículos y fracciones vinculantes con el proyecto:

Artículo 7. *Las atribuciones en materia de planeación, así como de ordenamiento territorial, asentamientos humanos, desarrollo urbano y desarrollo metropolitano, serán ejercidos de manera concurrente por la Federación, las entidades federativas, los municipios y las Demarcaciones Territoriales, en el ámbito de la competencia que les otorga la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y esta Ley, así como a través de los mecanismos de coordinación y concertación que se generen.*

Artículo 11. *Corresponde a los municipios:*

II. Regular, controlar y vigilar las Reservas, Usos del Suelo y Destinos de áreas y predios, así como las zonas de alto riesgo en los Centros de Población que se encuentren dentro del municipio;

XI. Expedir las autorizaciones, licencias o permisos de las diversas acciones urbanísticas, con estricto apego a las normas jurídicas locales, planes o programas de Desarrollo Urbano y sus correspondientes Reservas, Usos del Suelo y Destinos de áreas y predios;

XVI. Intervenir en la prevención, control y solución de los asentamientos humanos irregulares, en los términos de la legislación aplicable y de conformidad con los planes o programas de Desarrollo Urbano y de zonas metropolitanas y conurbaciones, en el marco de los derechos humanos;

Artículo 45. *Los planes y programas de Desarrollo Urbano deberán considerar los ordenamientos ecológicos y los criterios generales de regulación ecológica de los Asentamientos Humanos establecidos en el artículo 23 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en las normas oficiales mexicanas en materia ecológica.*

Las autorizaciones de manifestación de impacto ambiental que otorgue la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales o las entidades federativas y los municipios conforme a las disposiciones jurídicas ambientales, deberán considerar la observancia de la legislación y los planes o programas en materia de Desarrollo Urbano.

A lo largo de este capítulo se ha descrito la vinculación y cumplimiento de los criterios establecidos para la zonificación en la que se encuentra el área del proyecto. Este análisis se realizó a nivel federal, estatal, municipal y regional; por lo que se cumple con lo establecido en el Art. 45 de la presente Ley.

Por otra parte, es importante mencionar que la ampliación de la red de los gasoductos considera las expectativas e inercias de crecimiento urbano de los asentamientos humanos cercanos a dicha línea de transporte. Por ende, se instalarán letreros a lo largo de la instalación de cada ducto, o tachuelas donde el uso de letreros no sea posible. Lo anterior con la intención de evitar la generación de nuevas reservas territoriales, y así evitar riesgos potenciales derivados de asentamientos irregulares.

III.2.1.7. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos

Según el Art. 1 de la presente Ley, sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos; prevenir la contaminación con estos residuos y llevar a cabo su remediación[12].

Debido a que esta Ley establece una serie de obligaciones para los generadores de residuos peligrosos, de acuerdo con la cantidad de residuos generados anualmente, así como obligaciones para su manejo y acciones en caso de accidentes o derrames; esta ley es vinculante con el proyecto, pues el promovente cuenta con un registro como generador de residuos peligrosos y las sustancias que se generarán durante cada etapa del proyecto se describen en el capítulo II; así como su disposición final.

También establece las disposiciones generales para el manejo de residuos de manejo especial y sólidos urbanos, que deberán ser desarrollados por las disposiciones locales. Debido a que durante el tendido y soldado de la tubería se

[12] Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (Última Reforma DOF 18-01-2021). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación.

generarán residuos urbanos y de manejo especial, es importante mencionar que el promovente cumplirá con las obligaciones establecidas por la Ley, las cuales se verán con mayor detalle en la sección de Reglamentos, la correspondiente ley estatal de residuos.

III.2.1.8. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

De acuerdo con el Art. 1, la presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental[13].

En cuanto a su vinculación con el proyecto, a continuación se presentan los Artículos relacionados con el desarrollo del proyecto:

Artículo 2o.- *Para los efectos de esta Ley se estará a las siguientes definiciones, así como aquellas previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, las Leyes ambientales y los tratados internacionales de los que México sea Parte. Se entiende por:*

I. Actividades consideradas como altamente riesgosas: Las actividades que implican la generación o manejo de sustancias con características corrosivas, reactivas, radioactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas en términos de lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente;

La vinculación radica en que la ampliación de los ductos que transportan gas natural es una actividad considerada altamente riesgosa debido a sus características reactivas, inflamables, explosivas y tóxicas.

Por otra parte, el Artículo 6 menciona:

[13] Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (Última Reforma DOF 20-05-2021). Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Diario Oficial de la Federación.

Artículo 6o.- *No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:*

I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,

II. *No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.*

La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.

Artículo 10.- *Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley.*

De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.

Este documento representa lo requisitado en el Artículo 6° de la presente Ley, pues somete a evaluación la autorización del desarrollo del proyecto; especificando las características del proyecto, los métodos de construcción, la descripción del Sistema Ambiental Regional y del área del proyecto; así como la descripción de las medidas de prevención y mitigación a los impactos también descritos posteriormente; con la intención de reparar los daños ambientales causados por la instalación del sistema para transporte de gas natural. Finalmente, el promovente, se compromete a acatar lo dispuesto por las autoridades competentes y revisoras de la MIA-R. Además, en capítulos posteriores se describen.

Artículo 24.- *Las personas morales serán responsables del daño al ambiente ocasionado por sus representantes, administradores, gerentes, directores, empleados y quienes ejerzan dominio funcional de sus operaciones, cuando sean omisos o actúen en el ejercicio de sus funciones, en representación o bajo el amparo o beneficio de la persona moral, o bien, cuando ordenen o consientan la realización de las conductas dañosas.*

Las personas que se valgan de un tercero, lo determinen o contraten para realizar la conducta causante del daño serán solidariamente responsables, salvo en el caso de que se trate de la prestación de servicios de confinamiento de residuos peligrosos realizada por empresas autorizadas por la Secretaría.

No existirá responsabilidad alguna, cuando el daño al ambiente tenga como causa exclusiva un caso fortuito o fuerza mayor.

Artículo 25.- *Los daños ocasionados al ambiente serán atribuibles a la persona física o moral que omita impedirlos, si ésta tenía el deber jurídico de evitarlos. En estos casos se considerará que el daño es consecuencia de una conducta omisiva, cuando se determine que el que omite impedirlo tenía el deber de actuar para ello derivado de una Ley, de un contrato, de su calidad de garante o de su propio actuar precedente.*

Debido a que durante las distintas etapas del proyecto se provee contratar a terceros con la intención de cumplir con las disposiciones legales y normativas pertinentes en cuanto a daño ambiental, el artículo 24 es directamente vinculante. Además, cabe mencionar que en todo momento se intentará de evitar daños ambientales mediante las medidas preventivas mencionadas en otros capítulos de esta MIA-R, por lo que el posible daño ambiental siempre será un caso fortuito o de fuerza mayor.

De acuerdo con lo descrito con anterioridad, se considera que el promovente cumple con lo dispuesto en la Ley, y se compromete a apegarse a las legislación y normatividad aplicable una vez que el proyecto sea aprobado.

III.2.1.9. Ley General de Vida Silvestre

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS), fue publicada en el D.O.F. el 3 de julio de 2000, tiene por objeto establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, a fin de lograr la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

El artículo 58 menciona:

Artículo 58. Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como:

a) En peligro de extinción, aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
b) Amenazadas, aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
c) Sujetas a protección especial, aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

Considerando lo anterior, y las listas de especies y poblaciones prioritarias para la conservación de acuerdo con lo establecido en el artículo 61 (y demás aplicables), la LGVS es vinculante con el proyecto debido a que, dentro del Sistema Ambiental Regional, se registró a la biznaga burra (en peligro de extinción) y a la cascabel obscura de Querétaro (sujeta a protección especial); ambas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Cabe destacar que dentro del área del proyecto no se registraron especies de flora o fauna consideras en Peligro de extinción, Amenazadas o Sujetas a protección especial.

Por ello, durante las obras y actividades planeadas para el proyecto, será de observancia obligatoria esta Ley, y sus disposiciones. Además, las medidas de mitigación y compensación señaladas en el Capítulo VI de esta MIA-R, se apegarán a la conservación de las especies consideradas en riesgo.

Por ejemplo, para la preparación del sitio sólo se realizará el deshierbe en los predios agrícolas en donde se hará el zanjado, sin extraer a ningún ejemplar de biznaga burra. Por otra parte, considerando los hábitos de huida de las cascabeles, se espera no encontrar alguna durante las obras y acciones a realizar pero, en dado de suceder, no se extraerá de su hábitat y se esperará a que se aleje para continuar con los trabajos.

III.2.1.10. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Esta Ley no es vinculante con el proyecto debido a que no se requiere evaluar el impacto ambiental derivado del cambio de uso del suelo. Esto porque la mayor parte de la instalación de los gasoductos será dentro del Parque Industrial Querétaro y, los pocos tramos que inciden en zonas con uso de suelo agrícola no implicarán la remoción de vegetación forestal.

III.2.1.11. Ley del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas

El Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas es la autoridad del Poder Ejecutivo Federal en los asuntos relacionados con los pueblos indígenas y afromexicano, que tiene como objeto definir, normar, diseñar, establecer, ejecutar, orientar, coordinar, promover, dar seguimiento y evaluar las políticas, programas, proyectos, estrategias y acciones públicas, para garantizar el ejercicio y la implementación de los derechos de los pueblos indígenas y afromexicano, así como su desarrollo integral y sostenible y el fortalecimiento de sus culturas e identidades[14].

En vista de que el trayecto del Proyecto se ubica mayormente en zona urbana (según el POET), y una pequeña área en zonas rurales del Municipio de Querétaro; se revisó la vinculación con esta Ley. Sin embargo, no se detectaron comunidades

[14] Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (04-12-2018). Ley del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas. Diario Oficial de la Federación.

indígenas dentro del trayecto de la red de ductos. Además, de acuerdo con datos de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI) y del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI), las localidades San Antonio de Trojes y El Puerto; antiguamente consideradas como indígenas, actualmente no tienen presencia indígena, por lo que no están registradas en las instancias mencionadas anteriormente. Por lo tanto, esta Ley no es vinculante con el proyecto.

III.2.1.12. Ley General de Cambio Climático

La Ley General del Cambio Climático es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático[15].

El Artículo 2 de la presente Ley establece:

Artículo 2o. *Esta Ley tiene por objeto:*

I. *Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;*

II. *Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma*;

III. *Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático;*

[15] Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (Última Reforma DOF 06-11-2020). Ley General de Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación.

IV. *Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno;*

VII. *Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones de carbono y resiliente a los fenómenos hidrometeorológicos extremos asociados al cambio climático, y*

VIII. *Establecer las bases para que México contribuya al cumplimiento del Acuerdo de París, que tiene entre sus objetivos mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2 °C, con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir con los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5 °C, con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.*

El Proyecto será sometido a evaluación, de acuerdo con las disposiciones jurídicas que emanen de esta Ley, sean planes, programas, acciones, instrumentos de política y regulatorios. Además, se establecerán medidas preventivas y de mitigación con la intención de contribuir a lo estipulado en la legislación y normatividad aplicable. Además, este proyecto permitirá que las industrias localizadas dentro del Parque Industrial utilicen al gas natural como combustible, reduciendo así la emisión de CO_2 a la atmosfera; reduciendo el calentamiento global y combatiendo el cambio climático.

III.2.2. Reglamentos Federales

III.2.2.1. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

El proyecto utilizará vehículos y maquinaria para su funcionamiento durante la preparación del sitio, construcción y operación, y de acuerdo con el Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, el promovente será responsable del cumplimiento de las disposiciones del Reglamento y las normas que para este efecto expida la Secretaría de acuerdo con el Artículo 10.

Articulo 10.- *Serán responsables del cumplimiento de las disposiciones del Reglamento y de las normas técnicas ecológicas que de él se deriven, las personas físicas o morales, públicas o privadas, que pretendan realizar o que realicen obras o actividades por las que se emitan a la atmósfera olores, gases o partículas sólidas o líquidas.*

En este sentido, el Proyecto no deberá exceder los niveles máximos permitidos como lo marca el Artículo 28.

Artículo 28.- *Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con las secretarías de Economía y de Energía, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.*

Por tratarse de la instalación de una red de trasporte de gas natural por ductos, es vinculante con la fracción VI del inciso A) del Artículo 17 BIS del Reglamento; y el Artículo 17 establece que, según el tipo de proyecto, es una fuente fija de jurisdicción federal debido a que puede emitir gases a la atmósfera en caso de fugas. Cabe mencionar que se tomarán todas las medidas preventivas necesitas para evitarlas.

Articulo 17.- *Los responsables de las fuentes fijas de jurisdicción federal, por las que se emitan olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera estarán obligados a:*

I.- Emplear equipos y sistemas que controlen las emisiones a la atmósfera, para que éstas no rebasen los niveles máximos permisibles establecidos en las normas técnicas ecológicas correspondientes; II.- Integrar un inventario de sus emisiones contaminantes a la atmósfera, en el formato que determine la Secretaría; III.- Instalar plataformas y puertos de muestreo; IV.- Medir sus emisiones contaminantes a la atmósfera, registrar los resultados en el formato que determine la Secretaría y remitir a ésta los registros, cuando así lo solicite; V.- Llevar a cabo el monitoreo perimetral

de sus emisiones contaminantes a la atmósfera, cuando la fuente de que se trate se localice en zonas urbanas o suburbanas, cuando colinde con áreas naturales protegidas, y cuando por sus características de operación o por sus materias primas, productos y subproductos, puedan causar grave deterioro a los ecosistemas, a juicio de la Secretaría; VI.- Llevar una bitácora de operación y mantenimiento de sus equipos de proceso y de control; VII.- Dar aviso anticipado a la Secretaría del inicio de operación de sus procesos, en el caso de paros programados, y de inmediato en el caso de que éstos sean circunstanciales, si ellos pueden provocar contaminación; VIII.- Dar aviso inmediato a la Secretaría en el caso de falla del equipo de control, para que ésta determine lo conducente, si la falla puede provocar contaminación; y IX.- Las demás que establezcan la Ley y el Reglamento

Artículo 17 BIS. *Para los efectos del presente Reglamento, se consideran subsectores específicos pertenecientes a cada uno de los sectores industriales señalados en el artículo 111 Bis de la Ley, como fuentes fijas de jurisdicción Federal los siguientes:*

A) ACTIVIDADES DEL SECTOR HIDROCARBUROS

VI.- Transportación de gas natural y otros tipos de gases por ductos; incluye operación de las instalaciones; incluye la distribución de gas por ducto a consumidores;

III.2.2.2. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente para la Protección del Ambiente Contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido

En virtud de que, durante las obras y actividades del proyecto, se utilizarán vehículos, equipo y maquinaria pesada, se generarán emisiones de ruido al ambiente. Para prevenir y controlar dicha emisión, será de observancia el **Artículo 29** en el cual se establecen los niveles máximos permisibles.

En el capítulo II de este documento se establecen las medidas de prevención ante la generación de ruido, y se menciona que no se deben sobrepasar los lineamientos establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos

permisibles de emisión de ruido. Así mismo, el promovente se compromete a cumplir en todo momento los horarios de trabajo de acuerdo con la norma.

Por otro lado, si no se cuenta con las características en cuanto a emisión de ruido de los vehículos utilizados, el responsable de la fuente de ruido deberá presentar un estudio técnico de la emisión del ruido en tiempo y forma como lo estipula el **Artículo 30**.

III.2.2.3. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico

De acuerdo con el Artículo 1° del presente Reglamento, este ordenamiento tiene por objeto reglamentar las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de ordenamiento ecológico de competencia Federal.

Con base en el análisis realizado durante este capítulo, el área del proyecto incide dentro de la UAB “Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato", así como dentro de las UGA’s “Ojo de Agua (251)” y “Zona urbana Puerto de Aguirre (260)”, de acuerdo con los OET nacional y estatal. Por lo que se vigilará cumplimiento de los lineamientos y estrategias ecológicas aplicables, tal y como señala el **Artículo 22** y **46** de este reglamento.

III.2.2.4. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental

Este Reglamento es vinculante debido a la fracción X del Artículo 12 de la LGEEPA:

ARTÍCULO 12.- *Para los efectos del artículo anterior, los convenios o acuerdos de coordinación que celebre la Federación, por conducto de la Secretaría, con los gobiernos de las entidades federativas, con la participación, en su caso, de sus Municipios o de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, deberán sujetarse a las siguientes bases:*

X. *Para el caso de los convenios relativos a las Evaluaciones de Impacto Ambiental, los procedimientos que las entidades establezcan habrán de ser los establecidos en el Reglamento del presente ordenamiento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, y serán autorizados por la Secretaría y publicados en el Diario Oficial de la Federación y en la*

gaceta o periódico oficial de la respectiva entidad federativa, con antelación a la entrada en vigor del convenio o acuerdo de coordinación.

Corresponde a la Secretaría evaluar el cumplimiento de los compromisos que se asuman en los convenios o acuerdos de coordinación a que se refiere este artículo.

Su vinculación con el proyecto radica en que se consultó para acotarse a las características y modalidades de la Manifestación de Impacto Ambiental necesaria para la autorización del proyecto. Así como para el Estudio de Riesgo Ambiental.

Las actividades y obras del proyecto se ajustan al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su Capítulo II, Artículo 5º, incisos C) Oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos, D) Industria petrolera fracciones: IV. Construcción de centros de almacenamiento o distribución de hidrocarburos que prevean actividades altamente riesgosas.

Artículo 5o.- *Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:*

C) OLEODUCTOS, GASODUCTOS, CARBODUCTOS Y POLIDUCTOS:

Construcción de oleoductos, gasoductos, carboductos o poliductos para la conducción, distribución o transporte por ductos de hidrocarburos o materiales o sustancias consideradas peligrosas conforme a la regulación correspondiente, excepto los que se realicen en derechos de vía existentes en zonas agrícolas, ganaderas o eriales.

D) ACTIVIDADES DEL SECTOR HIDROCARBUROS:

IV. Construcción de centros de almacenamiento o distribución de hidrocarburos que prevean actividades altamente riesgosas;

Respecto a lo anterior, el uso de suelo actual donde se ubicará el proyecto es industrial según el Plan Parcial de Desarrollo Urbano Delegacional de Santa Rosa Jaúregui, pues la mayoría se alojará dentro del Parque Industrial Querétaro, dentro de franjas de afectación existentes.

Por otra parte, debido a que durante el desarrollo del proyecto se planea contar con un área de almacenamiento temporal, esta obra se apegará a lo dispuesto en la normatividad vigente en cuanto a la construcción de centros de almacenamiento de hidrocarburos que, al ser gas natural, es catalogado como una actividad altamente riesgosa.

Artículo 9o.- *Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.*

La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.

Artículo 11.- *Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:*

IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

El presente documento es prueba fehaciente de que se está cumpliendo con lo dispuesto en los artículos 11 y 12 del presente Reglamento.

Por otra parte, en materia de Riesgo Ambiental y de acuerdo con el **Artículo 18** (fracciones I, II y III), los cuales solicitan incorporar a la manifestación de Impacto Ambiental la información en materia de Riesgo Ambiental cuando se trate de actividades altamente riesgosas; el promovente también cumple con lo dispuesto.

Finalmente, debido a que han hecho modificaciones al proyecto presentado anteriormente ante la Secretaría, durante el procedimiento de evaluación, se cumplen los **Artículos 27** y **28**, al hacer del conocimiento de la Secretaría tal y como lo marca el presente Reglamento.

III.2.2.5. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

El Reglamento de la LGPGIR, se refiere a las obligaciones relativas al manejo y disposición de los residuos peligrosos por parte del generador. Establece los lineamientos generales que habrán de observarse sobre el manejo: almacenamiento, recolección, transporte, alojamiento, reúso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de los residuos peligrosos. También fija los requerimientos específicos para el registro de los generadores y de los prestadores de servicios encargados del manejo de los residuos peligrosos.

Para la identificación de los residuos peligrosos que se generen por la construcción y obras relacionadas a la ampliación de la red de gasoductos; serán de observancia obligatoria, los **Artículos 35, 36, 37, 38, 39, 40** y **41** del presente Reglamento.

Por otra parte, el promovente ha sido categorizado y registrado como generador de residuos peligrosos de acuerdo con los **Artículos 42, 43, 44, 45, 46, 47**.

Además, se contempla la elaboración de un Plan de Manejo de Residuos privado, individual y Local, para el particular, obedeciendo las políticas de manejo establecidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento.

Debido a que se planea la construcción de un almacén temporal de residuos peligrosos y uno para residuos de manejo especial, se seguirá lo dispuesto en el artículo **48, 49** y **50** del Reglamento.

Por otra parte, se contratará a un tercero certificado para las etapas de manejo correspondientes a reutilización, reciclaje, tratamiento, acopio, y en el último de esos casos disposición final; haciendo observable el cumplimiento de los **Artículos 85** y **86**, así como la normatividad aplicable.

Finalmente, el promovente se apegará a los **Artículos 129** y **130** en dado caso de que ocurran derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales de materiales peligrosos.

III.2.2.6. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del registro nacional de Emisiones

El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto reglamentar la Ley en lo que se refiere al Registro Nacional de Emisiones; su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras Dependencias del Ejecutivo Federal.

Esta ley es vinculante con la **fracción VIII del Artículo 2** que define:

VIII. Fuente Móvil de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero: Aquella maquinaria o equipo que sin constituir una instalación con ubicación física permanente genera Gases o Compuestos de Efecto Invernadero por la operación de motores de combustión interna. En esta definición se incluye todo tipo de vehículos o maquinaria, no adherida a instalaciones fijas, que operen con motores de combustión;

Debido a que durante las obras y actividades de las distintas fases del proyecto se utilizarán vehículos y maquinaria con combustión interna, el promovente está sujeto a lo dispuesto en el **Artículo 7, fracción I, inciso v.** del presente reglamento, para así determinar si merece ser registrado como sujeto a reporte para la medición cálculo, o estimación de sus emisiones directas e indirectas de gases o compuestos de efecto invernadero, de acuerdo con el **artículo 87, fracción III** de la Ley General de Cambio Climático.

III.2.2.7. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

El Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de enero de 1994 (Última Reforma DOF 25-08-2014), define las condiciones para la gestión de las concesiones de explotación, uso o aprovechamiento de los recursos hidrológicos.

Artículo 151. *Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas.*

Las aguas residuales producto de la utilización de los baños portátiles durante la etapa de construcción correrán a cargo de la empresa a la que se contrate dicho servicio. El proyecto se ajustará y respetará los lineamientos establecidos en el presente Reglamento en cuanto al uso y disposición final de las aguas utilizadas durante las etapas del proyecto. En particular, los **Artículos 29, 30, 31, 32, 33, 150** y **151**.

El sitio de ubicación del proyecto, al estar en una zona en una zona urbana, cuenta con todos los servicios: energía eléctrica, telefonía, alumbrado, agua potable, drenaje, carreteras, caminos, transporte público, red de gas natural, etc., por lo que, para el presente proyecto, no se requiere ninguno de los servicios antes señalados. Por otra parte, el agua utilizada durante la preparación del sitio y construcción se estima en 5 pipas de agua.

Adicionalmente, durante la construcción se requerirá de agua potable para consumo humano para los trabajadores, la cual será adquirida por proveedores de agua de la zona o en casas comerciales, quienes la suministran en garrafones de agua purificada.

III.2.3. Estrategia Nacional de Cambio Climático

L a Estrategia Nacional de Cambio Climático es el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono. Describe los ejes estratégicos y líneas de acción a seguir con base en la información disponible del entorno presente y futuro, para así orientar las políticas de los tres órdenes de gobierno, al mismo tiempo que fomentar la corresponsabilidad con los diversos sectores de la sociedad. Esto con el objetivo de atender las prioridades nacionales y alcanzar el horizonte deseable para el país en el largo plazo[16].

[16] Gobierno de la República (2013). Estrategia Nacional de Cambio Climático, Visión 10-20-40. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 62 p.

A continuación, se presentan los ejes estratégicos y las líneas de acción, de esta Estrategia, con vinculación con el proyecto:

Tabla 0-1. Ejes y líneas de acción de la ENCC que se vinculan con el proyecto.

Líneas de Acción	Vinculación
Eje M1. Acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia.	
M1.1 Fortalecer el esquema regulatorio, institucional y el uso de instrumentos económicos para aprovechar fuentes de energía limpia y tecnologías más eficientes.	La utilización de gas natural como fuente energética implica utilizar fuentes de energía más limpias que, por ejemplo, el petróleo. Gas Natural Santa Rosa proveerá de combustible a empresas que necesitan energía durante las 24 horas del día, a lo largo de todo el año. Por otra parte, las obras y actividades de este proyecto implican utilizar tecnologías más eficientes que minimizan el impacto ambiental y social, en comparación con otros combustibles fósiles actualmente utilizados. La ampliación de la red de gasoductos se planeó de forma inteligente, procurando la buena distribución del gas a las empresas usuarias.
M1.2 Fomentar la generación de energía mediante el uso de fuentes limpias y tecnologías más eficientes en sustitución de combustibles fósiles, minimizando su impacto ambiental y social.	
M1.3 Aumentar la penetración de energías renovables y reducir pérdidas energéticas mediante el uso de redes inteligentes y generación distribuida en el sistema eléctrico nacional.	
M1.4 Hacer de las empresas energéticas paraestatales ejes centrales de la lucha contra el cambio climático donde impulsen una estrategia que desarrolle energías renovables y ahorro de energía.	El área del proyecto ya cuenta con energía eléctrica, por lo que no se ampliará su utilización. Por otra parte, las obras se realizarán en horarios donde se aproveche al máximo la energía solar.
M1.5 Fomentar la participación del sector privado y paraestatal en la generación de energía eléctrica con fuentes renovables de energía y la cogeneración eficiente.	No es vinculante por no ser responsabilidad del promovente.
M1.6 Facilitar la interconexión de centrales de generación eléctrica con energías renovables en las regiones del país con mayor potencial y viabilidad económica.	Dada la ubicación del proyecto, no es viable pensar en una fuente que genere la energía suficiente para abastecer a las empresas usuarias (cuyas actividades se detallan en

Líneas de Acción	Vinculación
	el capítulo II), siendo el gas natural el combustible de mayor eficiencia y menor costo ambiental.
Eje M2. Reducir la intensidad energética mediante esquemas de eficiencia y consumo responsable	
M2.1 Promover la eficiencia energética y ahorro en el sistema energético nacional así como en cada actividad que conforme el PIB.	Durante todas las etapas del proyecto se procurará el ahorro de energía eléctrica, y se utilizará sólo en caso de ser necesaria, como en la etapa de construcción.
M2.2 Aprovechar el potencial de las acciones de mitigación con la inclusión de la cogeneración eficiente, la eficiencia energética en iluminación, aire acondicionado, refrigeración eficiente y el calentamiento de agua.	En este sentido, sólo se utilizará electricidad durante la etapa de construcción, donde se utilizará un generador de energía que puede operar 8 horas, y sólo se utilizará 2 h diarias.
M2.3 Promover cambios de prácticas y comportamiento de los usuarios finales, principalmente en los sectores residencial y servicios, turístico e industrial a través de instrumentos económicos y campañas de eficiencia energética y ahorro de energía.	No es directamente vinculante pues no es responsabilidad del promovente.
M2.5 Implementar prácticas sustentables en los sectores público y privado, al utilizar altos estándares de eficiencia y criterios de compras verdes.	En este sentido, la compra de los materiales se sujetará a lo dispuesto en la normatividad aplicable para evitar causar daños ambientales.
M2.6 Incrementar la eficiencia energética del autotransporte público y privado de pasajeros y carga mediante el establecimiento de Normas Oficiales y esquemas de mejora logística y tecnológica, incluyendo el cambio modal para la reducción del consumo de combustibles y emisiones.	Aunque no es responsabilidad del promovente, es conveniente mencionar que los empleados se transportaran ida y vuelta por su cuenta, lo que correrá a cargo de la empresa contratista. Por otra parte, se exigirá a la empresa contratista de la maquinaria y vehículos utilizados durante las etapas del proyecto,

Líneas de Acción	Vinculación
M2.7 Reducir las emisiones mediante la modernización de la flota vehicular, y del retiro y la disposición final de las unidades poco eficientes.	que cumplan con lo especificado en la Norma Oficial Mexicana aplicable. Además, se dará un mantenimiento periódico a los vehículos para asegurar que se mantengan por debajo de los máximos valores permisibles.
M2.9 Continuar la exploración de tecnologías de captura y secuestro de carbono con miras a la implementación de proyectos, e incluir su asociación con la recuperación mejorada de hidrocarburos.	Aunque el proyecto es del sector hidrocarburos, esta línea de acción no es vinculante por el tipo de proyecto.
M2.10 Impulsar tecnologías de alta eficiencia energética, sustitución de combustibles, rediseño de procesos industriales y tecnologías de captura de emisiones de CO_2, en las industrias con alta intensidad energética, como la cementera, siderúrgica, petrolera, química y petroquímica.	La energía utilizada a lo largo del proyecto se utilizará de manera eficiente, procurando siempre la menor emisión de bióxido de carbono posible. Como ya se ha mencionado, la maquinaria, vehículos y equipos se apegarán a la legislación y normatividad aplicable para reducir en lo posible la emisión de GEI y contaminantes a la atmósfera.
M2.11 Reducir el consumo energético y las emisiones de GEI al ejecutar proyectos de eficiencia energética derivados de los diagnósticos energéticos integrales en los sectores petrolero, industrial y eléctrico.	
M2.12 Reducir pérdidas en la transmisión y distribución de energía mediante la modernización de líneas y subestaciones eléctricas, así como mejorar la red de distribución.	La ampliación de la red de gasoductos proveerá de GN a una empresa productora de electricidad, por lo que puede impulsarse la modernización y una mejor distribución de energía.
M2.13 Adecuar, y en su caso, diseñar el marco legal y regulatorio aplicable a combustibles para reducir emisiones de GEI, particularmente aquellos que	No es vinculante por no ser responsabilidad del promovente. Sin embargo, se verificará que los vehículos y maquinaria utilizados cumplan con los límites establecidos en la

Líneas de Acción	Vinculación
actualmente no están regulados como combustóleo y diésel marino.	NOM. Cabe destacar que ninguna máquina o vehículo utilizará combustóleo o diésel marino.
M2.14 Crear un sistema nacional de verificación vehicular obligatoria, incluyendo mecanismos de control aplicables, así como revisar y en su caso ajustar las normas de emisiones de la flota vehicular con la participación de los tres órdenes de gobierno para asegurar altos índices de eficiencia en todas las adiciones al parque vehicular nacional, incluyendo la de los vehículos usados que son importados.	
Eje M3. Transitar a modelos de ciudades sustentables con sistemas de movilidad, gestión integral de residuos y edificaciones de baja huella de carbono	
M3.1 Aumentar el uso controlado y eficiente del territorio al disminuir la expansión urbana y garantizar el acceso a suelo intraurbano, promover edificios de usos mixtos y verticales, privilegiar la densificación antes que la apertura de nuevas reservas en la periferia e incluir la integración de bosques urbanos y definir los límites de crecimiento de las ciudades.	El proyecto se apega a lo dispuesto en los POET y PDU en los tres niveles de gobierno, por lo que se cumple con esta línea de acción. Por otra parte, para evitar la creación de reservas territoriales, se colocarán señalizaciones durante las obras y a largo de cada ducto, evitando así la expansión urbana.
M3.2 Promover el fortalecimiento, adopción y aplicación de reglamentos, estándares y leyes para impulsar tecnologías de ahorro y aprovechamiento de agua, energía, gas, aislamiento térmico, utilización de energía renovable y prácticas de captura de carbono (por ejemplo: azoteas verdes, jardines verticales y huertos urbanos) en edificaciones nuevas y existentes.	No es vinculante pues el desarrollo del proyecto no implica la creación de edificaciones.

Líneas de Acción	Vinculación
M3.3 Promover la evolución hacia sistemas de transporte público, seguro, limpio, bajo en emisiones, accesible y cómodo al fortalecer la interconectividad regional y nacional con la generación de redes multimodales eficientes con el apoyo del gobierno federal, como parte de una política integral de desarrollo urbano y movilidad que reduzca los tiempos y distancias de viaje.	Aunque no es vinculante con el proyecto por no ser responsabilidad del promovente, es importante mencionar que el Parque Industrial cuenta con infraestructura vial tanto dentro del parque como conectora al centro del Municipio, lo que facilitará la realización de las obras y actividades.
M3.5 Fomentar programas para reducir desplazamientos de la población, tales como: promover el trabajo de oficina en casa, de permuta o renta de vivienda para acercar a la población a sus fuentes de empleo o recintos educativos, servicios de transporte colectivo empresarial, horarios corridos y escalonados. Para ello, diversificar y jerarquizar la oferta de equipamiento y servicios urbanos en zonas habitacionales con uso de suelo mixto	Debido al tipo de proyecto, no es posible implementar el trabajo de oficina en casa. Por otra parte, no se planea el establecimiento de campamentos en el área del proyecto, por lo que los empleados tendrán que trasladarse de ida y vuelta para sus jornadas laborales. El transporte correrá por su cuenta, y es responsabilidad de la empresa contratista.
M3.7 Generar incentivos, infraestructura y programas para favorecer el transporte no motorizado, articulado dentro de sistemas integrados de transporte, en el que se dé prioridad al peatón y al ciclista para generar beneficios ambientales y de salud inmediatos.	Se prevé que los empleados se trasladen o bien utilizando el transporte público, que va del centro del municipio hasta el Parque Industrial, o vehículos particulares. El Parque cuenta con vialidades tanto para automóviles como para bicicletas.
M3.8 Impulsar la participación del sector privado en proyectos de separación, reutilización, reciclaje de desechos, desarrollo de plantas de biogás, plantas de tratamiento de aguas y en la creación de centros de acopio, previo desarrollo y	Como ya se ha mencionado en este capítulo, los residuos serán separados y clasificados para, posteriormente, ser transportados y dispuestos por un tercero certificado, y se verificará que ambos procesos sean de acuerdo con la

Líneas de Acción	Vinculación
refuerzo de mecanismos, regulaciones y mercados. Lo anterior como fomento a la inversión en el sector y como medidas de corresponsabilidad en la generación de los residuos.	normatividad vigente. Se separarán los materiales que puedan ser reusados y reciclados. También se planea el almacén temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial, cuyo destino dependerá de un tercero certificado al final de la construcción del gasoducto.
M3.9 Impulsar nuevas tecnologías e infraestructura para el tratamiento de aguas residuales, el manejo integral de los residuos sólidos y el aprovechamiento energético del biogás, a través de esquemas de coinversión e instrumentos económicos que faciliten el autofinanciamiento de la operación y mantenimiento de la infraestructura nueva y existente.	En cuanto a las aguas residuales generadas por los empleados, la empresa a la que se le contratarán los sanitarios se encargará de su manejo y disposición final. Por otra parte, el agua corriente utilizada será analizada para verificar que pueda ser regada en el terreno una vez utilizada.
M3.10 Crear organismos regionales para el desarrollo de rellenos sanitarios y tratamiento de aguas con visión de largo plazo a nivel nacional y regional, dar certeza a proyectos con tiempos largos de desarrollo y aprovechar economías de escala, con la adecuación del marco regulatorio y tarifas para fomentar la reinversión y mejora continua	Los residuos sólidos urbanos generados por los trabajadores se colocarán en contenedores adecuados para el almacenamiento y serán dispuestos diariamente para evitar atraer a la fauna. Estos residuos serán dispuestos en el relleno sanitario autorizado denominado “CEMIRQ”.
M3.11 Promover y desarrollar planes estatales y municipales de manejo integral de residuos en concordancia con el Programa Nacional de Gestión Integral de los Residuos, que fomenten la participación de la sociedad en la separación de residuos y el aprovechamiento de los mismos.	Esta línea de acción no es responsabilidad del promovente; sin embargo, los materiales que sean factibles de reutilizar serán seleccionados por la empresa contratista para su manejo y el resto será vendidos a empresas locales para su reciclaje.
Eje M5. Reducir emisiones de Contaminantes Climáticos de Vida Corta y propiciar cobeneficios de salud y bienestar	
M5.5 Fortalecer la normatividad y los programas de: prevención y control de	No es responsabilidad del promovente; sin embargo, en esta MIA-R se plantean

Líneas de Acción	Vinculación
incendios forestales, realización de quemas prescritas y control de las prácticas de quemas agrícolas.	medidas de prevención de incendios y explosiones.
Implementar esquemas para el aprovechamiento sustentable de biomasa forestal y de residuos agrícolas.	La biomasa vegetal (herbácea) producto de la etapa de limpieza y despeje en la pequeña zona agrícola donde incide el trazado de ductos, será dispuesta en el relleno sanitario.
M5.7 Implementar sistemas de transporte limpio en corredores de transporte de carga.	La maquinaria y vehículos utilizados transitarán por la red viable preexistente.
M5.8 Fomentar la implementación de programas de reducción de emisiones y eficiencia operativa orientados a las características operativas, administrativas, tecnológicas y financieras y necesidades del hombre-camión y pequeño transportista.	Se exigirá a la empresa contratista que los vehículos y maquinaria a utilizar cumplan con la normatividad vigente en cuanto a emisiones y se hará el mantenimiento de dichos vehículos en un área impermeable.
M5.9 Fomentar la sustitución de fogones abiertos por estufas eficientes y de baja emisión de carbono negro, con especial énfasis en municipios con alta y muy alta marginación y desestimular el uso no sustentable de leña.	La ampliación de la red de gas natural involucra la sustitución de otros combustibles. Cabe mencionar la mayoría de las localidades localizadas en el SAR son de tipo rural y algunas tienen algún grado de marginación.
M5.10 Incentivar el uso de tecnologías y combustibles que disminuyan la emisión de carbono negro, como por ejemplo filtros de partículas y diesel de ultra bajo azufre, en motores de combustión interna a diesel.	Se utilizarán equipos y vehículos que utilizan gasolina y diésel como fuente de combustión; por ser los existentes para el tipo de proyecto a realizar. Para todos estos equipos, vehículo y maquinaria, se analizará que cumplan con la normatividad vigente en cuanto a emisiones a la atmósfera según el tipo de combustible que utilizan para funcionar.
M5.11 Fomentar la reducción de emisiones de BC en la mediana y gran industria mediante el cambio de combustible de coque, combustóleo, diesel, por combustibles de baja emisión de carbono negro, la implementación de sistemas de	

Líneas de Acción	Vinculación
control de emisiones y eficiencia energética en los procesos.	
M5.13 Eliminar la quema a cielo abierto en tiraderos de basura, de rellenos sanitarios y de traspatio.	No se quemarán los residuos sólidos generados durante las etapas del proyecto.
M5.14 Establecer mecanismos MRV en operaciones de la quema y venteo de metano durante la producción de gas y petróleo; así como fortalecer la vigilancia.	Para la construcción de los ductos se consideran disposiciones en las normas aplicables al sector de transporte de gas natural. Por otra parte, se cuentan con estaciones de medición y regulación de interconexiones de acuerdo con la NOM-003-ASEA-2016. Así mismo, se harán pruebas de fugas constantemente. Finalmente, la gasolina y diésel que necesitan los equipos utilizados durante las distintas etapas del proyecto serán provistos por gasolineras cercanas, evitando así almacenas este tipo de combustibles y, por ende, riesgos potenciales.
M5.15 Implementar acciones de reducción de emisiones fugitivas de metano principalmente en la explotación petrolera, de gas y minera así como en los sistemas de conducción, procesamiento y distribución de gas natural.	
M5.18 Controlar las emisiones de compuestos orgánicos volátiles en fuentes industriales, estaciones de servicio de gasolina y fuentes de área y servicios que utilizan solventes.	
M5.19 Implementar un sistema de medición y contabilización de emisiones de contaminantes climáticos de vida corta para el seguimiento de las fuentes de emisión, monitoreo y evaluación de la eficacia de las políticas implementadas para la reducción de emisiones de estos contaminantes.	La Estación de Medición y Regulación de Interconexión es una forma de garantizar que el personal que operará mantendrá, inspeccionará y supervisará la instalación no corra riesgos por acumulación de gases. Lo que a su vez es un sistema de medición de gas a la atmósfera. Se monitoreará periódicamente la presencia de fugas y los vehículos y maquinaria utilizados tendrán una emisión de gases por debajo de los máximos permisibles según la norma aplicable.

Por todo lo anterior, puede concluirse que el proyecto es vinculante con la Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40; siendo que no contravienen ninguna de las estrategias ni líneas de acción que pueden aplicar al proyecto.

III.2.4. Estrategia Nacional de Energía 2013-2027

Esta Estrategia, se basa en que el sector energético debe apoyar el crecimiento económico y social del país, por lo que propicia la inclusión social a los beneficios que derivan del uso de la energía, la sustentabilidad a largo plazo del sector, y la mitigación de los impactos negativos que la producción y consumo de energéticos pudieran tener sobre la salud y el medio ambiente.

Su misión es dirigir la oferta y la demanda de energía de modo que se brinde viabilidad al crecimiento económico de México y se extienda el acceso a servicios energéticos de calidad a toda la población. Para ello, se proponen medidas de política energética enfocadas en la oferta de energía. La primera se refiere a los sistemas de transporte, almacenamiento y distribución de combustibles; y de transmisión y distribución de electricidad. Mientras que la última de las medidas se refiere a la transición energética, o reducción de la dependencia de hidrocarburos, así como a la inclusión del impulso de energías renovables que den sustentabilidad energética. En este sentido, desde 1980, en el país el consumo de productos refinados va migrando al uso de gas natural en sustitución.

Los objetivos estratégicos de la Estrategia Nacional 2013-2027 son el apoyo al crecimiento del PIB y la inclusión social, relacionados ambos con la demanda de energía.

- Apoyo al crecimiento del PIB: Tiene dos ejes: 1) *Satisfacer el abastecimiento de energía conforme a las expectativas de crecimiento económico* y 2) *Promover el uso eficiente de la energía en todos los sectores*. Esto resulta imperante pues la energía es indispensable para la creación de bienes y servicios; mientras que, de acuerdo con estimaciones de la Agencia Internacional de Energía, la demanda energética aumentará a una tasa de 1.5% anual, por lo que existe la necesidad de consumir energías limpias.

Este proyecto es vinculante pues ayudará a satisfacer la demanda energética que, por sí misma, representa una condición necesaria para el crecimiento de la economía. Además, el uso de gas natural representa un menor costo ambiental debido a que su combustión genera menos gases de efecto invernadero con respecto a otros hidrocarburos.

- Inclusión social: este objetivo destaca la energía como medio indispensable para mejorar la calidad de vida y brindar las condiciones necesarias para que cada individuo optimice su desempeño. Como ejes estratégicos determina: 3) Adecuar el acceso a la energía de acuerdo con la nueva estructura poblacional, 4) Ampliar el acceso de energía a las comunidades menos favorecidas y 5) Suministrar energéticos de calidad con base en la legalidad.

En conformidad con lo anterior, el desarrollo del proyecto generará nuevos empleos que permitirán la inclusión y empleabilidad de la población habitante del Municipio de Querétaro lo que, a largo plazo, mejorará la calidad de vida de las personas y brindará las condiciones necesarias para el crecimiento personal. Además, esta ampliación, al impulsar el desarrollo económico de la región, puede catalizar la instalación de servicios básicos en asentamientos humanos que actualmente carecen de ellos.

Dado lo anterior, como parte importante del cumplimiento de los objetivos resulta la generación de proyectos de exploración y explotación de hidrocarburos y, considerando que la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos señala en el Artículo 26 que el Estado se encargará de organizar la planeación del desarrollo nacional y que establece que mediante la participación de los diversos sectores sociales recogerá las aspiraciones y demandas de la sociedad para incorporarlas al plan y los programas de desarrollo, y que además, habrá un plan nacional de desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la Administración Pública Federal, se puede determinar que el es congruente con las políticas de planeación nacional y que puede ser un medio para incrementar el desarrollo nacional sustentable; pues contribuye con los objetivos, estrategias y metas propuestas en la Estrategia Nacional de Energía 2013-2027.

III.2.5. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) 2020-2024

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) 2020-2024 comparte los objetivos de la Agenda 2030 que buscan erradicar la pobreza, proteger el ambiente y la prosperidad de todos sin comprometer el bienestar de las generaciones futuras[17].

En este programa se mencionan cinco Objetivos Prioritarios pero, debido a que no todas sus estrategias son aplicables al tipo de proyecto presentado en esta MIA-R, solo se describe la vinculación con aquellas que tienen cierta relación con el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024.

El objetivo prioritario 1, a la letra, es: Promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad con enfoque territorial y de derechos humanos, considerando las regiones bioculturales, a fin de mantener ecosistemas funcionales que son la base del bienestar de la población.

Tabla 0-2. Estrategias y vinculación con el proyecto-Objetivo prioritario 1.

Estrategia prioritaria	Vinculación
1.1. Fomentar la conservación, protección y monitoreo de ecosistemas, agroecosistemas y su biodiversidad para garantizar la provisión y calidad de sus servicios ambientales, considerando instrumentos normativos, usos, costumbres, tradiciones y cosmovisiones de pueblos indígenas, afromexicanos y comunidades locales.	Debido a que la mayor parte de la zona de influencia del proyecto es en suelo industrial, no se afectarán los ecosistemas naturales del Municipio de Querétaro. En cuanto a los agroecosistemas, sólo una pequeña zona es incidente según los trazos planeados, pero, ninguna especie considerada en riesgo habita en dicha región. Por otra parte, se planea el relleno de las zanjas, por lo que se mantendrá intacto el paisaje que dichos ecosistemas artificiales brindan. Se respetará la propiedad de la tierra.

[17] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (07/07/2020). PROGRAMA Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024. Diario Oficial de la Federación.

Estrategia prioritaria	Vinculación
1.2.- Promover el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la biodiversidad, basado en la planeación participativa con respeto a la autonomía y libre determinación, con enfoque territorial, de cuencas y regiones bioculturales, impulsando el desarrollo regional y local.	Según las acciones puntuales de esta estrategia, el enfoque es agroecológico, agroforestal y agrosilvopastoril, promoviendo la participación efectiva de mujeres y jóvenes. Así como el impulso del sector forestal por lo que no es vinculante con el proyecto.
1.3. Restaurar los ecosistemas, con énfasis en zonas críticas, y recuperar las especies prioritarias para la conservación con base en el mejor conocimiento científico y tradicional disponibles.	En capítulos posteriores de esta MIA-R se describen los impactos que generaría el proyecto, así como las medidas de prevención y mitigación ambiental, en caso de que surja la necesidad de restaurar el suelo.
1.4. Promover, a través de los instrumentos de planeación territorial, un desarrollo integral, equilibrado y sustentable de los territorios que preserve los ecosistemas y sus servicios ambientales, con un enfoque biocultural y de derechos humanos.	Como se ha mencionado a lo largo de este capítulo el proyecto es coherente con los instrumentos de planeación territorial, por lo que se asegura el desarrollo integral, equilibrado y sustentable de los territorios.

En segundo objetivo es: Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en carbono y una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes, con el apoyo de los conocimientos científicos, tradicionales y tecnológicos disponibles.

Tabla 0-3. Estrategias y vinculación con el proyecto-Objetivo prioritario 2.

Estrategia prioritaria	Vinculación
2.1.- Reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático mediante el diseño, integración e implementación de criterios de adaptación en instrumentos	En el capítulo 4 se describe el análisis de los factores ambientales que pudieran representar un riesgo en el transcurso del proyecto y, en base a dicho análisis, se

Estrategia prioritaria	Vinculación
y herramientas para la toma de decisiones con un enfoque preventivo y de largo plazo que permita la mejora en el bienestar y calidad de vida de la población.	proponen medidas preventivas para reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático.
2.2. Diseñar, establecer y coordinar políticas e instrumentos para reducir emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, así como promover y conservar sumideros de carbono, en concordancia con los compromisos nacionales e internacionales.	Los vehículos y maquinaria por utilizar serán verificados para asegurar que cumplan con lo dispuesto en la legislación y normatividad vigentes, procurando siempre la reducción de gases de efecto invernadero. Esto también se logrará con el monitoreo constante de fugas y el mantenimiento de los vehículos y maquinaria.
2.3. Fortalecer y alinear instrumentos de política y medios de implementación para la mitigación y adaptación al cambio climático, asegurando la acción coordinada de los tres órdenes de gobierno y la participación social.	Estas estrategias no son vinculantes por no ser responsabilidad del promovente. Sin embargo, es importante mencionar que en todo momento el promovente acatará lo dispuesto por la autoridad competente en cuanto a materia ambiental, en los tres niveles de gobierno, prueba de ello es el sometimiento de esta MIA-R para su evaluación.
2.4. Promover el desarrollo y fortalecimiento coordinado de capacidades institucionales de los diferentes órdenes de gobierno para su participación en la planeación, diseño, ejecución, seguimiento y evaluación, así como reporte de medidas de mitigación y adaptación, con respeto a los derechos colectivos.	
2.5. Fomentar la educación, capacitación, investigación y comunicación en materia de cambio climático para motivar la corresponsabilidad de los distintos	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto, ya que es ajenas a las responsabilidades del promovente.

Estrategia prioritaria	Vinculación
agentes en los esfuerzos de mitigación y adaptación, con enfoque biocultural.	

El objetivo prioritario 3 es: Promover al agua como pilar de bienestar, manejada por instituciones transparentes, confiables, eficientes y eficaces que velen por un medio ambiente sano y donde una sociedad participativa se involucre en su gestión.

Tabla 0-4. Estrategias y vinculación con el proyecto-Objetivo prioritario 3.

Estrategia prioritaria	Vinculación
3.1. Garantizar progresivamente los derechos humanos al agua y al saneamiento, especialmente en la población más vulnerable.	Se proveerá a los trabajadores cona agua potable para consumo humano durante sus jornadas de trabajo. Y, para el manejo y disposición de las aguas residuales, se contratará a un tercero certificado.
3.2. Aprovechar eficientemente el agua para contribuir al desarrollo sustentable de los sectores productivos	Durante las actividades de preparación del sitio y construcción se realizará el riego de las zonas de trabajo por medio de pipas (cuando sea necesario), con la finalidad de reducir la generación de polvos, para evitar molestias a la población.
3.3. Preservar la integralidad del ciclo del agua a fin de garantizar los servicios hidrológicos que brindan cuencas y acuíferos.	En el caso extraordinario de que se contamine al suelo por los trabajos realizados, se hará la remediación del suelo conforme a la normatividad aplicable y se dispondrán los residuos como peligrosos; en beneficio de preservar la integridad del ciclo del agua. Además, no habrá remoción de vegetación forestal en ninguna etapa del proyecto

El cuarto objetivo prioritario es: Promover un entorno libre de contaminación del agua, el aire y el suelo que contribuya al ejercicio pleno del derecho a un medio ambiente sano.

Estrategia prioritaria	Vinculación
4.1. Gestionar de manera eficaz, eficiente, transparente y participativa medidas de prevención, inspección, remediación y reparación del daño para prevenir y controlar la contaminación y la degradación.	En este documento se plasma la planeación de las medidas necesarias (preventivas, de inspección, remediación y reparación) para disminuir y/o mitigar los impactos ambientales generados por el proyecto. Por otra parte, de acuerdo con la LGEEPA, esta MIA-R es de carácter público.
4.2. Fomentar el cambio y la innovación en los métodos de producción y consumo de bienes y servicios, a fin de reducir la extracción de recursos naturales, el uso de energía y minimizar los efectos de las actividades humanas sobre el medio ambiente.	El uso de gas natural no es algo novedoso por sí mismo, pero para las empresas a las que se les brindará el servicio utilizarán este elemento como medio principal de energía, lo que reducirá la utilización y extracción de recursos naturales no renovables con mayor impacto ambiental y riesgo de manejo.

Finalmente, el objetivo prioritario 5 de este programa es: Fortalecer la gobernanza ambiental a través de la participación ciudadana libre, efectiva, significativa y corresponsable en las decisiones de política pública, asegurando el acceso a la justicia ambiental con enfoque territorial y de derechos humanos y promoviendo la educación y cultura ambiental.

Debido a que las estrategias prioritarias para este objetivo no son responsabilidad del promovente, el único vínculo que existe es que se somete a este documento para su análisis de manera pública, en beneficio de la participación e inclusión ciudadana. Cabe mencionar, que durante el desarrollo del capítulo IV, se buscó si existía oposición de la población para la realización del proyecto, de lo que se obtuvo que no existe.

Una vez plasmado el anterior análisis, se puede concluir que el proyecto no contraviene lo dispuesto en el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024, derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.

III.2.6. Convenios y tratados internacionales

A nivel global, existe la colaboración para preservar el medio ambiente y, su impacto ha sido significativo para la formulación de la política ambiental mexicana, mencionada a lo largo de este capítulo. Sin embargo, también existen convenios y tratados internacionales referentes a distintos aspectos ambientales de interés global.

El precedente del surgimiento de la cooperación internacional en materia ambiental es la creación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 1972, ya que desde entonces se han creado y firmado diversos instrumentos internacionales de cooperación, destacando entre ellos la Convención para el Comercio Internacional de Especies en Peligro de Extinción - CITES (1973); la Convención de Viena para la Protección de la Capa de Ozono (1985); el Protocolo de Montreal (1987); el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (1988); la Convención de Basilea sobre el movimiento transfronterizo de residuos peligrosos y su eliminación (1989); la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992); la Convención sobre Diversidad Biológica (1992); el Protocolo de Kioto (1997); el Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad (2000); y el Convenio de Estocolmo sobre Compuestos Orgánicos Persistentes (2001) entre muchos otros.

El sustento para respetar los tratados y convenios internacionales es lo dispuesto en el Artículo 133 de la Constitución, donde se señala que la Constitución, las Leyes Federales, y los Tratados Internacionales celebrados con aprobación del Senado, serán la “Ley suprema de toda la Unión”.

III.2.6.1. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

El objetivo de esta Convención, *y de todo instrumento jurídico conexo que adopte la Conferencia de las Partes, es lograr, de conformidad con las disposiciones*

pertinentes de la Convención, la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible[18].

Son diversas las causas que generan la concentración de CO_2 en el ambiente, entre ellas se encuentran el uso de combustibles fósiles, la quema de biomasa, entre otras. Esto intensifica el efecto invernadero y su control es necesario aun cuando hasta ahora hayan sido útiles para lograr el desarrollo económico y social. Por lo que se deberán tomar en cuenta las posibilidades de lograr una mayor eficiencia energética a través de nuevas tecnologías que sean amigables con el medio ambiente y cuya aplicación sea económica y socialmente beneficiosa. Con el propósito de responder al cambio climático a través de acciones coordinadas de desarrollo social, económico y con miras a evitar efectos adversos sobre éstos, se firmó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (PNUMA).

En el Artículo 3 se establece que los actores, para lograr el objetivo y aplicar las disposiciones de la Convención se guiarán, entre otros, por lo siguiente:

- *… proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras, sobre la base de la equidad y de conformidad con sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus respectivas capacidades.*
- *… tomar medidas de precaución para prever, prevenir o reducir al mínimo las causas del cambio climático y mitigar sus efectos adversos.*
- *Las Partes tienen derecho al desarrollo sostenible y deberían promoverlo. Las políticas y medidas […] deberían ser apropiadas para las condiciones específicas de cada una […] y estar integradas en los programas nacionales*

[18] Naciones Unidas. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 27 p.

de desarrollo, tomando en cuenta que el crecimiento económico es esencial para la adopción de medidas encaminadas a hacer frente al cambio climático.

En este contexto, el proyecto favorecerá al cumplimiento del objetivo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático ya que su objetivo es la ampliación de una red de gasoductos para aumentar el transporte de gas natural que, al utilizarlo como combustible, emite gases con bajas concentraciones de CO_2. Además, cada etapa del proyecto dará cumplimiento a las normativas ambientales aplicables y vigentes, así como a los planes de desarrollo (en los tres niveles de gobierno), implementando tecnologías eficaces y amigables con el medio ambiente, con el fin de evitar la contaminación del suelo, aire y agua.

En conclusión, ayudará a disminuir las emisiones de bióxido de carbono a la atmosfera, ayudando a mermar los efectos del cambio climático.

III.2.6.1. NDC México por el Clima (Actualización 2020)

Este documento constituye la actualización de México para la Contribución Determinada a nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) en concordancia con la Ley General de Cambio Climático (LGCC) y de conformidad con las decisiones 1/CMA.2 y 1/CP.21 y el Artículo 4 del Acuerdo de París[19].

Con él, el Gobierno de México refrenda los compromisos asumidos en 2015 durante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), así como su interés de trabajar de manera colaborativa con la comunidad internacional para mantener el incremento de temperatura a nivel global por debajo de los 2°C y hacer esfuerzos adicionales para lograr un 1.5ºC, al establecer compromisos en materia de adaptación al cambio climático y mitigación de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (GyCEI).

Debido a que los ejes y líneas de acción estipulados en el NDC no son competencia o responsabilidad del promovente, este instrumento no es vinculante con el

[19] Gobierno de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020). Contribución Determinada a nivel Nacional: México. Versión actualizada 2020.

proyecto; sin embargo, es importante mencionar que tampoco contraviene lo dispuesto en él.

III.2.6.2. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)

La CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) es un acuerdo internacional concertado entre los gobiernos. Tiene por finalidad velar por que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituye una amenaza para la supervivencia de las especies[20]. Aunque entró en vigor el 1 de julio de 1975, en México entró en vigor el 30 de septiembre de 1991.

En México se han promulgado leyes y normas que garantizan el cumplimiento del convenio, tal como la Ley General de Vida Silvestre, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la NOM- 059-SEMARNAT-2010. Este instrumento es de observancia para el promovente debido a que la biznaga burra (*Echinocactus platyacanthus*) forma parte del Apéndice II de la CITES.

Los Apéndices I, II y III de la Convención son listas de especies que ofrecen diferentes niveles y tipos de protección ante la explotación excesiva.

- Apéndice II: especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se contrale estrictamente su comercio. También las "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación.

Dicho lo anterior, es importante mencionar que el promovente no pretende la comercialización de especímenes de biznaga burra, por lo que las especificaciones

[20] CITES. (s.f.). ¿Qué es la CITES? Recuperado de https://cites.org/esp/disc/what.php

de comercio internacional, incluidas en el Artículo IV de la Convención, no son vinculantes con el tipo de obras y actividades a realizar por el promovente.

III.3. Regionalización

III.3.1. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

Particularmente, el proyecto no se encuentra dentro de alguna AICA, siendo la más cercana "El Zamorano" a una distancia aproximada de 19 kilómetros al Noroeste del área del proyecto.

Lo anterior se muestra en el siguiente mapa:

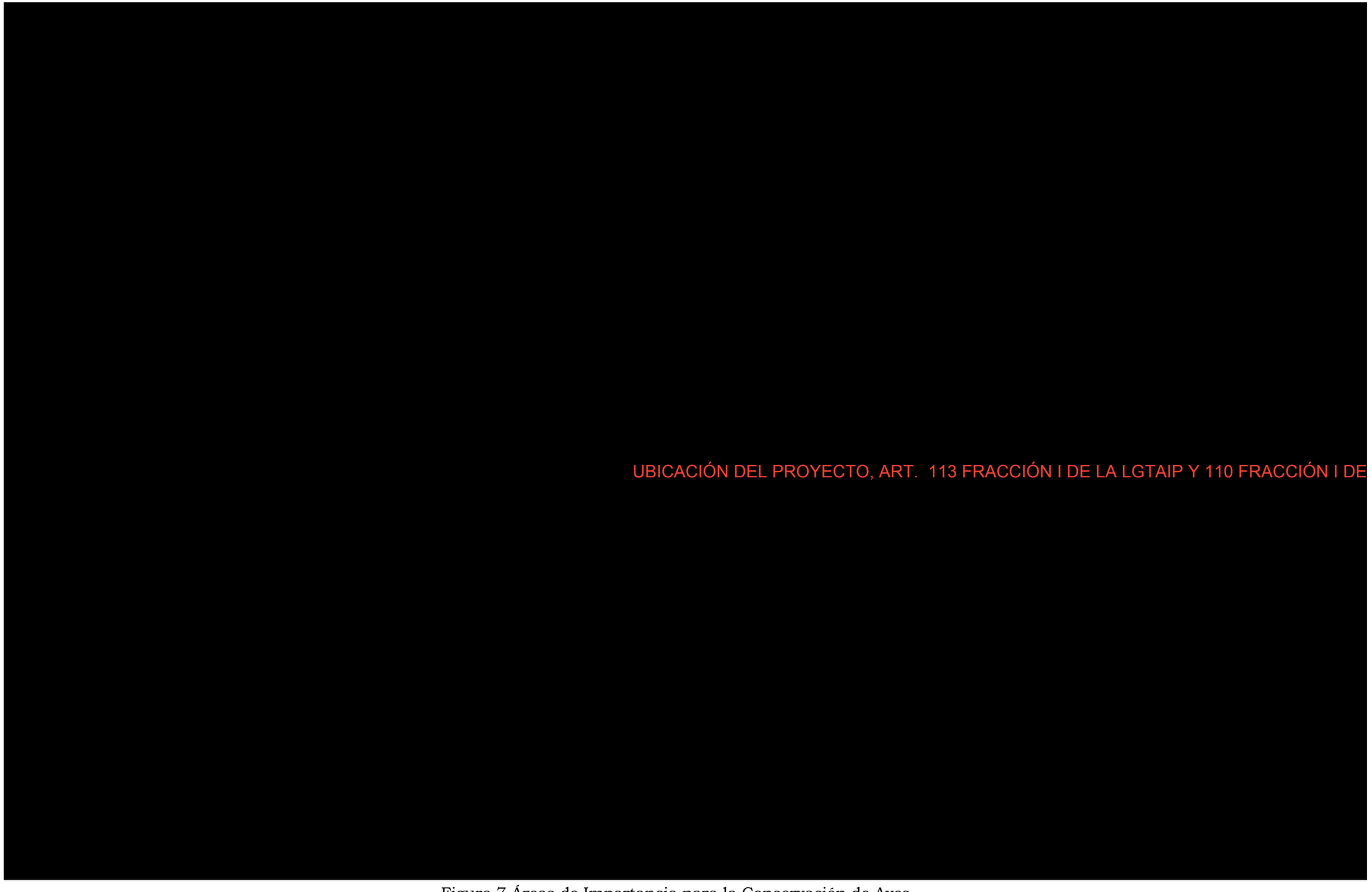


Figura 7 Áreas de Importancia para la Conservación de Aves

III.3.2. Regiones hidrológicas Prioritarias

En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

Si bien el proyecto no se sitúa en alguna región hidrológica prioritaria, las más cercanas se encuentran a una distancia promedio de 56 km, y son:

- RHP “Cabecera del Río de la Laja” a 53 km al Noroeste
- RHP “Confluencia de las Huastecas” a 53 km al Noreste
- RHP “Lagos – Crater del Valle de Santiago” a 63 km al Suroeste

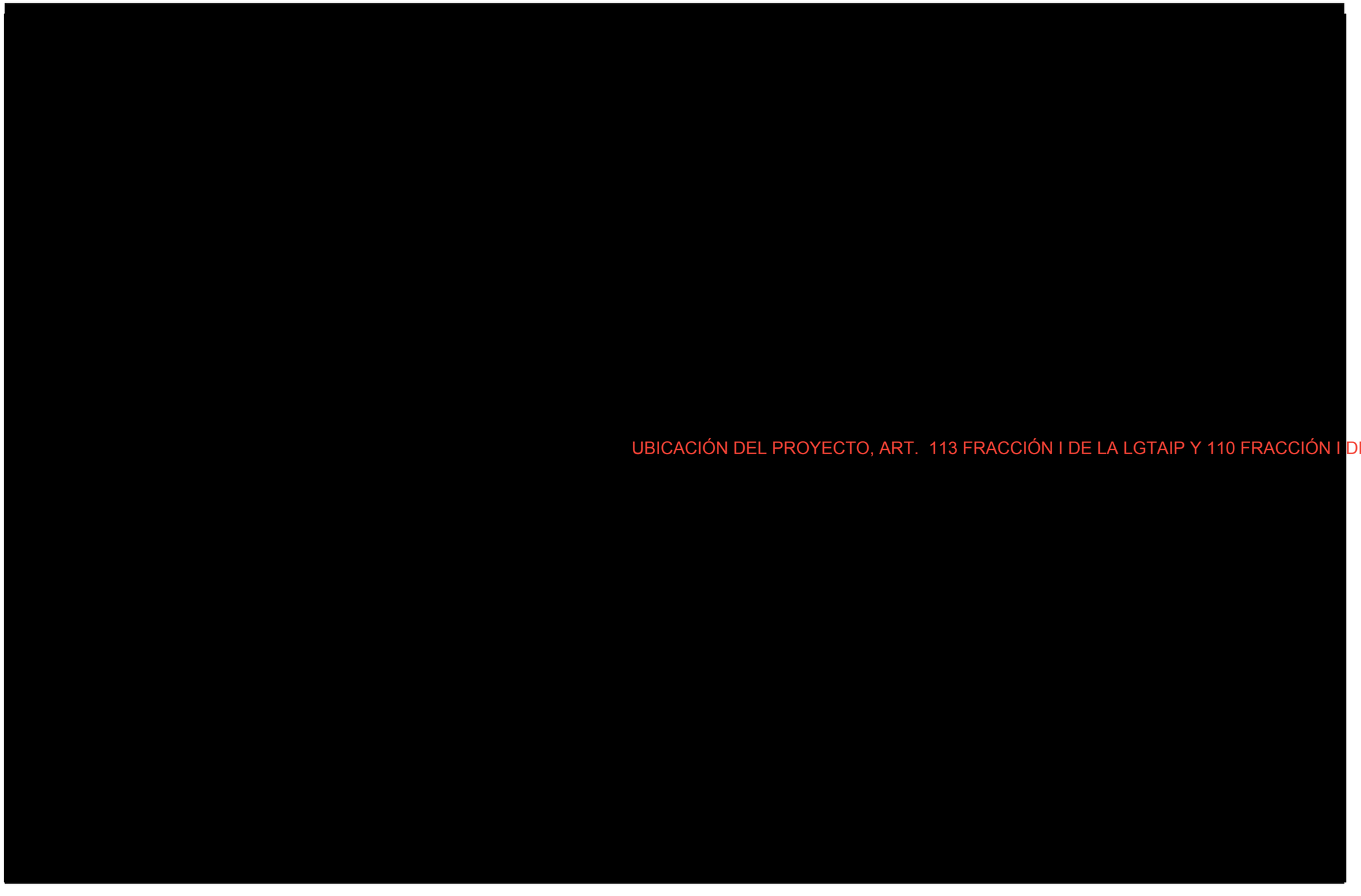


Figura 8 Regiones Hidroógicas Prioritarias

III.3.3. Regiones Terrestres Prioritarias

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

México cuenta con 152 regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad en México, que cubren una superficie de 515,558 km^2, correspondiente a más de la cuarta parte del territorio.

Particularmente el proyecto no incide en alguna RTP, siendo la más cercana la denominada “Cerro Zamorano” a 8 kilómetros en dirección Noreste del área del proyecto.

Lo anterior se muestra en el siguiente mapa:

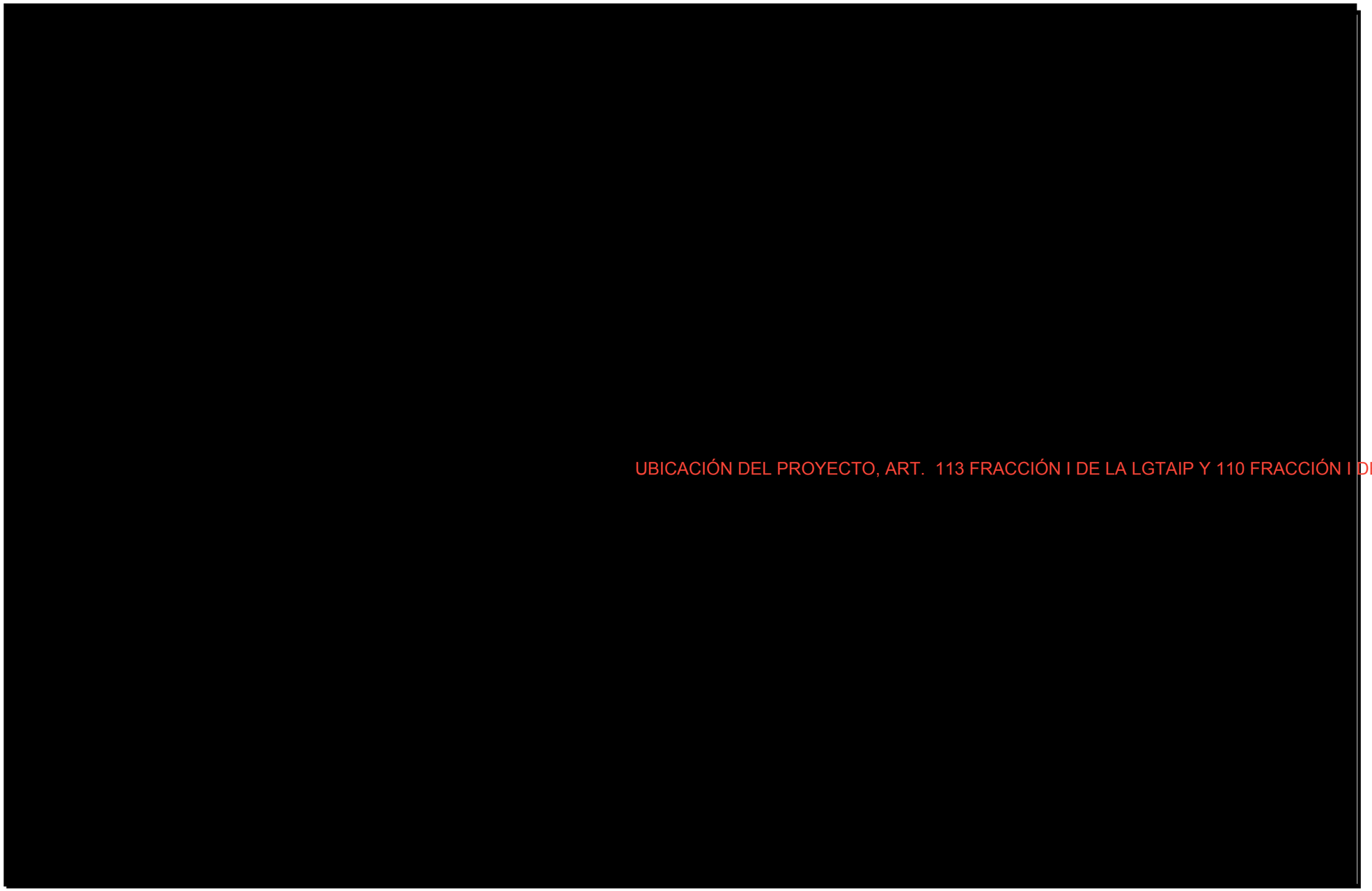


Figura 9 Regiones Terrestres Prioritarias

III.4. Conclusión

Una vez analizados todos los instrumentos legales y normativos ambientales vigentes, se concluye que el proyecto es coherente con todo lo dispuesto en ellos, pues se apega a lo dispuesto en ellos y, en caso de ser necesario, el promovente aplicará las medidas de mitigación y remediación necesarias, procurando siempre el bienestar ambiental y evitando la contaminación de la atmósfera, el agua y el suelo que pudieran generarse en el transcurso de las obras y actividades.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Ampliación de la Red de Gas Natural del Parque Industrial Querétaro

Capítulo 4

Gas Natural Santa Rosa, S de R. L. de C.V.

Contenido

IV. Descripción del sistema ambiental regional (SAR) y señalamientos de tendencias del desarrollo y deterioro de la región IV-14

IV.1. Delimitación y justificación del sistema ambiental (SAR) donde pretende establecerse el proyecto IV-14

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental regional IV-17

IV.3. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR. IV-17

IV.3.1. Medio abiótico IV-17

IV.3.1.1. Clima IV-17

Temperatura IV-20

Precipitación IV-21

Precipitación máxima IV-22

Fenómenos meteorológicos IV-28

Lluvias extraordinarias IV-29

Inundaciones IV-30

Tormentas eléctricas IV-30

Granizo IV-37

Sequía IV-39

Nevadas IV-43

IV.3.1.2. Geomorfología IV-45

IV.3.1.3. Geología IV-55

IV.3.1.4. Suelo IV-60

IV.3.1.5. Agua IV-66

Hidrología superficial IV-66

Hidrología subterránea IV-67

IV.3.2. Medio biótico IV-72

IV.3.2.1. Vegetación IV-72

IV.3.2.2. Descripción de los tipos de vegetación en el SAR IV-73

Agricultura de temporal anual y de riego anual y semipermanente ... IV-77

Cuerpo de agua IV-78

Zonas urbanas IV-79

Zona industrial IV-80

Matorral crasicaule IV-81

Selva baja caducifolia IV-82

IV.3.2.3. Caracterización de la vegetación IV-84

IV.3.2.4. Sitios de muestreo IV-88

IV.3.2.5. Análisis de diversidad de la vegetación IV-93

Curvas de acumulación de especies IV-93

Índices de diversidad IV-112

IV.3.2.6. Fauna silvestre IV-161

Metodología de muestreo IV-162

Ubicación de los sitios de muestreo IV-165

Curvas de acumulación de especies IV-167

Composición de los grupos faunísticos IV-171

Índices de diversidad de fauna silvestre en el sistema ambiental regional IV-173

Índices de diversidad de fauna silvestre en el área del proyecto IV-185

IV.3.3. Medio socioeconómico IV-192

Distribución y ubicación de núcleos de población cercanos al proyecto y su área de influencia IV-194

IV.3.3.1. Tipo de centro de población conforme al esquema de sistema de ciudades IV-196

Actividad económica IV-197

Población económicamente activa IV-204

Indicadores de Desarrollo Social IV-206

Infraestructura Municipal IV-208

Demografía IV-215

Vivienda IV-229

Salud y seguridad social IV-239

IV.3.4. Paisaje IV-245

IV.4. Diagnóstico ambiental IV-260

Tablas

Tabla 1 Datos generales de las estaciones meteorológicas IV-20
Tabla 2 Temperatura media, mínima y máxima normal en el sistema ambiental regional (1951-2010) IV-21
Tabla 3 Precipitación normal y máxima mensual en el sistema ambiental regional (1951-2010) IV-22
Tabla 4 Número de tormentas eléctricas en el sistema ambiental regional IV-31
Tabla 5 Número de tormentas de granizo en el sistema ambiental regional ... IV-37
Tabla 6. Cobertura de las provincias y subprovincias fisiográficas del sistema ambiental regional IV-48
Tabla 7 Descripción de las topoformas del sistema ambiental regional IV-48
Tabla 8 Superficie de las topoformas del sistema ambiental regional IV-49
Tabla 9. Origen de los tipos de roca IV-55
Tabla 10. Características de los tipos de rocas presentes en el sistema ambiental regional IV-57
Tabla 13. Características de los tipos de suelo del sistema ambiental regional .. IV-63
Tabla 14 Descripción de los rasgos hidrográficos presentes en el sistema ambiental regional IV-67
Tabla 15 Datos para obtener la disponibilidad de agua subterránea del acuífero Valle de Buenavista IV-69
Tabla 16. Usos de suelo y vegetación de acuerdo con la Serie VI de INEGI IV-73
Tabla 17. Usos de suelo y vegetación resultantes de la clasificación supervisada IV-74
Tabla 18. Coordenadas de los sitios de muestreo en matorral crasicaule IV-90
Tabla 19. Coordenadas de los sitios de muestreo en selva baja caducifolia IV-90
Tabla 20. Valores de completitud obtenidos para el estrato herbáceo en el matorral crasicaule dentro del sistema ambiental regional IV-94
Tabla 21. Valores de completitud obtenidos para el estrato arbustivo en el matorral crasicaule dentro del sistema ambiental regional IV-96
Tabla 22. Valores de completitud obtenidos para el estrato arbóreo en el matorral crasicaule dentro del sistema ambiental regional IV-97

Tabla 23. Valores de completitud obtenidos para el grupo de las cactáceas en el matorral crasicaule dentro del sistema ambiental regional.....IV-99
Tabla 24. Valores de completitud obtenidos para el estrato herbáceo en la selva baja caducifolia dentro del sistema ambiental regional IV-106
Tabla 25. Valores de completitud obtenidos para el estrato arbustivo en la selva baja caducifolia dentro del sistema ambiental regional IV-107
Tabla 26. Valores de completitud obtenidos para el estrato arbóreo en la selva baja caducifolia dentro del sistema ambiental regional IV-109
Tabla 27. Valores de completitud obtenidos para el grupo de las cactáceas en la selva baja caducifolia dentro del sistema ambiental regional.....IV-110
Tabla 28. Valores de completitud obtenidos para el grupo de las rosetas en la selva baja caducifolia dentro del sistema ambiental regional.....IV-111
Tabla 29. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo dentro del matorral crasicaule IV-113
Tabla 30. Índices de diversidad estimados para el estrato herbáceo dentro del matorral crasicaule IV-115
Tabla 31. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo dentro del matorral crasicaule IV-117
Tabla 32. Índices de diversidad estimados para el estrato arbustivo dentro del matorral crasicaule IV-120
Tabla 33. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo dentro del matorral crasicaule IV-122
Tabla 34. Índices de diversidad estimados para el estrato arbóreo dentro del matorral crasicaule IV-124
Tabla 35. Índice de valor de importancia para el grupo de las cactáceas dentro del matorral crasicaule IV-125
Tabla 36. Índices de diversidad estimados para el grupo de las cactáceas dentro del matorral crasicaule IV-127
Tabla 37. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo dentro de la selva baja caducifolia IV-139
Tabla 38. Índices de diversidad estimados para el estrato herbáceo dentro de la selva baja caducifolia IV-141

Tabla 39. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo dentro de la selva baja caducifolia IV-143
Tabla 40. Índices de diversidad estimados para el estrato arbustivo dentro de la selva baja caducifolia IV-146
Tabla 41. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo dentro de la selva baja caducifolia..... IV-147
Tabla 42. Índices de diversidad estimados para el estrato arbóreo dentro de la selva baja caducifolia IV-149
Tabla 43. Índice de valor de importancia para el grupo de las cactáceas dentro de la selva baja caducifolia IV-150
Tabla 44. Índices de diversidad estimados para el grupo de las cactáceas dentro de la selva baja caducifolia..... IV-153
Tabla 45. Índice de valor de importancia para el grupo de las rosetas dentro de la selva baja caducifolia IV-154
Tabla 46. Índices de diversidad estimados para el grupo de las rosetas dentro de la selva baja caducifolia IV-156
Tabla 47. Especies vegetales observadas en el área del proyecto IV-158
Tabla 48. Coordenadas iniciales y finales de los transectos empleados..... IV-165
Tabla 49. Valores de completitud obtenidos para las especies de aves dentro del sistema ambiental regional..... IV-167
Tabla 50.Valores de completitud obtenidos para las especies de mamíferos dentro del sistema ambiental regional. IV-169
Tabla 51.Valores de completitud obtenidos para las especies de reptiles dentro del sistema ambiental regional..... IV-170
Tabla 52. Especies de fauna silvestre reportadas dentro del sistema ambiental regional. IV-171
Tabla 53. Parámetros poblacionales obtenidos para las aves registradas dentro del sistema ambiental regional. IV-173
Tabla 54. Valores obtenidos de los índices de diversidad (H') y equitatividad (J') para el grupo de las aves..... IV-176
Tabla 55. Parámetros poblacionales obtenidos para el grupo de los mamíferos registrados en el sistema ambiental regional. IV-178

Tabla 56. Valores obtenidos de los índices de diversidad (H') y equitatividad (J') para la mastofauna dentro del sistema ambiental regional.....IV-180
Tabla 57. Parámetros poblacionales obtenidos para el grupo de los reptiles en el sistema ambiental regional.....IV-182
Tabla 58. Índices de diversidad (H') y equitatividad (J') para el grupo de los reptiles reportados en el sistema ambiental regional. IV-184
Tabla 59. Parámetros poblacionales obtenidos para las aves registradas en el área del proyecto. IV-186
Tabla 60. Valores obtenidos para los índices de diversidad (H') y equitatividad (J') para el grupo de las aves.....IV-188
Tabla 61. Valores obtenidos para los índices de diversidad (H') y equitatividad (J') para el grupo de los mamíferos.....IV-190
Tabla 62. Población y área de influencia de las localidades dentro del Sistema Ambiental Regional. IV-195
Tabla 63. Número de habitantes del municipio de Querétaro a lo largo del tiempo y las tasas medias anuales de crecimiento en periodos de 10 y 5 años. IV-196
Tabla 64. Producción ganadera en 2020 en el municipio de Querétaro.....IV-200
Tabla 65. Producción agrícola del municipio de Querétaro en 2020.....IV-201
Tabla 66. Características económicas de las localidades con incidencia en el Sistema Ambiental Regional. IV-205
Tabla 67. Grado e Índice de Rezago Social de las localidades localizadas dentro del SAR.....IV-208
Tabla 68. Uso de las presas más cercanas al SAR.....IV-214
Tabla 69. Población vulnerable por su edad a nivel localidad y SAR. IV-217
Tabla 70.Población que vive en hogares indígenas dentro de las 27 localidades del SAR. IV-219
Tabla 71. Población vulnerable por nivel educativo y analfabetismo. IV-220
Tabla 72. Instituciones de educación localizadas dentro del SAR. IV-222
Tabla 73. Población discapacitada y con alguna limitación física o mental por localidad. IV-222
Tabla 74. Población inmigrante en cada localidad con inmersión en el SAR. IV-224
Tabla 75. Población total a lo largo del tiempo de las localidades con influencia en el SAR, y su tasa media anual de crecimiento poblacional. IV-227

Tabla 76. Número de viviendas y población en las viviendas localizadas en las localidades del SAR. IV-229
Tabla 77. Características de las viviendas localizadas en los 27 municipios con incidencia en el Sistema Ambiental Regional. IV-231
Tabla 78. Acceso a las TIC por viviendas habitadas por localidad. IV-233
Tabla 79. Medios de transporte de los que disponen las viviendas localizadas dentro y alrededor del SAR. IV-235
Tabla 80. Población sin derechohabiencia a servicios de salud por localidad. IV-240
Tabla 81. Vulnerabilidad promedio de las localidades más expuestas IV-243
Tabla 82. Variables para el cálculo de la calidad visual del paisaje (CAP) IV-248
Tabla 83. Valores obtenidos para la calidad visual intrínseca..... IV-248
Tabla 84. Valores obtenidos para el cálculo de la calidad debida a vistas directas (VDE)..... IV-250
Tabla 85. Valores obtenidos para el cálculo de la calidad debida al fondo escénico (FE) IV-251
Tabla 86. Caracterización de la calidad visual del paisaje IV-254
Tabla 87. Variables para el cálculo de la Fragilidad del Paisaje IV-255
Tabla 88. Valores definidos para el cálculo de la Fragilidad del Paisaje IV-256
Tabla 89. Caracterización de la fragilidad del paisaje IV-258
Tabla 90. Caracterización de la capacidad de acogida IV-258

Figuras

Figura 1. Proceso de delimitación del Sistema ambiental regional delimitado para el proyecto**.** IV-15
Figura 1. Sistema ambiental regional delimitado para el proyecto**.** IV-16
Figura 3 Clima del sistema ambiental regional IV-19
Figura 4 Climodiagrama Walter y Lieth para el sistema ambiental regional. N: Nombre de la estación; n: número de años observados; T: Temperatura media anual; P: Precipitación anual..... IV-24
Figura 5 Ubicación de las estaciones meteorológicas IV-25
Figura 6 Temperatura media normal del sistema ambiental regional..... IV-26

Figura 7 Precipitación normal del sistema ambiental regional IV-27
Figura 8 Vulnerabilidad por lluvias extraordinarias en el sistema ambiental regional IV-32
Figura 9 Riesgo por lluvias extraordinarias en el sistema ambiental regional IV-33
Figura 10 Vulnerabilidad por inundaciones en el sistema ambiental regional IV-34
Figura 11 Peligro por inundaciones en el sistema ambiental regional IV-35
Figura 12 Peligro por tormentas eléctricas en el sistema ambiental regional.. IV-36
Figura 13 Tormentas de granizo en el sistema ambiental regional IV-38
Figura 14 Peligro por sequías en el sistema ambiental regional IV-40
Figura 15 Vulnerabilidad por sequías en el sistema ambiental regional..... IV-41
Figura 16 Riesgo por sequías en el sistema ambiental regional IV-42
Figura 17 Peligro por nevadas en el sistema ambiental regional IV-44
Figura 18. Provincias fisiográficas en el sistema ambiental regional IV-50
Figura 19. Subprovincias fisiográficas del sistema ambiental regional..... IV-51
Figura 20. Sistema de topoformas del sistema ambiental regional..... IV-52
Figura 21. Modelo digital de elevaciones del sistema ambiental regional IV-53
Figura 22. Pendientes del sistema ambiental regional IV-54
Figura 23 Geología del sistema ambiental regional (Escala 1:250,000) IV-56
Figura 24. Geología del sistema ambiental regional (Escala 1:50,000) IV-59
Figura 23. Geología del sistema ambiental regional IV-59
Figura 26 Edafología del sistema ambiental regional (Escala 1:250,000) IV-61
Figura 27. Edafología del sistema ambiental regional (Escala 1:50,000) IV-62
Figura 28 Erosión en el sistema ambiental regional IV-65
Figura 29 Hidrología superficial del sistema ambiental regional IV-70
Figura 30 Hidrología subterránea del sistema ambiental regional IV-71
Figura 31. Uso de suelo y vegetación de acuerdo con la Serie VI de INEGI..... IV-75
Figura 32. Uso de suelo y vegetación de acuerdo con la clasificación supervisada IV-76
Figura 31. Geología del sistema ambiental regional IV-76
Figura 34. Panorámica de áreas destinadas a la producción agrícola IV-78
Figura 35. Panorámica de la presa Santa Catarina IV-79
Figura 36. Vista panorámica de las áreas urbanas al interior del SAR..... IV-80
Figura 37. Vista de las áreas al interior del Parque Industrial Querétaro..... IV-81

Figura 38. Condiciones del matorral crasicaule al interior del SAR..... IV-82
Figura 39. Condiciones de la selva baja caducifolia dentro del SAR..... IV-83
Figura 40. Tipo de unidades de muestreo empleadas para el muestreo de flora . IV-86
Figura 41. Trabajos de muestreo de flora al interior del sistema ambiental regional IV-87
Figura 42. Condiciones presentes al interior del área del proyecto IV-88
Figura 43. Ubicación de los sitios de muestreo de flora al interior del sistema ambiental regional IV-92
Figura 44. Curvas de acumulación para el estrato herbáceo en el matorral crasicaule IV-95
Figura 45. Curvas de acumulación para el estrato arbustivo en el matorral crasicaule IV-96
Figura 46. Curvas de acumulación para el estrato arbóreo en el matorral crasicaule IV-98
Figura 47. Curvas de acumulación para el grupo de las cactáceas en el matorral crasicaule IV-99
Figura 48. Curvas de acumulación para el estrato herbáceo en la selva baja caducifolia IV-106
Figura 49. Curvas de acumulación para el estrato arbustivo en la selva baja caducifolia IV-108
Figura 50. Curvas de acumulación para el estrato arbóreo en la selva baja caducifolia IV-109
Figura 51. Curvas de acumulación para el grupo de las cactáceas en la selva baja caducifolia IV-111
Figura 52. Curvas de acumulación para el grupo de las rosetas en la selva baja caducifolia IV-112
Figura 53. Índice de valor de importancia obtenido para el estrato herbáceo dentro del matorral crasicaule..... IV-115
Figura 54. Índice de valor de importancia obtenido para el estrato arbustivo dentro del matorral crasicaule..... IV-120
Figura 55. Índice de valor de importancia obtenido para el estrato arbóreo dentro del matorral crasicaule IV-123

Figura 56. Índice de valor de importancia obtenido para el grupo de las cactáceas dentro del matorral crasicaule.....IV-126
Figura 57. Índice de valor de importancia obtenido para el estrato herbáceo dentro la selva baja caducifolia IV-141
Figura 58. Índice de valor de importancia obtenido para el estrato arbustivo dentro de la selva baja caducifolia.....IV-145
Figura 59. Índice de valor de importancia obtenido para el estrato arbóreo dentro de la selva baja caducifolia.....IV-149
Figura 60. Índice de valor de importancia obtenido para el grupo de las cactáceas dentro de la selva baja caducifolia.....IV-152
Figura 61. Índice de valor de importancia obtenido para el grupo de las rosetas dentro de la selva baja caducifolia.....IV-156
Figura 62. Condiciones presentes en el área del proyecto.....IV-158
Figura 63. Especies observadas en el área del proyecto: a) *Agave sisalana,* b) *Bougainvillea buttiana,* c) *Cupressus sempervirens* y d) *Baccharis salicina*...IV-160
Figura 64. Actividades de muestreo de fauna silvestre IV-164
Figura 65. Ubicación de los transectos empleados para el muestreo de fauna silvestre en el sistema ambiental regional y el área del proyecto.....IV-166
Figura 66. Curvas de acumulación para el grupo de las aves IV-168
Figura 67. Curvas de acumulación para el grupo de los mamíferos.....IV-169
Figura 68. Curvas de acumulación para el grupo de los reptiles.....IV-170
Figura 69. Índice de Valor de Importancia obtenido para las aves registradas en el sistema ambiental regional.....IV-176
Figura 70. Índice de Valor de Importancia obtenido para los mamíferos registrados en el sistema ambiental regional IV-180
Figura 71. Índice de Valor de Importancia obtenido para los reptiles registrados en el sistema ambiental regional IV-184
Figura 72. Ubicación de las presas al interior del sistema ambiental regional y sus alrededores.....IV-213
Figura 73. Relación porcentual de la cantidad de hombres y mujeres por localidad IV-216
Figura 74. Comportamiento de la población de las 27 localidades consideradas para el análisis. Cada barra de color representa el número de personas

registradas por año censal. Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.....IV-226
Figura 75. Vialidades principales que comunican a las localidades dentro del sistema ambiental regional.....IV-238
Figura 76. Población afiliada a servicios médicos en alguna institución pública o privada. INSABI: Institución de Salud para el Bienestar; IMSS/IMSS-B: Instituto Mexicano del Seguro Social e IMSS estatal; ISSSTE/ISSSTE-E: Instituto de Seguridad y Servicios Social.....IV-239
Figura 77. Ubicación de las instalaciones de servicios de salud (públicos y privados) dentro y en los alrededores del SAR.....IV-242
Figura 78. Canal de aguas negras por el que cruza el proyecto IV-249
Figura 79. Vista de elementos detractores cercanos al área del proyecto IV-251
Figura 80. Afloramientos rocosos visibles IV-252
Figura 81. Vista del Parque Industrial donde será ubicado el proyecto desde las áreas arboladas del Cerro Grande al Este del sistema ambiental regional ...IV-253
Figura 82 Condiciones de los usos de suelo al interior del proyecto.....IV-260

IV. Descripción del sistema ambiental regional (SAR) y señalamientos de tendencias del desarrollo y deterioro de la región

IV.1. Delimitación y justificación del sistema ambiental (SAR) donde pretende establecerse el proyecto

Un sistema ambiental se define como la interacción entre los ecosistemas considerando sus aspectos bióticos y abióticos y el subsistema socioeconómico de la región en la que se pretende el establecimiento de un proyecto.

Para la delimitación del sistema ambiental regional se empleó la regionalización presente en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Querétaro en su totalidad, considerando los límites de las UGAs 37, 11, 20, 25, 27, 57, 32, 33, 35 y 34, los cuales, también, en algunos casos son concordantes con las áreas limítrofes entre los terrenos agrícolas u otros usos de suelo, como son los tipos de vegetación que se distribuyen en la región.

Es importante señalar que la delimitación del sistema ambiental está basada también en que las UGAs seleccionadas, en su mayoría, presentan una política ambiental destinada al aprovechamiento sustentable, debido a las actividades agrícolas y pecuarias que se desarrollan en la región, así como por la urbana, debido a las poblaciones incidentes y la infraestructura industrial en esta zona.

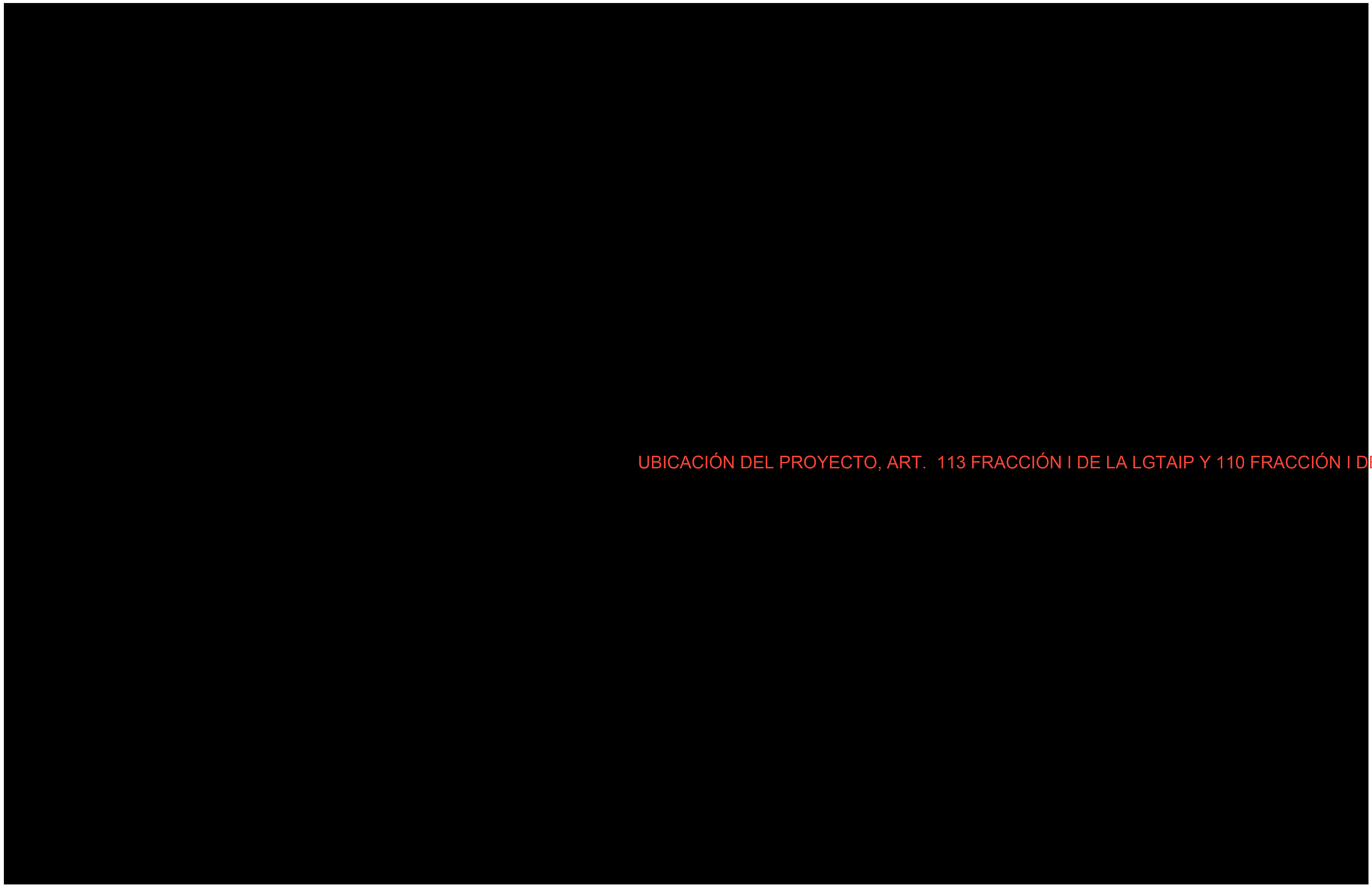


Figura IV-1. Proceso de delimitación del Sistema ambiental regional delimitado para el proyecto.

Figura IV-2. Sistema ambiental regional delimitado para el proyecto.

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental regional

Con la finalidad de realizar un análisis integral de los diferentes elementos (bióticos, abióticos y socioeconómicos) que interactúan dentro del sistema ambiental regional, se realizó la revisión bibliográfica y documental de los factores que inciden dentro de esta unidad de análisis, así como la ejecución de una campaña de campo cuya finalidad fue la de caracterizar los tipos de vegetación presentes y de la fauna silvestre fuera y dentro del área del proyecto.

Para el caso del medio socioeconómico se consideraron diferentes indicadores e información generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), así como del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), los cuales permitieron, en primer lugar, conocer las condiciones de las poblaciones al interior del sistema ambiental regional y, en segundo lugar, determinar cuáles de ellas presentan una mayor vulnerabilidad con la presencia del proyecto.

IV.3. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.

En los siguientes apartados se presenta la descripción de las condiciones ambientales del medio biótico y abiótico, así como del sector socioeconómico, que ocurren en la actualidad, con el fin de realizar un inventario que permita conocer el comportamiento de estos factores, que permitirán, además, determinar la forma en la que estos influyen sobre el proyecto o, caso contrario, el nivel de afectación que será provocado con su implementación.

IV.3.1. Medio abiótico

IV.3.1.1. Clima

El clima se define como el conjunto de las condiciones meteorológicas medias para el mes y el año, calculadas sobre un lapso de 30 años. La precipitación, la temperatura, el viento y la presión atmosférica son algunos de los datos

utilizados para determinar el clima[1,2]. Por lo tanto, la suma de los elementos meteorológicos que actúan a lo largo de un periodo de años resulta en el clima característico de una región, el cual puede diferenciarse de otros, en donde los elementos meteorológicos presentan variaciones. Debido a la amplia variedad de climas presentes en la Tierra, Wladimir Köppen elaboró la clasificación mundial de tipos de clima (1936), la cual fue modificada por Enriqueta García (1964) para adaptarla a las características climáticas de México[3].

El sistema ambiental regional presenta un clima Semiseco templado BS1kw(w) caracterizado por presentar el régimen de lluvias durante el verano, el cual se considera cálido. Este clima tiene una temperatura media anual que oscila entre 12 y 18°C, la temperatura del mes más frío puede estar en un rango de -3 a 18°C

[1] Andrades, R.M. y Múñez, L.C. (2012). *Fundamentos de climatología.* España: Universidad La Rioja.
[2] Viguera, B. y Martínez, M.R *et al.* (2017). *El clima, el cambio climático, la vulnerabilidad y acciones contra el cambio climático: Conceptos básicos.* Turrialba, Costa Rica: Conservación Internacional (CI). Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza (CATIE).
[3] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2005). *Guía para la interpretación de Cartografía Climatológica.* Aguascalientes: INEGI.

y la temperatura del mes más cálido es mayor a 18°C[4] (

[4] *Ibidem*

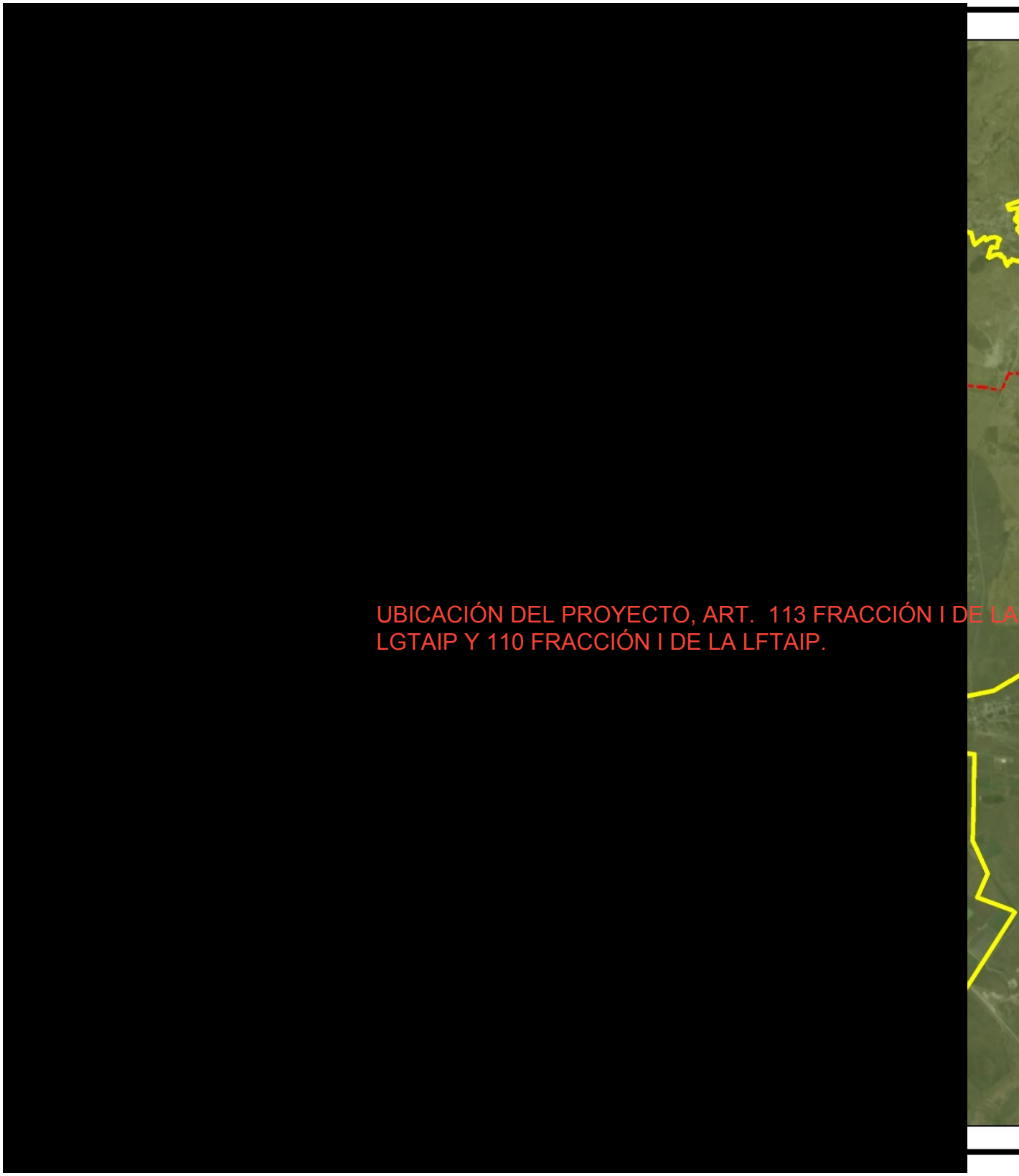

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA
LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura IV-3).

Figura IV-3 Clima del sistema ambiental regional

A continuación, se analizan algunos elementos meteorológicos del clima, los datos utilizados para este apartado abarcan un periodo de 1951 al 2010, y debido a que, dentro del SAR no se encuentra ninguna estación meteorológica, se utilizaron los datos de las estaciones más cercanas, las cuales son El Charape[5], La Joya y Juriquilla[6], estas pertenecen al Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (Tabla IV-1 y Figura IV-5).

Tabla IV-1 Datos generales de las estaciones meteorológicas

Estación	Clave	Situación	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Ubicación respecto al SAR
El Charape	00011144	Operando	20°55'09" N	100°25'53" W	2,201	Norte
La Joya	00022041	Operando	20°48'53" N	100°33'00" W	2,375	Oeste
Juriquilla	00022045	Operando	20°42'16" N	100°27'34" W	1,885	Sur

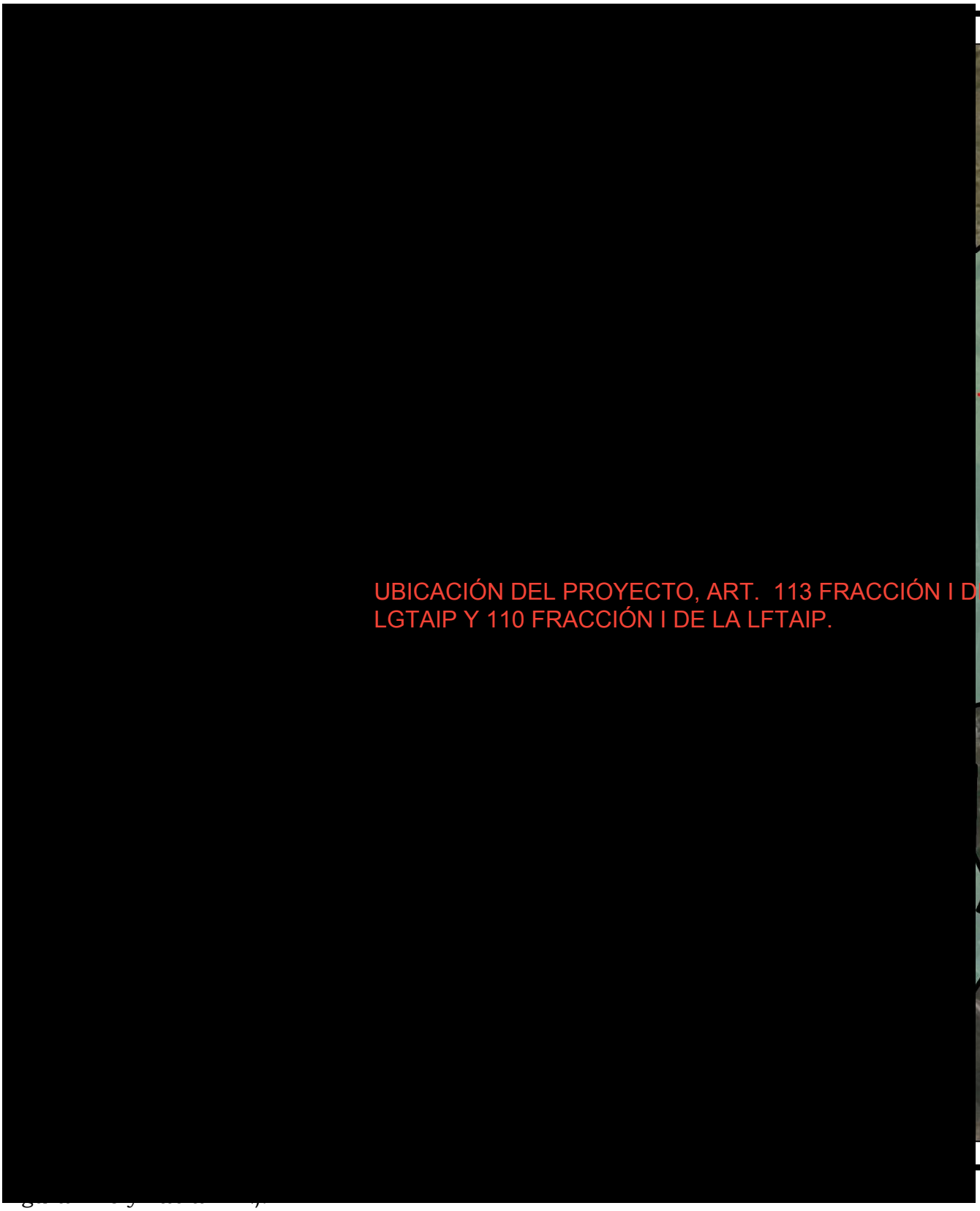
Temperatura

Es la medida del calor en un medio determinado y siempre corresponde a la misma cantidad de energía calorífica. En la atmósfera se presenta la misma correlación, siempre que se observa una temperatura dada, está presente aproximadamente la misma cantidad de energía calorífica[7].

De acuerdo con el promedio de los datos registrados en las estaciones meteorológicas durante los años de 1951 al 2010, los valores mensuales de la temperatura media normal oscilan entre los 13°C y los 20°C, en donde los valores más bajos corresponden a los meses de diciembre y enero, mientras que, en los meses de abril a junio se registraron los valores más altos, en un rango de 19 a

[5] Servicio Meteorológico Nacional. (s.f.). *Guanajuato*. Recuperado de Normales climatológicas por estado: https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=gto
[6] Servicio Meteorológico Nacional. (s.f.). *Querétaro*. Recuperado de Normales climatológicas por estado: https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por estado?estado=qro
[7] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2005). *Op. Cit.*

20°C. La temperatura media anual para las tres estaciones es de 17.2°C (



Respecto a la temperatura mínima normal, los datos mensuales oscilan en un rango de 6 a 12°C. De diciembre a febrero se reportan los valores más bajos, entre los 6 y los 7°C, la temperatura mínima anual para las tres estaciones es de 9.8°C (Tabla IV-2).

Los valores mensuales para la temperatura máxima normal se encuentran en un rango de 21 a 28°C. Por otro lado, en los meses de abril a junio se registraron los valores más altos, entre 26 y 28°C. La temperatura máxima anual es de 24.5°C (Tabla IV-2)

Tabla IV-2 Temperatura media, mínima y máxima normal en el sistema ambiental regional (1951-2010)

Mes	Temperatura media normal (°C)	Temperatura mínima normal (°C)	Temperatura máxima normal (°C)
Enero	13.8	6.0	21.6
Febrero	15.0	7.0	23.0
Marzo	17.1	8.7	25.5
Abril	19.0	10.8	27.3
Mayo	20.2	12.3	28.0
Junio	19.6	12.8	26.3
Julio	18.4	12.2	24.7
Agosto	18.5	12.2	24.7
Septiembre	18.0	11.8	24.2
Octubre	16.8	9.9	23.7
Noviembre	15.5	8.0	23.0
Diciembre	14.4	6.6	22.0
Anual	17.2	9.8	24.5

Precipitación

La precipitación es el aporte de agua proveniente de la atmósfera, que en forma líquida o sólida cae sobre la superficie terrestre a manera de lluvia, nieve, granizo, llovizna, entre otros. La precipitación puede presentar grandes

variaciones de un año a otro, a diferencia de la temperatura de un lugar, este elemento meteorológico muestra mayor variabilidad a lo largo del tiempo[8].

En el sistema ambiental regional, la temporada de lluvias se presenta durante los meses de junio a septiembre y, de acuerdo con el promedio de los datos de precipitación normal reportados por las estaciones meteorológicas, durante este periodo se registraron los valores más altos, siendo julio el mes en el que se presentaron mayores precipitaciones con 119.2 mm. Mientras que, los valores mínimos, de 5.7 y 6.8 mm se reportaron en los meses de marzo y diciembre, respectivamente; la precipitación normal anual para las tres estaciones es de

[8] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2005). *Op. Cit.*

510.7 mm (

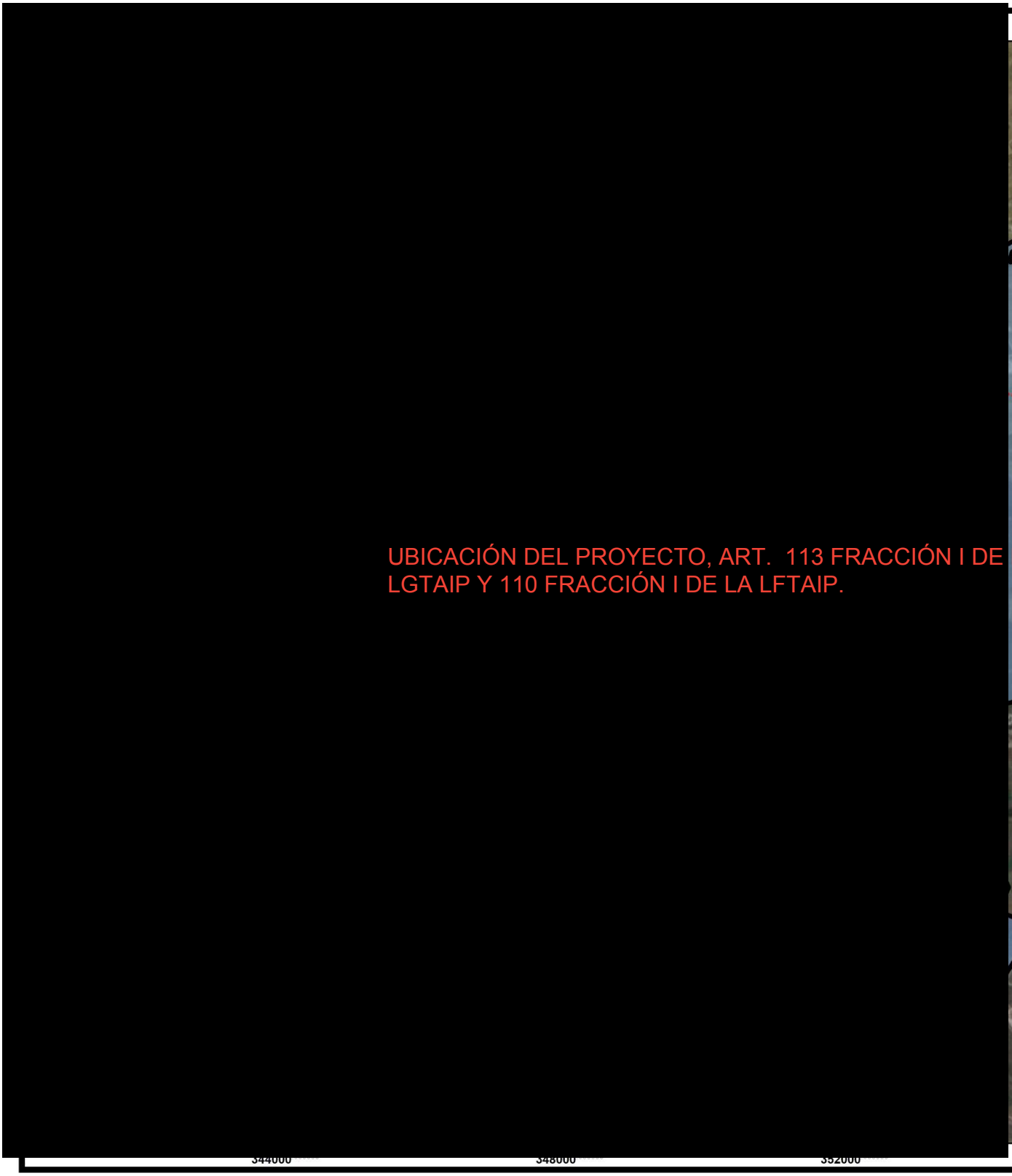


Figura IV-7).

Precipitación máxima

De acuerdo con los datos de las estaciones meteorológicas, las precipitaciones máximas registran los valores más altos durante la temporada de lluvias, estos oscilan entre 163 y 324.7 mm.

A continuación, se muestra la comparación entre los datos de precipitación normal y precipitación máxima en el sistema ambiental regional (Tabla IV-3):

Tabla IV-3 Precipitación normal y máxima mensual en el sistema ambiental regional (1951-2010)

Mes	Precipitación normal (mm)	Precipitación máxima mensual (mm)
Enero	13.1	95.9
Febrero	14.0	158.4
Marzo	5.7	29.3
Abril	19.5	90.8
Mayo	37.8	106.5
Junio	81.8	220.6
Julio	119.2	324.7
Agosto	94.3	205.7
Septiembre	73.1	163.0
Octubre	33.7	121.1
Noviembre	11.7	60.7
Diciembre	6.8	37.2
Anual	510.7	1613.9

Una herramienta que ayuda a ejemplificar gráficamente la relación que existe entre la temperatura y la precipitación es el Climodiagrama, propuesto por Gaussen (1957) y popularizado por Walter y Lieth (1967)[9]. Este es un gráfico que representa los datos climáticos de una región específica, por lo que ayuda a comprender el comportamiento del clima en un periodo determinado[10].

[9] Andrades, R.M. y Múñez, L.C. (2012) Op. Cit.
[10] *Ibidem*

A continuación, se muestra el Climodiagrama elaborado con los datos de temperatura media normal y precipitación normal obtenidos de las tres estaciones para los años de 1951 al 2010. Este refleja que la temporada de lluvias se da durante los meses de junio a septiembre, en donde julio registró el valor de precipitación más alto de 119.23 mm. Asimismo, se observa una estación seca de noviembre a marzo. En cuanto a la temperatura, esta presenta una temporada cálida de abril a junio y una época fría en los meses de diciembre a febrero (Figura IV-4).

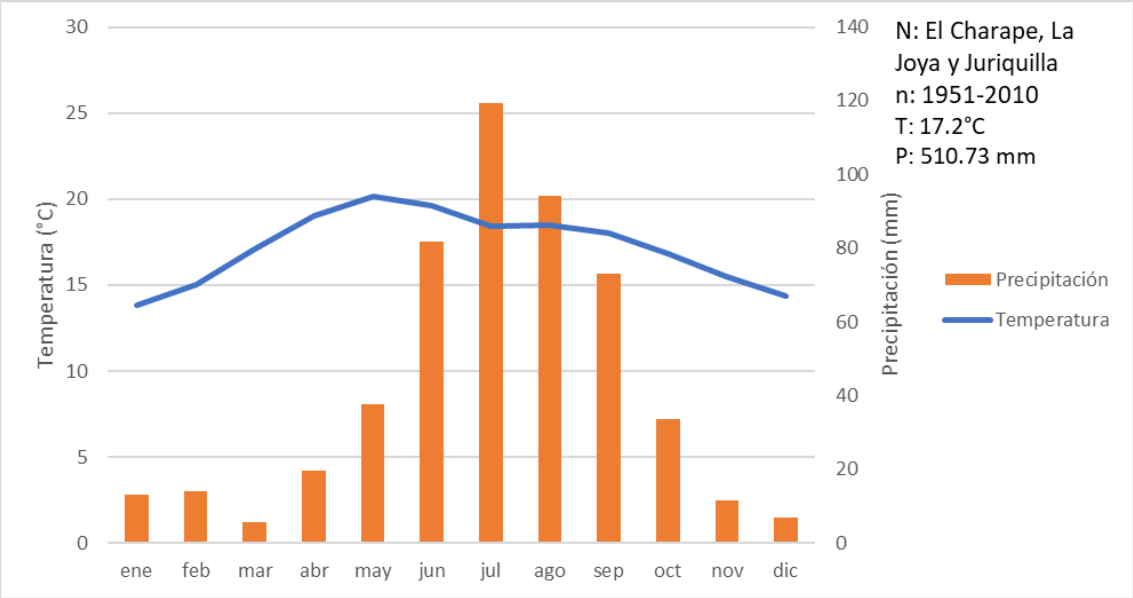


Figura IV-4 Climodiagrama Walter y Lieth para el sistema ambiental regional. N: Nombre de la estación; n: número de años observados; T: Temperatura media anual; P: Precipitación anual.

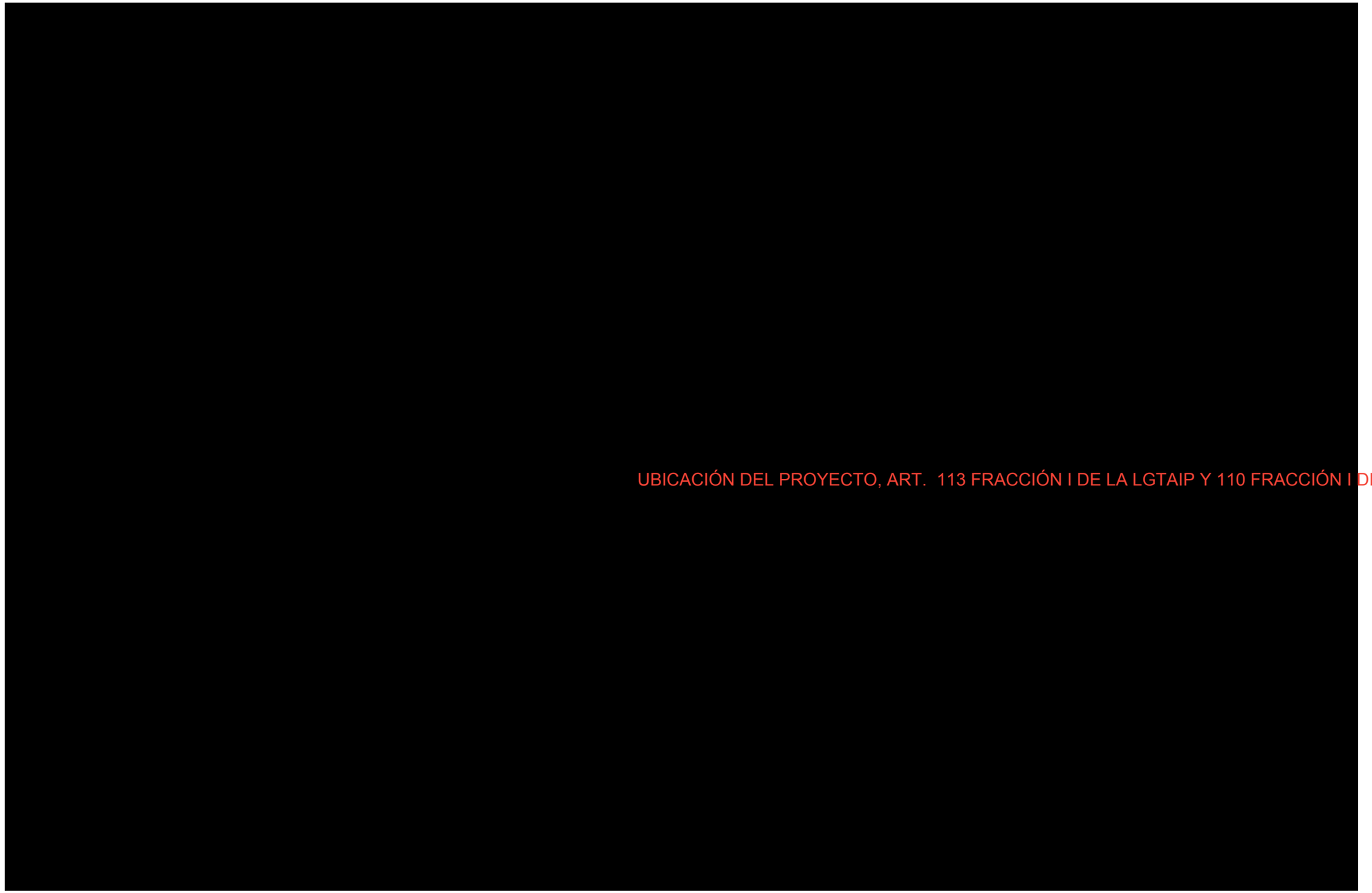


Figura IV-5 Ubicación de las estaciones meteorológicas

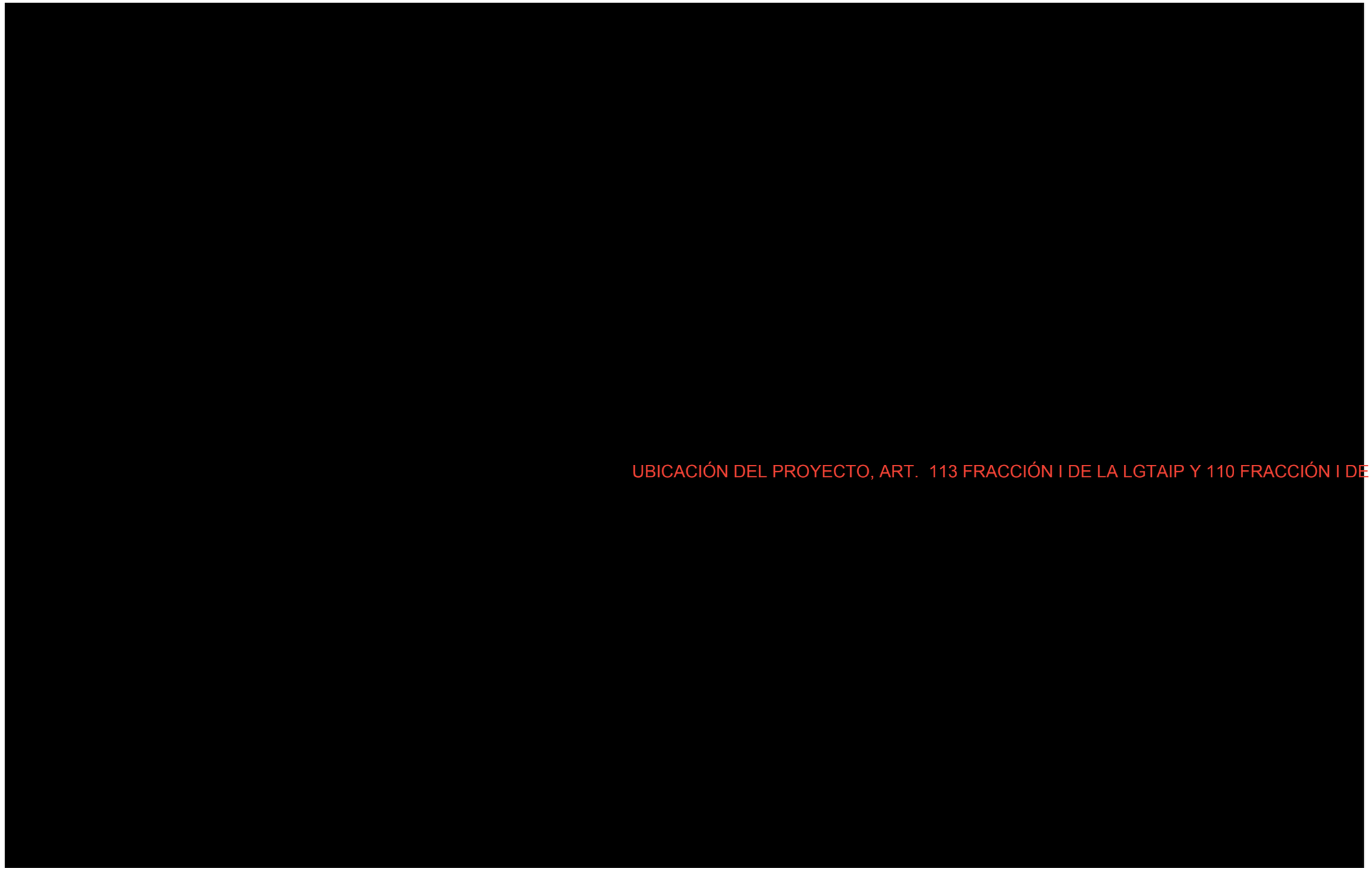


Figura IV-6 Temperatura media normal del sistema ambiental regional

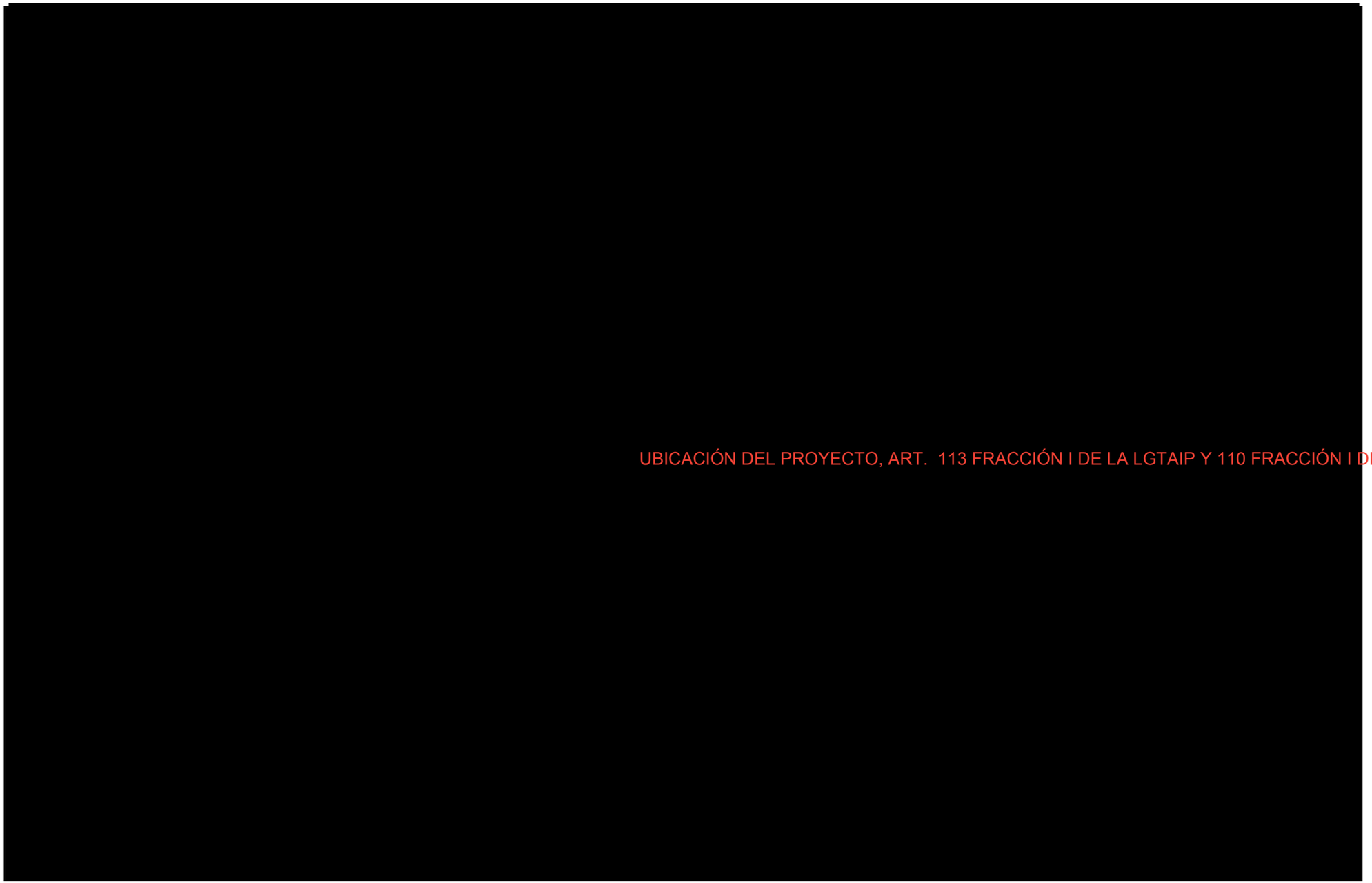


Figura IV-7 Precipitación normal del sistema ambiental regional

Fenómenos meteorológicos

De acuerdo con la Ley General de Protección Civil, estos fenómenos se definen como agentes perturbadores generados por la acción de los agentes atmosféricos, tales como ciclones tropicales, lluvias extremas, inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres; tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas; sequías; ondas cálidas y gélidas; y tornados[11].

Debido a la ubicación y características físicas del territorio, México se encuentra expuesto a una amplia variedad de este tipo de eventos que pueden ocasionar daños[12]. El estado de Querétaro siempre se ha visto afectado por fenómenos meteorológicos, los cuales han provocado variaciones en el paisaje y, en algunos casos pérdidas económicas por daños a la infraestructura. Sin embargo, en los últimos años, gracias a los procesos de expansión urbana y crecimiento poblacional, la magnitud de los daños ocasionados por estos acontecimientos se ha incrementado[13].

Debido a las consecuencias desastrosas que inciden en los asentamientos humanos, la infraestructura y el entorno, resulta necesario conocer las características de estos fenómenos perturbadores. Por lo tanto, es indispensable, definir algunos factores que se consideran relevantes ante estos eventos, los cuales son necesarios para el estudio individual de cada fenómeno[14].

Peligro. Se define como la probabilidad de que suceda un evento de una intensidad determinada, tal que pueda causar daños en un sitio dado[15].

Vulnerabilidad. La propensión de que estos sitios puedan ser afectados por el evento. Este factor se expresa como una probabilidad de daño[16].

---

[11] Diario Oficial de la Federación. (20 de mayo de 2021). *Ley General de Protección Civil.* Ciudad de México, México. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPC_200521.pdf

[12] Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2021). *Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México.* Ciudad de México: Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana.

[13] SIGEMA SA de CV. (2015). *Atlas de Riesgos del Municipio de Querétaro 2015.* Querétaro: Municipio de Querétaro.

[14] *Ibidem*

[15] *Ibidem*

Riesgo. Es el resultado del peligro y la vulnerabilidad, por lo que, es un resultado posible de un evento[17].

A continuación, se describen los fenómenos meteorológicos que aplican para el sistema ambiental regional.

Lluvias extraordinarias

En estos casos, la precipitación presentada es mayor a lo usual en un solo evento, o bien en varios continuos[18].

Acorde con los datos de precipitación máxima, así como, lo mencionado en el Atlas de Riesgos del municipio de Querétaro[19], el sistema ambiental regional presenta áreas con una vulnerabilidad Alta y Media ante este fenómeno, estas zonas están ubicadas en los alrededores del área del proyecto, es decir, en las

[16] SIGEMA SA de CV. (2015). *Op. cit*
[17] *Ibidem*
[18] *Ibidem*
[19] *Ibidem*

sierras y lomeríos adyacentes (

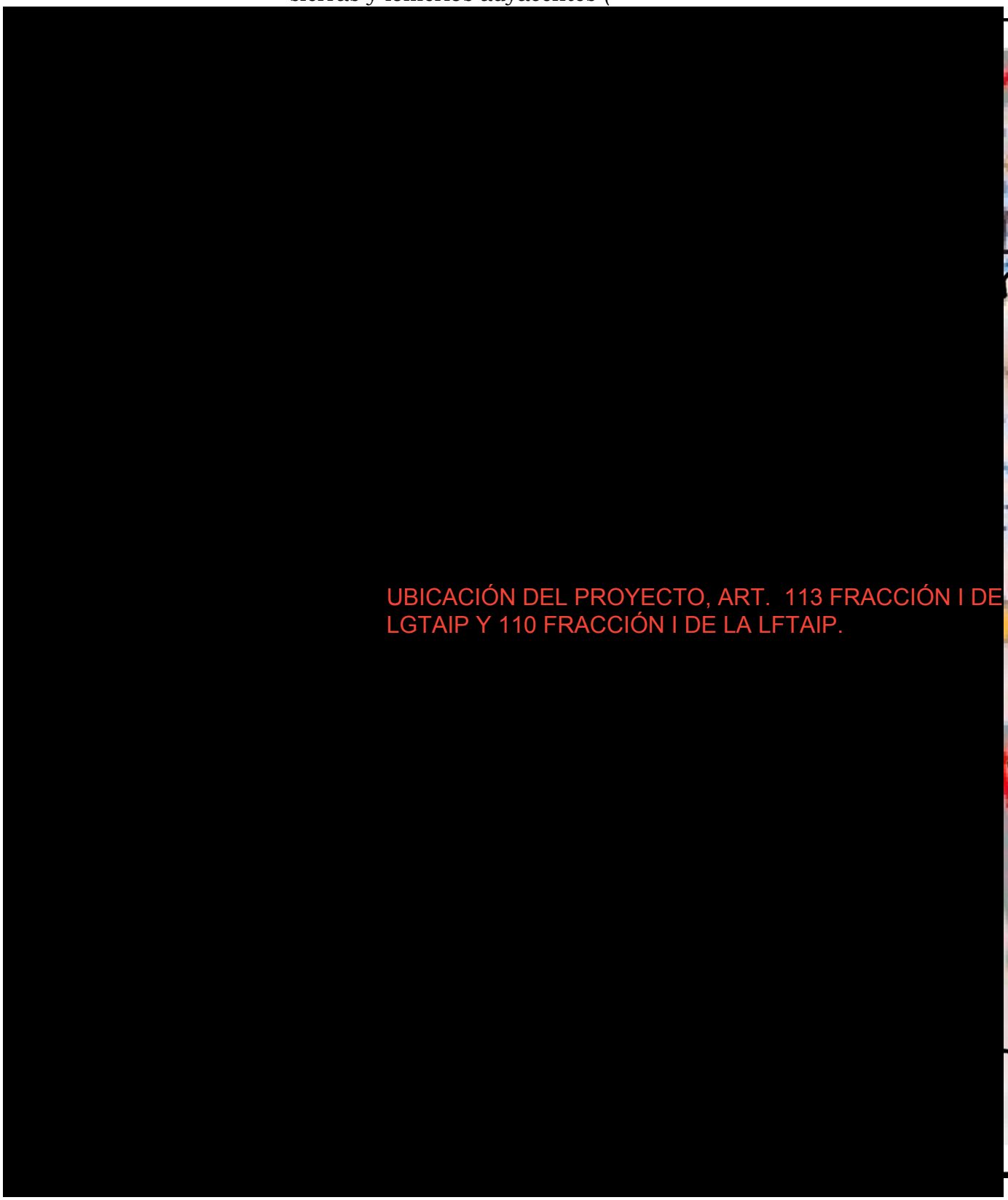


Figura IV-8). Por otra parte, el riesgo por lluvias extraordinarias es considerado Alto y Muy alto, nuevamente las regiones categorizadas de esta manera se

localizan en las formas de relieve con mayor elevación (

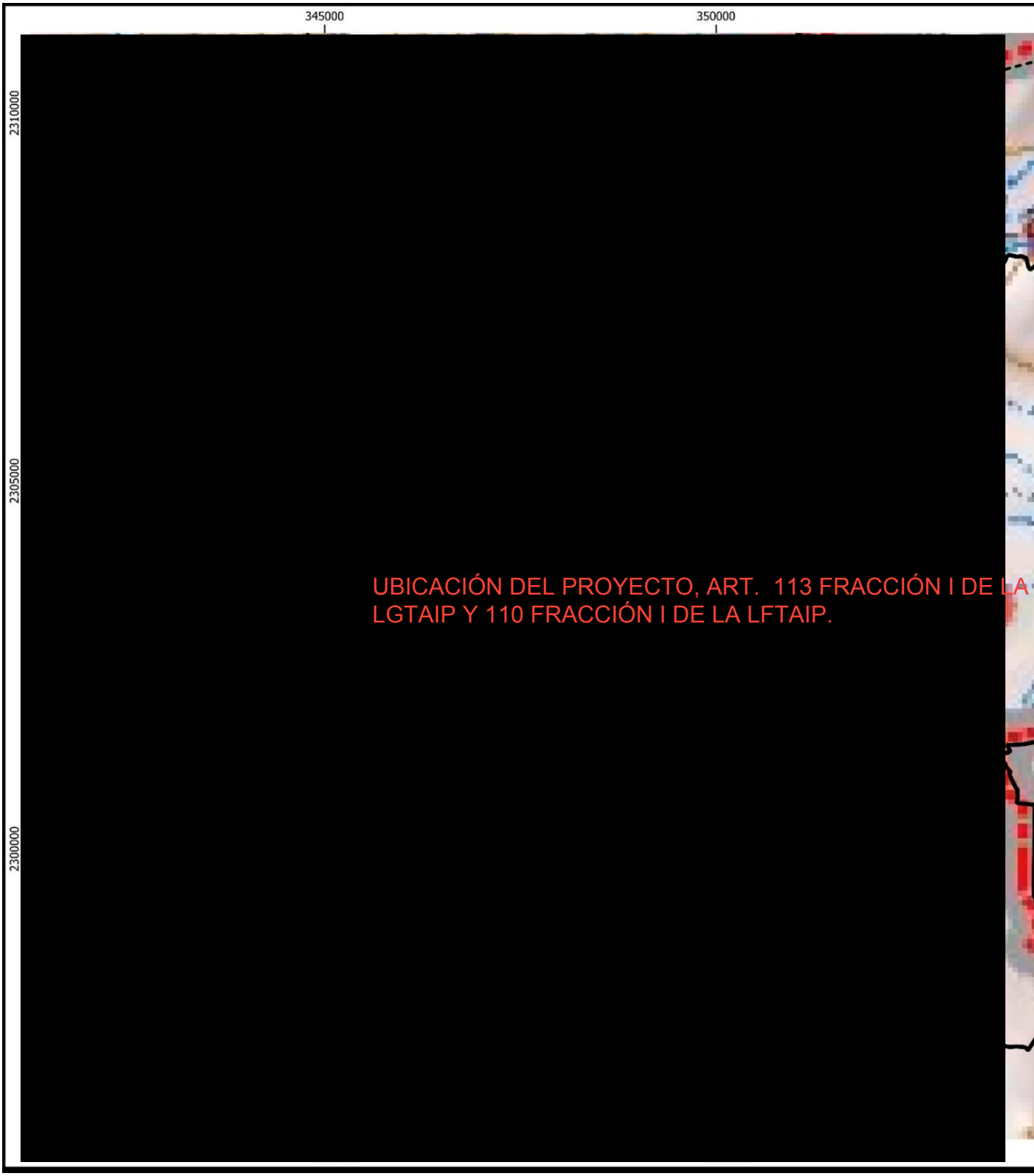


Figura IV-9).

Los peligros asociados a este fenómeno son los movimientos gravitacionales, inundaciones, encharcamientos o desbordes de ríos, además, en ocasiones se pueden presentar fenómenos como los rayos y las tormentas de granizo, aunque no es una condicionante.

Inundaciones

Son un fenómeno en el cual una zona que normalmente está libre de agua se llena de ésta, a causa de lluvias intensas, desbordamientos de ríos, arroyos, represas o de escurrimientos en las partes altas[20].

[20] *Ibidem*

De acuerdo con datos de CENAPRED, el SAR presenta un índice de vulnerabilidad de inundación Alto (

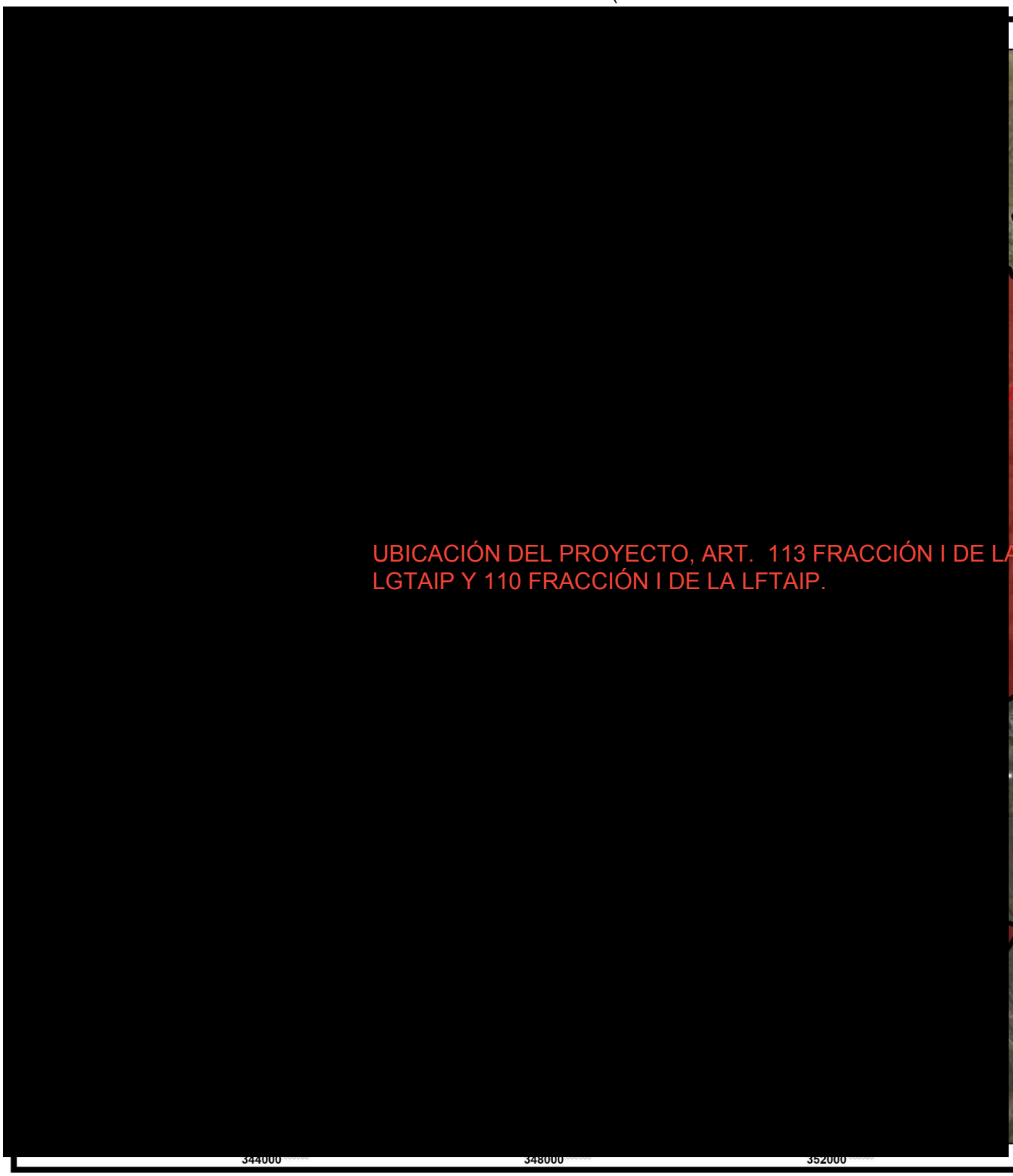


Figura IV-10), al igual que en el índice de peligro (

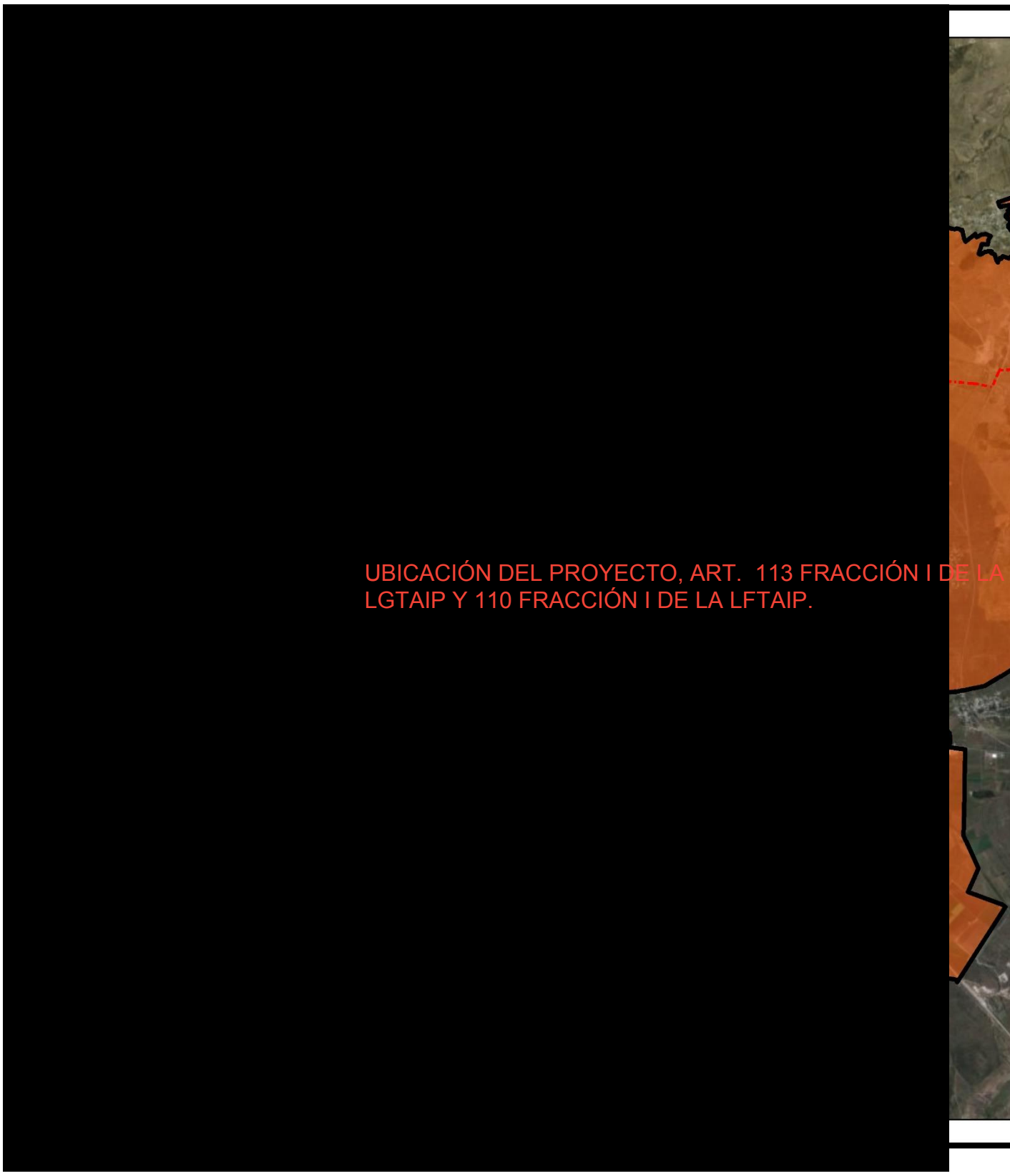


Figura IV-11). Esto es debido a que, está ubicado sobre una llanura aluvial con lomeríos y sierras adyacentes, por lo que las áreas de menor elevación actúan como zonas inundables al recibir los escurrimientos provenientes de las formas de relieve de mayores altitudes, aunado a que, la urbanización ha bloqueado los cauces naturales.

Tormentas eléctricas

Son descargas de electricidad atmosférica que se manifiestan por rayos, que son resplandores breves, y truenos, los cuales son un ruido seco. Estos eventos están asociados a nubes convectivas tipo cumulonimbos y, en ocasiones, pueden estar acompañadas de chubascos, nieve, nieve granulada o granizos[21].

Si bien, el sistema ambiental regional se encuentra ubicado en una zona que puede presentar alrededor de 20 a 29 días con tormentas eléctricas, y tiene un

[21] SIGEMA SA de CV. (2015). *Op. cit*

índice de peligro de 0.75 colocándolo en un nivel Alto (

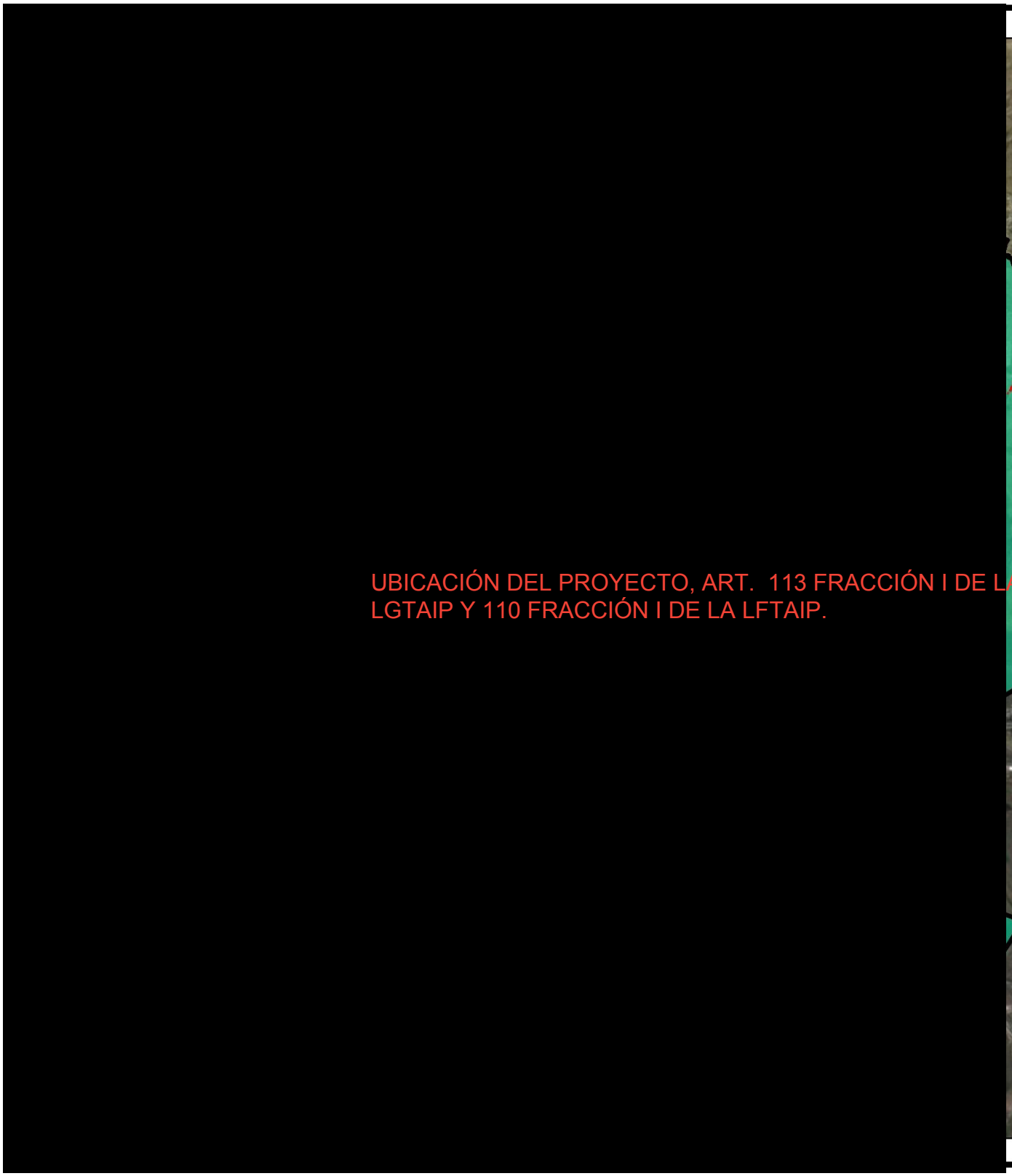


Figura IV-12) los datos de las estaciones climatológicas que se encuentran cercanas indican que, en promedio se presentan alrededor de 3.4 tormentas eléctricas al año[22,23]. Por otra parte, no todos los rayos producidos durante estas tormentas llegan a tocar tierra, y, de acuerdo con datos del CENAPRED el promedio anual de densidad de rayos a tierra en el municipio de Querétaro es menor a 1.5 rayos por km2 por año, por lo que no necesariamente representan algún peligro[24].

Tabla IV-4 Número de tormentas eléctricas en el sistema ambiental regional

Mes	Tormentas eléctricas
Enero	0.1
Febrero	0.1
Marzo	0.0
Abril	0.1
Mayo	0.3
Junio	0.5
Julio	0.8
Agosto	0.7
Septiembre	0.5
Octubre	0.1
Noviembre	0.1
Diciembre	0.1
Anual	3.4

[22] Servicio Meteorológico Nacional. (s.f.). *Op. cit*
[23] *Ibidem*
[24] SIGEMA SA de CV. (2015). *Op. cit*

Figura IV-8 Vulnerabilidad por lluvias extraordinarias en el sistema ambiental regional

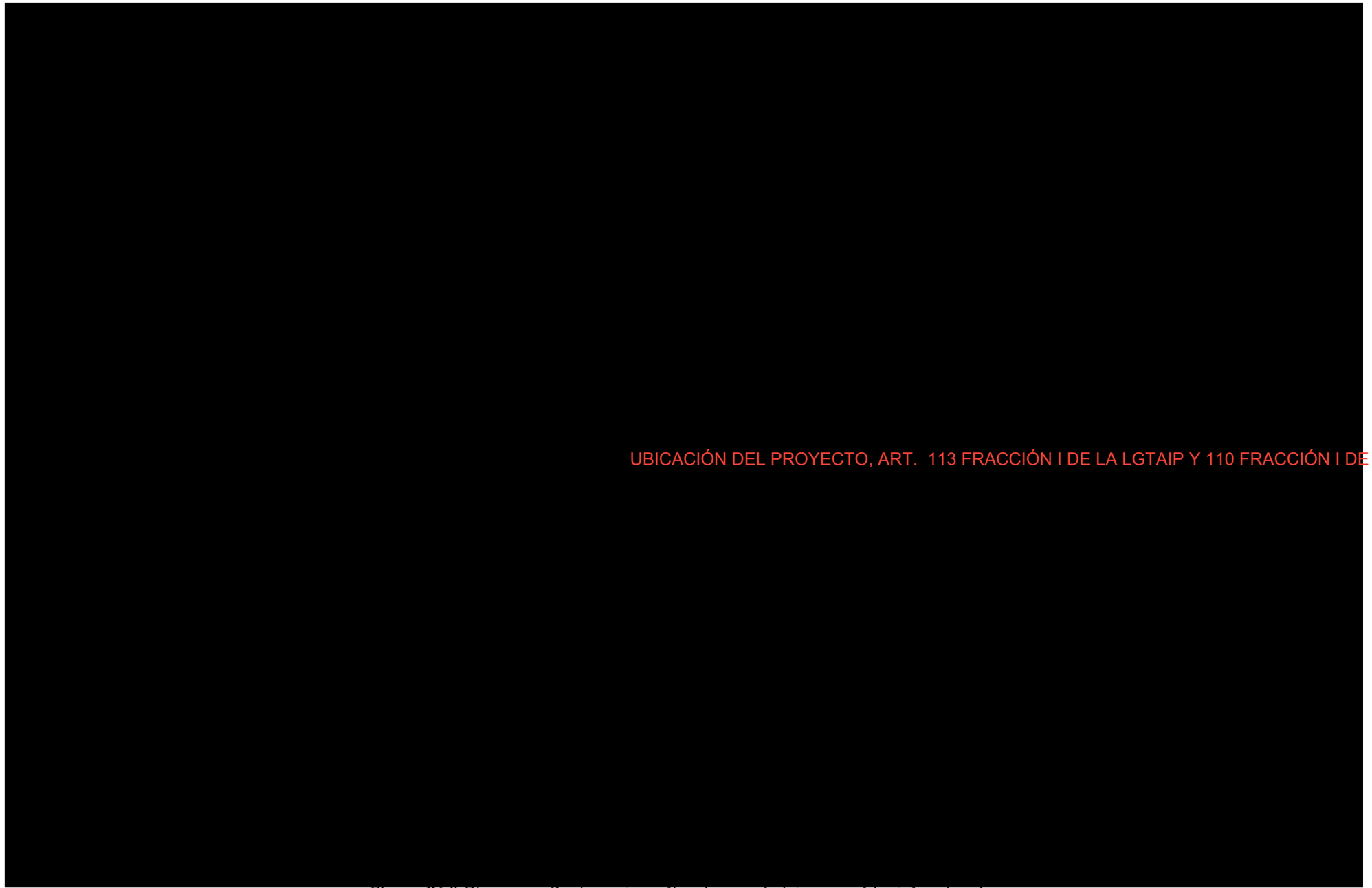


Figura IV-9 Riesgo por lluvias extraordinarias en el sistema ambiental regional

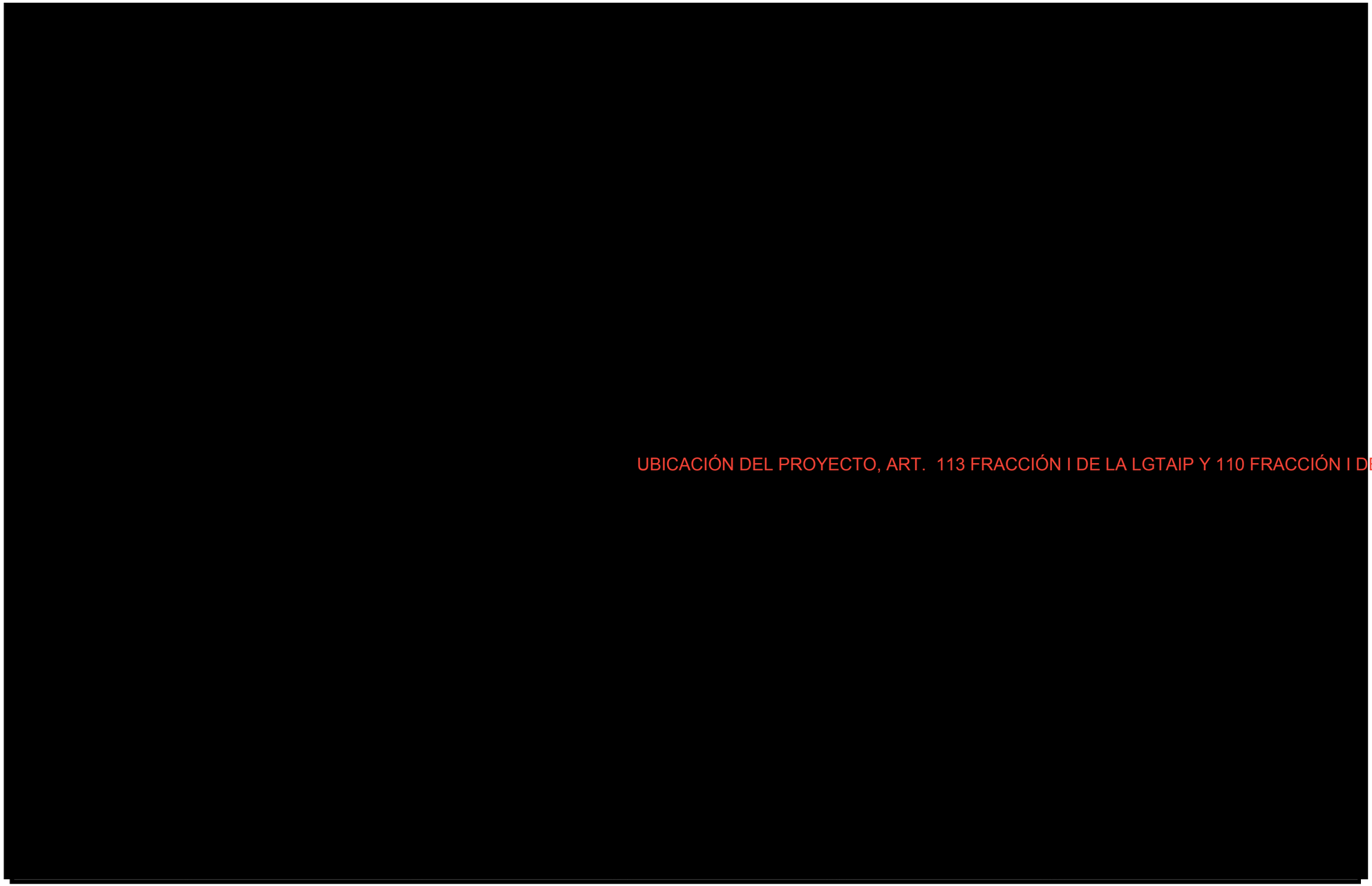


Figura IV-10 Vulnerabilidad por inundaciones en el sistema ambiental regional

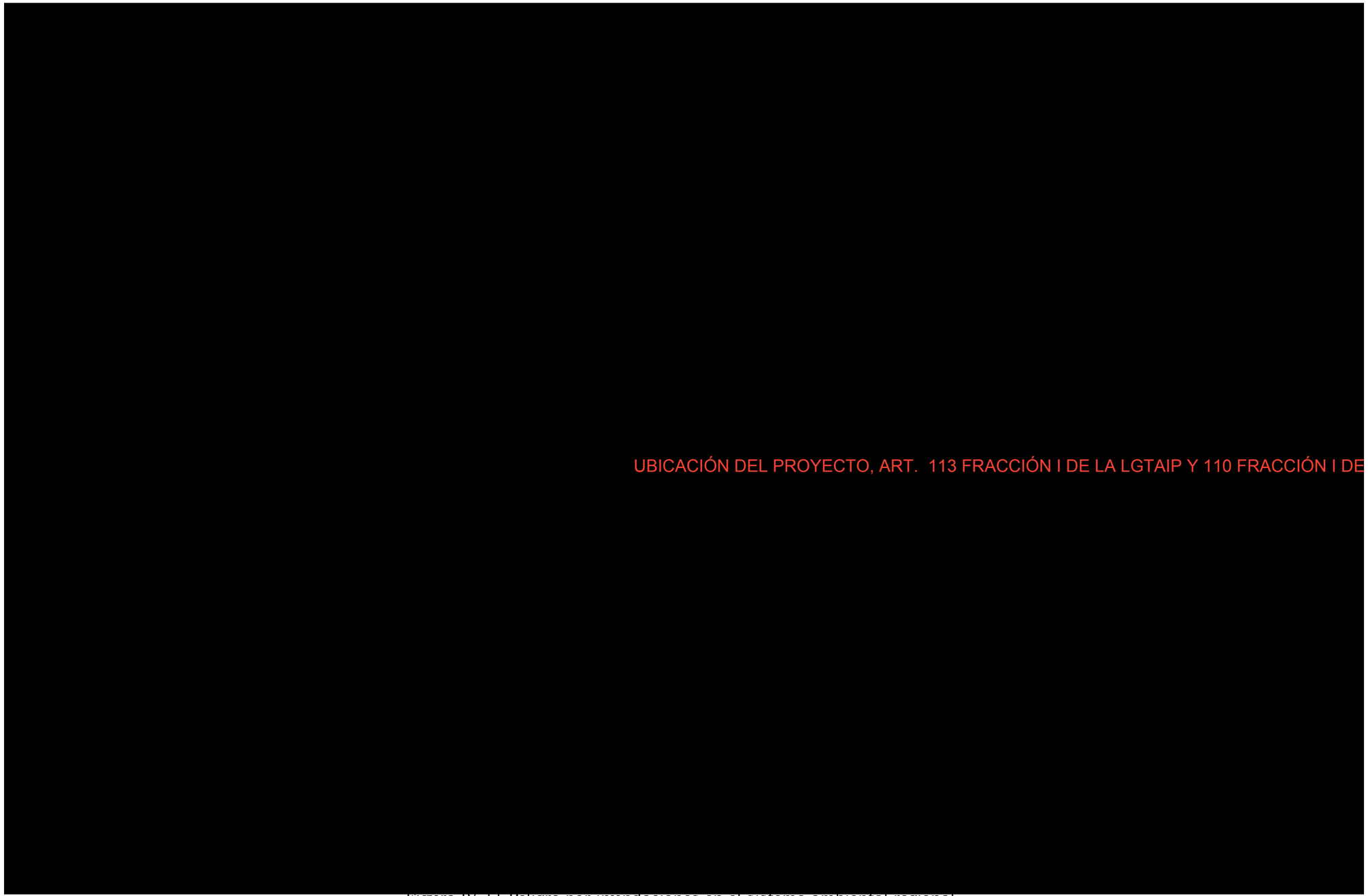


Figura IV-11 Peligro por inundaciones en el sistema ambiental regional

Figura IV-12 Peligro por tormentas eléctricas en el sistema ambiental regional

Granizo

Este tipo de precipitación se forma en las tormentas severas, tienen forma de piedras de hielo con diámetros que varían entre 2 mm y 13 cm, estas últimas pueden llegar a ser muy destructivas. Los daños que puede provocar dependerán de la cantidad y el tamaño de este tipo de precipitación, así como, de la zona expuesta ante este tipo de tormentas. En áreas urbanizadas, las principales afectaciones se dan en viviendas y construcciones, además, el granizo puede llegar a acumularse dentro del drenaje obstruyendo el paso del agua y generando inundaciones[25].

A pesar de que, dentro del SAR, este fenómeno meteorológico presenta un índice de peligro Medio, el cual indica que se pueden suscitar alrededor de 0 a 2 días con granizo al año, las estaciones climatológicas indican que este evento es poco probable, debido a que, al año se tienen registradas en promedio, 0.5 tormentas de granizo al año (Tabla IV-5).

Tabla IV-5 Número de tormentas de granizo en el sistema ambiental regional

Mes	Tormentas de granizo
Enero	0.0
Febrero	0.0
Marzo	0.0
Abril	0.0
Mayo	0.0
Junio	0.1
Julio	0.1
Agosto	0.1
Septiembre	0.1
Octubre	0.0
Noviembre	0.0
Diciembre	0.0
Anual	0.5

[25] SIGEMA SA de CV. (2015). *Op. cit*

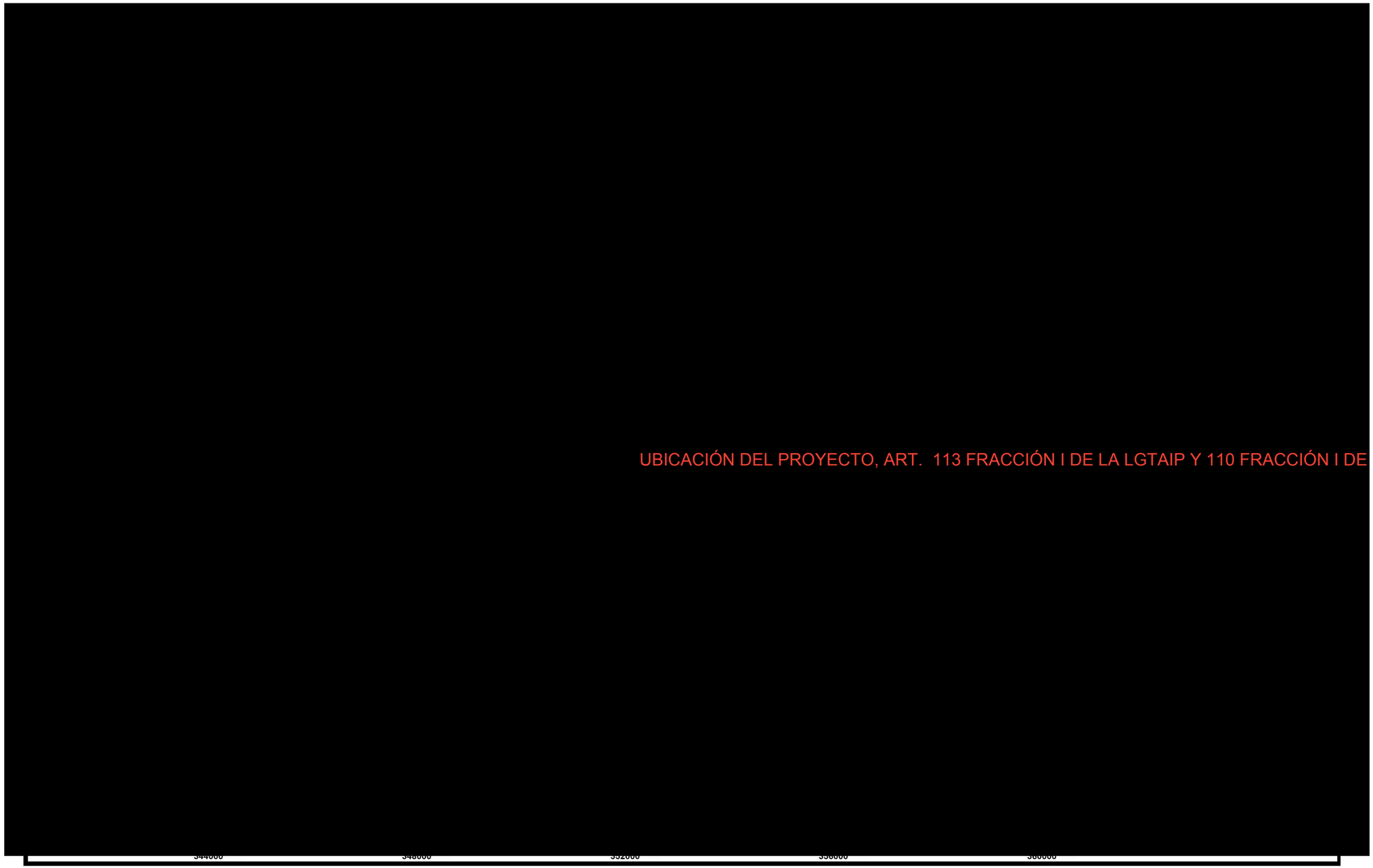


Figura IV-13 Tormentas de granizo en el sistema ambiental regional

Sequía

Este fenómeno se caracteriza por ser un periodo de tiempo prolongado con un déficit anormal de humedad. Por lo que, ocurre cuando, durante un lapso, la precipitación es menor que el promedio y cuando esta deficiencia es suficientemente grande y prolongada para dañar las actividades humanas[26].

Si bien, las sequías son características de la región Norte y Noroeste de México, el cambio climático ha sido un factor para que la región del centro también sea afectada con este fenómeno[27].

Aunque en el sistema ambiental regional se tiene registro de periodos de lluvias constantes y, en algunos casos en exceso, esta zona no está exenta de las sequías, ya que, hay reportes históricos de este fenómeno en los años de 1960-1964 y1993-1996, además, en los años recientes también se han detectado sequías desde el año 2008 hasta 2014, de acuerdo con datos del Atlas de Riesgos del municipio de Querétaro[28]. Estos registros le otorgan un grado de peligro

[26] SIGEMA SA de CV. (2015). *Op. cit*
[27] *Ibidem*
[28] *Ibidem*

Medio ante este evento meteorológico (

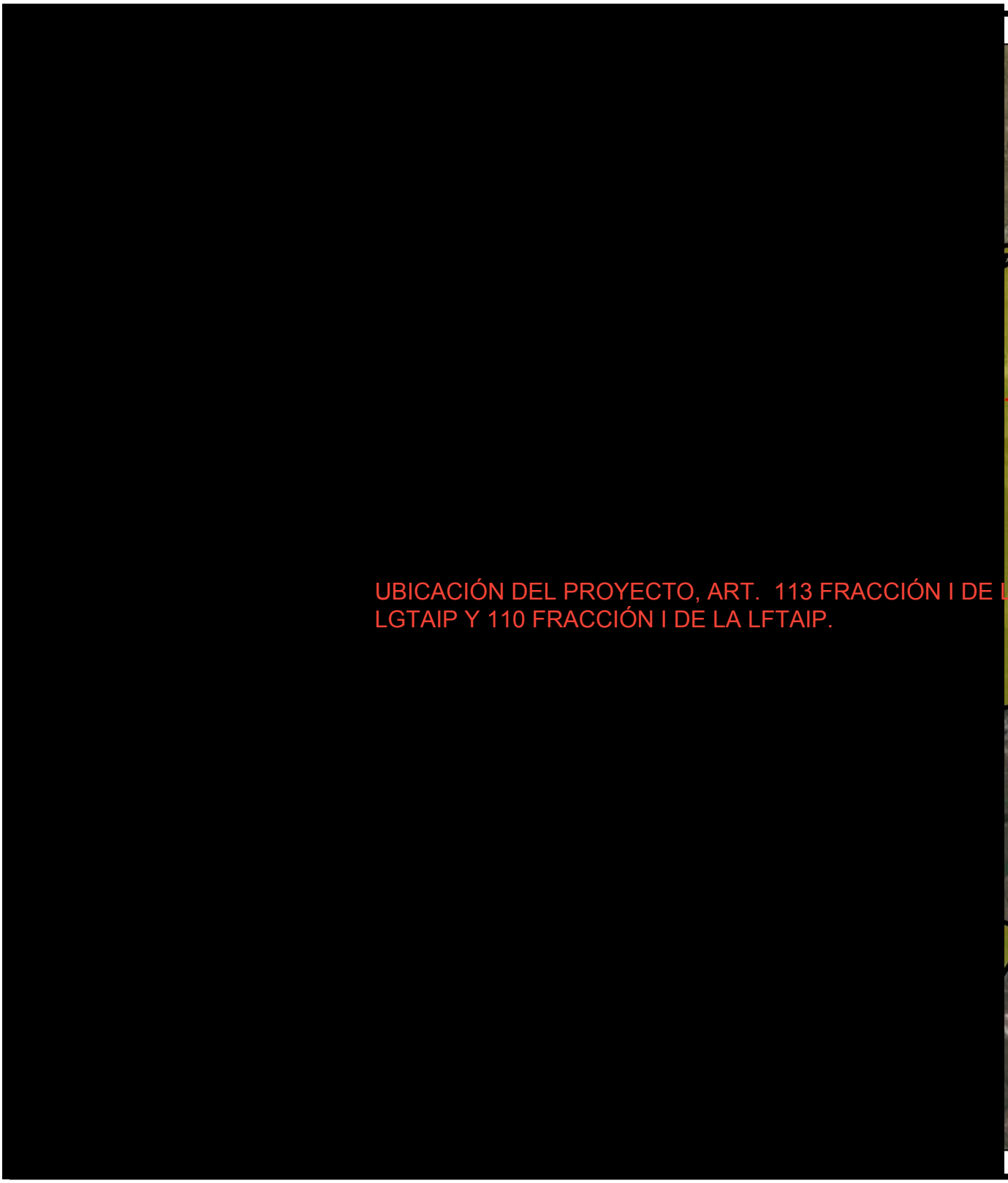


Figura IV-14). Por otra parte, los acuíferos sobreexplotados sobre los que está ubicado el SAR, aunado a los valores de precipitación media anual, que pueden llegar a ser insuficientes si se presentara este fenómeno, resultan en una

vulnerabilidad Muy alta ante las sequías (

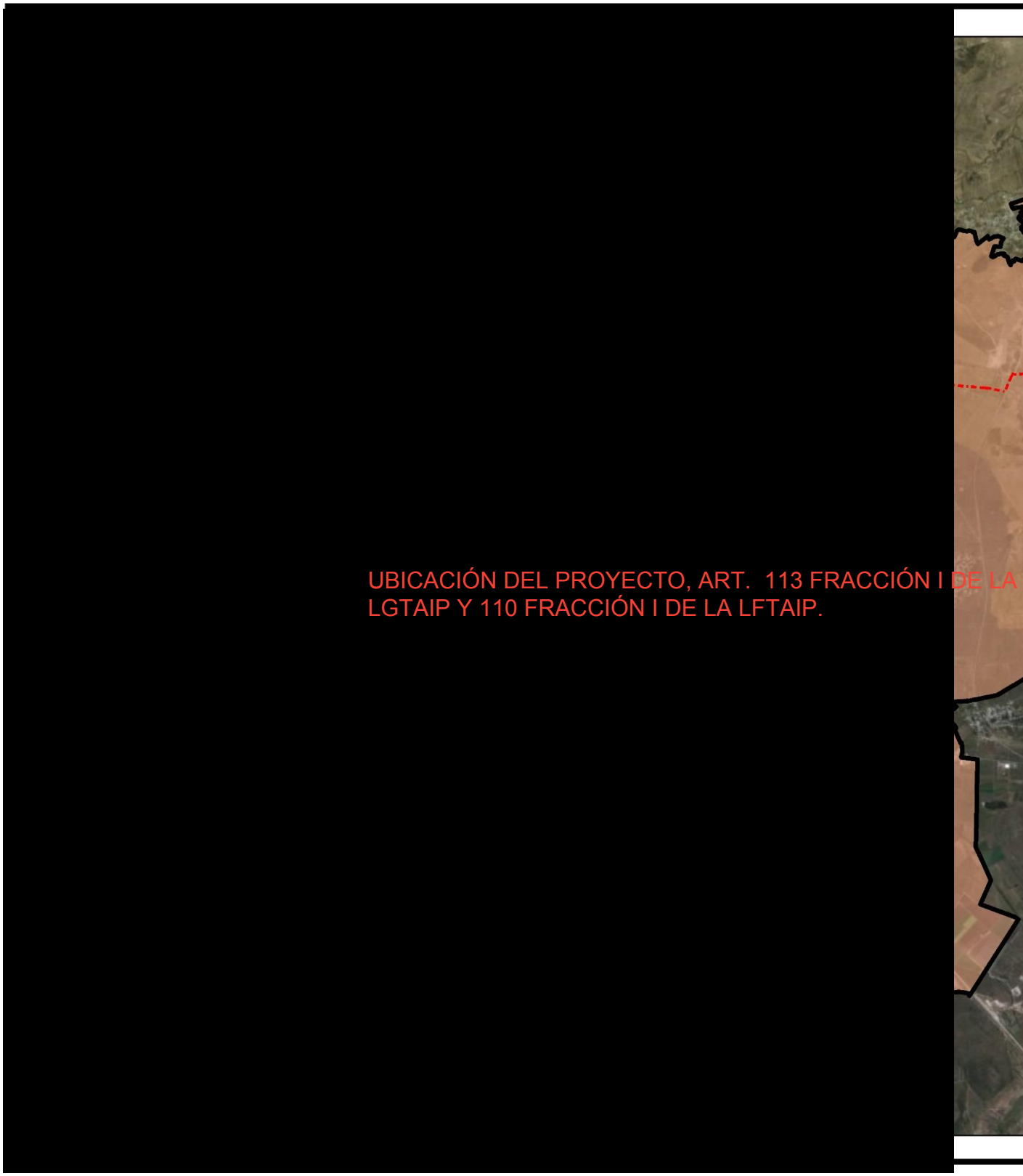


Figura IV-15).

Por lo tanto, el peligro y la vulnerabilidad que el sistema ambiental regional presenta en relación con este evento meteorológico le confiere un riesgo Alto por

sequías (

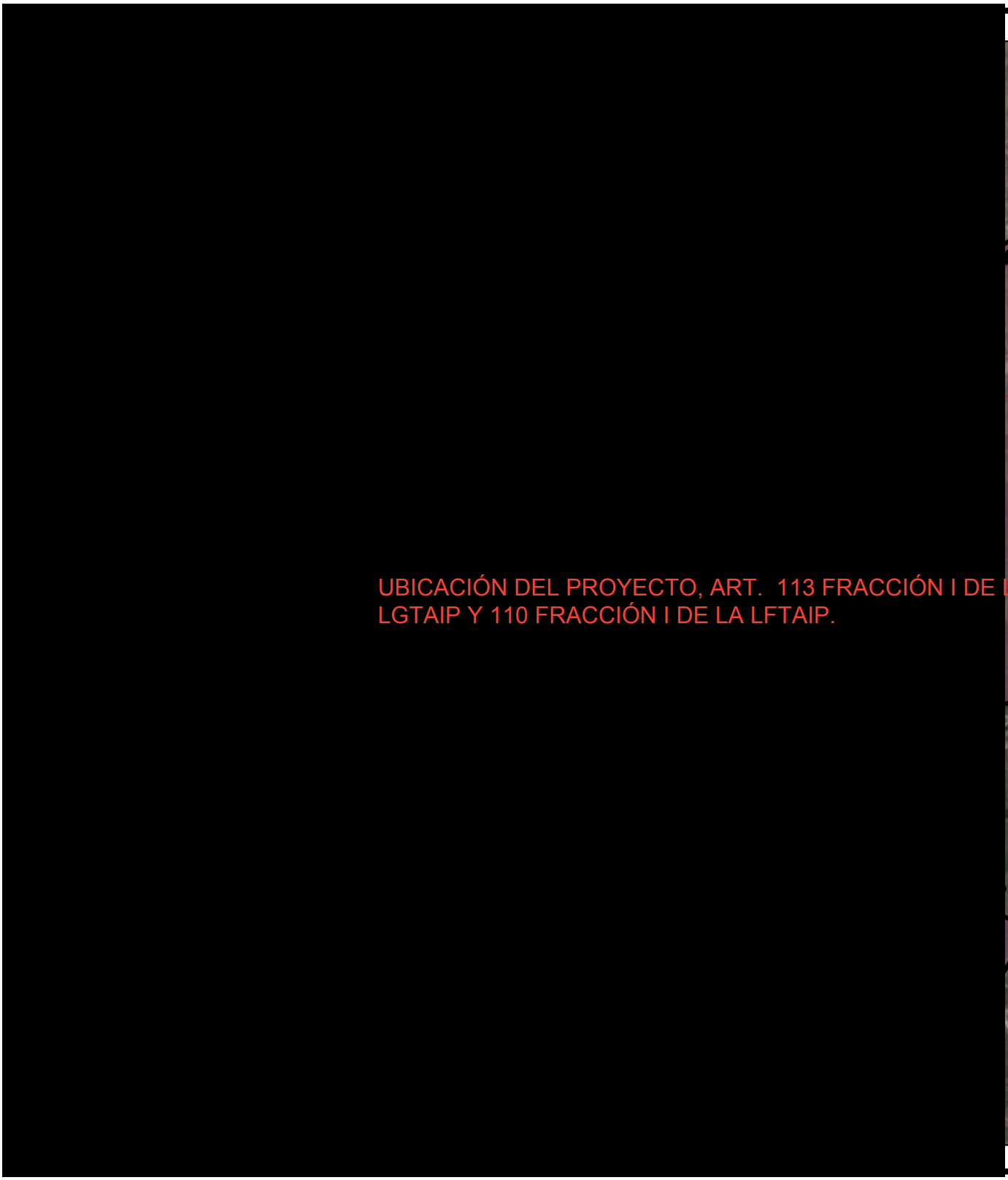


Figura IV-16).

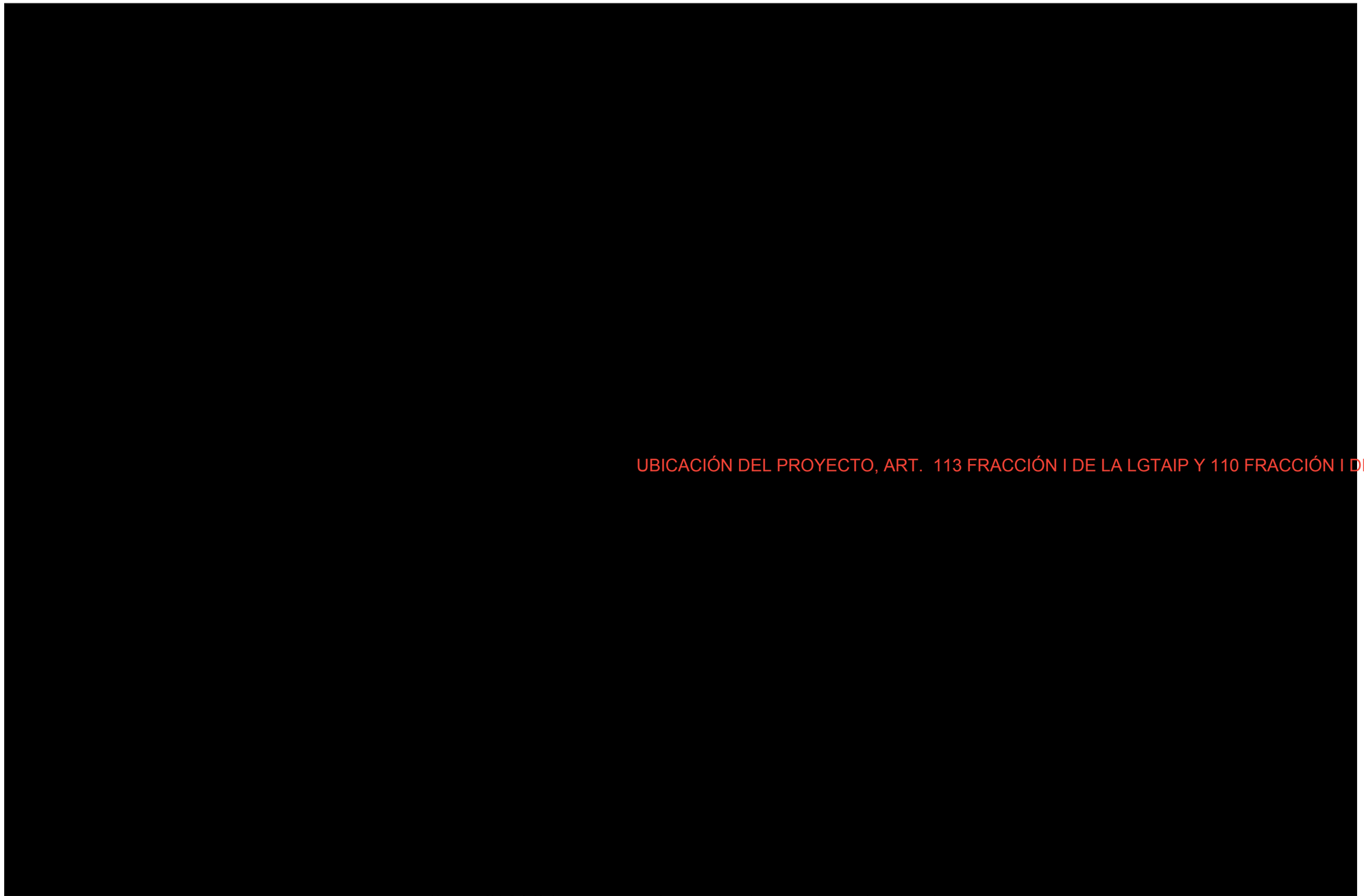


Figura IV-14 Peligro por sequías en el sistema ambiental regional

Figura IV-15 Vulnerabilidad por sequías en el sistema ambiental regional

Figura IV-16 Riesgo por sequías en el sistema ambiental regional

Nevadas

Este tipo de precipitación sólida se manifiesta en forma de copos, el cual es una acumulación de cristales transparentes de hielo, que se forman cuando el vapor de agua se condensa a temperaturas inferiores a la solidificación del agua. Son ocasionadas por fenómenos meteorológicos que ocurren durante el invierno, como las masas de aire polar y los frentes fríos[29].

Los peligros que las tormentas de nieve pueden ocasionar en las zonas urbanas son apagones, obstrucciones de drenaje, acumulación de nieve en los techos de construcciones, congelamiento de la red de agua potable, etc[30].

29 SIGEMA SA de CV. (2015). *Op. cit*
30 *Ibidem*

Pese a que, en el sistema ambiental regional, este fenómeno tiene un índice de peligro Medio (0.17) (

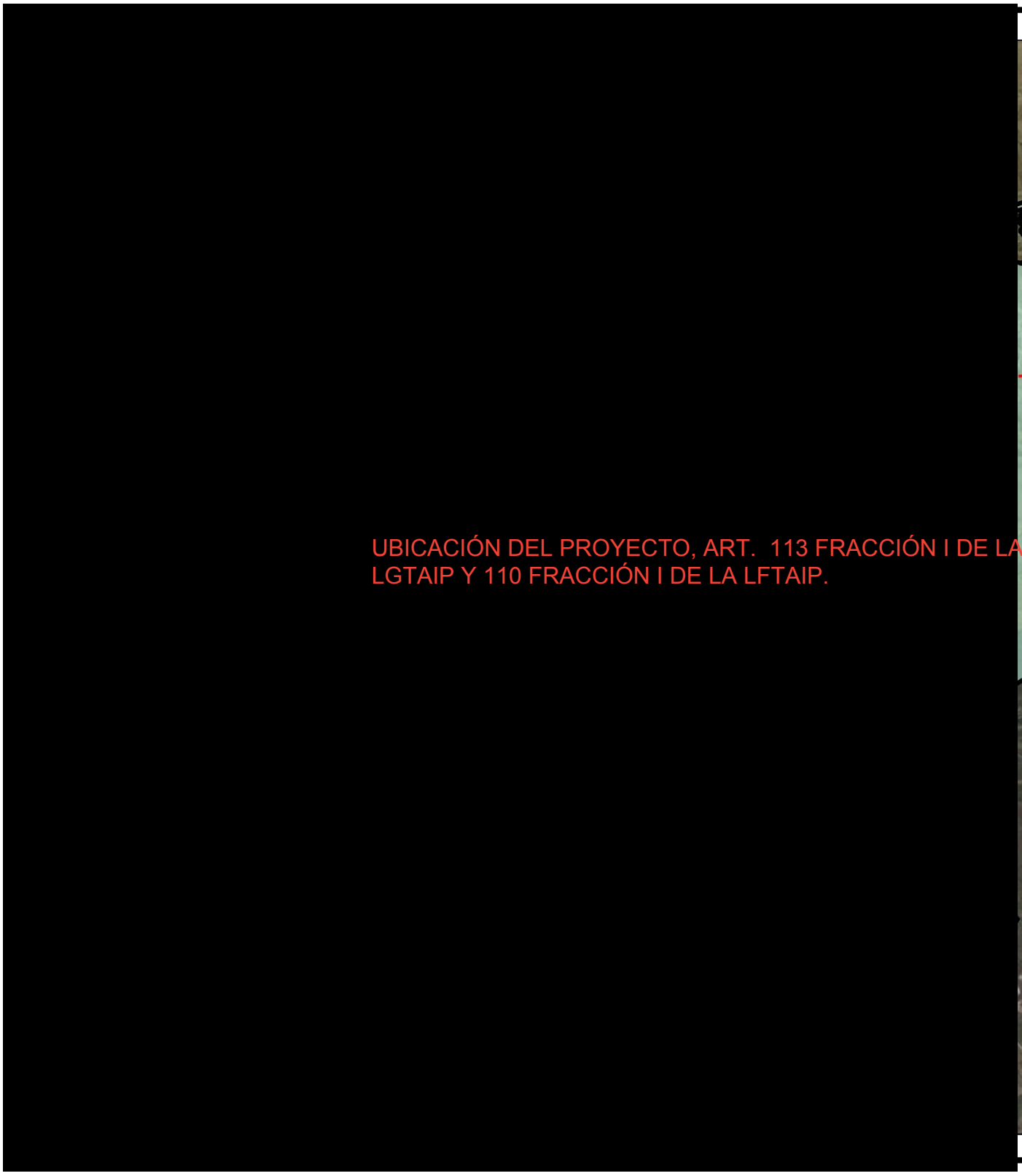


Figura IV-17), las características fisiográficas y climáticas de la región hacen de las nevadas eventos extraordinarios, sin embargo, pueden llegar a formarse por influencia de otros eventos meteorológicos en las partes más altas de la zona[31].

31 *Ibidem*

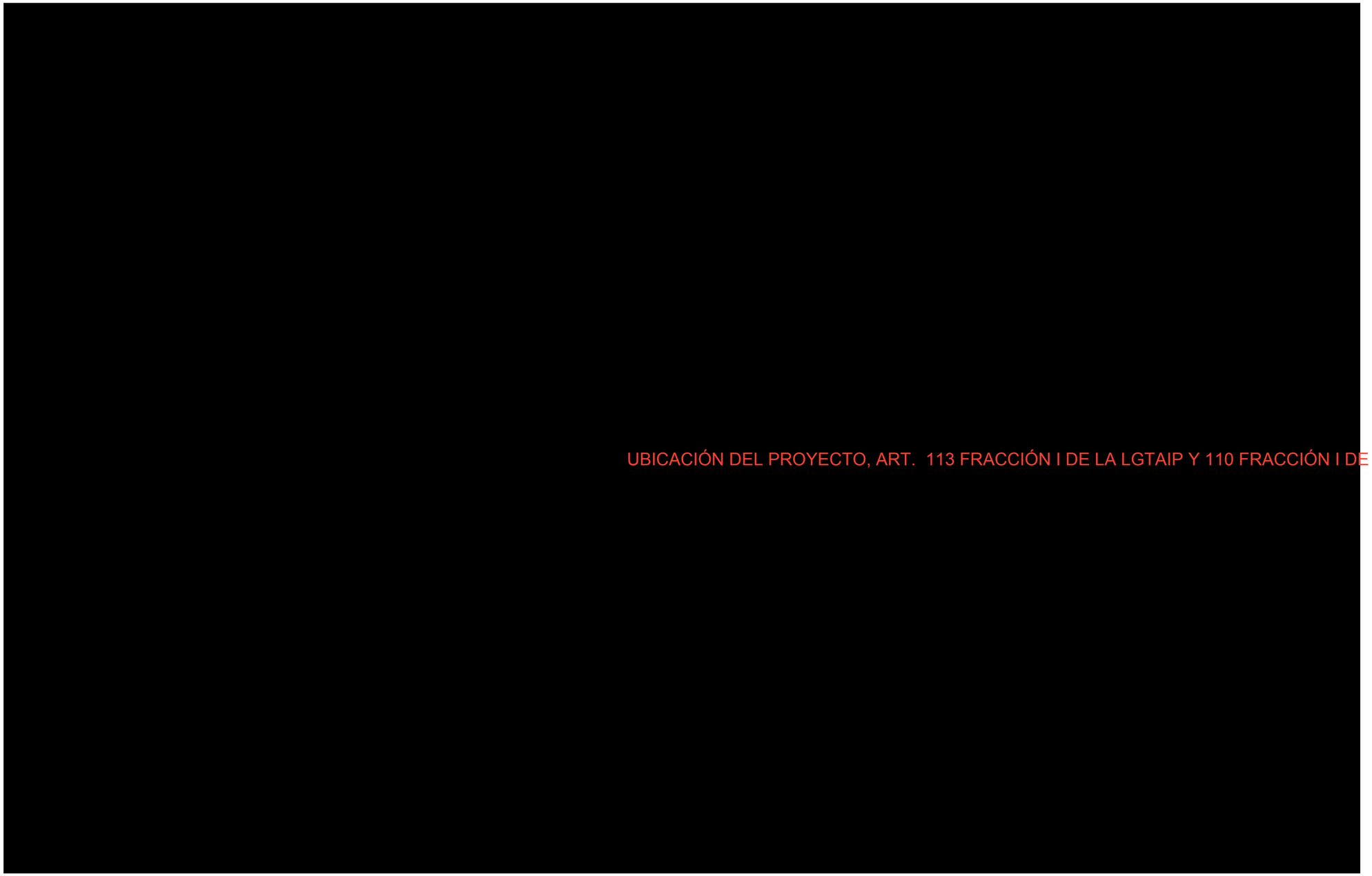


Figura IV-17 Peligro por nevadas en el sistema ambiental regional

El sistema ambiental regional tiene un clima Semiseco templado BS1kw(w), caracterizado por presentar un verano cálido, durante el cual se lleva a cabo el régimen de lluvias, además, tiene precipitaciones mínimas durante el invierno. De acuerdo con los datos de las normales climatológicas de tres estaciones, presenta una temperatura media anual de 17.2°C, una temperatura mínima normal de 9.8°C, una máxima normal de 24.5°C, una precipitación normal de 510.73 mm y una precipitación máxima promedio de 1613.86 mm.

Si bien, el peligro ante fenómenos como las lluvias extraordinarias es más alto en las sierras y lomeríos adyacentes al sistema ambiental regional, estas formas de relieve representan un factor para que las inundaciones estén presentes en el área del proyecto, debido a que, está ubicada en una llanura aluvial. A pesar de la ocurrencia de estos eventos meteorológicos y los periodos de lluvias, el sistema ambiental regional también se encuentra vulnerable ante las sequías, ya que, tiene antecedentes de estos eventos, el acuífero está sobreexplotado y la precipitación media anual puede resultar insuficiente en dado caso de que se presentara una sequía.

Por otra parte, pese a que se identificó que las nevadas presentan una categoría de peligro en el SAR, tiene poca probabilidad de que suceda, debido a las características fisiográficas y climáticas de la zona. Al igual que las tormentas eléctricas y de granizo, las cuales, de acuerdo con los registros históricos tienen poca ocurrencia en la zona.

IV.3.1.2. Geomorfología

Consiste en el estudio de todos los procesos de erosión y sedimentación a causa de distintos agentes meteóricos, tectónicos, volcánicos, etc., los cuales tienen efecto sobre el relieve terrestre[32]. En México, existe una gran variedad de formas de relieve, por lo que, el territorio puede clasificarse en provincias fisiográficas,

[32] Luis, N.A. (2012). Esbozo histórico de la geomorfología y su papel como ciencia aplicada en el contexto de los peligros naturales y los planes reguladores. *Revista Geográfica de América Central, 1*(48), 15-34.

las cuales son regiones que tienen un mismo origen geológico y presentan similitudes en los paisajes, las geoformas y los tipos de rocas en la mayor parte de su extensión[33]. Estas, a su vez, se dividen en subprovincias fisiográficas. De igual manera, la diversidad en las formas de relieve resulta en la necesidad de clasificarlas según su elevación o hundimiento y el aspecto externo que presentan[34], por lo que, el sistema de topoformas representa un conjunto de formas del terreno asociadas a patrones estructurales o degradativos[35].

De acuerdo con la carta del INEGI de Provincias fisiográficas, Serie I, escala 1:1,000,000, el sistema ambiental regional se encuentra localizado en dos provincias, la Mesa del Centro, que cubre una superficie de 1,383.97 ha y el Eje Neovolcánico Transversal con una superficie de 10,009.85 ha, en donde está

[33] Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (15 de noviembre de 2007). *La geología y las provincias fisiográficas de México.* Obtenido de Capítulo II. Caracterización ambiental de México y su correlación con la clasificación y la nomenclatura de las comunidades vegetales: http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/421/cap2.html

[34] Colegio de Bachilleres. (2004). Origen y evolución de la Tierra. En G. N. Arce del Río, C. Sánchez González, & M. Vargas Montaño, *Geografía* (pág. 7). México: Colegio de Bachilleres.

[35] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s.f.). *Sistema de topoformas*. Obtenido de Fisiografía: https://www.inegi.org.mx/temas/fisiografia/#Documentacion

ubicada el área del proyecto (

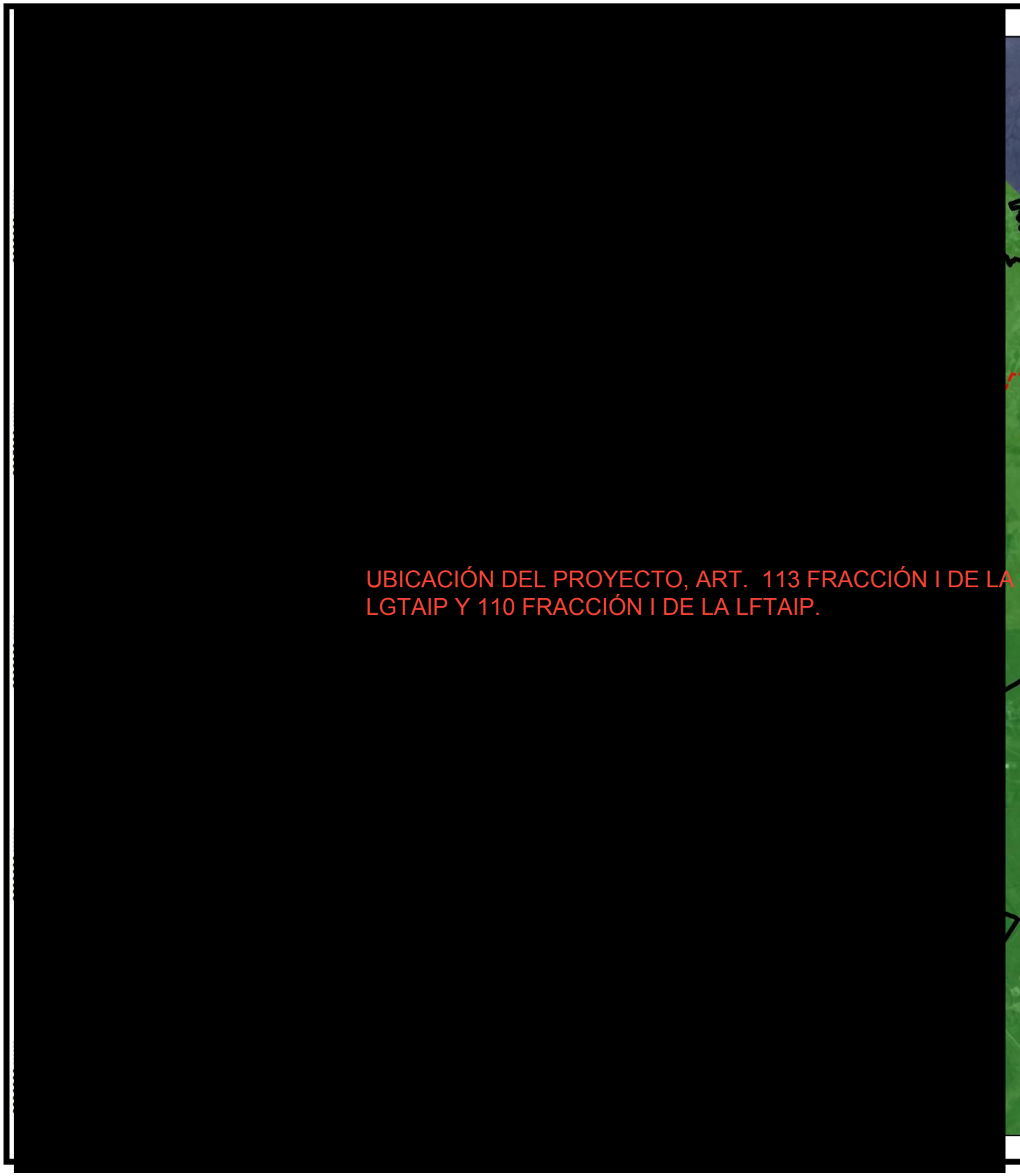


Figura IV-18 y Tabla IV-6).

El Eje Neovolcánico es uno de los rasgos más característicos de la geología de México[36], ya que, es un conjunto de cordilleras y volcanes de edades muy variables distribuidos sobre una franja que atraviesa la parte central del territorio mexicano, entre los paralelos 19 y 20°N, de Oeste (Nayarit) a Este (Veracruz). Incluye las mayores elevaciones del país, los volcanes Pico de Orizaba, Popocatépetl, Iztaccíhuatl, Nevado de Toluca, Malinche, Nevado de Colima, Tancítaro, Tláloc y Cofre de Perote, con altitudes que van de los 5,600 a 4,000 msnm. Asimismo, se encuentran valles con altitudes cercanas a 2,000 msnm. La combinación de las características que posee deriva en que, es uno de los principales centros de riqueza y endemismos de especies de algunos grupos de organismos[37].

Por otra parte, de acuerdo con la carta del INEGI de Subprovincias fisiográficas, Serie I, escala 1:1,000,000, la subprovincia Llanuras y sierras de Querétaro e

[36] Demant, A. (1978). Características del Eje Neovolcánico Transmexicano y sus problemas de interpretación. *Revista Instituto de Geología, 2*(2), 172-187.
[37] Arriola, V.P., Estrada, E.M. *et al.* (2015). Áreas Naturales Protegidas del centro de México: Degradación y recomendaciones. En Ortega, A.M., Pinkus, R.M., *et al., Las Áreas Naturales Protegidas y la investigación científica en México* (pág. 572). México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C., La Paz B.C.S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia.

Hidalgo incide en el Eje Neovolcánico (

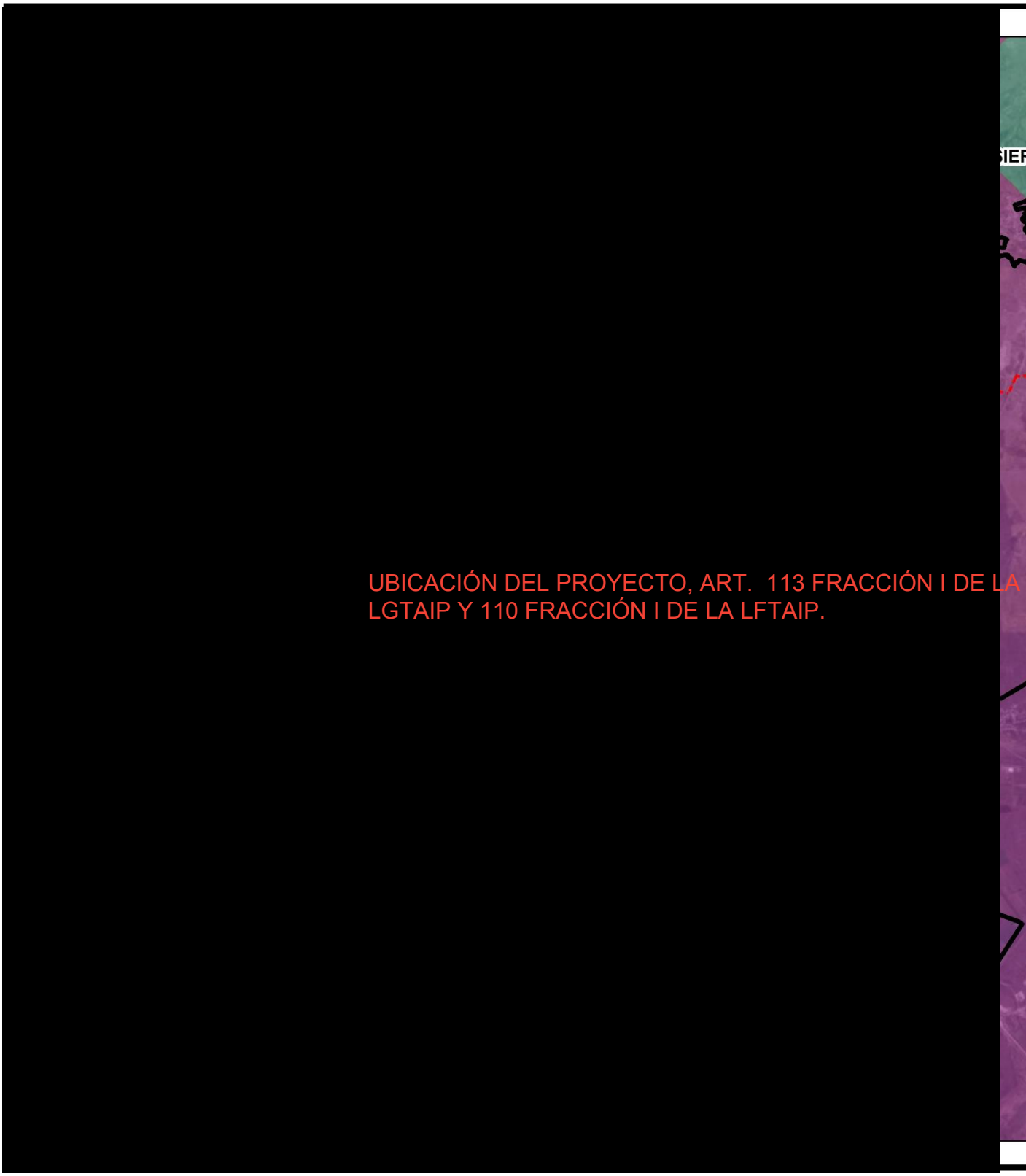


Figura IV-19), abarcando una superficie de 10,009.85 en el sistema ambiental regional (Tabla IV-6). Según la carta de topoformas del INEGI (

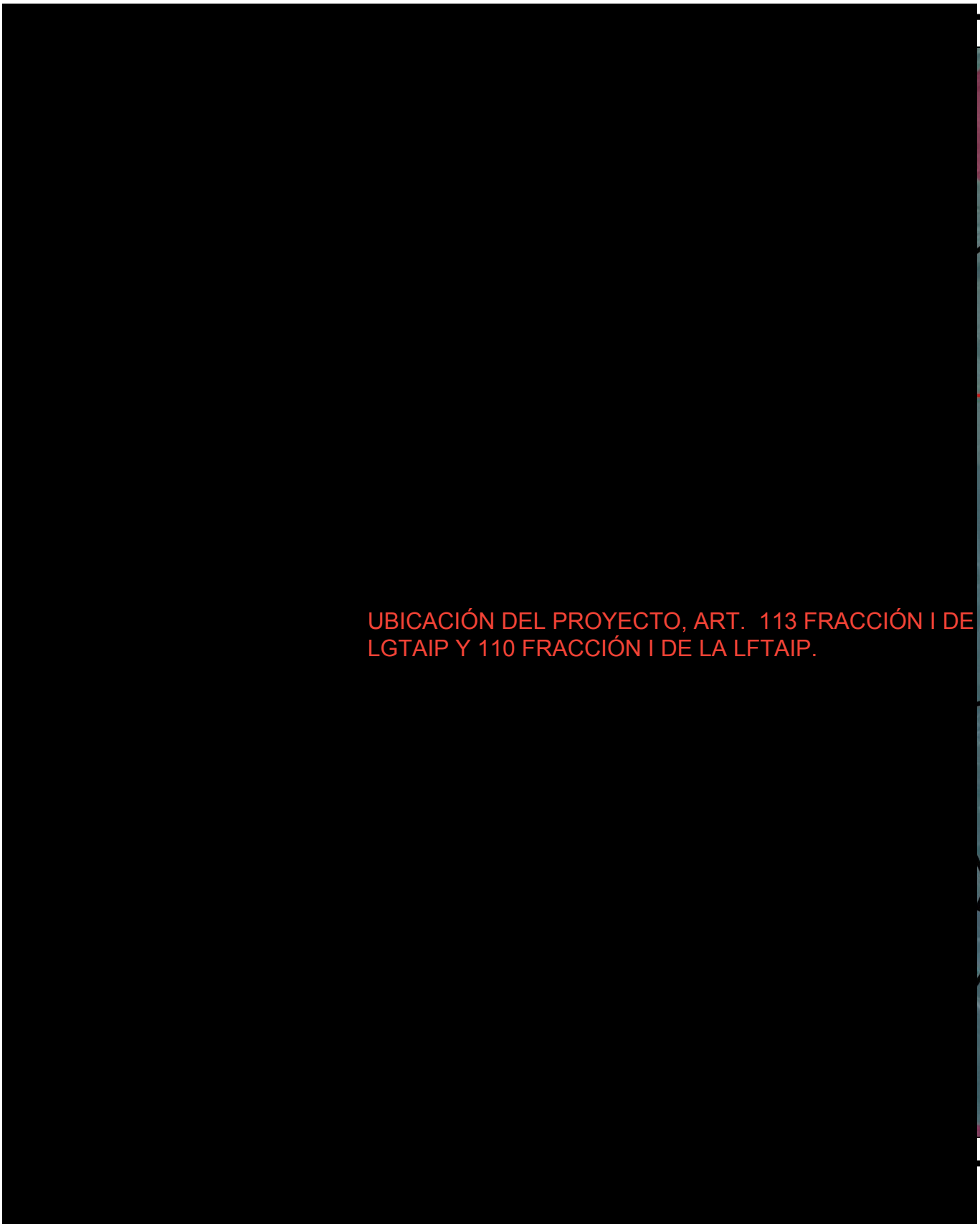

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura IV-20), se caracteriza por la presencia de lomeríos de basalto con llanuras y sierras denominadas como escudo volcanes (

Tabla IV-7). Sin embargo, el modelo digital de elevaciones y pendientes indican que estas topoformas tienen una altitud de 1,948 msnm y una pendiente de 0° (

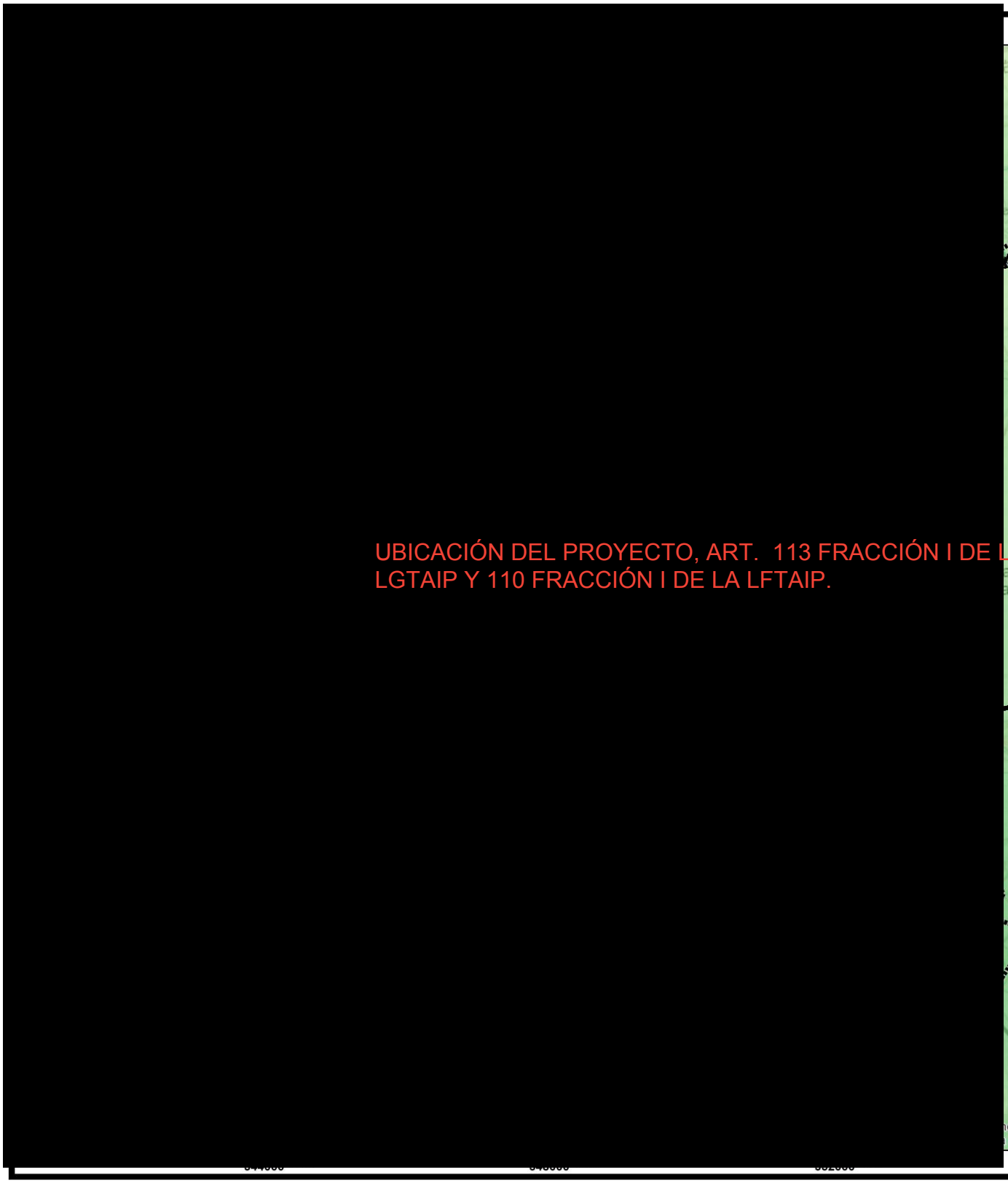


Figura IV-21 y

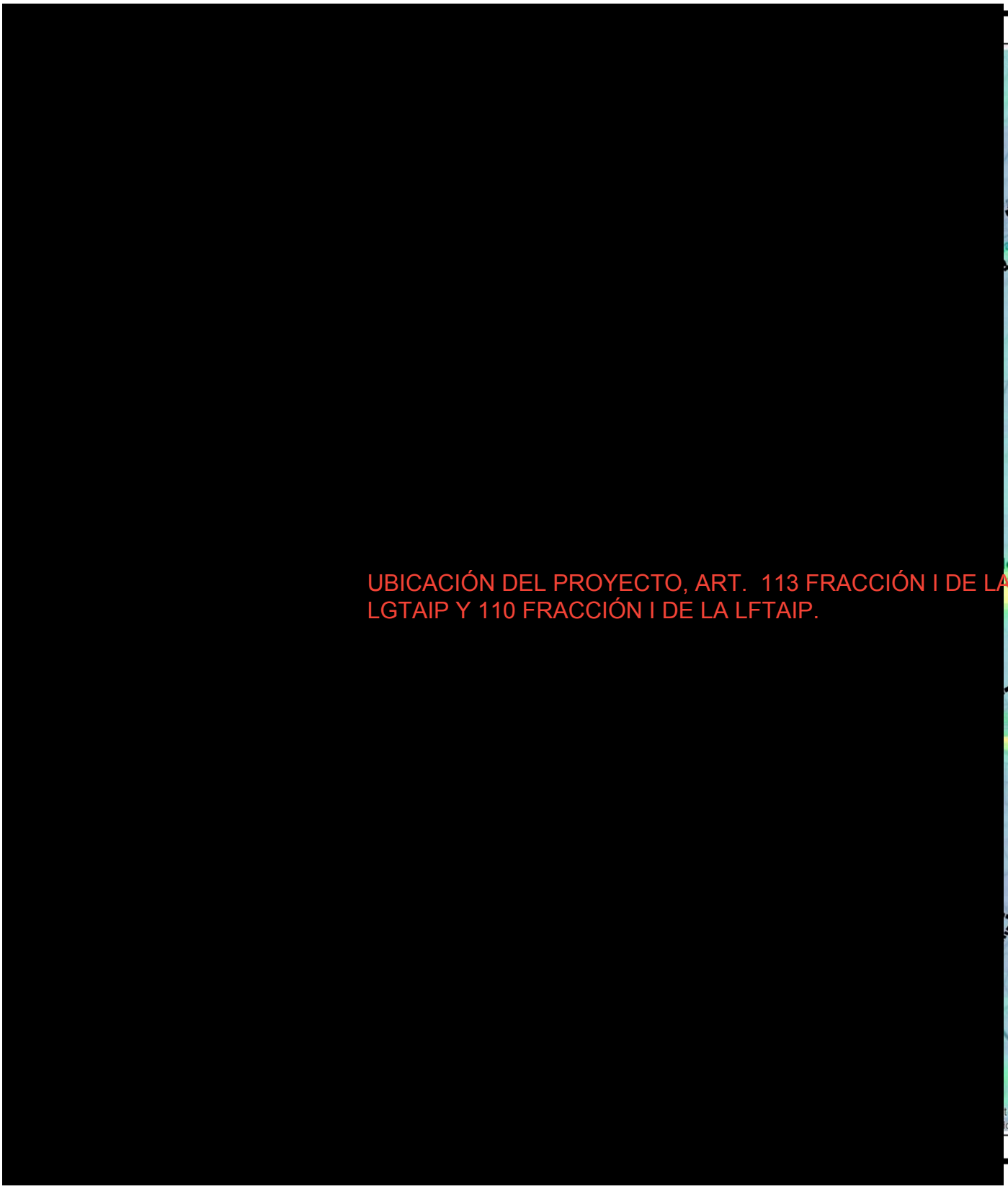


Figura IV-22).

En cuanto a la Mesa del Centro o Mesa Central, está localizada en una región semidesértica, en la parte centro Norte de México, es una planicie elevada limitada por la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental y la depresión El Bajío. Esta zona fue afectada por vulcanismo, ocasionando el relieve actual que se caracteriza por la presencia de amplias llanuras interrumpidas por sierras de rocas ígneas ácidas, no obstante, en la región también hay rocas calizas y algunas metamórficas[38]. El interior de esta provincia puede dividirse en dos regiones, Norte y Sur.

La región Norte, de mayor extensión y con elevaciones menores a los 2,000 msnm, tiene grandes cuencas continentales rellenas de sedimentos aluviales y lacustres, además, presenta un estado de erosión más avanzado. Mientras que, la región Sur, al ser una zona montañosa presenta altitudes por encima de los 2,000 msnm, también está cubierta en su mayor parte por rocas volcánicas cenozoicas[39].

[38] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2002). Fisiografía. En Instituto Nacional de Estadística y Geografía, *Síntesis de Información geográfica del estado de San Luis Potosí* (pág. 17). México: INEGI.
[39] *Ibidem*

Acorde con INEGI, la subprovincia que incide en la Mesa del Centro es Sierras y llanuras del Norte de Guanajuato (

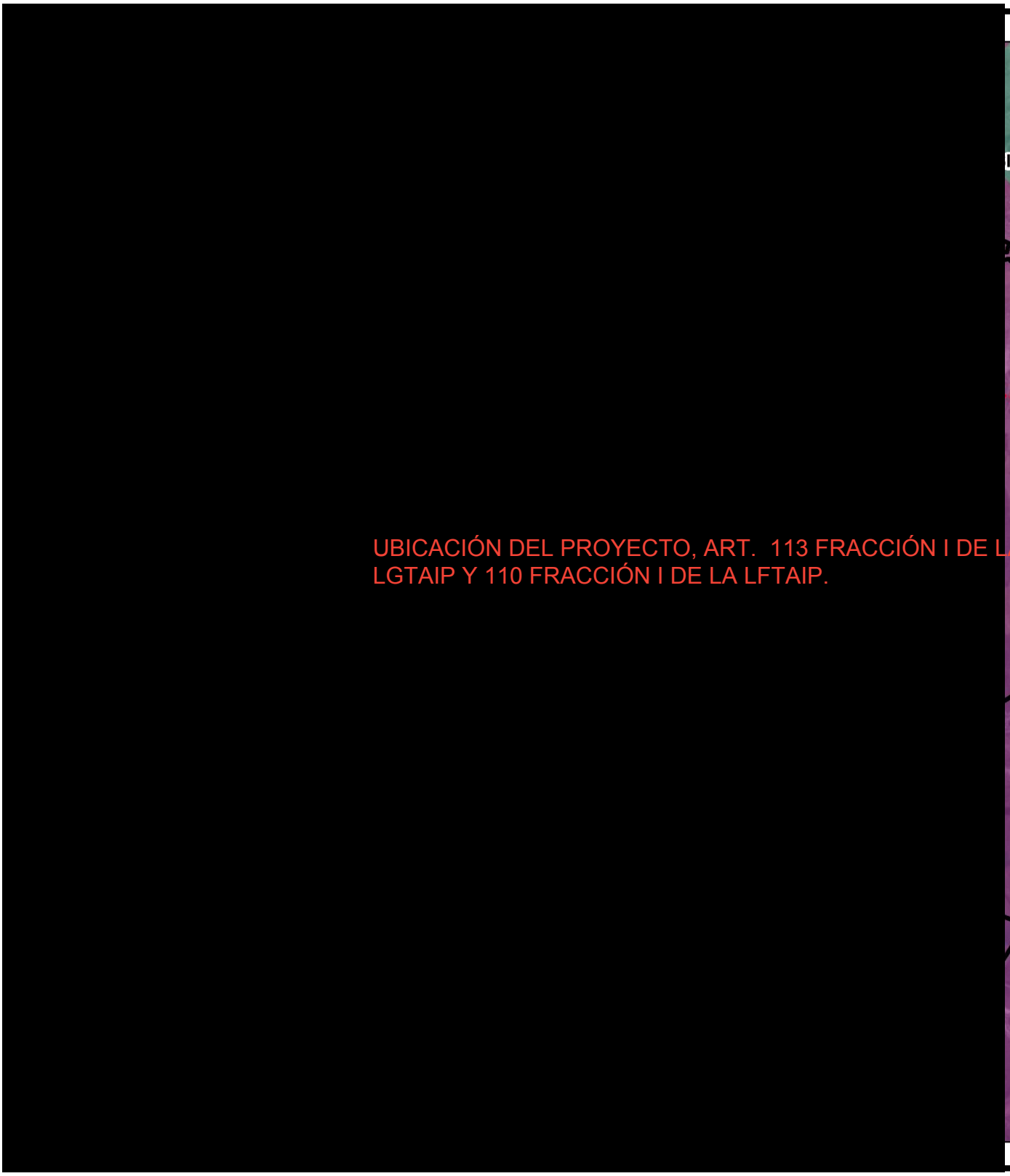


Figura IV-19), la cual abarca una superficie de 1,383.97 ha (Tabla IV-6). Está caracterizada por su clima semiárido y la presencia de sierras abruptas, barrancas, cañadas y mesetas con elevaciones en un rango de 1,000 y 3,300 msnm, las cuales tienen un origen volcánico[40]. Por lo tanto, en el sistema ambiental regional, la principal topoforma corresponde a sierras altas escarpadas

[40] Mandujano, B.A., Pons, H.J. *et al.* (2018). Diversidad genética de maguey (*Agave* spp.) en las sierras y llanuras del norte de Guanajuato. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 9*(3), 511-523.

(

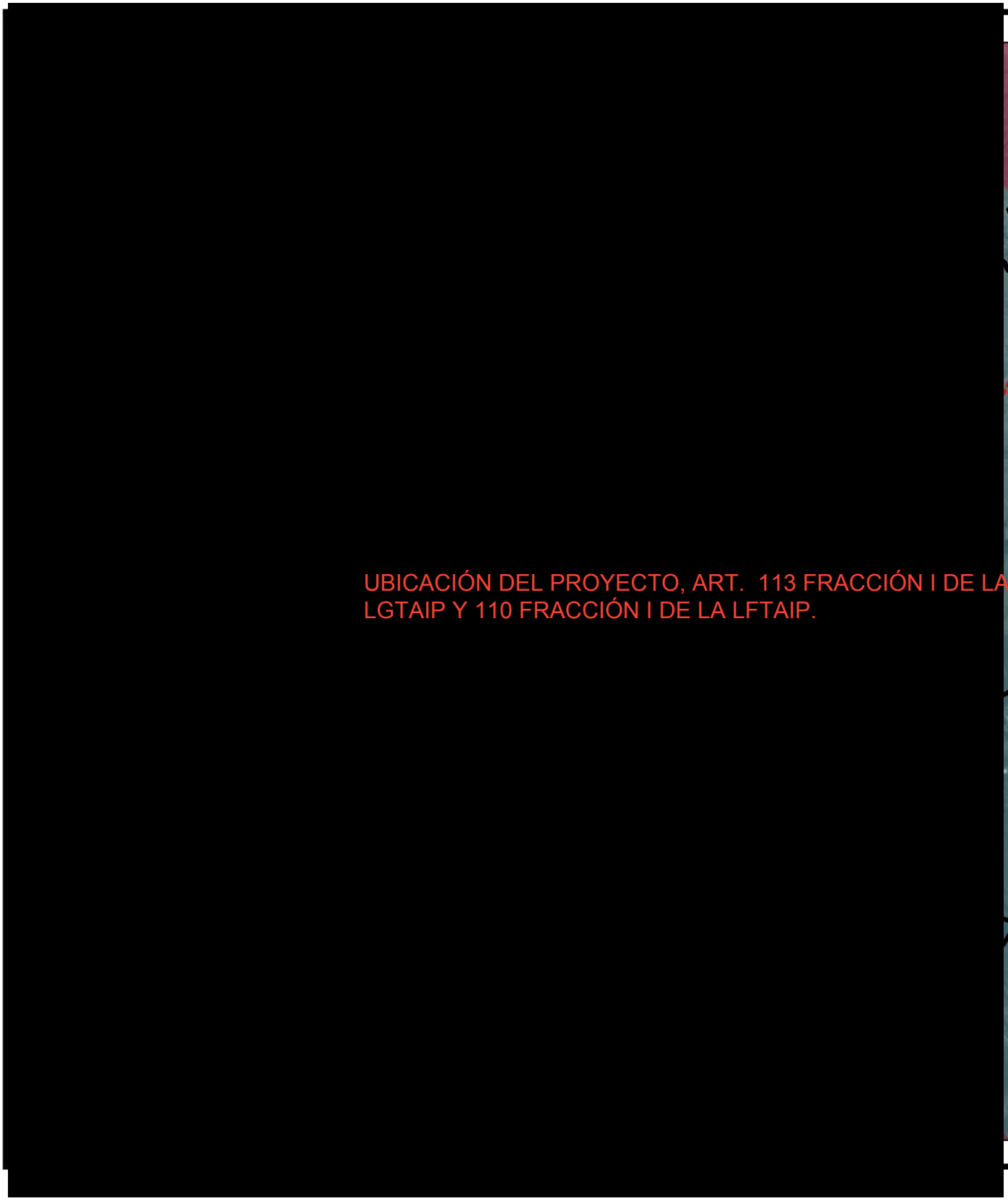

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA
LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura IV-20 y

Tabla IV-7) que alcanzan elevaciones de 2,760 msnm y una pendiente de hasta 39° (

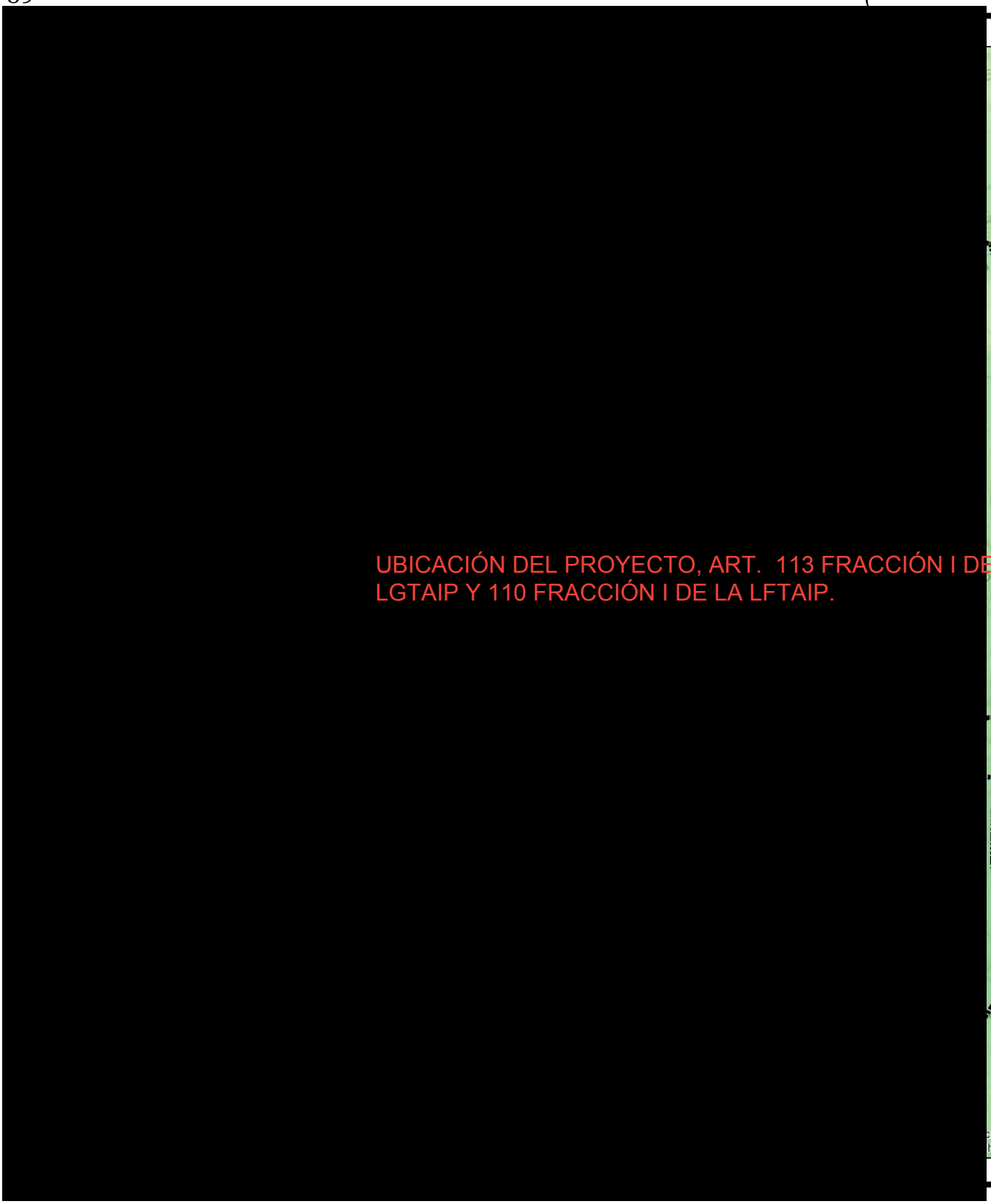


Figura IV-21 y

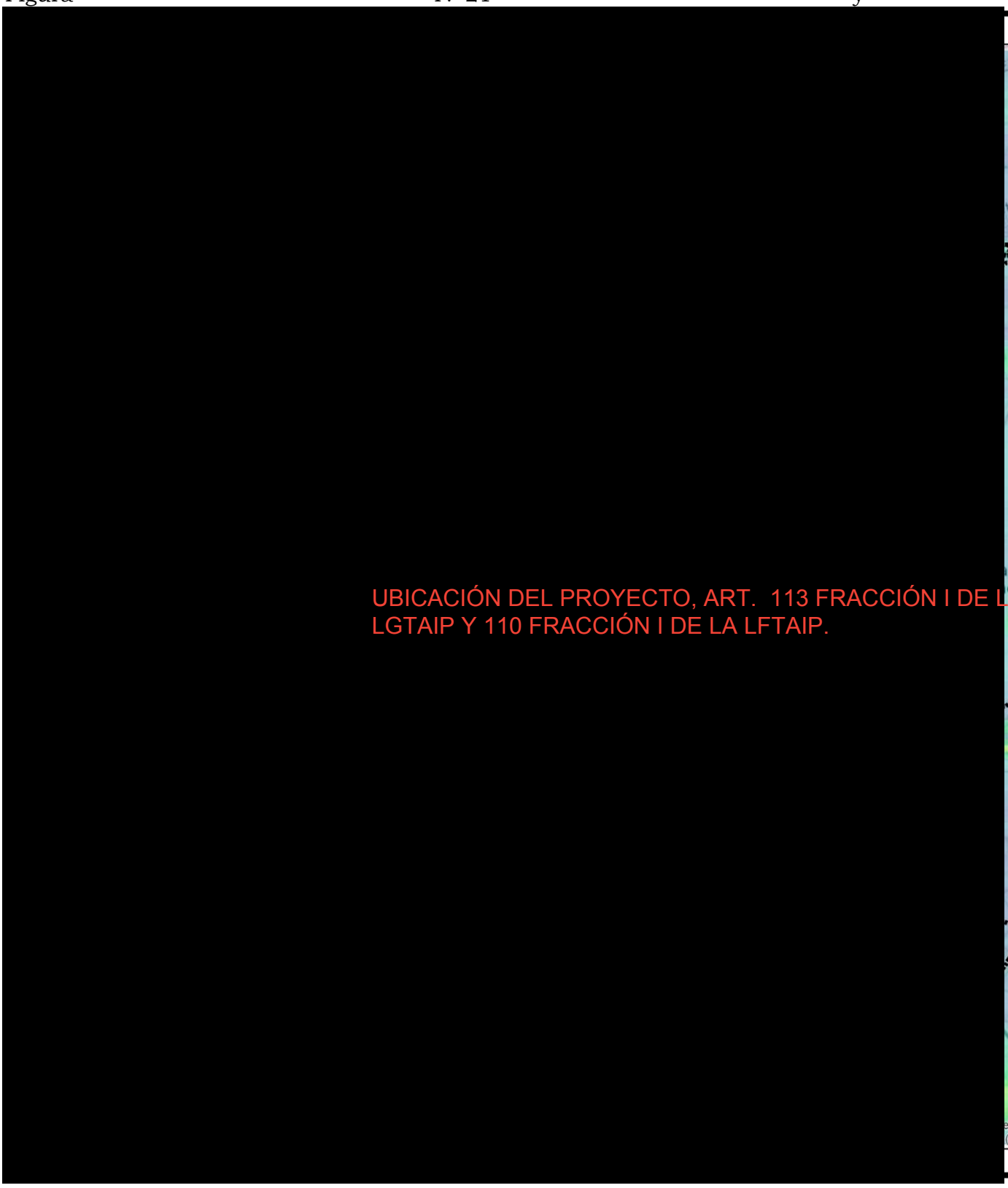


Figura IV-22), cubren una superficie de 1,383.97 ha (

Tabla IV-8).

A continuación, se indica la cobertura de las provincias y subprovincias fisiográficas, así como, la descripción de las topoformas y la superficie que ocupan en el sistema ambiental regional.

Tabla IV-6. Cobertura de las provincias y subprovincias fisiográficas del sistema ambiental regional

Tipo	Nombre	Superficie (ha)	Superficie (%)
Provincia fisiográfica	Mesa del Centro	1,383.97	12.15
	Eje Neovolcánico Transversal	10,009.85	87.85
Subprovincia fisiográfica	Llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo	10,009.85	87.85
	Sierras y llanuras del Norte de Guanajuato	1383.97	12.15

Tabla IV-7 Descripción de las topoformas del sistema ambiental regional

Topoforma	Descripción
Lomerío de basalto con llanuras	Agrupación de lomas compuestas por un tipo de roca ígnea extrusiva y áreas sin elevaciones o depresiones sobresalientes.
Sierra escudo volcanes	Línea de montañas compuestas por rocas ígneas, tienen una pendiente ligera y gran diámetro en la base
Sierra alta escarpada	Línea de montañas con altas elevaciones y pendientes abruptas

Tabla IV-8 Superficie de las topoformas del sistema ambiental regional

Topoforma	Superficie (ha)	Superficie (%)
Lomerío de basalto con llanuras	9,942.65	87.26
Sierra escudo volcanes	67.20	0.59
Sierra alta escarpada	1,383.97	12.15

El área del proyecto se encuentra en la provincia del Eje Neovolcánico, la cual incide en la subprovincia Llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo, donde la

principal topoforma es lomerío de basalto con llanuras, caracterizados por un conjunto de lomas compuestas por rocas de origen volcánico y áreas sin elevaciones o depresiones. Pese a que la zona presenta estas particularidades, de acuerdo con el análisis del modelo digital de elevaciones y pendientes indica que, es una zona plana con altitudes de 1,948 msnm y una pendiente de 0°, por lo tanto, no representan factores que afecten la implementación del proyecto.

.

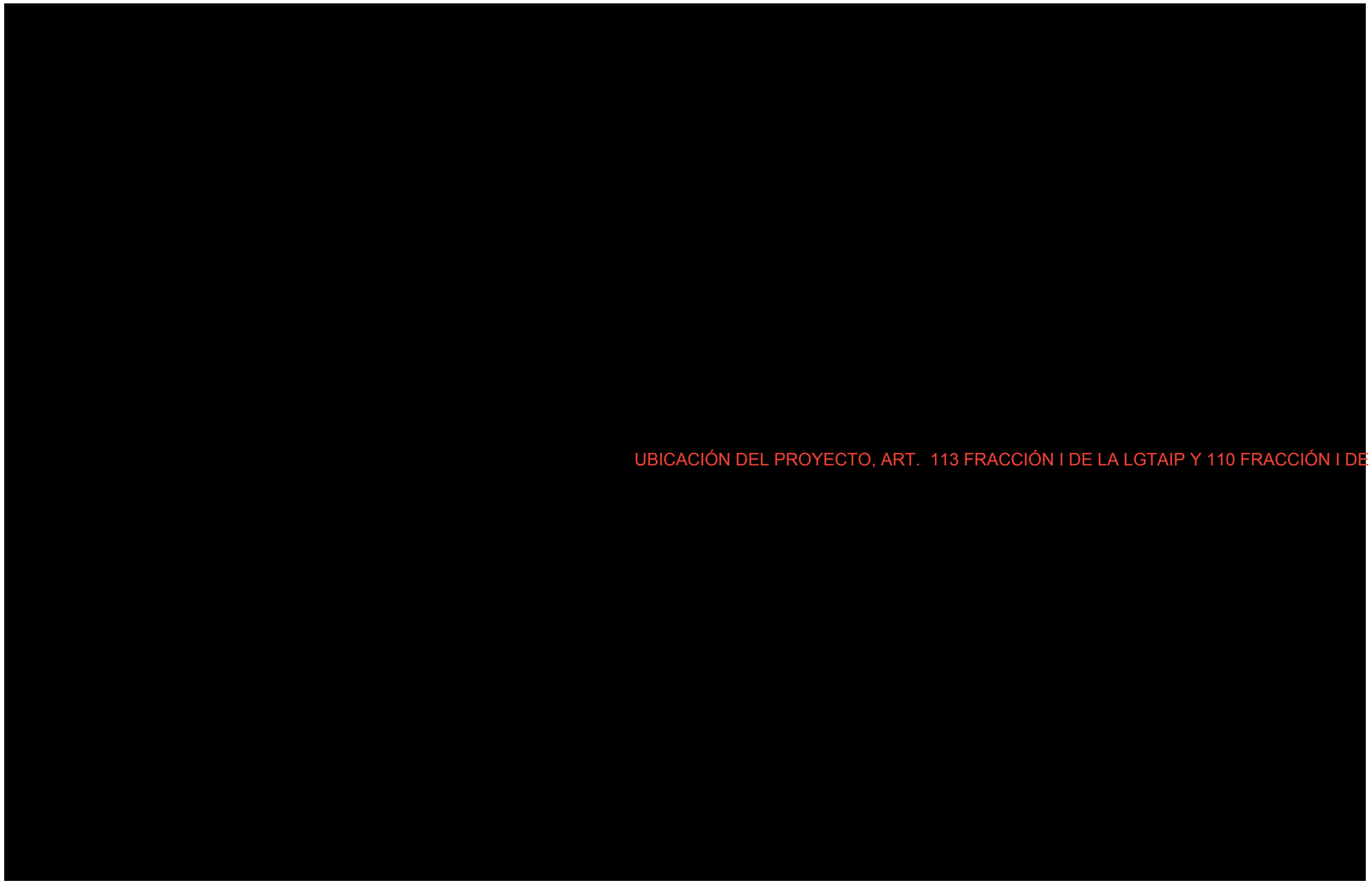


Figura IV-18. Provincias fisiográficas en el sistema ambiental regional

Figura IV-19. Subprovincias fisiográficas del sistema ambiental regional

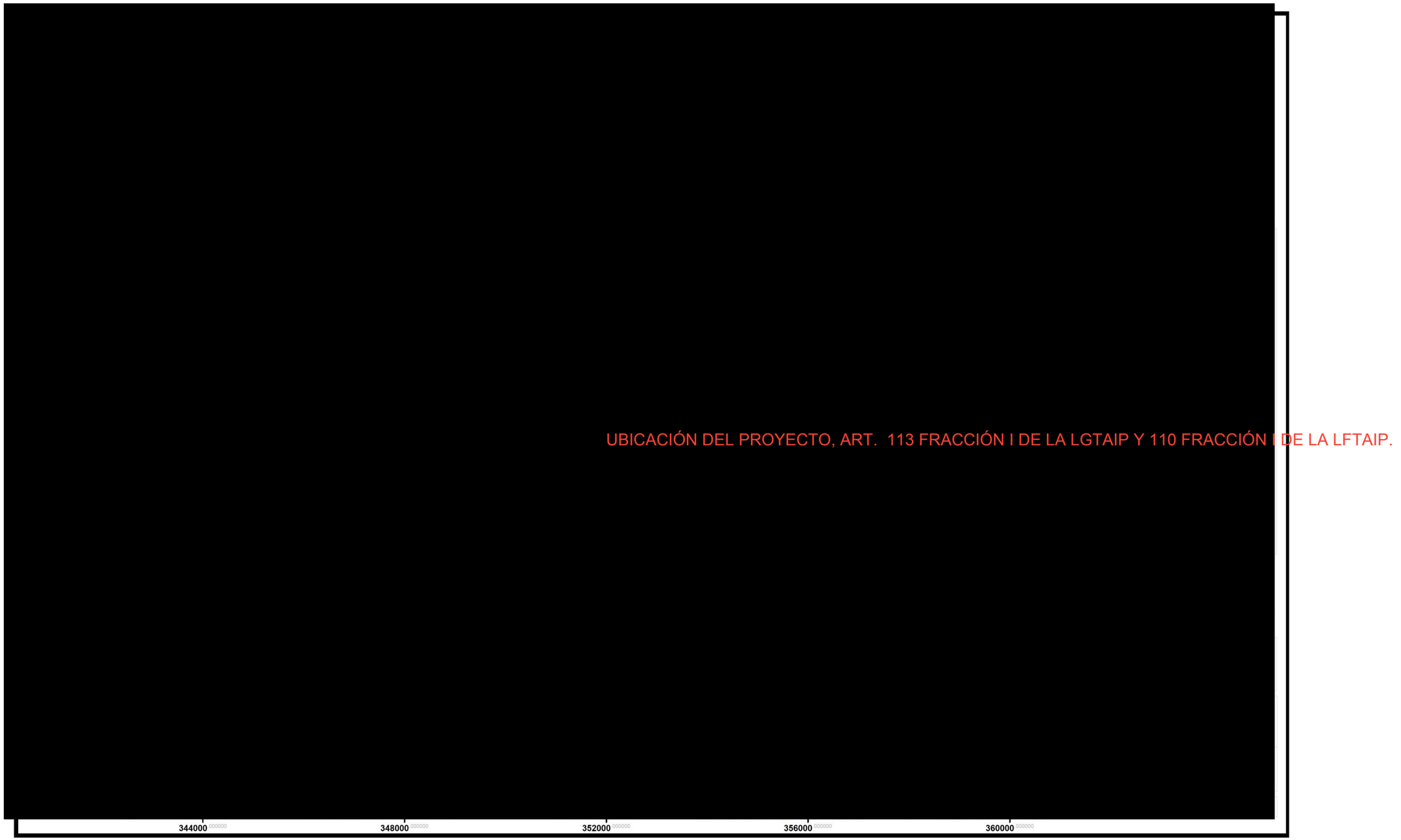


Figura IV-20. Sistema de topoformas del sistema ambiental regional

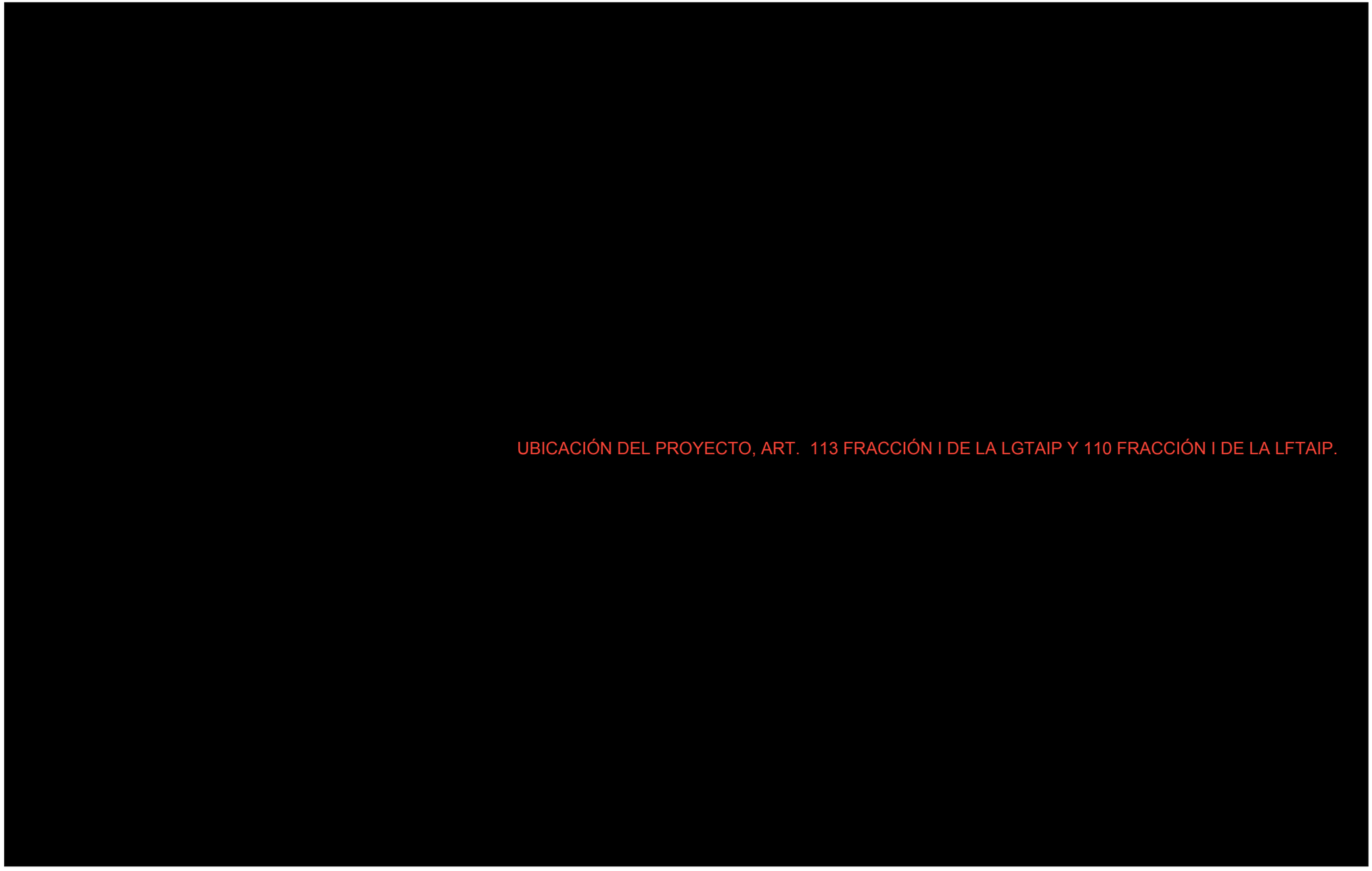


Figura IV-21. Modelo digital de elevaciones del sistema ambiental regional

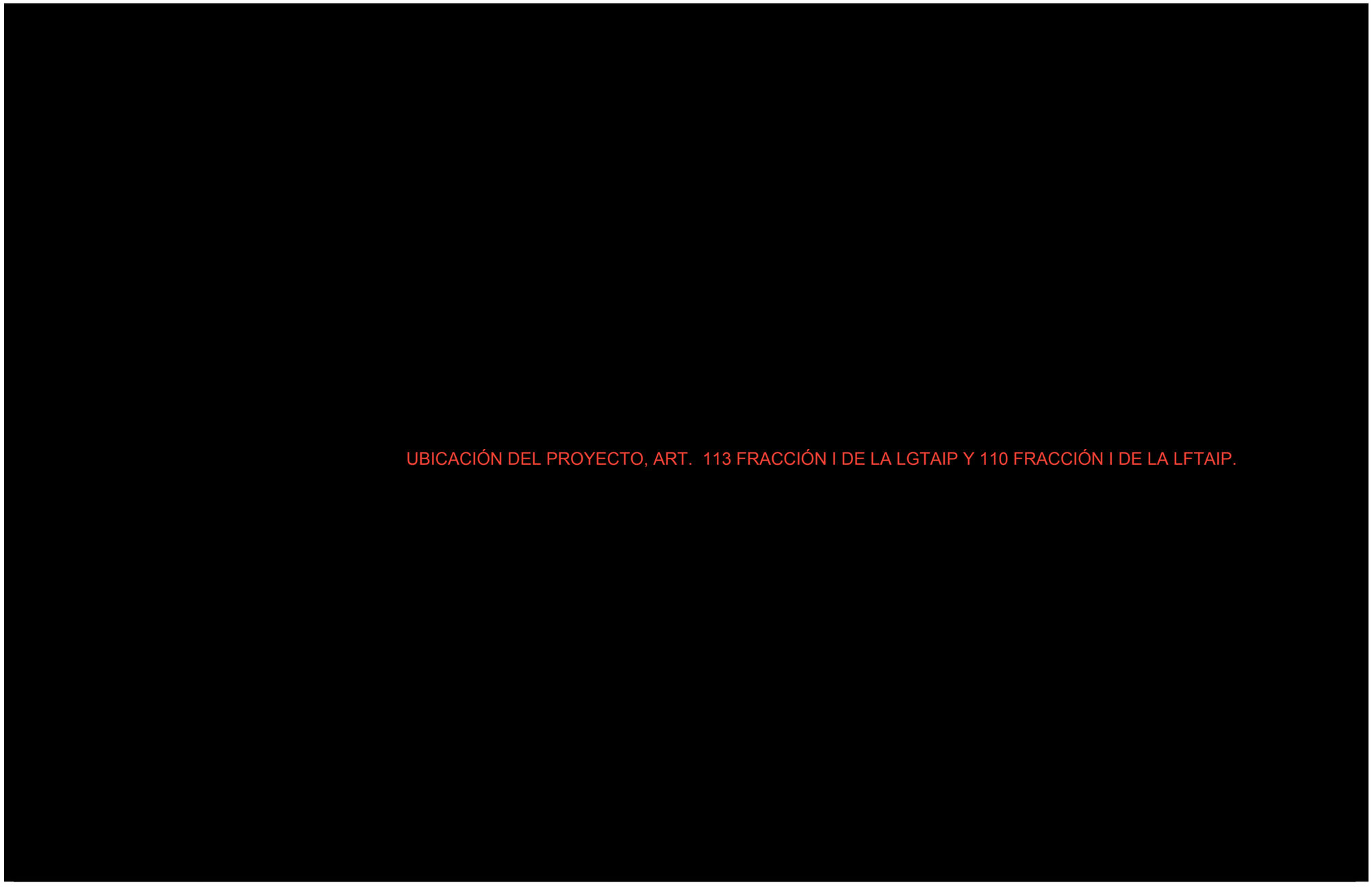


Figura IV-22. Pendientes del sistema ambiental regional

IV.3.1.3. Geología

El objetivo de la geología es entender la evolución del planeta y sus habitantes a lo largo de la historia, a través del análisis de las rocas[41], las cuales son un material sólido y compactado de origen natural, y en la mayoría de los casos está formado por una asociación de minerales[42]. Se clasifican de acuerdo con su origen: a) rocas ígneas: intrusivas y extrusivas; b) rocas metamórficas y c) rocas sedimentarias[43] (Tabla IV-9). Estos materiales son los que conforman la corteza terrestre, la cual se ve afectada a causa de procesos que se manifiestan mediante una serie de movimientos.

Tabla IV-9. Origen de los tipos de roca

Tipo de roca	Origen
Ígnea	Aquellas que se forman por la solidificación del magma.
Ígnea intrusiva	Cuando la solidificación del magma se produce a grandes profundidades.
Ígnea extrusiva	Cuando la solidificación es en la superficie o a escasa profundidad.
Metamórfica	Son el resultado de la transformación de rocas preexistentes que han sufrido modificaciones por acción de factores físicos y/o químicos.
Sedimentaria	Se forman a partir de la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución.

De acuerdo con la carta geológica del INEGI, Serie I, escala 1:250,000, en el sistema ambiental regional se encuentran rocas ígneas extrusivas de tipo andesita y riolita-toba ácida, rocas sedimentarias de arenisca-conglomerado, y suelo aluvial. El área del proyecto incide en dos unidades, arenisca-conglomerado y suelo aluvial. No se observa la presencia de fallas o fracturas dentro del sistema

[41] Servicio Geológico Mexicano. (s.f.). *¿Qué es la geología?* Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/157537/Que-es-la Geologia.pdf
[42] Instituto Geológico y Minero de España. (2019). *Vocabulario de rocas, sedimento y formaciones superficiales.* Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.
[43] Suárez, J.D. (1998). Litología y Estructura Geológica. En J. Suárez Díaz, *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales* (pág. 151). Colombia: Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos.

ambiental regional (

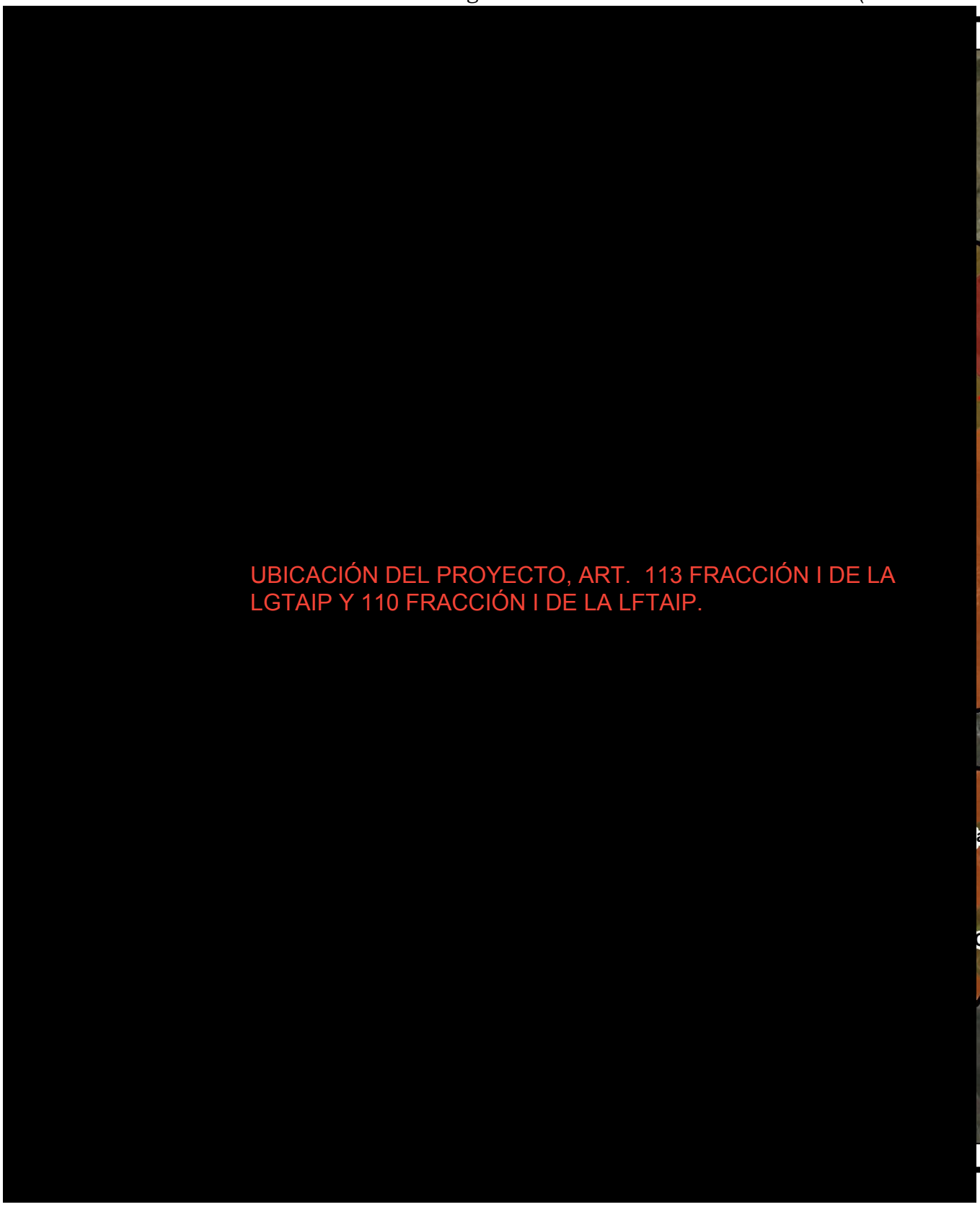


Figura IV-23 Geología del sistema ambiental regional (Escala 1:250,000).

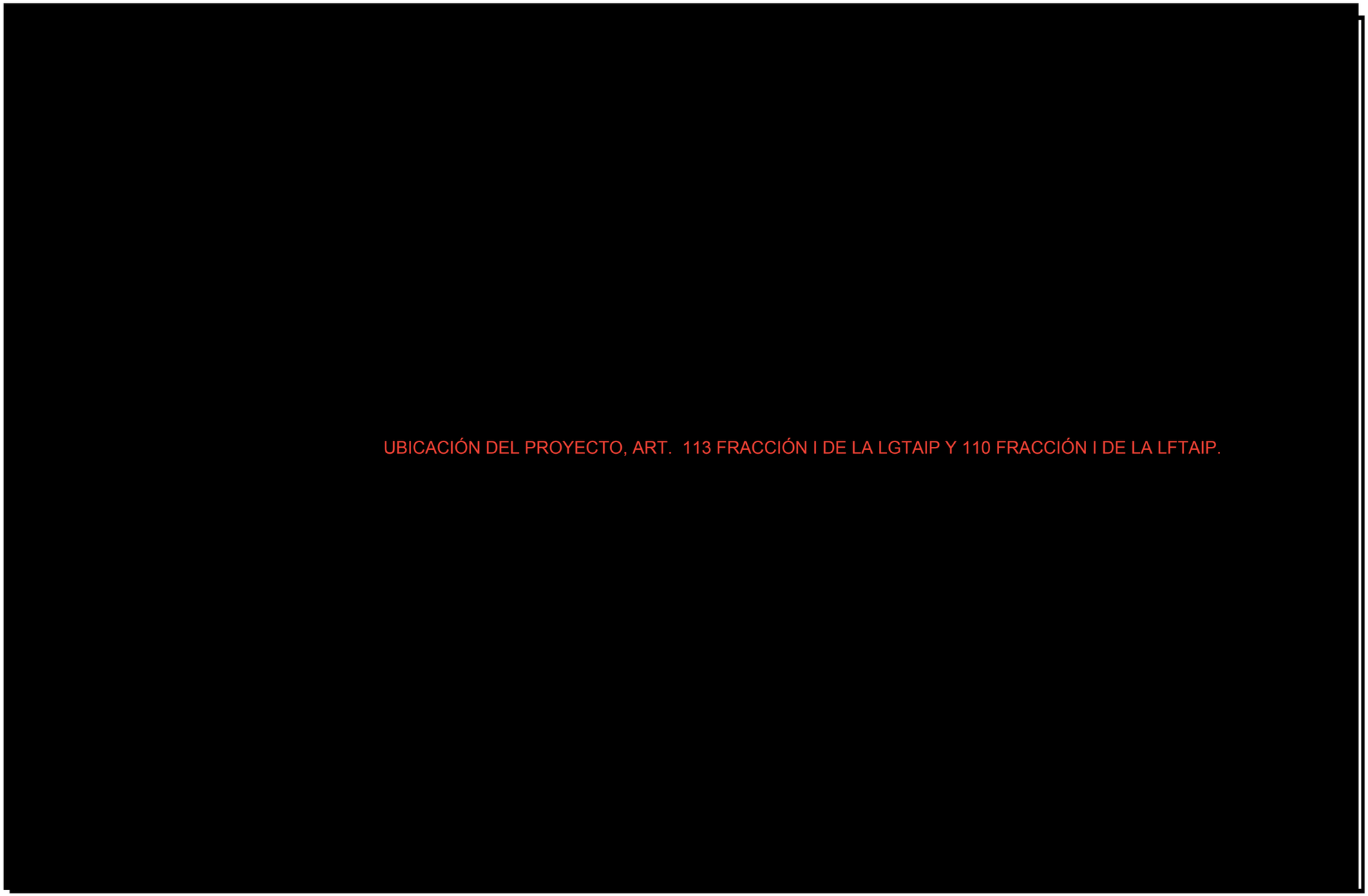


Figura IV-23 Geología del sistema ambiental regional (Escala 1:250,000)

Acorde con la carta geológica del INEGI, Serie I, escala 1:50,000, que cuenta con un mayor nivel de detalle, dentro del sistema ambiental regional, en la porción Noreste y Sur se reporta la presencia de rocas de origen volcánico, como riolitas, extrusiva básica y ácida, basalto y toba, debido a que, en estas zonas están localizadas las provincias del Eje Neovolcánico y la Mesa del Centro, que están caracterizadas por este tipo de afloramientos. En la porción Noroeste hay rocas sedimentarias de arenisca y arenisca-conglomerado. En la parte central, que corresponde al área en la que se pretende ejecutar el proyecto se aprecia la presencia de suelo aluvial (Figura IV-24).

A continuación, se describen las principales características[44,45] de las rocas presentes en el sistema ambiental regional (Tabla IV-10).

Tabla IV-10. Características de los tipos de rocas presentes en el sistema ambiental regional

Origen	Tipo de roca	Características
Ígnea extrusiva	Riolita	Tiene una coloración que va de marrón claro a rosa o gris muy claro. Es el equivalente extrusivo del granito y está compuesta principalmente por silicatos claros, por lo que, menos del 15% de su composición química es de minerales ferromagnesianos. Dentro de los minerales dominantes que la componen se encuentra el cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa. Presenta una textura de grano fino, por lo que se considera afanítica.
	Ácida	Esta clasificación depende de la cantidad de sílice (SiO_2) que contiene, se considera ácida debido a que, tiene más del 65% de SiO_2.
	Básica	En este caso, posee menos del 45% de SiO_2.
	Basalto	Tiene una textura afanítica y está compuesta fundamentalmente por piroxeno y plagioclasa rica en calcio, más del 40% de

[44] Tarbuck, E.J., y Lutgens, F.K. (2005). *Ciencias de la Tierra. Una introducción a la geología física.* Madrid: Pearson Educación.
[45] Fraga, H.R., Polare, M.H., *et al.* (2017). *Rocas ígneas.* Argentina: Universidad Nacional de Rosario.

Origen	Tipo de roca	Características
		su constitución es de minerales ferromagnesianos. El anfíbol y el olivino son algunos de los minerales secundarios que la componen.
	Toba	Esta roca piroclástica está compuesta por fragmentos expulsados durante una erupción volcánica, los cuales pueden presentar un tamaño de menos de 2 mm.
Sedimentaria	Arenisca-conglomerado	En la arenisca, predominan los clastos del tamaño de la arena. Se pueden formar en diversos ambientes, por lo que, sus características se verán afectadas. El conglomerado consiste fundamentalmente en grava y su tamaño puede presentar grandes variaciones.
	Lutita-arenisca	Está compuesta por granos de arenisca y lutita, esta se encuentra conformada por partículas del tamaño de la arcilla y el limo, por lo que, son tan pequeñas que no pueden identificarse con facilidad.

Las fallas y fracturas geológicas son ejemplos de los procesos que se llevan a cabo en la corteza terrestre. Una fractura es una interrupción geológica en las rocas o suelos, y las fallas son un tipo de fractura en donde el desplazamiento de los volúmenes rocosos es apreciable[46]. De acuerdo con la carta geológica del INEGI, Serie I, escala 1:50,000, dentro del sistema ambiental regional se observan dos fracturas.

El área donde se pretende ejecutar el proyecto solamente incide en zonas con suelo aluvial, esto representa que, es una región uniforme en donde no se observan cambios geológicos relevantes.

[46] Almazán Vásquez, A. R. (2017). *Peligros geológicos por fallas y grietas en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca con base en un estudio morfoestructural.* Toluca, Estado de México: Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México.

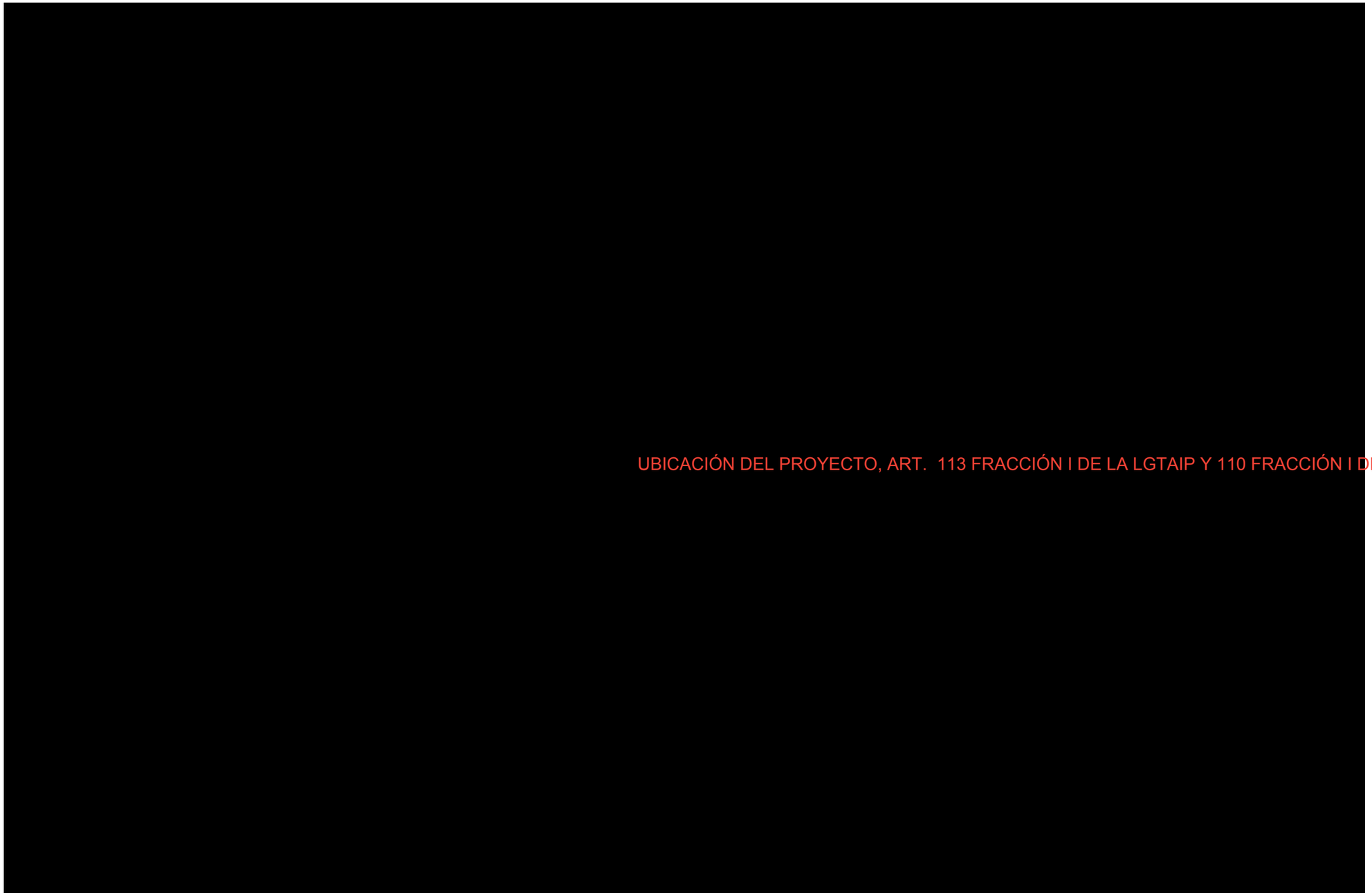


Figura IV-24. Geología del sistema ambiental regional (Escala 1:50,000)

IV.3.1.4. Suelo

El suelo se define como "cualquier material suelto en la superficie de la Tierra, capaz de sustentar la vida", este componente es el resultado de la actuación de un conjunto de factores activos, como el clima y los organismos vivos, los cuales repercuten sobre factores pasivos como la roca madre y el relieve[47].Una de las principales afectaciones de este componente es la erosión, la cual consiste en el desprendimiento, transporte y depósito de componentes de suelo o roca por la acción de la fuerza del agua o del viento[48], y puede manifestarse en distintos grados de afectación, desde leve hasta extremo[49].

De acuerdo con la carta edafológica del INEGI Serie I, escala 1:250,000, en el sistema ambiental regional se encuentran distribuidos cinco tipos de suelo, dentro de los que se incluyen Leptosol lítico, Phaeozem vértico, Phaeozem léptico, Vertisol pélico y Vertisol mázico, en estos dos tipos de vertisoles es donde se

[47] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). *Guía para la interpretación de cartografía. Edafología Escala 1:250 000. Serie III.* Aguascalientes: INEGI.
[48] Díaz, M.C. (2011). Alternativas para el control de la erosión mediante el uso de coberturas convencionales, no convencionales y revegetalización. *Ingeniería e Investigación, 31*(3), 80-90.
[49] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2011). *Diccionario de datos de erosión de suelo. Escala 1:250 000.* México: INEGI.

localiza el área del proyecto (

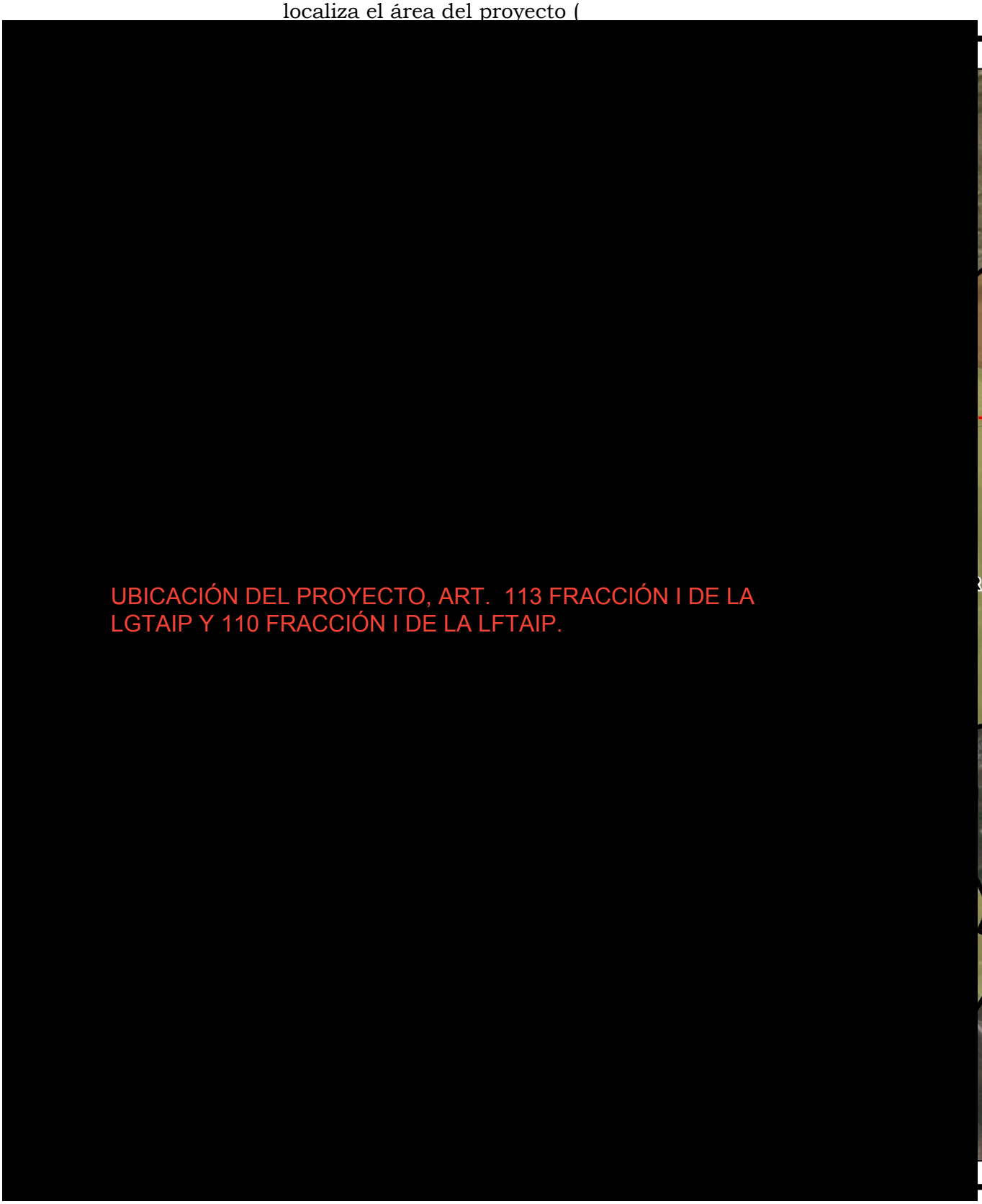


Figura IV-26). Por otra parte, para obtener mayor precisión de los detalles edafológicos del sistema ambiental regional, se consultó la carta edafológica del INEGI (1979), escala 1:50,000, la cual indica la presencia de suelos tipo Leptosol, Phaeozem lúvico, Kastañozem cálcico y Vertisol pélico, este último predomina en el sistema ambiental regional).

El área donde se pretende ejecutar el proyecto se distribuye en Kastañozem cálcico y Vertisol pélico (

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

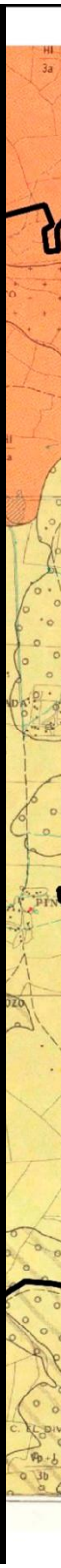
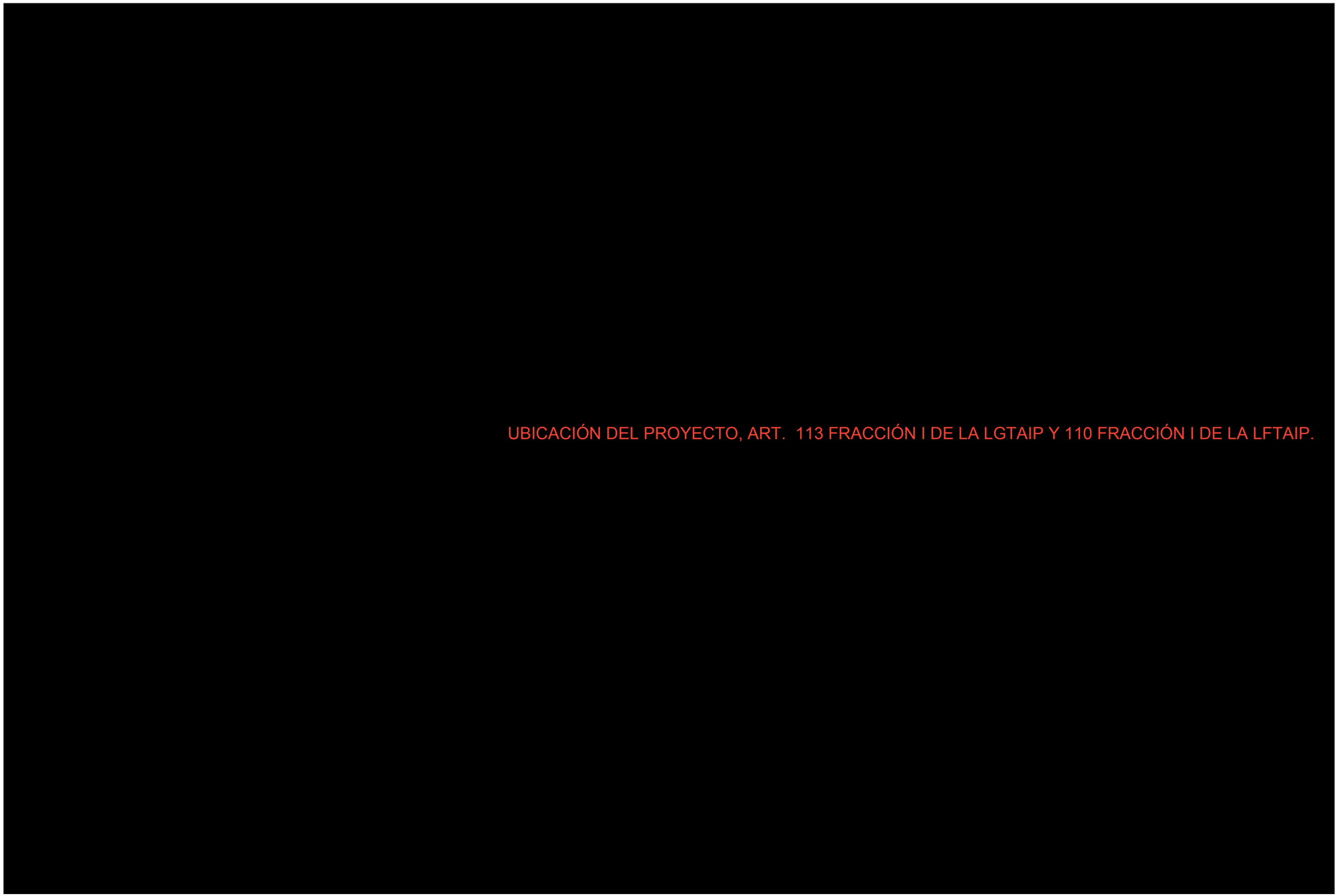


Figura IV-27).


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

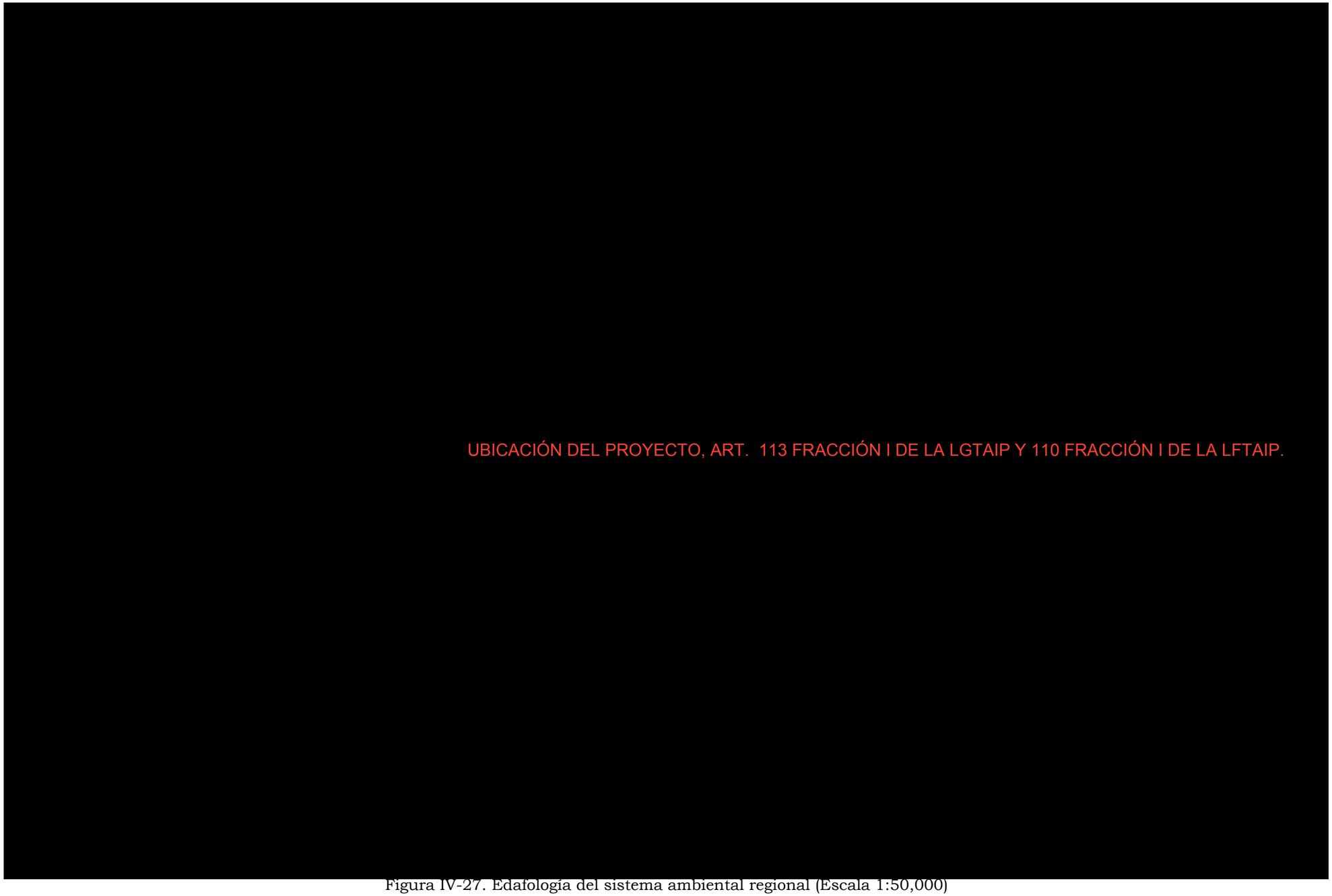


Figura IV-27. Edafología del sistema ambiental regional (Escala 1:50,000)

A continuación, se describen las características[50,51] de los tipos de suelo presentes en el sistema ambiental regional

Tabla IV-11. Características de los tipos de suelo del sistema ambiental regional

Tipo de suelo	Características
Leptosol	Son suelos susceptibles a la erosión, con un espesor menor a 25 cm, o en su defecto, con un volumen del más del 80% ocupado por piedras o gravas, por lo que son suelos extremadamente gravillosos o pedregosos. La textura media del leptosol refleja su contenido de arcillas y arena menor al 35 y 50%, respectivamente, otorgándoles una porosidad equilibrada que permite buena aireación y drenaje[52].
Phaeozem lúvico	Estos suelos porosos tienen un color superficial pardo a negro, indicando un alto contenido de materia orgánica. La erosión eólica e hídrica representan un serio peligro para los Phaeozems. La textura fina y el horizonte lúvico que posee señala la presencia de un mayor porcentaje de arcillas.
Kastañozem cálcico	Se distribuyen en zonas con clima árido o semiárido, tienen una capa superficial gruesa de color pardo oscuro y rica en materia orgánica, así como, un subsuelo rico en magnesio, potasio y carbonatos. Dentro de las características de este tipo de suelo, se incluye su susceptibilidad ante la erosión eólica e hídrica y su macro porosidad, por lo que, la escorrentía durante y después de fuertes precipitaciones puede ser considerable[53]. El kastañozem del sistema ambiental regional cuenta con una textura fina, indicando la presencia de un alto contenido de arcillas. En el horizonte cálcico se acumula más del 15% de carbonato de calcio o más del 5% de carbonatos secundarios en forma difusa o en concentraciones discontinuas.
Vertisol pélico	Se consideran suelos pesados y de textura fina debido a

[50] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). *Op. Cit.*
[51] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2008). *Base referencial mundial del recurso suelo.* Roma: FAO.
[52] Castellanos, J. Z. (2000). *Manual de Interpretación de Análisis de Suelos, Aguas Agrícolas, Plantas y ECP.* México: INTAGRI.
[53] Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2001). *Lecture notes on the major soils of the world.* Roma: FAO. Recuperado de http://www.fao.org/3/Y1899E/Y1899E00.htm

Tipo de suelo	Características
	que están conformados por arcillas, se crean bajo condiciones alternadas de saturación y sequía, resultando en un rango de humedad entre exceso de agua y estrés hídrico, el cual puede estar asociado con procesos de erosión. Cuando los vertisoles tienen grietas secas y un mantillo superficial fino, se da una rápida infiltración del agua, sin embargo, una vez que las grietas se cierran y la superficie está completamente mojada, la tasa de infiltración de agua es casi nula[18]. El calificador pélico indica una coloración negra o café oscuro.

La susceptibilidad a la erosión hídrica en los tipos de suelo presentes en el sistema ambiental regional se refleja en la carta de erosión del INEGI, Serie I, escala 1:250,000, la cual señala que, en la mayor parte de la superficie se observa erosión hídrica en dos grados de afectación, leve y moderado. Sin embargo, también hay zonas donde la erosión es nula, debido a la presencia de

asentamientos urbanos (

Figura IV-28

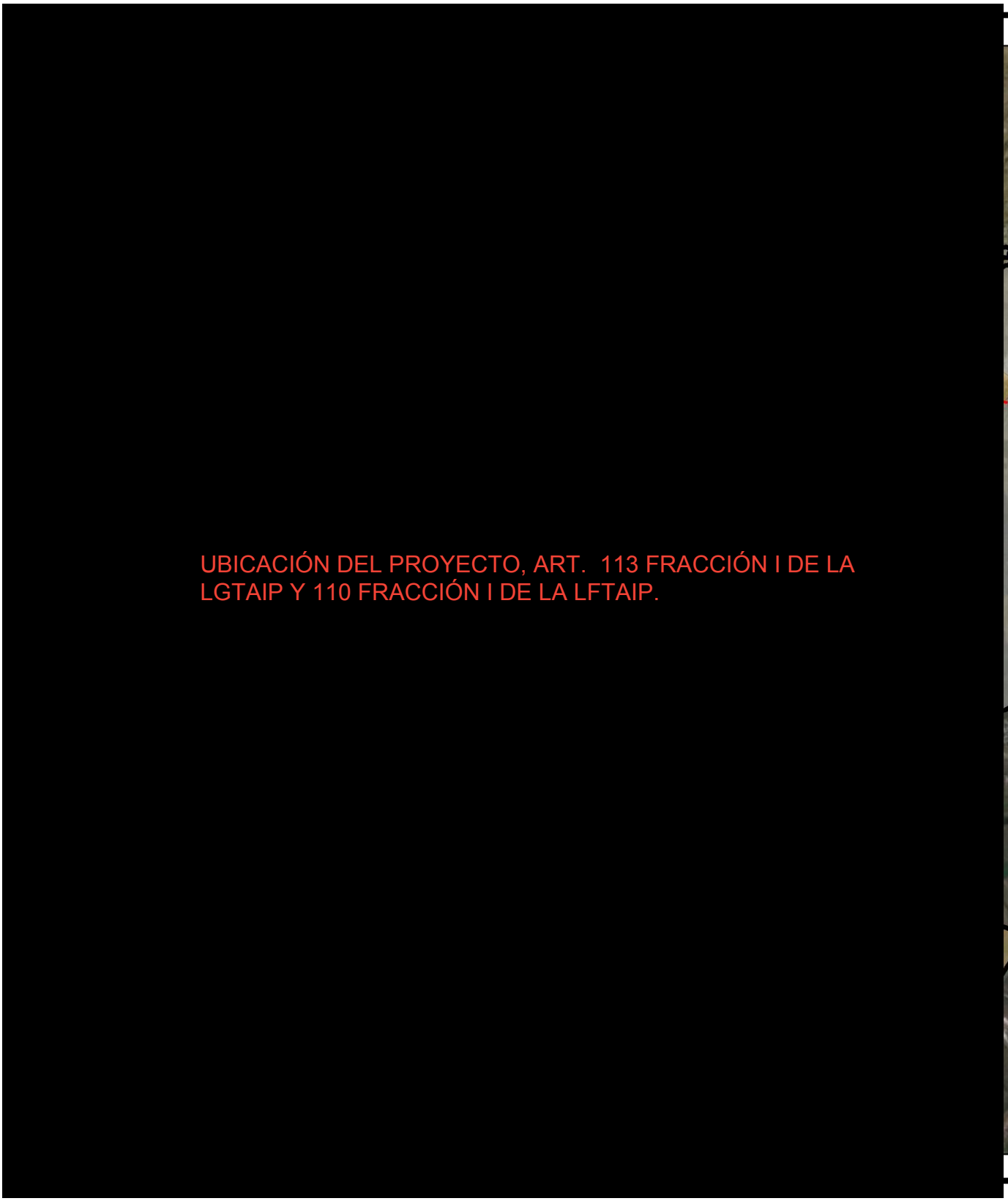

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura IV-28 Erosión en el sistema ambiental regional).

La presencia de zonas urbanas en el área del proyecto indica que, el comportamiento y las características de porosidad y capacidad de infiltración del Kastañozem cálcico y Vertisol pélico ya son conocidas, aunado a que, en los asentamientos humanos la erosión no representa una afectación. Sin embargo, en las áreas agrícolas del área del proyecto, en donde el suelo si puede verse afectado, se tomarán medidas preventivas durante la fase de operación del proyecto.

Figura IV-28 Erosión en el sistema ambiental regional

IV.3.1.5. Agua

La hidrología es la ciencia encargada de estudiar el ciclo global del agua y los procesos involucrados en la parte continental. Así como, el movimiento de este componente sobre y debajo de la superficie terrestre, incluyendo a los procesos químicos, físicos y biológicos que se llevan a cabo durante su trayectoria[54].

Hidrología superficial

Para este subsistema, la precipitación es considerada como una entrada. Cuando el agua interceptada se elimina, el volumen restante se convierte en un escurrimiento sobre la superficie del terreno, este llegará al sistema de drenaje del área de captación para formar el escurrimiento superficial; una porción de este podrá tener dos caminos, salir del subsistema como infiltración al subsistema subterráneo o como escurrimiento a través de los sistemas de drenaje regionales que llegan al océano[55].

La información obtenida de la carta 1:50,000 de la Red hidrográfica de la cuenca río Laja, región hidrológica Lerma-Santiago de INEGI, señala que, dentro del sistema ambiental regional se encuentran 19 canales, 252 corrientes intermitentes y 13 cuerpos de agua intermitentes (Tabla IV-12). En el área donde se pretende establecer el proyecto, se encuentran tres corrientes de agua que, debido a la topografía de la zona, actúan como escurrimientos provenientes de las

54 Breña, P.A. y Jacobo, V.M. (2006). *Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial.* Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana.
55 *Ibidem*

formas de relieve aledañas, caracterizadas por tener mayores elevaciones (

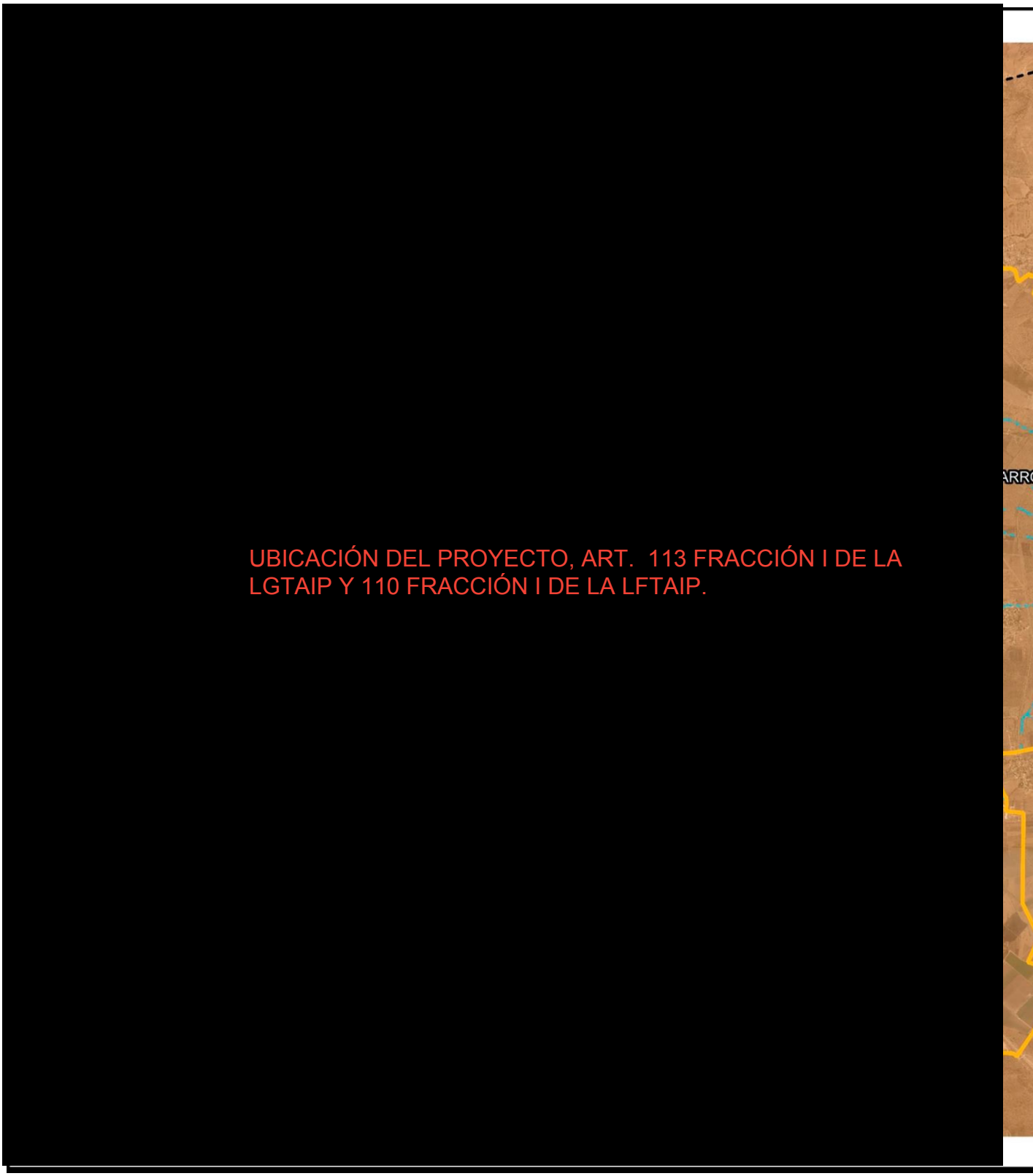


Figura IV-29).

Tabla IV-12 Descripción de los rasgos hidrográficos presentes en el sistema ambiental regional

Rasgo hidrográfico	Descripción
Canal	Cauce artificial utilizado para riego, transporte de aguas residuales o conducción en sistemas de abastecimiento o en sistemas de generación de energía eléctrica[56].
Corriente de agua intermitente	Flujo de agua superficial que solamente tiene agua durante alguna parte del año, ya que, depende de la precipitación pluvial o el afloramiento de aguas subterráneas[57].
Cuerpo de agua intermitente	Extensión de agua limitada principalmente por tierra, al ser intermitente solamente tiene agua una parte del año[58].

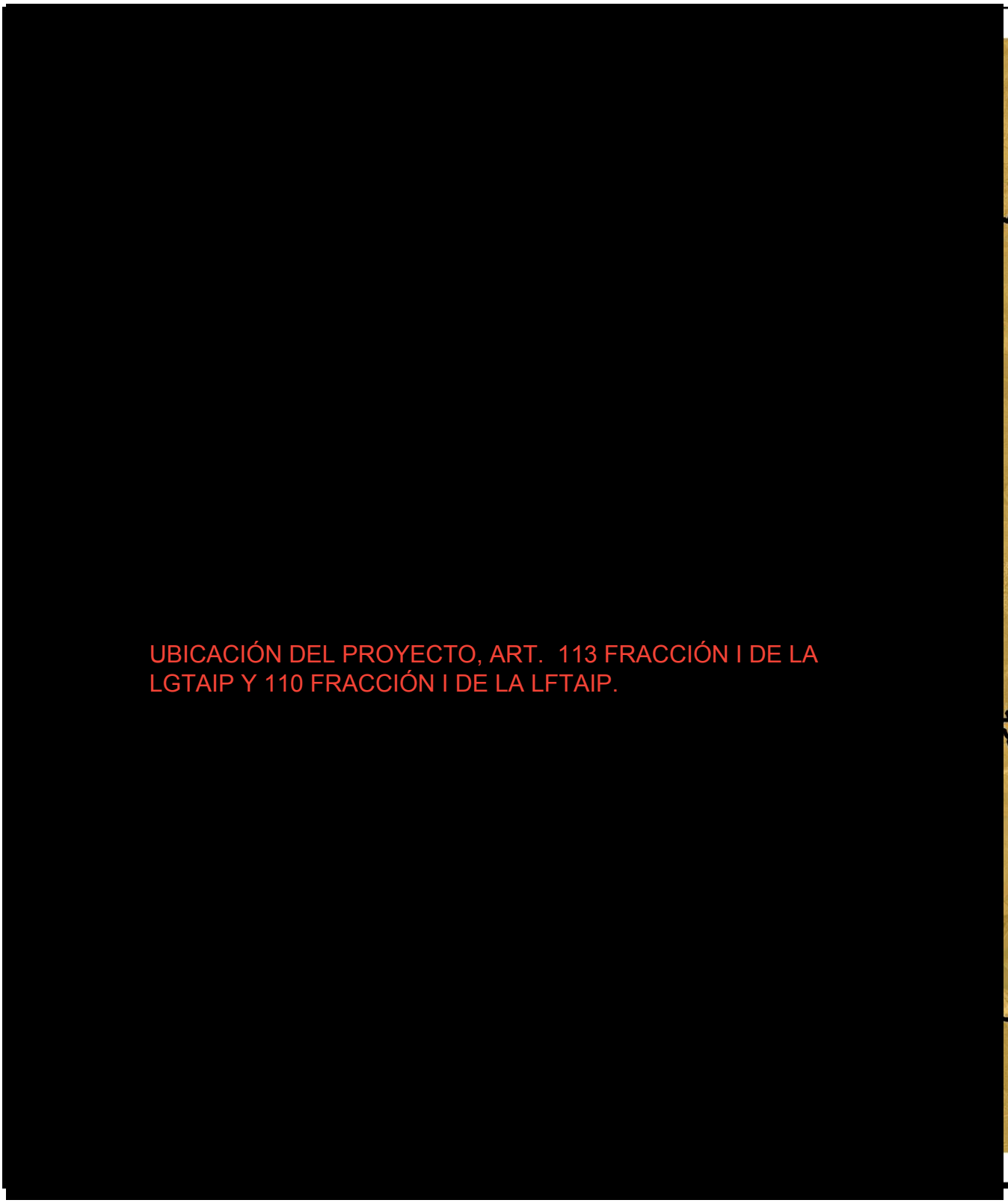
Hidrología subterránea

La infiltración del agua al subsistema subterráneo se da mediante el sistema radicular de las plantas, donde una parte del agua es retenida, el excedente es filtrado hacia abajo hasta llegar a un reservorio de agua subterránea. Una vez ahí, el agua fluye a través de materiales porosos saturados del subsuelo hacia niveles más bajos y vuelve a surgir naturalmente como manantiales y caudal de base de los ríos. El agua subterránea se encuentra almacenada en acuíferos ubicados a distintos niveles de profundidad o en sistemas confinados, los cuales están a varios kilómetros por debajo de la superficie[59].

[56] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2018). *Diccionario de datos topográficos. Escala 1:20 000. Versión 2.* México: INEGI.
[57] *Ibidem*
[58] *Ibidem*
[59] Breña, P.A. y Jacobo, V.M. (2006). *Op. Cit.*

De acuerdo con CONAGUA[60], el sistema ambiental regional se encuentra ubicado sobre el acuífero Valle de Buenavista con clave 2204 (

[60] CONAGUA. (2020). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero*



Valle de Buenavista (2204), estado de Querétaro. Ciudad de México.

Figura IV-30), localizado en la porción occidental del estado de Querétaro con una superficie de 311.8 km^2. Principalmente abarca los municipios de El Marqués y Querétaro, y corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Lerma-Santiago-Pacífico.

Todos los acuíferos presentan una disponibilidad, la cual, corresponde al volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, la cual los usuarios podrán explotar, usar o aprovechar, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas. Para el cálculo de este valor se consideran tres factores del acuífero[61].

Recarga total media anual (R): corresponde a la suma de los volúmenes que ingresan al acuífero, se incluyen las recargas en forma vertical y la incidental, producto del exceso de riego[62].

Descarga natural comprometida (DNC): es la suma de los volúmenes de agua concesionados de los manantiales, y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero; más las descargas que se tienen que conservar para no afectar a los acuíferos contiguos, sostener el gasto ecológico y prevenir el movimiento de agua de mala calidad hacia el acuífero[63].

Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS): es la suma de los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la Comisión mediante títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA)[64].

Estos datos son aplicados en la siguiente expresión:

Disponibilidad de agua en el acuífero = R – DNC – VEAS

61 *Ibidem*
62 CONAGUA. (2020). *Op. Cit.*
63 *Ibidem*
64 *Ibidem*

A continuación, se muestran los valores que aplican para el acuífero Valle de Buenavista.

Tabla IV-13 Datos para obtener la disponibilidad de agua subterránea del acuífero Valle de Buenavista

Recarga total media anual (hm^3/año)	Descarga natural comprometida (hm^3/año)	Volumen de extracción de aguas subterráneas (hm^3/año)	Disponibilidad media anual de agua del subsuelo en un acuífero (hm^3/año)
11.0	0.1	23,339,852	-12.439852

Para la determinación de la recarga total media anual del acuífero, el valor de la recarga incidental por exceso de riego representó un factor importante, ya que, varias porciones de la zona del acuífero se consideran agrícolas. Por otra parte, la presencia de cuerpos de agua, como los manantiales, fueron tomados en cuenta para el cálculo de la descarga natural comprometida. Por último, de acuerdo con los reportes del REPDA el volumen de extracción de aguas subterráneas es de 23,339,852 m^3 anuales. Estos datos indican que, la disponibilidad media anual de agua en el acuífero es de -12.439852 hm^3/año, por lo tanto, no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones, además, este déficit representa la extracción que se hace a costa del almacenamiento no renovable del acuífero.

Dentro del SAR, se encuentran 19 canales, 13 cuerpos de agua intermitentes y 252 corrientes intermitentes, de las cuales, tres están ubicadas dentro del área del proyecto, y debido a que provienen de las formas de relieve con mayor altitud que rodean al sistema ambiental regional, son consideradas como escurrimientos. Por otra parte, la información obtenida para la hidrología subterránea indica que, el sistema ambiental regional está ubicado sobre el acuífero Valle de Buenavista, el cual presenta un déficit en la disponibilidad media anual.

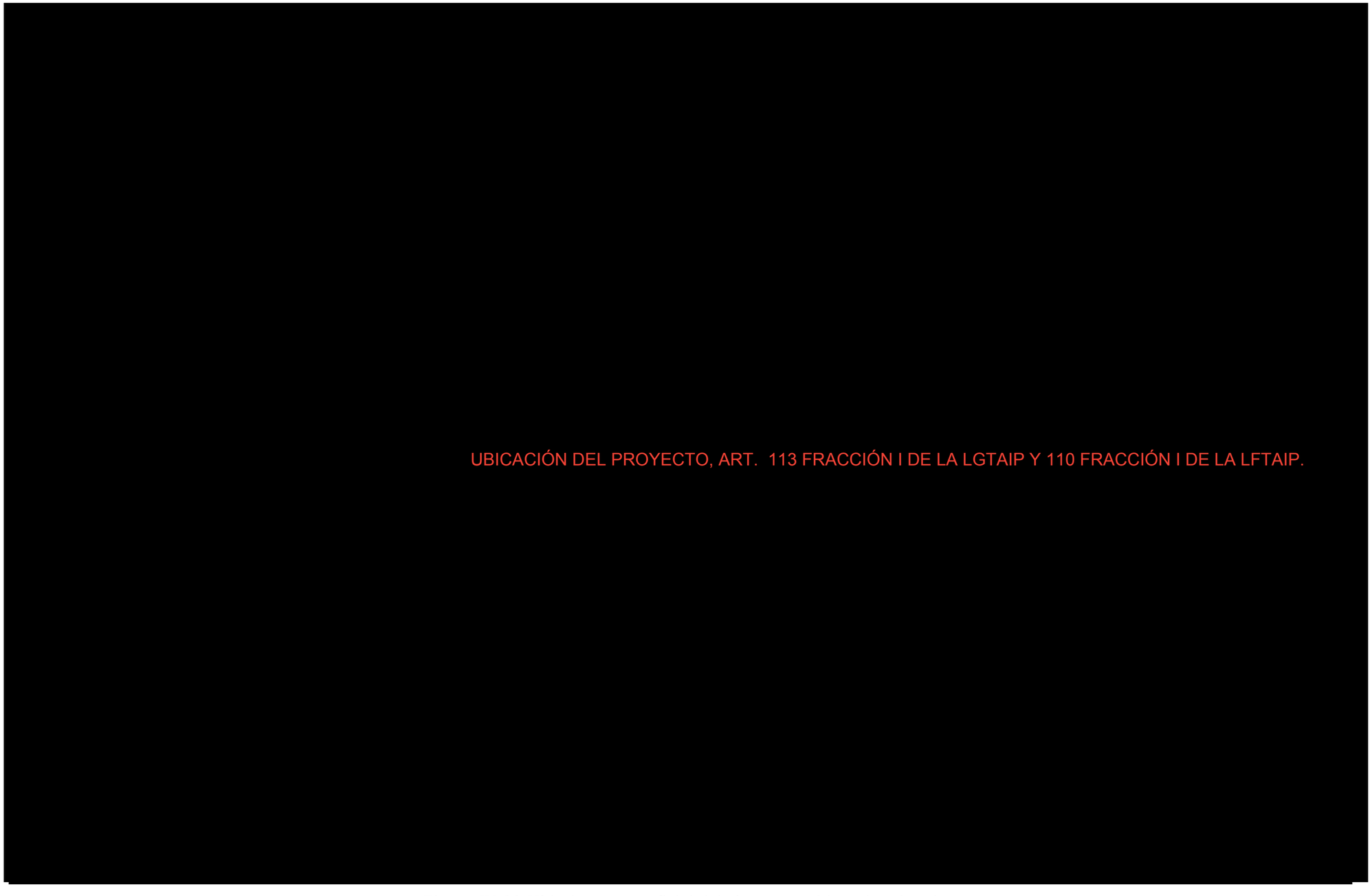


Figura IV-29 Hidrología superficial del sistema ambiental regional

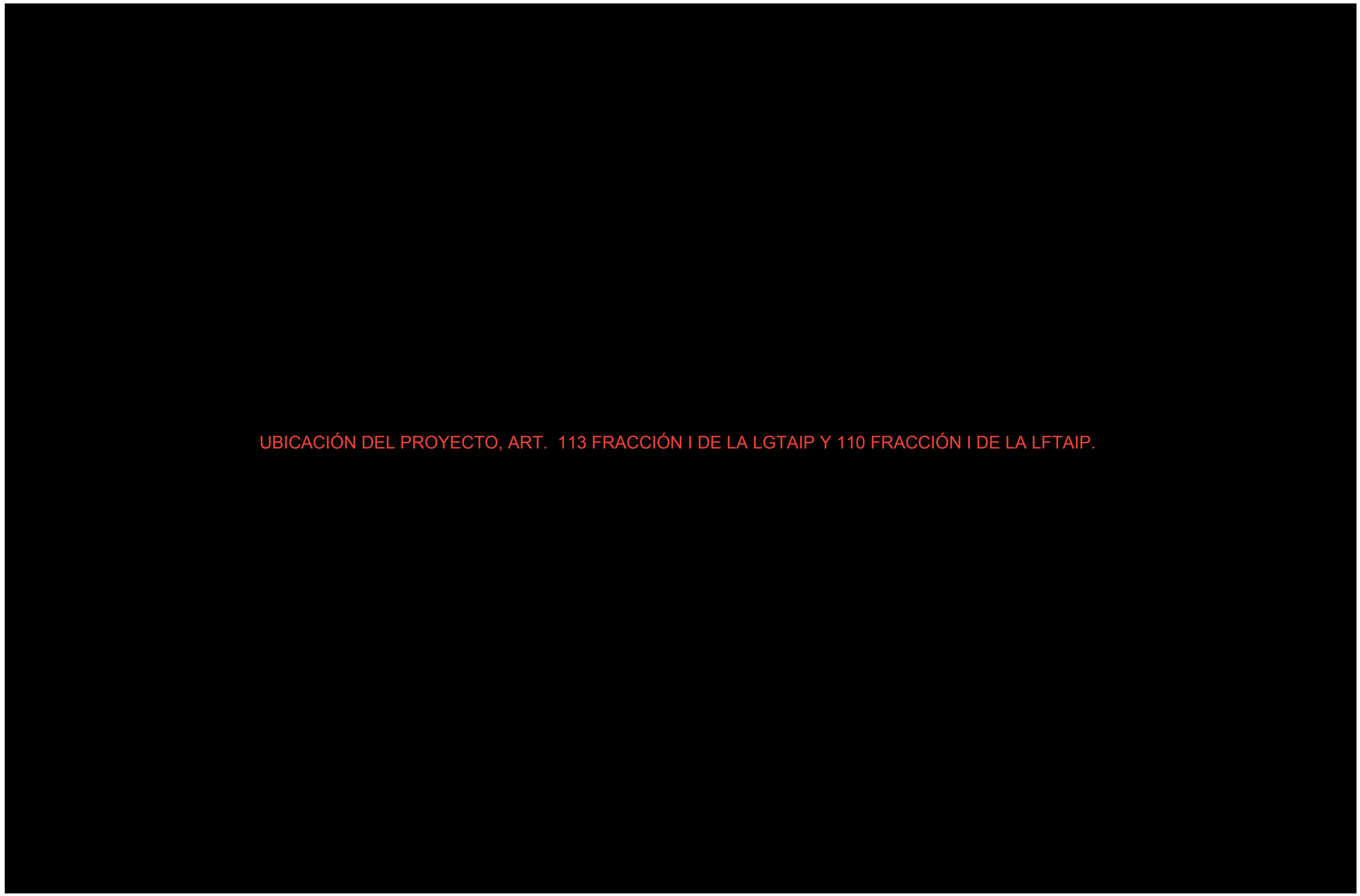


Figura IV-30 Hidrología subterránea del sistema ambiental regional

IV.3.2. Medio biótico

IV.3.2.1. Vegetación

México presenta una alta diversidad biológica, la cual se refleja en los registros de aproximadamente 25,000 especies de plantas vasculares, hecho que lo coloca en el cuarto lugar a nivel mundial. La mitad de las plantas reportadas solamente están distribuidas en el territorio mexicano, por lo que tiene altos números de endemismos. Además, ha funcionado como un núcleo de diversificación de algunas especies vegetales, y es donde se localiza el mayor número de especies de pinos, encinos, magueyes y cactáceas[2].

Como se ha mencionado con anterioridad, en el estado de Querétaro se juntan tres provincias fisiográficas, ocasionando un relieve accidentado y una gran variedad de suelos, esto propicia la oportunidad de albergar una alta diversidad florística. Se calcula que, el Estado comprende alrededor de 3,500 especies de plantas vasculares, distribuidas en bosques de coníferas, bosque de encino, matorral y selva baja caducifolia[65].

Por otra parte, en el municipio de Querétaro, los principales tipos de vegetación que se desarrollan son: bosque tropical caducifolio, matorral crasicaule, pastizal y bosque de encino. Se han reportado 468 especies de flora, donde las angiospermas son el grupo más diverso con 370 especies y la familia con mayor número de especies es Asteraceae[66]. Del total de registros de plantas, 39 son endémicas a México y tres son micro endémicas, solamente cinco están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La gran diversidad florística que el municipio de Querétaro presenta es evidente, sin embargo, también lo coloca en una situación de vulnerabilidad ante factores externos que puedan afectar su composición vegetal, reduciendo así, su biodiversidad, y, por ende, los servicios ecosistémicos que proporciona. Por lo

65 Pantoja, H.Y., Gómez, S.M., *et al.* (2017). Guía ilustrada de la flora del valle de Querétaro. México: Universidad Autónoma de Querétaro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).
66 Comisión Nacional Forestal. (2015). *Inv*entario Municipal Forestal y de Suelos - Querétaro 2015. Querétaro: CONAFOR.

tanto, es necesario conocer la estructura y la composición de este recurso al interior del sistema ambiental regional, con el fin de determinar los niveles de impacto que serán generados por la implementación del proyecto.

IV.3.2.2. Descripción de los tipos de vegetación en el SAR

Dentro del sistema ambiental regional en el que se inserta el proyecto, de acuerdo con la Serie VI Uso de suelo y vegetación de INEGI (2017) se reportan dos tipos de vegetación forestal que corresponden a la selva baja caducifolia y al matorral crasicaule. Por otra parte, respecto a los usos de suelo, se reportan agricultura de temporal y riego anual y semipermanente, cuerpo de agua y pastizal inducido. La distribución de las superficies se presenta a continuación.

Tabla IV-14. Usos de suelo y vegetación de acuerdo con la Serie VI de INEGI

Uso de suelo y vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje
Agricultura de temporal anual	1463.54	12.85
Agricultura de riego anual y semipermanente	7089.30	62.22
Cuerpo de agua	157.72	1.38
Urbano construido	770.71	6.76
Pastizal inducido	301.34	2.64
Matorral crasicaule	605.29	5.31
Selva baja caducifolia	1005.93	8.83
Total	11393.82	100

Por otra parte, debido a que esta fuente corresponde a un recurso elaborado a nivel nacional, por lo que la escala es muy grande (1:250,000), se procedió a realizar una clasificación supervisada en el sistema de información geográfica QGis Desktop 3.2.2. la cual parte de un conjunto de clases previamente identificadas al interior del SAR y que fueron definidas como: agricultura, agricultura activa, cuerpo de agua, forestal denso, forestal ralo, industrial y urbano. Estas clases fueron caracterizadas en función de variables mediante la medición de estas en individuos cuya pertenencia a una de las clases no presenta

dudas y que son definidas como puntos de entrenamiento. Esta caracterización espectral del conjunto de clases de usos de suelo establecidas a partir de los valores de reflectividad en las diferentes bandas de la imagen satelital Landsat 8.

A partir de esta clasificación, se obtuvo la siguiente distribución de usos de suelo y vegetación que se acercan de una forma más detallado a lo que se presenta representado en la superficie terrestre.

Tabla IV-15. Usos de suelo y vegetación resultantes de la clasificación supervisada

Uso de suelo y vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje
Terrenos agrícolas		
Cuerpo de agua		
Urbano construido		
Zona industrial		
Matorral crasicaule		
Selva baja caducifolia		
Total		

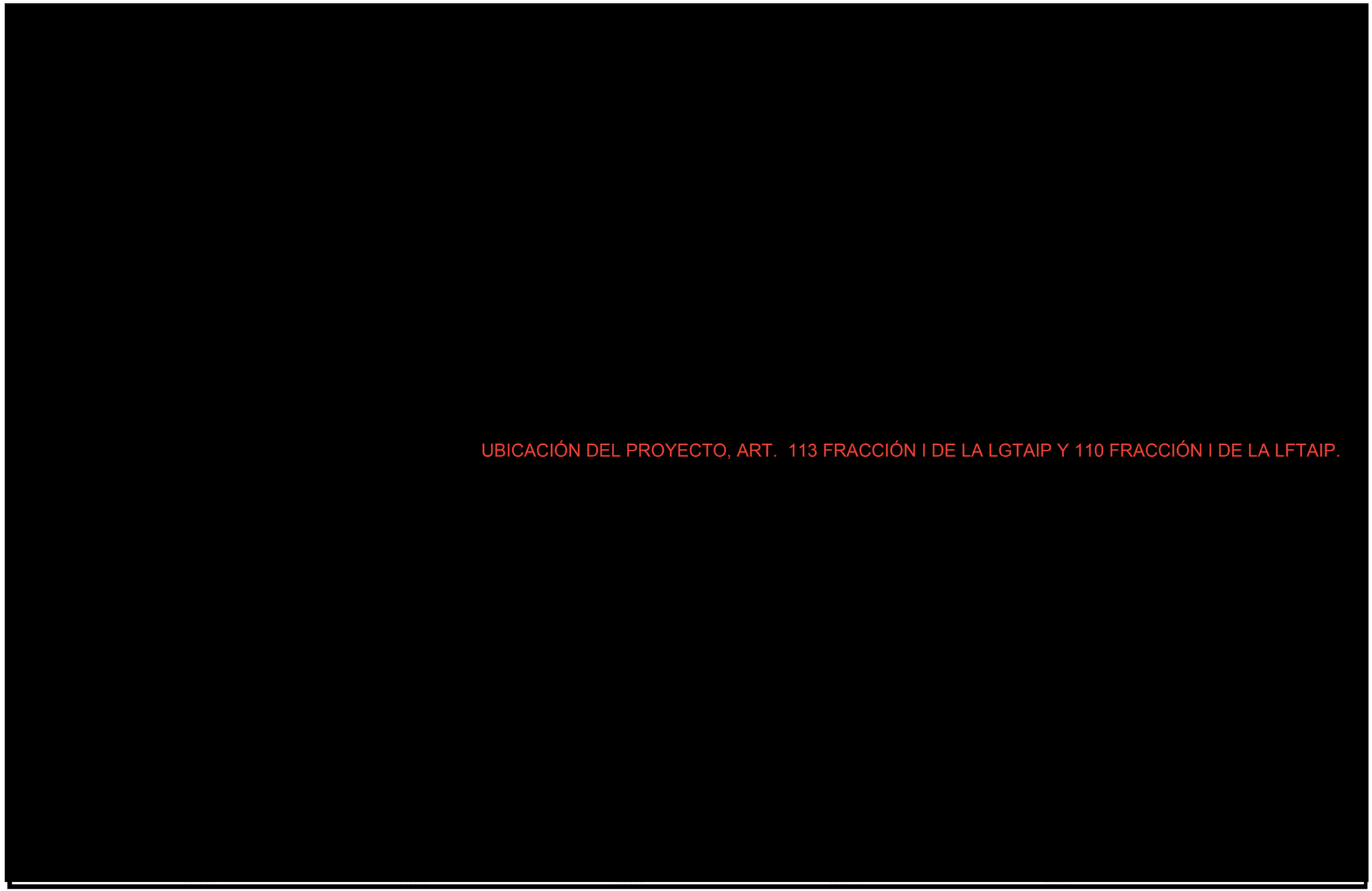


Figura IV-31. Uso de suelo y vegetación de acuerdo con la Serie VI de INEGI

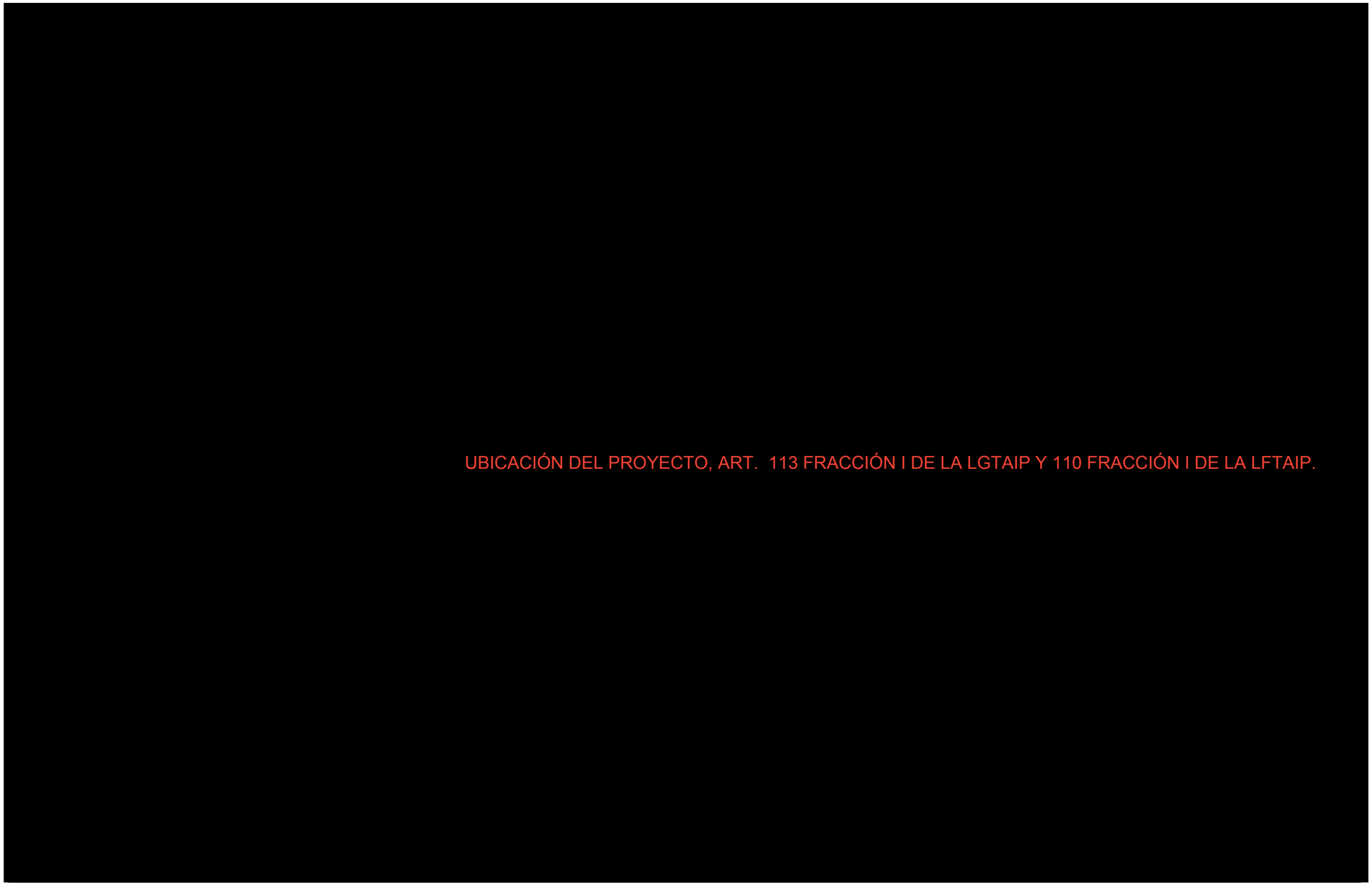


Figura IV-32. Uso de suelo y vegetación de acuerdo con la clasificación supervisada

A continuación, se presenta la descripción de los usos de suelo y vegetación observados en el sistema ambiental regional.

Agricultura de temporal anual y de riego anual y semipermanente

La agricultura de temporal anual se caracteriza por que la lluvia suministra el agua necesaria para el desarrollo de las especies, las cuales presentan un ciclo vegetativo que dura un año. El éxito del cultivo está en función de la cantidad de precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua[67]. Por otra parte, en la agricultura de riego anual, el suministro de agua utilizada para su desarrollo se obtiene por fuentes externas, como pozos o presas. En estos cultivos, el ciclo vegetativo de las especies utilizadas dura solamente un año. En el caso de la agricultura de riego anual semipermanente, las especies que se cultivan presentan un ciclo vegetativo que dura entre dos y diez años. Algunas de las especies cultivadas en el municipio a través de estas modalidades son alfalfa, frijol, maíz blanco y maíz forrajero[68,69].

[67] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación: escala 1:250,000: serie VI. México: INEGI.
[68] SIAP. (s.f.). Cierre agrícola. Obtenido el 16 de julio de 2021, de Anuario estadístico de producción agrícola: https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/
[69] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). Anuario estadístico y geográfico de Querétaro 2017. Querétaro: INEGI.

Figura IV-34. Panorámica de áreas destinadas a la producción agrícola

Cuerpo de agua

Corresponde a aquellas áreas empleadas para la captación de agua, que permite el suministro de este recurso para las áreas agrícolas dentro del sistema ambiental regional.

Dentro de esta unidad de análisis destacan las presas El Pinto, San Antonio y Santa Catarina, siendo esta la que ocupa la mayor superficie con un área de 194.11 km^2.

Figura IV-35. Panorámica de la presa Santa Catarina

Zonas urbanas

Se define como un conglomerado demográfico en donde se consideran los elementos naturales y las obras materiales que lo integran.

Dentro del sistema ambiental regional se aprecian un total de 6 localidades urbanas y 22 localidades rurales. La mayoría de las localidades son pequeñas, pero cabe destacar que existe caserío disperso alrededor de las localidades reconocidas. El análisis de estas áreas se presenta de manera posterior en el apartado de Medio socioeconómico.

Figura IV-36. Vista panorámica de las áreas urbanas al interior del SAR

Zona industrial

Esta zona corresponde al Parque Industrial Querétaro, que abarca una superficie de 450 ha destinadas al uso industrial. El objetivo del parque es brindar distintos servicios a la población mediante infraestructuras variadas como subestaciones de energía eléctrica, pozos para el abastecimiento de agua de servicio, plantas para el tratamiento de aguas residuales, entre otros. Tiene alianzas internacionales con 16 países dentro de los que se incluyen, Alemania, Japón, España, Irlanda, Suiza, Francia, etc[70].

[70] Parque Industrial Querétaro. (s.f.). Parque Industrial Querétaro. Recuperado el 16 de julio de 2021, de https://www.piq.com.mx/

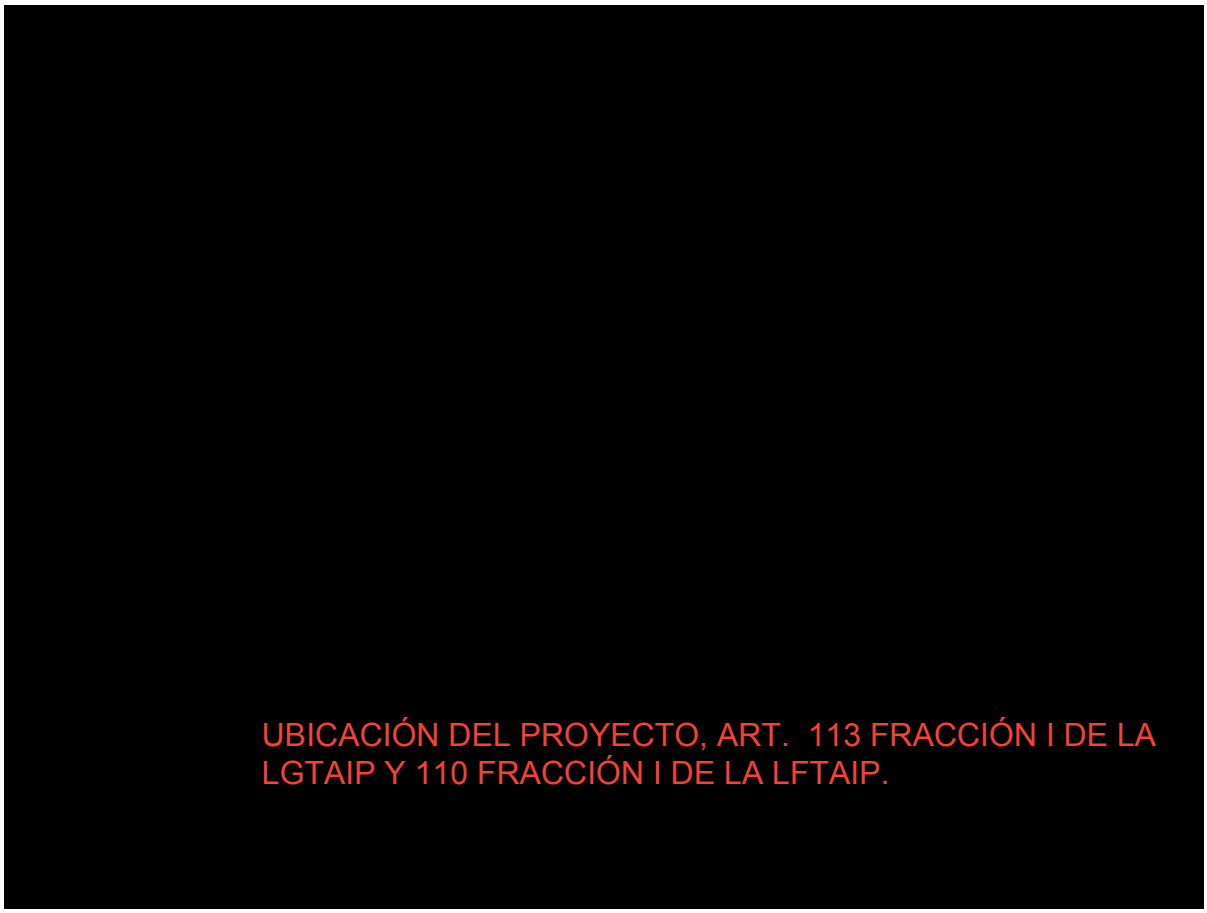


Figura IV-37. Vista de las áreas al interior del Parque Industrial Querétaro

Matorral crasicaule

Se caracteriza por la presencia de arbustos con espinas, hojas pequeñas y tallos carnosos que se distribuyen en las zonas semiáridas del centro y Norte de México y, si bien, se desarrollan principalmente en suelos someros de laderas de cerros de origen volcánico, también se pueden encontrar en suelos aluviales. Este matorral alcanza alturas de 2 a 4 m con una densidad variable, en donde pueden alcanzar casi el 100% de cobertura[71].

En el municipio de Querétaro se pueden encontrar especies de elementos leñosos como *Acacia schaffneri* (huizache), *Mimosa aculeaticarpa* (uña de gato) y *Acacia*

[71] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). *Op. Cit*

farnesiana (huizache), de igual manera, están presentes algunas cactáceas *Myrtillocactus geometrizans* (garambullo) y *Opuntia robusta* (nopal tapón)[72].

Figura IV-38. Condiciones del matorral crasicaule al interior del SAR

Selva baja caducifolia

Este tipo de vegetación se distribuye en zonas con climas cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos en elevaciones variables, desde el nivel del mar hasta 1,900 msnm, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje[73].

En esta selva, los elementos de estrato arbóreo presentan alturas de 4 a 10 m, el estrato herbáceo es reducido y sólo se puede apreciar cuando estas germinan,

[72] Pantoja, H.Y., Gómez, S.M., *et al.* (2017). *Op. Cit*
[73] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). *Op. Cit*

después de la época de lluvias. También se pueden encontrar especies de crasas y suculentas[74].

Por otra parte, en el municipio de Querétaro se han reportado especies de este tipo de vegetación, dentro de las que se incluyen *Senna polyantha* (tepehuaje*), Bursera fagaroides* (xixote*), B. palmeri* (copal), *Lysiloma microphyllum* (palo de arco) y algunos crasicaules de gran porte que cubren superficies importantes como *Myrtillocactus geometrizans* (garambullo) y *Stenocereus queretaroensis* (pitayo)[75].

Figura IV-39. Condiciones de la selva baja caducifolia dentro del SAR

[74] *Ibidem*
[75] Pantoja, H.Y., Gómez, S.M., *et al.* (2017). *Op. Cit*

IV.3.2.3. Caracterización de la vegetación

Con el fin de caracterizar las áreas que sustentan vegetación forestal al interior del sistema ambiental regional y en una pequeña porción del área en la que se pretende la instalación del proyecto se realizó un muestreo aleatorio estratificado, tanto en las zonas cubiertas por matorral crasicaule como en la selva baja caducifolia.

Es importante señalar que dentro del área del proyecto pese a que la gran mayoría de la superficie se encuentra perturbada por actividades de origen antropogénico, una porción sustenta vegetación forestal de matorral crasicaule en proceso de degradación debido a las actividades pecuarias que se desarrollan en estos terrenos.

Para este muestreo se emplearon un total de 16 sitios de muestreo, 8 unidades para cada uno de los tipos de vegetación. Este tuvo la finalidad de determinar la riqueza y estructura de los ecosistemas observados, así como su valor de diversidad, mientras que para el caso del área del proyecto, se consideraron 5 unidades.

Con el objetivo de recopilar los datos que permitieron la obtención de los índices de diversidad considerados se desarrollaron dos metodologías, una para cada tipo de vegetación:

- Con base en la metodología empleada por la Comisión Nacional Forestal para la ejecución de los trabajos concernientes con el Inventario Nacional Forestal en zonas áridas, se establecieron unidades de muestreo de 500 metros cuadrados para el matorral crasicaule. Para el caso de la selva baja caducifolia se empleó la utilizada para ecosistemas tropicales a través de unidades muestrales con forma rectangular y una superficie de 400 metros cuadrados.

- Las unidades de muestreo empleadas para la porción cubierta por matorral crasicaule cuentan con una superficie de 500 metros cuadrados (radio de 12.61 m), mientras que para la selva baja caducifolia de 400 metros cuadrados (40 x 20 m). Dentro de ambos tipos se recolectaron

datos de abundancia y cobertura de copa de las especies de porte arbustivo, arbóreo, cactáceas y rosetas.

- Para el caso de las especies herbáceas, independientemente del tipo de ecosistema del que se tratara, se delimitó un subsitio de 4 metros cuadrados (4x4 m), en el que se contabilizaron los individuos y se midió su cobertura sobre el suelo.

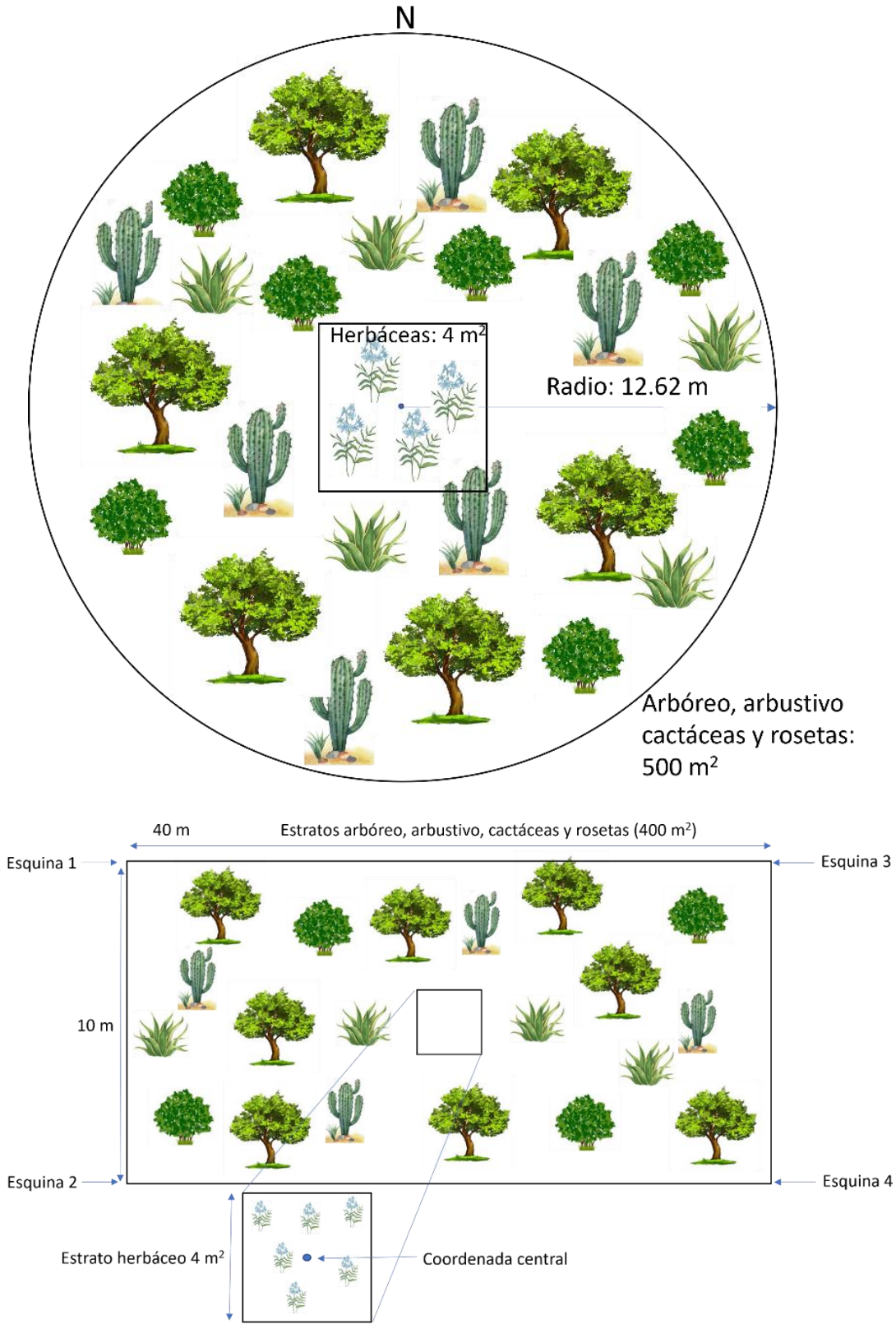


Figura IV-40. Tipo de unidades de muestreo empleadas para el muestreo de flora

- Dentro de cada una de las unidades de muestreo se procedió a la referenciación espacial en coordenadas UTM del punto central del sitio de muestreo empleando un dispositivo de posicionamiento global marca Garmin eTrex 10, que presentó un error promedio de 5 metros y fue marcado con una cinta plástica color amarillo.
- Para el caso de los sitios levantados en selva, también se registraron las coordenadas de las cuatro esquinas que lo delimitan.
- Para todos los individuos, se registró únicamente el número de individuos por especie, así como el diámetro de copa o follaje, que permitiría determinar la cobertura y dominancia para el índice de valor de importancia que será descrito posteriormente.

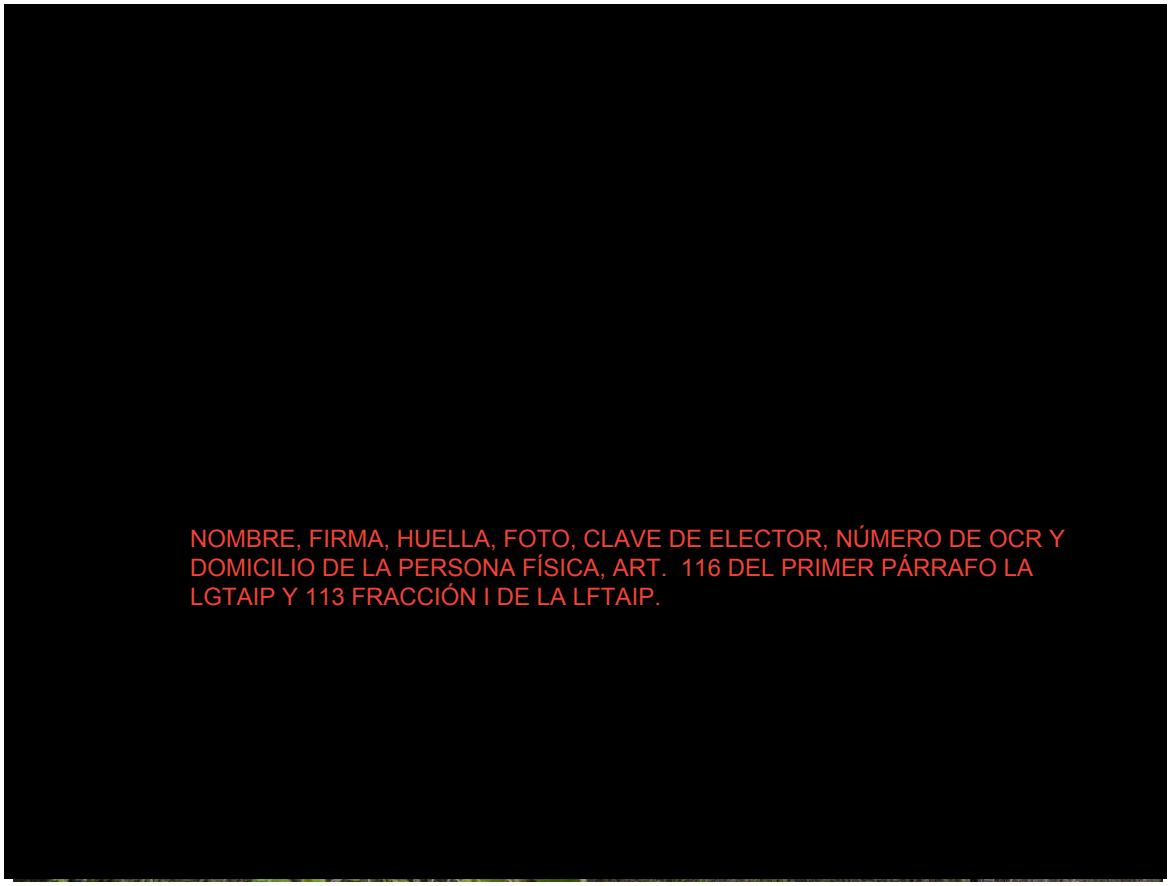


Figura IV-41. Trabajos de muestreo de flora al interior del sistema ambiental regional

- Para el caso del área del proyecto que no posee vegetación forestal, la cual se ubica principalmente en el área del Parque Industrial Querétaro, la cual se encuentra sobre infraestructura ya establecida, así como en derechos de vía de caminos o sobre áreas agrícolas, únicamente se realizaron recorridos con el fin de conocer las especies establecidas que, en la mayoría de los casos, corresponde a especies ornamentales sobre jardineras, por lo que únicamente se registró el taxón al que corresponde.

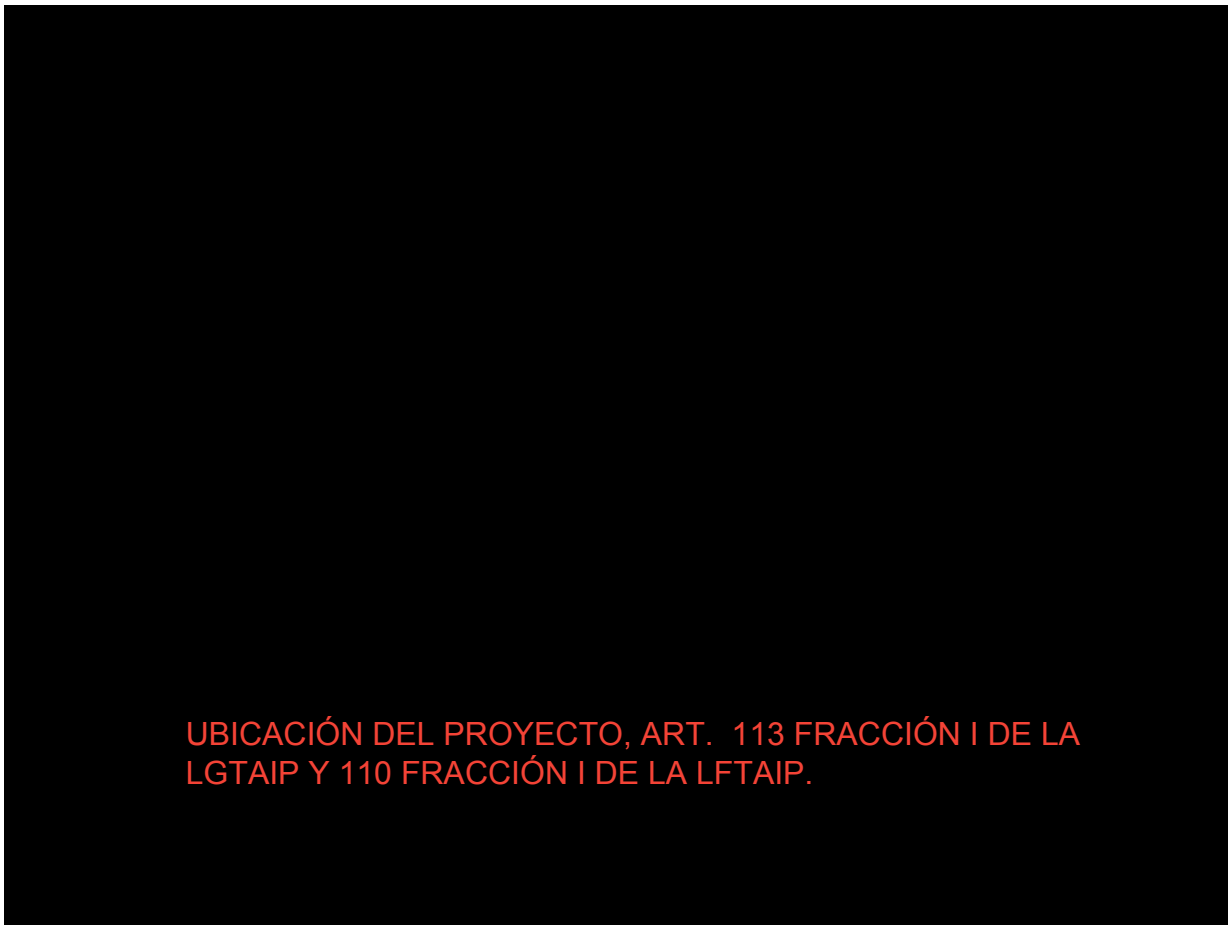


Figura IV-42. Condiciones presentes al interior del área del proyecto

IV.3.2.4. Sitios de muestreo

Con la finalidad de que el tamaño de la muestra presentara un nivel de confianza mayor o igual al 95% se estimó su tamaño considerando que no se conoce el

tamaño de la población, para ello se empleó el método de **Tamaño de muestra para estimar la media o el total de una población**[76]. Para su obtención se parte del supuesto de que la población es infinita y ajustando luego por el tamaño real de la población. En un muestreo simple al azar, la fórmula para la estimación del número de sitios es la siguiente:

$$n = \frac{Z_{\propto/2}{}^2 p(1-p)}{B^2}$$

Donde:

$Z_{\alpha/2}$ = corresponde al valor que separa un área de $\alpha/2$ en la cola del lado derecho de la distribución normal estándar. Para este caso, para determinar el ancho del intervalo de confianza para el cual la probabilidad de que el valor real de la fiabilidad dentro de la curva de Gauss esté fuera del intervalo sea de únicamente 5% (α=0.05), entonces $Z_{\alpha/2}= Z_{0.025}$=1.96 de acuerdo con la tabla de Z.

p = Corresponde a la fiabilidad o la proporción del muestreo que se pretende obtener. Para el caso del muestreo que se realizará, se busca obtener una proporción del 95% del tamaño total de la población.

B = corresponde al error (medio intervalo de confianza). Para el caso particular del muestreo se refiere al margen de error aceptado. Para el presente proyecto, gracias a la superficie del proyecto, se empleará un porcentaje de error del 15%.

Por lo tanto, si se realiza la sustitución de los valores empleados resulta lo siguiente:

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.95 \times (1-0.95)}{0.15^2} = 8.1$$

Con la finalidad de que el muestreo resulte representativo, es necesario levantar al menos 8 unidades dentro de cada uno de los tipos de vegetación observados en

[76] Bautista Z., F. 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Segunda Edición. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 770 pp. Recuperado de https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/tmuestreo.pdf

el sistema ambiental regional. Es importante señalar que, para el caso del área de proyecto, se consideraron únicamente 5 unidades de análisis debido a las dimensiones que esta posee.

A continuación, se presentan las coordenadas UTM de la zona 14 de los sitios de muestreo establecidos en el matorral crasicaule y selva baja caducifolia.

Tabla IV-16. Coordenadas de los sitios de muestreo en matorral crasicaule

No. de sitio	X	Y
1	[redacted]	
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
Área del proyecto		
1	[redacted]	
2		
3		
4		
5		

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Tabla IV-17. Coordenadas de los sitios de muestreo en selva baja caducifolia

No. de sitio	Punto	X	Y
1	Centro	[redacted]	
	Esquina 1		
	Esquina 2		
	Esquina 3		
	Esquina 4		
2	Centro		
	Esquina 1		
	Esquina 2		
	Esquina 3		
	Esquina 4		
3	Centro		
	Esquina 1		
	Esquina 2		
	Esquina 3		
	Esquina 4		

No. de sitio	Punto	X	Y
4	Centro	[redacted]	
	Esquina 1		
	Esquina 2		
	Esquina 3		
	Esquina 4		
5	Centro		
	Esquina 1		
	Esquina 2		
	Esquina 3		
	Esquina 4		
6	Centro		
	Esquina 1		
	Esquina 2		
	Esquina 3		
	Esquina 4		
7	Centro		
	Esquina 1		
	Esquina 2		
	Esquina 3		
	Esquina 4		
8	Centro		
	Esquina 1		
	Esquina 2		
	Esquina 3		
	Esquina 4		

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

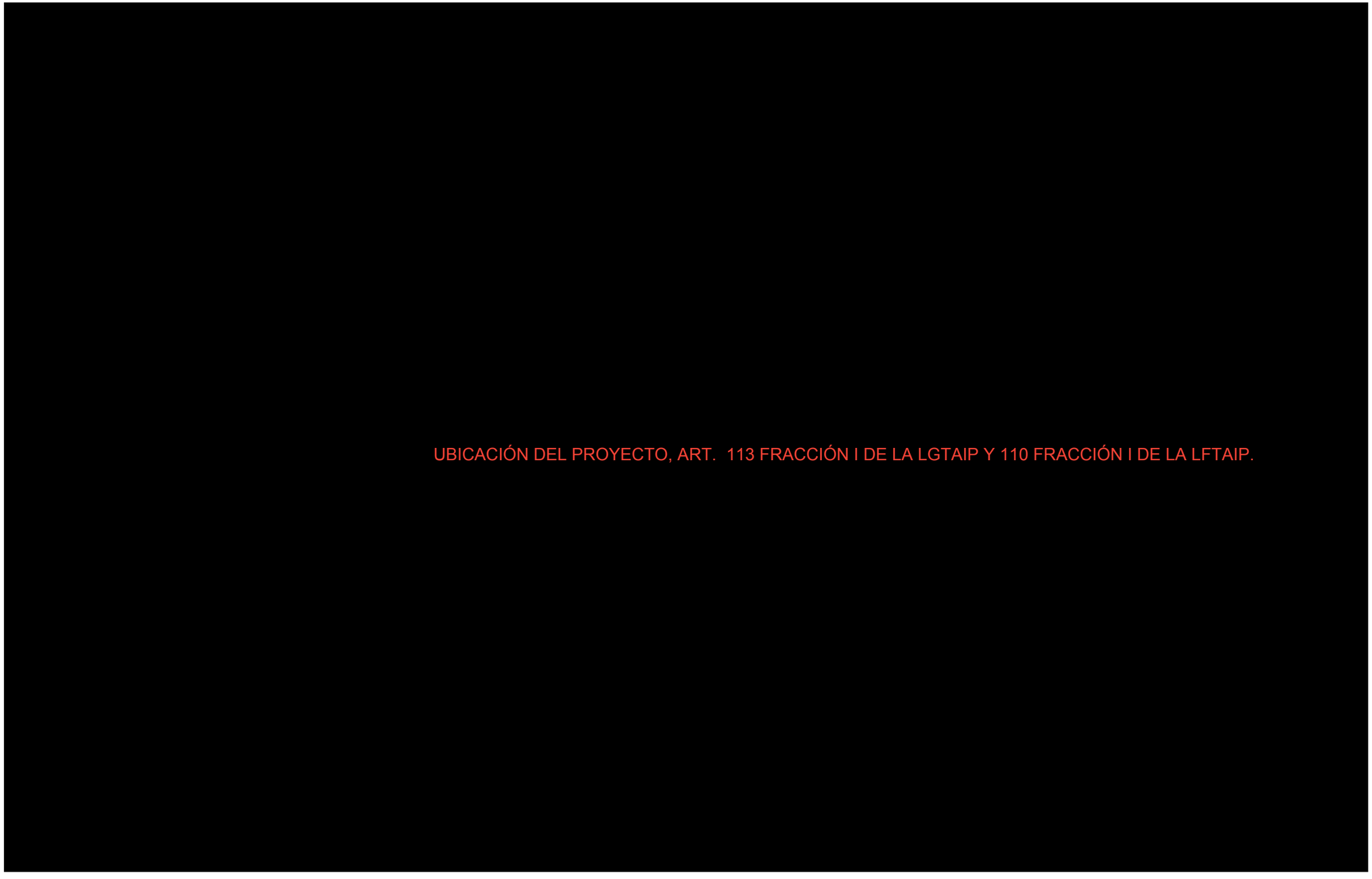


Figura IV-43. Ubicación de los sitios de muestreo de flora al interior del sistema ambiental regional

IV.3.2.5. Análisis de diversidad de la vegetación

Curvas de acumulación de especies

Las curvas de acumulación de especies son una herramienta en la que la incorporación de nuevas especies se relaciona con el esfuerzo del muestreo. Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será la cantidad de especies registradas. En un inicio se colectan de manera primordial especies comunes y la adición de nuevos registros se produce rápidamente.

A medida que se aumenta el número de unidades de muestreo, son las especies raras, así como los individuos de especies exóticas o introducidas las que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende.

En el momento en el que la pendiente desciende a cero (asintótica) corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la unidad de estudio, con los métodos utilizados y durante el tiempo en el que se llevó a cabo el muestreo[77].

Por lo tanto, con la finalidad de proporcionar una base técnica más sólida, la cantidad de sitios de muestreo resultantes se conjuntó con la estimación de las curvas de acumulación de especies. Para ello se empleó el software EstimateS Win910, el cual es una herramienta útil para la realización de las curvas y las estimaciones de la riqueza esperada de acuerdo con modelos. Este toma los datos provenientes de un sistema de muestreo estandarizado, aleatoriza toda la información y realiza cálculos del número de especies observado y esperado utilizando estimadores y considerando las desviaciones estándar provenientes del proceso de aleatorización.

Para el caso del presente estudio se consideraron los estimadores no paramétricos de Chao 1, Chao 2 y Bootstrap, cuya metodología se señala en el Capítulo VIII del presente estudio.

---

[77] Jiménez V., A., *et al.* (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología. Vol. 8. Recuperado de: https://jhortal.com/pubs/2003-Jimenez-Valverde&Hortal_Rev_Ib_Aracnol.pdf

MATORRAL CRASICAULE

Estrato herbáceo

Para el caso de Chao 1, que considera la abundancia de las especies, particularmente de aquellas que reportan uno o dos registros, se obtuvo que todas las especies pertenecientes a este estrato cuentan con tres registros o más, por lo tanto, el índice de completitud, que señala el porcentaje de especies observadas, respecto al total esperado es del 100%, por lo que, teóricamente, mediante este estimador, la totalidad de las herbáceas en el matorral crasicaule fueron reportadas.

En cuanto a Chao 2, que toma en cuenta la incidencia de las especies dentro de las unidades de muestreo, de manera particular aquellas reportadas en exactamente uno o dos sitios, se obtuvo que tres especies se observaron en una sola unidad, mientras que cuatro se reportan en dos de las unidades muestrales. A través de la aplicación del modelo correspondiente a este estimador, se obtuvo que el 93.8% de las especies reportadas en el estrato herbáceo se registraron durante la campaña de campo.

Respecto a Bootstrap que, además de considerar la incidencia de las especies, incluye la cantidad de unidades de muestreo, se obtuvo un porcentaje de especies observadas respecto al total de 91.8%.

Finalmente, a partir de los resultados obtenidos de los tres estimadores empleados, se calculó el promedio con el fin de determinar si el muestreo realizado para el estrato herbáceo es representativo, considerando un valor mínimo aceptable del 80%.

Tabla IV-18. Valores de completitud obtenidos para el estrato herbáceo en el matorral crasicaule dentro del sistema ambiental regional

Estimador	Índice de completitud (%)
Chao 1	100
Chao 2	93.8
Bootstrap	91.8
Total	95.2

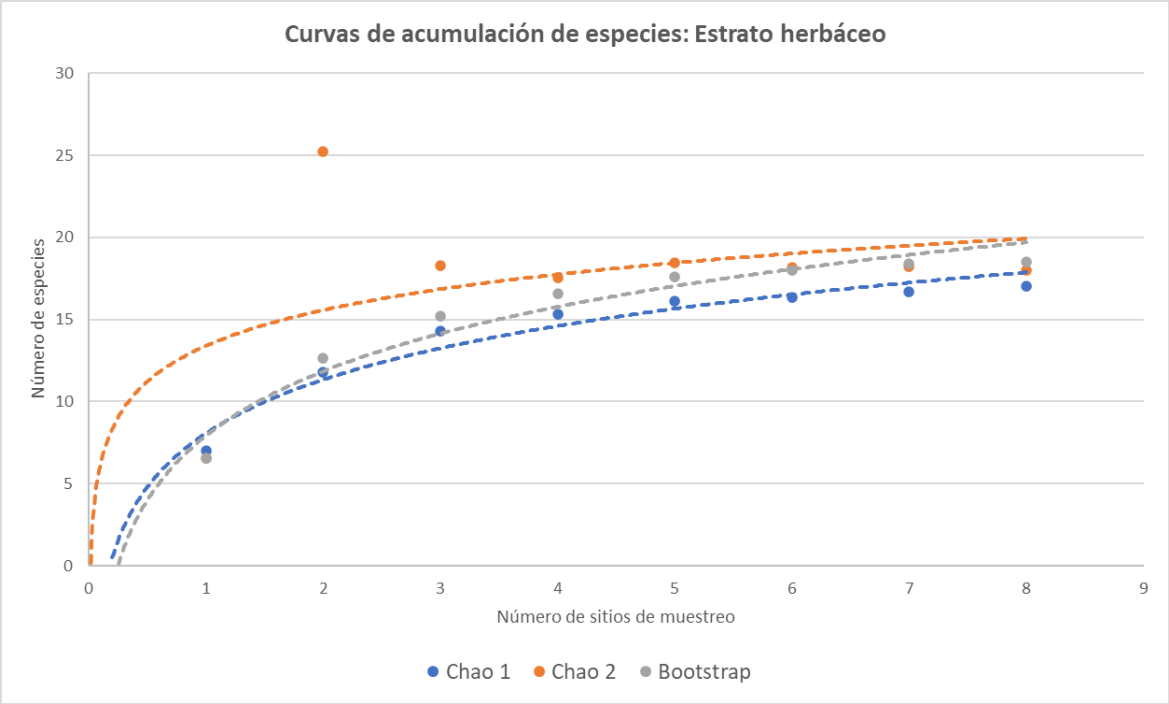


Figura IV-44. Curvas de acumulación para el estrato herbáceo en el matorral crasicaule

De acuerdo con el resultado obtenido, a través del muestreo del estrato herbáceo en el matorral crasicaule, se reportaron el 95.2% de las especies herbáceas presentes en el sistema ambiental regional, por lo tanto, se concluye que la muestra es representativa.

Estrato arbustivo

Para el caso del estimador de Chao 1, de las 26 especies arbustivas reportadas durante los muestreos dos especies presentan una abundancia de un individuo, mientras que uno de los taxones reportados cuenta con dos registros, por lo que, a través de la aplicación del modelo correspondiente, se obtiene un porcentaje de especies reportadas del 96.5%.

En cuanto a Chao 2, seis especies se reportan dentro de una sola unidad de muestreo, mientras que siete inciden en dos sitios, por lo tanto, el índice de completitud obtenido mediante este estimador es de 91%.

Respecto a Bootstrap, dentro de las ocho unidades de muestreo y, considerando el comportamiento de las incidencias de las especies en su interior, el porcentaje de especies registradas es de 90.2%.

A partir de los resultados obtenidos para los tres estimadores considerados en este análisis, se determinó un valor promedio que indica que, de la totalidad de especies arbustivas presentes en el matorral crasicaule al interior del sistema ambiental regional, se registró el 92.6%, por lo tanto, la muestra es representativa.

Tabla IV-19. Valores de completitud obtenidos para el estrato arbustivo en el matorral crasicaule dentro del sistema ambiental regional

Estimador	Índice de completitud (%)
Chao 1	96.5
Chao 2	91.0
Bootstrap	90.2
Total	92.6

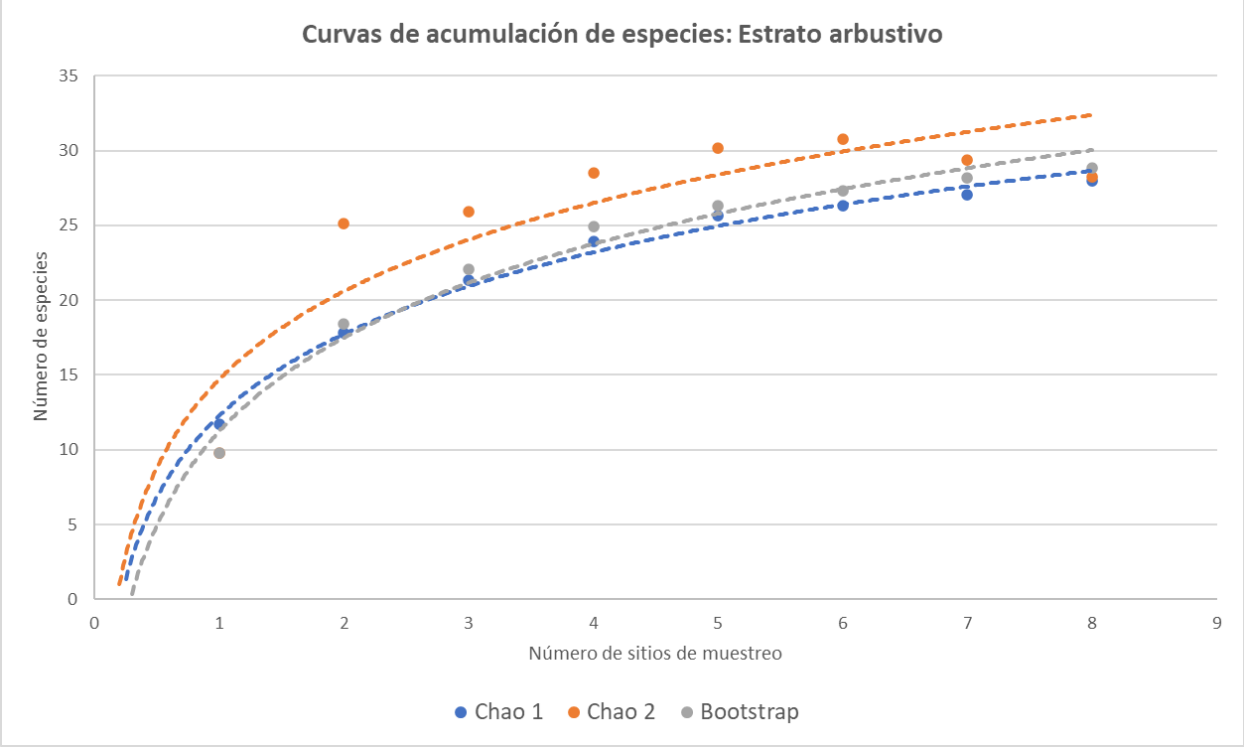


Figura IV-45. Curvas de acumulación para el estrato arbustivo en el matorral crasicaule

Estrato arbóreo

Para el caso de los estimadores Chao 1 y Chao 2, ninguna de las especies arbóreas dentro del matorral crasicaule presentan una abundancia de uno o dos individuos o una incidencia dentro de uno de los sitios de muestreo. Únicamente tres de los taxones se presentaron en, exactamente dos unidades. Por lo tanto, en ambos casos, se obtuvo que, de manera teórica, la totalidad de taxones pertenecientes a este estrato fueron registradas durante el trabajo de campo.

Por otra parte, en cuanto a Bootstrap, considerando los ocho sitios de muestreo y la distribución de las especies dentro de las unidades muestrales, se obtuvo el 94.3% de taxones registrados respecto al total.

Asimismo, considerando los valores de completitud obtenidos para los tres estimadores se determinó que el 98.1% de las especies de forma arbórea que se distribuyen dentro del matorral crasicaule dentro del sistema ambiental regional fueron registradas durante la campaña de campo, indicando, además, que la muestra es representativa.

Tabla IV-20. Valores de completitud obtenidos para el estrato arbóreo en el matorral crasicaule dentro del sistema ambiental regional

Estimador	Índice de completitud (%)
Chao 1	100.0
Chao 2	100.0
Bootstrap	94.3
Total	98.1

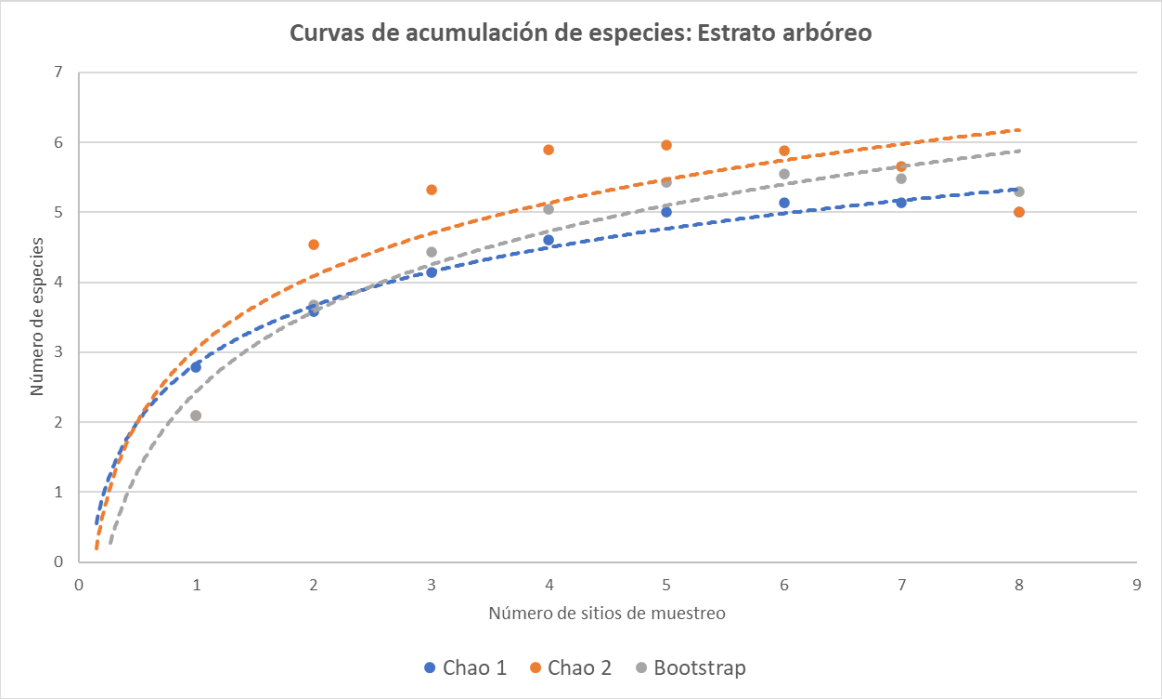


Figura IV-46. Curvas de acumulación para el estrato arbóreo en el matorral crasicaule

Cactáceas

Para el caso del estimador Chao 1, uno de los taxones presenta una abundancia de un individuo, mientras que dos especies cuentan con únicamente dos registros, por lo tanto, se estima un porcentaje de especies registradas respecto al total de 98.2%.

En el caso de Chao 2, dos taxones, inciden en uno y dos sitios, respectivamente, por lo que, se estima que, de la totalidad de especies esperadas, se observó el 90%.

Por otra parte, en cuanto a Bootstrap, considerando los 8 sitios de muestreo y la distribución de las especies dentro de las unidades muestrales, se obtuvo el 90.9% de taxones registrados respecto al total.

Asimismo, considerando los valores de completitud obtenidos para los tres estimadores se determinó que el 93.1% de las especies pertenecientes al grupo de las cactáceas que se distribuyen en el matorral crasicaule dentro del sistema

ambiental regional fueron registradas durante la campaña de campo, indicando, además, que la muestra es representativa.

Tabla IV-21. Valores de completitud obtenidos para el grupo de las cactáceas en el matorral crasicaule dentro del sistema ambiental regional

Estimador	Índice de completitud (%)
Chao 1	98.2
Chao 2	90.0
Bootstrap	90.9
Total	93.1

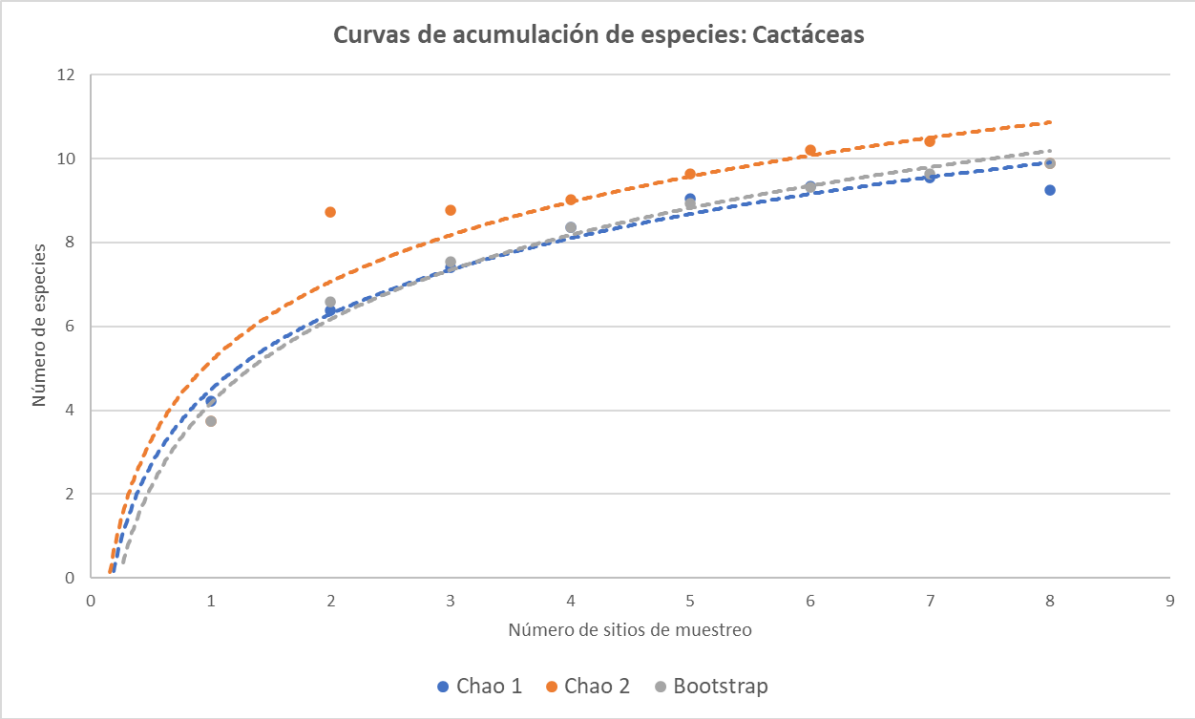


Figura IV-47. Curvas de acumulación para el grupo de las cactáceas en el matorral crasicaule

Matorral crasicale – Área del proyecto

Estrato herbáceo

Respecto al estimador Chao 1, ninguna está representado por exactamente uno o dos individuos, por lo tanto, de manera teórica, la totalidad de las especies herbáceas en el área del proyecto fueron consideradas.

En cuanto al estimador de Chao 2, dos de los taxones estuvieron presentes en uno o dos sitios de muestreo, respectivamente, por lo tanto, se estima que se observaron el 90% de las especies estimadas dentro de esta unidad de análisis.

Para el caso de Bootstrap, considerando las unidades de muestreo establecidas y la forma en la que se comporta la incidencia de las especies en su interior, se obtuvo un registro del 91.5% de las especies totales esperadas.

Finalmente, considerado los porcentajes obtenidos para los tres estimadores, se estimó un índice de completitud de 93.8%, que hace referencia al porcentaje de especies registradas, respecto al total de taxones de porte herbáceo que se espera encontrar. Por lo tanto, la muestra resulta representativa de las condiciones presentes en campo.

Tabla IV-22 Valores de completitud obtenidos para el estrato herbáceo en el matorral crasicaule del área del proyecto

Estimador	Índice de completitud (%)
Chao 1	100
Chao 2	90
Bootstrap	91.5
Total	93.8

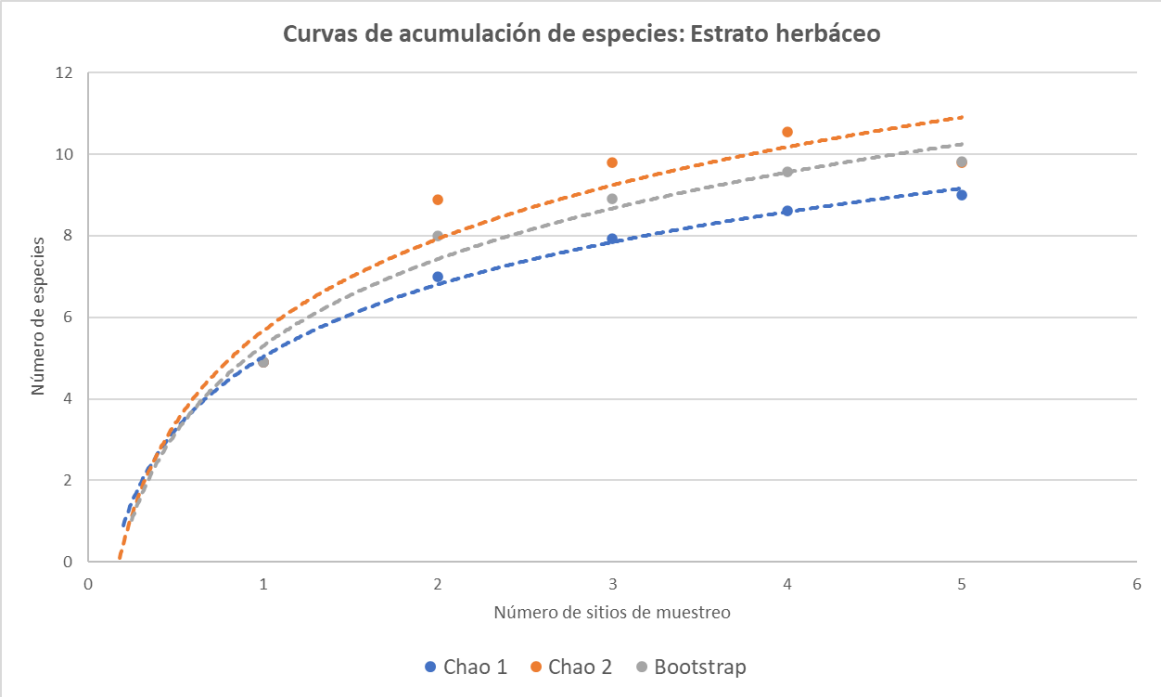


Figura IV-48 Curvas de acumulación para el estrato herbáceo en el matorral crasicaule del AP.

Estrato arbustivo

Para el caso del estimador de Chao 1, se observaron un total de 12 especies de porte arbustivo, de las cuales ninguna está representada por uno o dos individuos respectivamente. Por lo tanto, a través de la aplicación del modelo correspondiente, se estima que se registró la totalidad de especies esperadas.

Respecto a Chao 2, uno de los taxones se registró en una sola unidad muestral, mientras seis se observaron de forma exclusiva en dos sitios, por lo que, se estima un 99.3% de las especies, respecto al total esperado.

En cuanto a Bootstrap, considerando las cinco unidades de muestreo y la distribución de las incidencias, se estima que, durante la fase de campo se registró el 93.6% de las especies.

Finalmente, considerando el valor promedio de los índices de completitud, se estima que el 97.6% de las especies arbustivas al interior del área del proyecto fueron registradas, por lo tanto, se concluye que la muestra es representativa de las condiciones presentes en campo.

Tabla IV-23 Valores de completitud obtenidos para el estrato arbustivo en el matorral crasicaule del área del proyecto

Estimador	Índice de completitud (%)
Chao 1	100
Chao 2	99.3
Bootstrap	93.6
Total	97.6

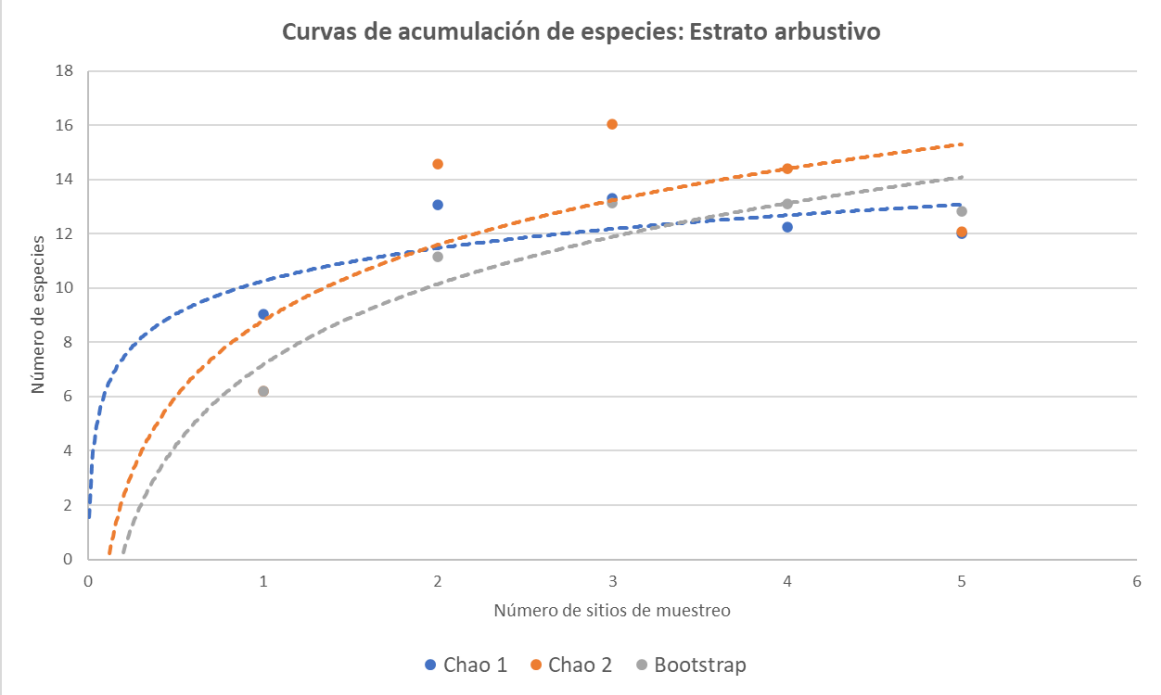


Figura IV-49 Curvas de acumulación para el estrato arbustivo en el matorral crasicaule del AP

Estrato arbóreo

Para el caso del estimador de Chao 1, se observaron un total de cuatro especies de porte arbóreo, de las cuales ninguna está representada por uno o dos individuos respectivamente. Por lo tanto, a través de la aplicación del modelo correspondiente, se estima que se registró la totalidad de especies esperadas.

Respecto a Chao 2, ninguna de los taxones fue observado de manera exclusiva en una unidad de muestreo, sin embargo, otro se registró en dos sitios, por lo tanto, se estima que la totalidad de especies esperados fue registrado.

Respecto a Bootstrap, tomando en cuenta las 5 unidades de muestreo y el comportamiento de las incidencias en su interior, se obtuvo un registro de 97.8%, respecto al total esperado.

Por último, a través del análisis en conjunto de los estimadores empleados, se obtuvo un índice de completitud medio de 99.3%, para las especies del estrato arbóreo en el matorral crasicaule del área del proyecto y, por lo tanto, la muestra es representativa de las condiciones presentes en campo.

Tabla IV-24 Valores de completitud obtenidos para el estrato arbóreo en el matorral crasicaule del área del proyecto

Estimador	Índice de completitud (%)
Chao 1	100.0
Chao 2	100.0
Bootstrap	97.8
Total	99.3

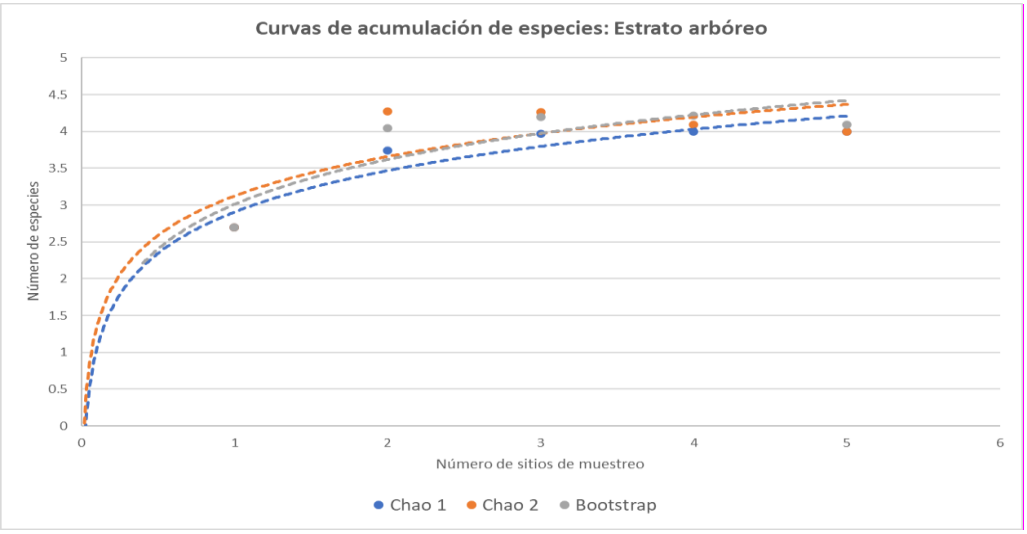


Figura IV-50 Curvas de acumulación para el estrato arbóreo en el matorral crasicuale del AP

Cactáceas

Para este grupo, se obtuvo registro de cinco taxones. Ninguno de ellos presenta una abundancia de un individuo o una incidencia en un solo sitio, mientras que dos están representados por dos individuos y ocurren en dos unidades muestrales, por lo tanto, de acuerdo con la aplicación de los estimadores de Chao 1 y 2, la totalidad de especies fue observada.

Para el caso de Bootstrap, a partir de los cinco sitios de muestro y la incidencia de las especies en cada uno de ellos, se obtuvo el registro del 96.6% de las especies registradas respecto al total esperado.

Considerando los índices de completitud obtenidos para cada uno de los estimadores, se estima un valor medio de 98.9% de especies de cactáceas registradas dentro de la selva baja caducifolia en el sistema ambiental regional, respecto al total de taxones esperado. Por lo tanto, se considera que la muestra es representativa de las condiciones presentes en campo.

Tabla IV-25 Valores de completitud obtenidos para el grupo de las cactáceas en el matorral crasicaule del área del proyecto

Estimador	Índice de completitud (%)
Chao 1	100.0
Chao 2	100.0
Bootstrap	97.9
Total	99.3

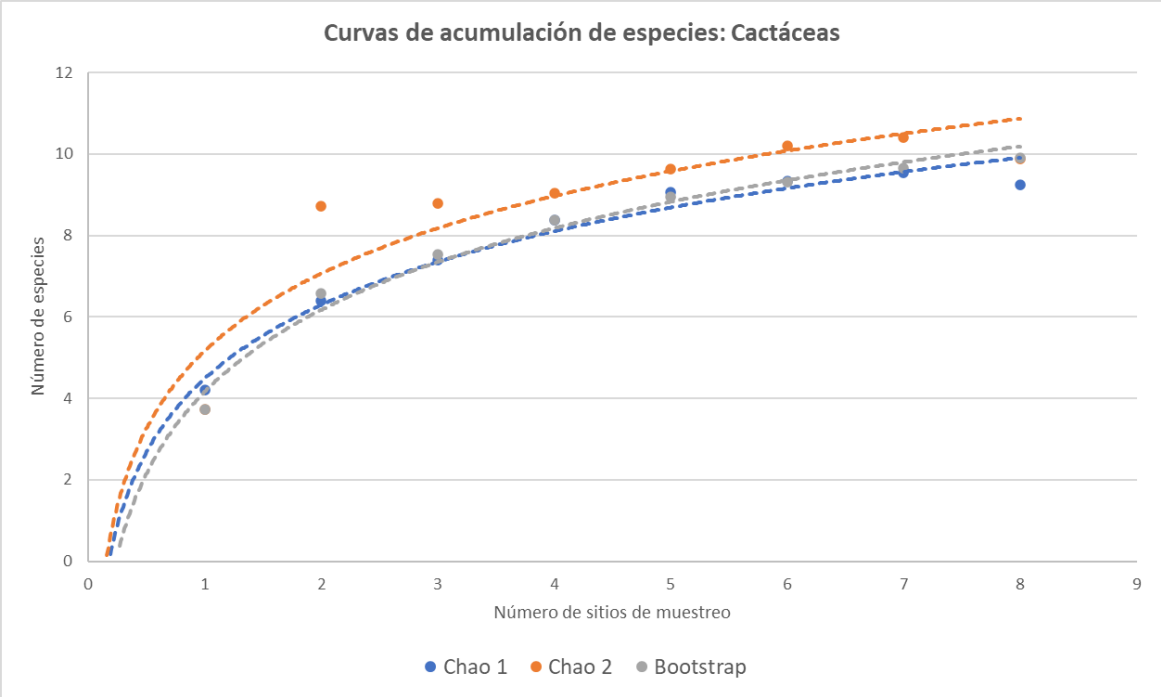


Figura IV-51 Curvas de acumulación para el grupo de las cactáceas en el matorral crasicaule del AP

SELVA BAJA CADUCIFOLIA

Estrato herbáceo

Respecto al estimador Chao 1, una de las especies cuenta con una abundancia de un individuo, mientras que ninguna está representada por dos ejemplares. Gracias a esto, se estima un 96.6% de especies registradas, respecto al total esperado.

En cuanto al estimador de Chao 2, tres de las especies inciden en una sola unidad muestral, mientras que cuatro se registraron en dos sitios. Por esto, considerando el modelo correspondiente, se estima el 92.6% de especies observadas del total de herbáceas dentro de la selva baja caducifolia.

Para el caso de Bootstrap, considerando las unidades de muestreo establecidas y la forma en la que se comporta la incidencia de las especies en su interior, se obtuvo un registro del 90.6% de las especies totales esperadas.

Finalmente, considerado los porcentajes obtenidos para los tres estimadores, se estimó un índice de completitud de 93.2%, que hace referencia al porcentaje de especies registradas, respecto al total de taxones de porte herbáceo que se espera encontrar en la selva baja caducifolia, al interior del sistema ambiental regional. Por lo tanto, la muestra resulta representativa de las condiciones presentes en campo.

Tabla IV-26. Valores de completitud obtenidos para el estrato herbáceo en la selva baja caducifolia dentro del sistema ambiental regional

Estimador	Índice de completitud (%)
Chao 1	96.6
Chao 2	92.6
Bootstrap	90.6
Total	93.2

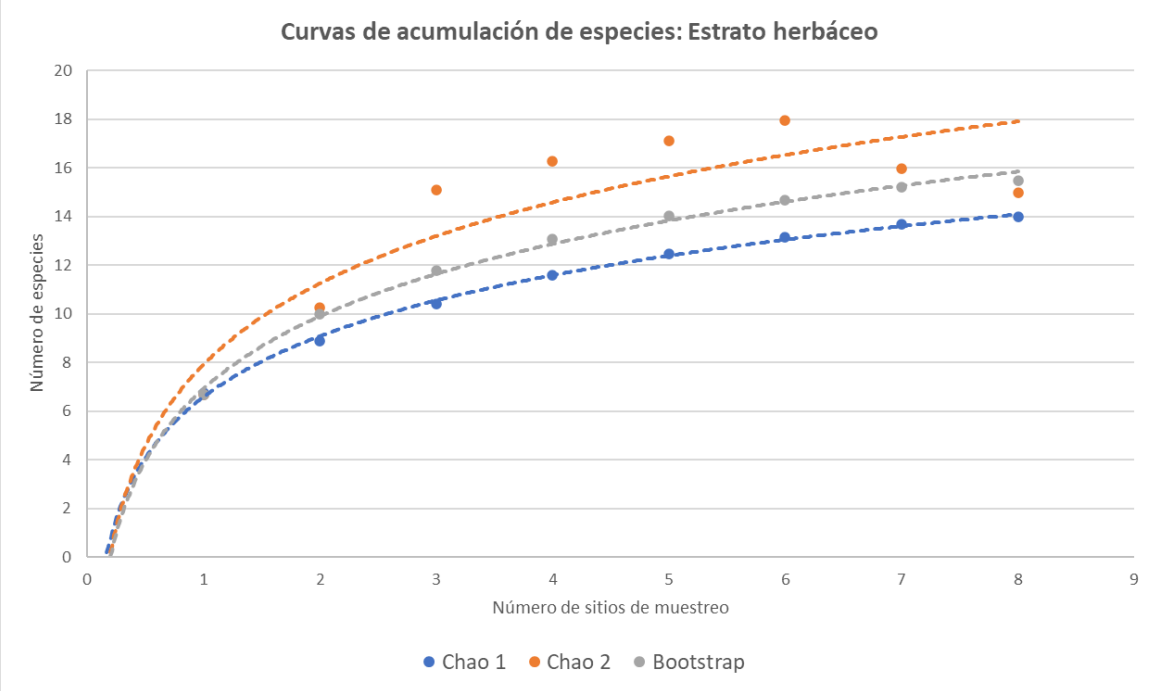


Figura IV-52. Curvas de acumulación para el estrato herbáceo en la selva baja caducifolia

Estrato arbustivo

Para el caso del estimador de Chao 1, se observaron un total de 22 especies de porte arbustivo, de las cuales un solo taxón, está representado por uno y dos individuos exactamente, respectivamente. Por lo tanto, a través de la aplicación del modelo correspondiente, se estima que se registraron el 98.9% de las especies esperadas.

Respecto a Chao 2, tres de los taxones se registraron en una sola unidad muestral, mientras que ninguna se observó de forma exclusiva en dos sitios, por lo que, se estima un 83% de las especies, respecto al total esperado.

En cuanto a Bootstrap, considerando las ocho unidades de muestreo y la distribución de las incidencias, se estima que, durante la fase de campo se registró el 95.4% de las especies.

Finalmente, considerando el valor promedio de los índices de completitud, se estima que el 92.4% de las especies arbustivas al interior de la selva baja caducifolia en el sistema ambiental regional fueron registradas, por lo tanto, se concluye que la muestra es representativa de las condiciones presentes en campo.

Tabla IV-27. Valores de completitud obtenidos para el estrato arbustivo en la selva baja caducifolia dentro del sistema ambiental regional

Estimador	Índice de completitud (%)
Chao 1	98.9
Chao 2	83.0
Bootstrap	95.4
Total	92.4

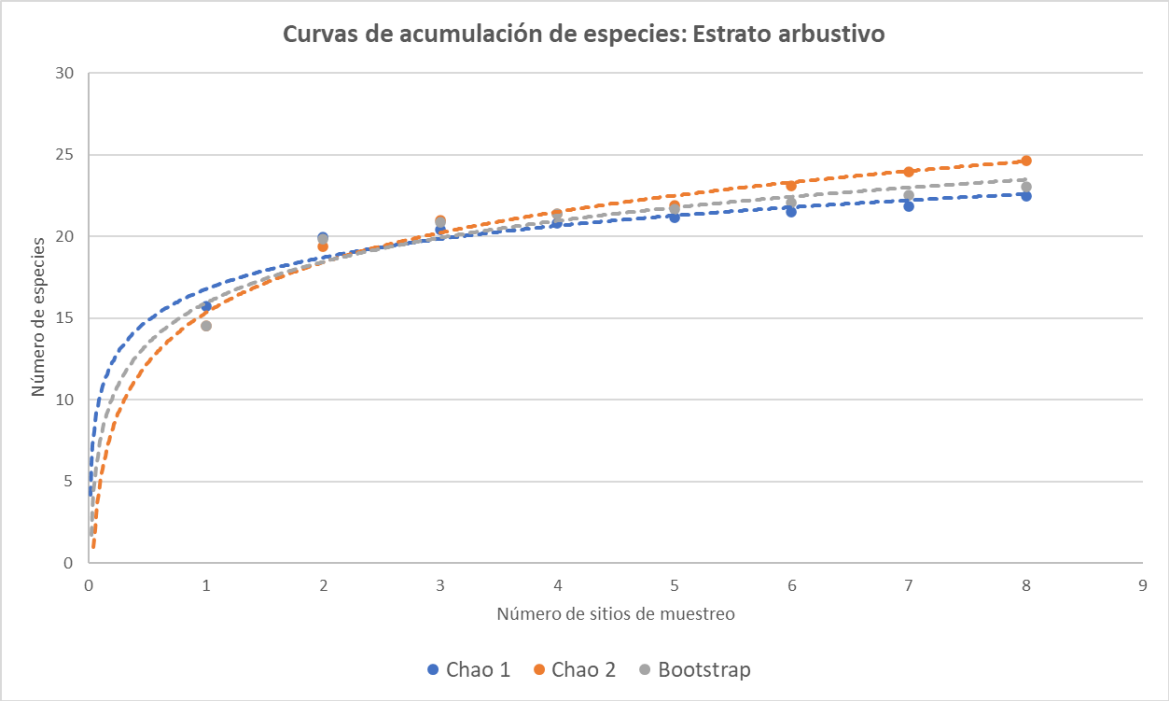


Figura IV-53. Curvas de acumulación para el estrato arbustivo en la selva baja caducifolia

Estrato arbóreo

Para el caso de los estimadores Chao 1 y Chao 2, ninguna de las especies arbóreas al interior de la selva baja caducifolia presenta una abundancia de uno o dos individuos o, por otra parte, una incidencia dentro de una o dos unidades muestrales, por lo tanto, en ambos casos, se obtuvo que, de manera teórica, la totalidad de taxones pertenecientes a este estrato fueron registradas durante el trabajo de campo.

Respecto a Bootstrap, tomando en cuenta las 8 unidades de muestreo y el comportamiento de las incidencias en su interior, se obtuvo un registro de 99.9%, respecto al total esperado.

Por último, a través del análisis en conjunto de los estimadores empleados, se obtuvo un índice de completitud medio de 100%, por lo tanto, de manera teórica, la totalidad de taxones pertenecientes al estrato arbóreo en la selva baja caducifolia fueron registrados y, por lo tanto, la muestra es representativa de las condiciones presentes en campo.

Tabla IV-28. Valores de completitud obtenidos para el estrato arbóreo en la selva baja caducifolia dentro del sistema ambiental regional

Estimador	Índice de completitud (%)
Chao 1	100.0
Chao 2	100.0
Bootstrap	99.9
Total	100.0

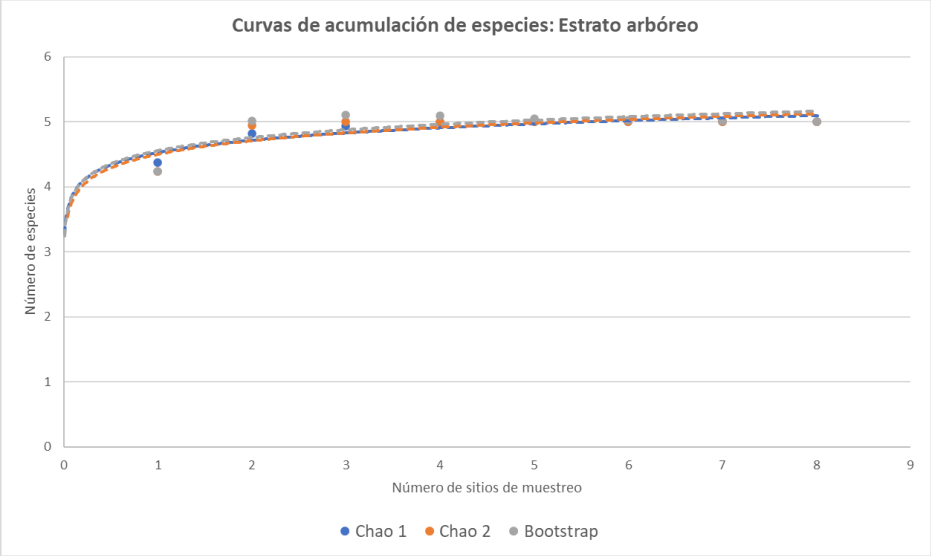


Figura IV-54. Curvas de acumulación para el estrato arbóreo en la selva baja caducifolia

Cactáceas

Para este grupo, se obtuvo registro de siete taxones. Ninguno de ellos presenta una abundancia de uno o dos individuos, por lo tanto, de acuerdo con la aplicación del estimador Chao 1, la totalidad de especies fue observada.

Por otra parte, en cuanto a Chao 2, ninguna especie es exclusiva de una sola unidad muestral, mientras que un taxón incide en exactamente dos sitios, por lo tanto, a través de la aplicación del modelo se obtuvo que, de manera teórica, todas las especies de cactáceas esperadas fueron registradas.

Para el caso de Bootstrap, a partir de los ocho sitios de muestro y la incidencia de las especies en cada uno de ellos, se obtuvo el registro del 97.9% de las especies registradas respecto al total esperado.

Considerando los índices de completitud obtenidos para cada uno de los estimadores, se estima un valor medio de 99.3% de especies de cactáceas registradas dentro de la selva baja caducifolia en el sistema ambiental regional, respecto al total de taxones esperado. Por lo tanto, se considera que la muestra es representativa de las condiciones presentes en campo.

Tabla IV-29. Valores de completitud obtenidos para el grupo de las cactáceas en la selva baja caducifolia dentro del sistema ambiental regional

Estimador	Índice de completitud (%)
Chao 1	100.0
Chao 2	100.0
Bootstrap	97.9
Total	99.3

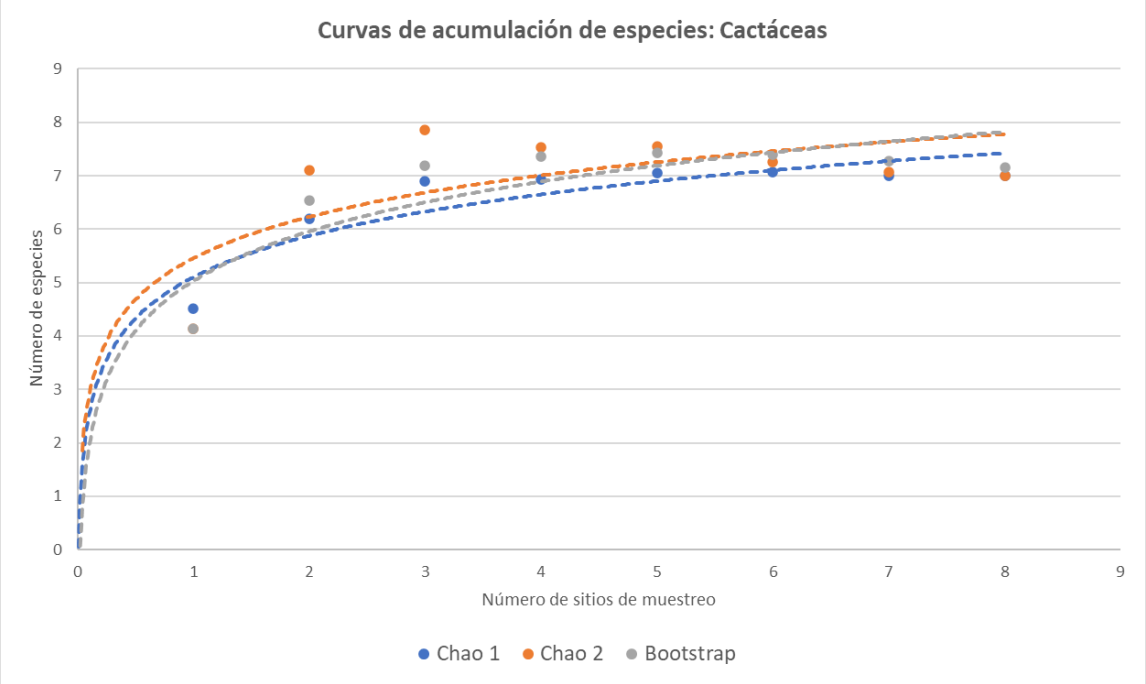


Figura IV-55. Curvas de acumulación para el grupo de las cactáceas en la selva baja caducifolia

Rosetas

Para este grupo se consideran aquellas especies en forma de roseta, principalmente las del género *Agave*, de las cuales se registraron dos taxones. Respecto a los estimadores Chao 1 y Chao 2, un solo taxón tuvo una abundancia de un individuo y una incidencia dentro de un solo sitio de muestreo, mientras que ninguna de las dos especies se registró en dos sitios o tuvo exactamente dos registros. Por lo tanto, para ambos casos, el índice de completitud obtenido es de 80%.

Para el caso de Bootstrap, considerando los ocho sitios de muestreo y la forma en la que inciden, se obtuvo un registro de 85.2% de especies registradas respecto al total esperado.

Finalmente, a partir de los índices obtenidos a través de la aplicación de los tres estimadores, se estimó un valor medio de 81.7% de especies de rosetas dentro de la selva baja caducifolia en el sistema ambiental regional, respecto al total esperado, por lo tanto, se puede considerar a la muestra como representativa de las condiciones presentes en campo.

Tabla IV-30. Valores de completitud obtenidos para el grupo de las rosetas en la selva baja caducifolia dentro del sistema ambiental regional

Estimador	Índice de completitud (%)
Chao 1	80.0
Chao 2	80.0
Bootstrap	85.2
Total	81.7

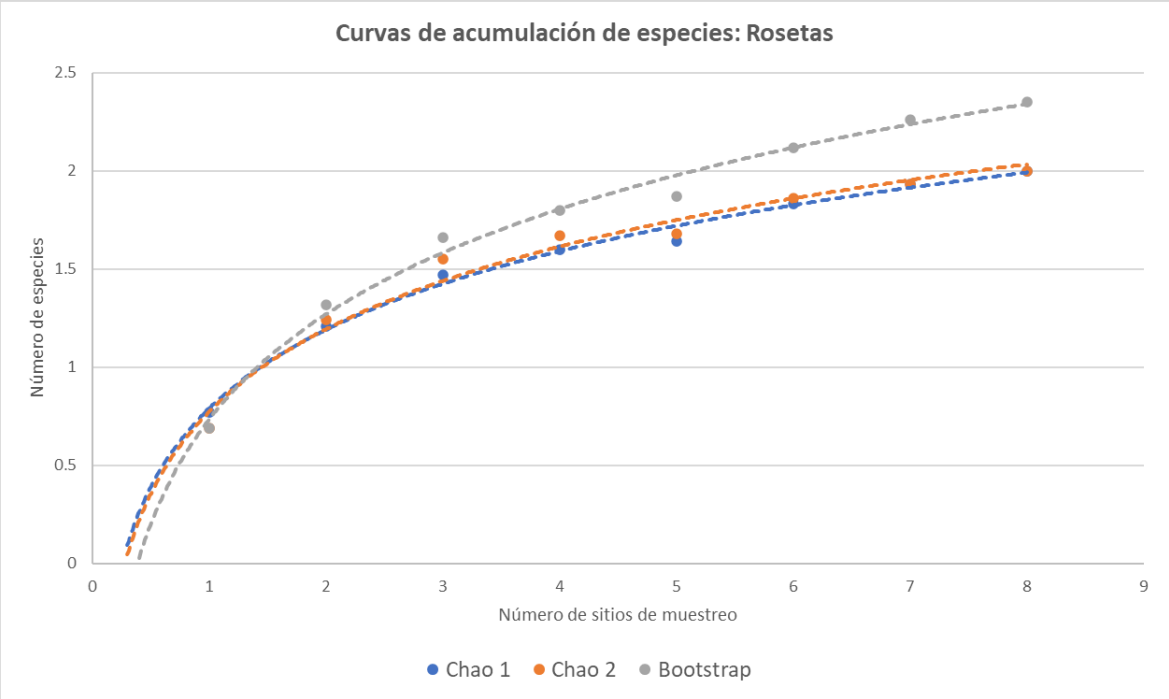


Figura IV-56. Curvas de acumulación para el grupo de las rosetas en la selva baja caducifolia

Índices de diversidad

Considerando los datos obtenidos durante el muestreo en campo, se procedió a la obtención de los índices de diversidad mediante el software Microsoft Excel®.

Para la identificación de los taxones observados se emplearon los registros fotográficos que fueron cotejados con listados florísticos generados en la región y en el estado, así como fotografías de los herbarios disponibles en línea.

Por otra parte, con el fin de definir el estrato al que corresponde cada una de las especies, se consultaron fichas técnicas en las que se indicara la forma de vida de cada una de ellas y, de esta forma, proceder con el análisis de diversidad.

Para la obtención de los parámetros estructurales de las comunidades vegetales, se consideraron datos como abundancia por hectárea, frecuencia y cobertura.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para los dos tipos de vegetación forestal que se distribuyen en el sistema ambiental regional y para cada uno de los estratos y grupos determinados.

Matorral crasicaule sistema Ambiental

Estrato herbáceo

Dentro de los 8 sitios de muestreo se registró un total de 17 especies y una abundancia dentro de la superficie de muestreo de 1,115 individuos. Es importante señalar que, de los taxones observados, ninguna se encuentra catalogada dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV-31. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo dentro del matorral crasicaule

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DoR	IVI
Alternanthera caracasana	Verdolaga de puerco	2.601	5.660	1.870	10.131
Ambrosia sp.		0.269	3.774	0.267	4.310
Astragalus micranthus var. *seatoni*		5.650	7.547	2.404	15.601
Bouchea prismatica	Moradilla	19.731	5.660	9.615	35.007
Bouteloua sp.	Pasto	7.265	7.547	10.951	25.763
Commelina coelestis	Hierba de pollo	0.269	3.774	0.107	4.149
Eragrostis sp.	Zacate	6.547	7.547	26.709	40.804
Euphorbia mendezii	Hierba de la golondrina	14.170	11.321	21.368	46.859
Ipomoea costellata		7.623	7.547	2.938	18.109
Ipomoea indica	Campanita	0.448	1.887	0.267	2.602
Kallstroemia rosei	Verdolaguilla	4.843	9.434	9.882	24.159
Oxalis decaphylla	Agrito	4.664	5.660	2.404	12.728
Oxalis latifolia	Coyol	7.175	1.887	1.603	10.664
Portulaca oleracea	Verdolaga	1.345	1.887	1.068	4.300
Sanvitalia procumbens	Ojo de pollo	15.067	11.321	6.677	33.065
Sida sp.		0.538	3.774	0.267	4.579

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DoR	IVI
Zinnia peruviana	Mal de ojo	1.794	3.774	1.603	7.170
Total		**100.000**	**100.000**	**100.000**	**300.000**
DR: Densidad relativa, FR: Frecuencia relativa, DoR: Dominancia relativa, IVI: Índice de valor de importancia					

Respecto a la densidad, se obtuvo una abundancia por hectárea de 348,438 individuos de forma de vida herbácea.

De acuerdo con los datos antes presentados, la especie mejor representada corresponde a la moradilla (*Bouchea prismatica*) con 220 ejemplares registrados y un estimado de 68,750 individuos por hectárea seguida por el ojo de pollo (*Sanvitalia procumbens*) con 168 individuos en los sitios y 52,500 plantas estimadas en una hectárea.

Respecto a la incidencia de especies, el ojo de pollo (*Sanvitalia procumbens*) y la hierba de la golondrina (*Euphorbia mendezii*) fueron las que se reportaron en la mayor cantidad de unidades muestrales (6 sitios de muestreo).

Por otra parte, en cuanto a la dominancia de las especies respecto a la ocupación de la copa de los individuos, se obtuvo que la que presenta el mayor valor es el zacate (*Eragrostis* sp.) con una ocupación de 312.5 metros cuadrados por hectárea. El segundo lugar es ocupado por la golondrina (*Euphorbia mendezii*) con 250 metros cuadrados por unidad de superficie.

Considerando los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia se obtuvo el índice de valor de importancia. El valor más alto lo obtuvo la golondrina (*Euphorbia mendezii*) con 46.859, la cual es una hierba anual o permanente que se distribuye ampliamente en toda la República Mexicana, principalmente en aquellas áreas que presentan algún tipo de perturbación[78], como la que se aprecia en el sistema ambiental regional que tiene una fuerte presencia de ganado ovino y bovino.

[78] E-Floras. Flora of North America: *Euphorbia mendezii*. Recuperado de: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=250101588

La segunda especie con el valor de importancia más alto corresponde al zacate (*Eragrostis* sp.), el cual es un género de pastos que tienden a comportarse como vegetación inducida de la cual se alimenta el ganado.

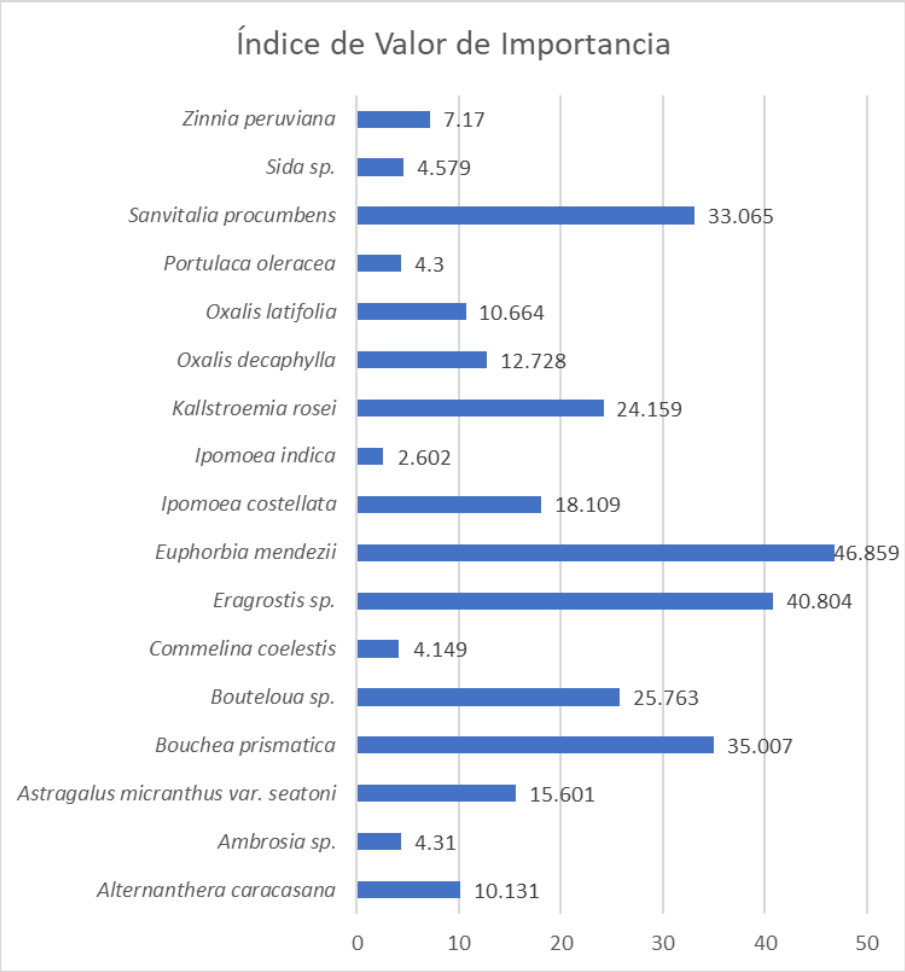


Figura IV-57. Índice de valor de importancia obtenido para el estrato herbáceo dentro del matorral crasicaule

Por otra parte, se obtuvo el índice Shannon Wiener y equitatividad con base en los datos de abundancia obtenidos durante el muestreo.

Tabla IV-32. Índices de diversidad estimados para el estrato herbáceo dentro del matorral crasicaule

Nombre científico	Nombre común	Abundancia/ ha	Pi	Índice de Shannon Wiener
Alternanthera caracasana	Verdolaga de puerco	9,063	0.026	0.095

Ambrosia sp.		938	0.003	0.016
Astragalus micranthus var. *seatoni*		19,688	0.057	0.162
Bouchea prismatica	Moradilla	68,750	0.197	0.320
Bouteloua sp.	Pasto	25,313	0.073	0.190
Commelina coelestis	Hierba de pollo	938	0.003	0.016
Eragrostis sp.	Zacate	22,813	0.065	0.178
Euphorbia mendezii	Hierba de la golondrina	49,375	0.142	0.277
Ipomoea costellata		26,563	0.076	0.196
Ipomoea indica	Campanita	1,563	0.004	0.024
Kallstroemia rosei	Verdolaguilla	16,875	0.048	0.147
Oxalis decaphylla	Agrito	16,250	0.047	0.143
Oxalis latifolia	Coyol	25,000	0.072	0.189
Portulaca oleracea	Verdolaga	4,688	0.013	0.058
Sanvitalia procumbens	Ojo de pollo	52,500	0.151	0.285
Sida sp.		1,875	0.005	0.028
Zinnia peruviana	Mal de ojo	6,250	0.018	0.072
Total		**348,438**	**1.000**	**2.398**
		Riqueza específica		17
		H calculada		2.398
		H max = Ln S		2.833
		Equidad = H/Hmax		0.846

El índice de Shannon Wiener obtenido para este estrato es de 2.398, lo que indica un valor de diversidad muy alto debido a la cantidad de especies reportadas. Por otra parte, considerando la forma en la que se distribuyen las abundancias de las especies reportadas se obtuvo un valor de equidad de 0.846, lo que indica que esa distribución es uniforme. En este mismo contexto, en caso de que todos los taxones hubieran reportado la misma cantidad de ejemplares, la diversidad máxima estimada es de 2.833.

Estrato arbustivo

Dentro de las unidades de muestreo se registraron 26 taxones y una abundancia en los sitios de 2,610 individuos.

De las especies registradas, ninguna se encuentra catalogada dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV-33. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo dentro del matorral crasicaule

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DoR	IVI
Abutilon dugesii	Malva	0.077	2.439	0.091	2.607
Astrolepis sinuata	Helecho	2.222	2.439	0.254	4.915
Baccharis pteronioides	Caratacua	0.115	3.659	0.041	3.815
Bouvardia ternifolia	Trompetilla	2.184	4.878	0.822	7.884
Buddleja scordioides	Escobilla	0.153	1.220	0.014	1.387
Calliandra eriophylla	Gatillo	9.502	2.439	2.585	14.526
Celtis pallida	Granjeno	0.038	1.220	0.654	1.911
Cheilanthes myriophylla	Helecho	0.038	1.220	0.007	1.265
Chenopodium murale	Quelite de puerco	5.172	7.317	6.832	19.322
Condalia mexicana	Granjeno	1.149	4.878	4.159	10.186
Condalia velutina	Pico de pájaro	0.958	3.659	3.417	8.033
Croton morifolius	Pálido	12.567	6.098	4.140	22.805
Dalea bicolor	Engodacabra	2.069	6.098	3.017	11.184
Eupatorium petiolare	Amargocilla	0.268	1.220	0.371	1.859
Forestiera phillyreoides	Acebuche	0.920	4.878	7.117	12.914
Gochnatia magna	Canastillo	0.996	2.439	1.234	4.669
Gymnosperma glutinosum	Escobilla	19.579	6.098	5.694	31.370
Jatropha dioica	Sangre de drago	13.563	7.317	4.188	25.069
Lantana achyranthifolia	Hierba mariposa	1.724	4.878	0.720	7.323
Mimosa aculeaticarpa	Uña de gato	11.571	9.756	28.311	49.638
Pluchea odorata	Hierba de santa María	4.559	1.220	2.015	7.794
Ptelea trifoliata	Palo hediondo	0.460	1.220	1.410	3.089
Rhamnus	Tullidora	5.747	6.098	22.484	34.328

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DoR	IVI
humboldtiana					
Rhus microphylla	Agrillo	0.153	2.439	0.181	2.773
Solanum aethiopicum	Pera	3.985	2.439	0.107	6.530
Zanthoxylum fagara	Limoncillo	0.230	2.439	0.135	2.804
Total		**100.000**	**100.000**	**100.000**	**300.000**
DR: Densidad relativa, FR: Frecuencia relativa, DoR: Dominancia relativa, IVI: Índice de valor de importancia					

Respecto a la densidad, se obtuvo una abundancia por hectárea de 6,525 individuos de forma de vida arbustiva.

De acuerdo con los datos antes presentados, la especie mejor representada corresponde a la escobilla (*Gymnosperma glutinosum*) con 511 ejemplares registrados y un estimado de 1,278 individuos por hectárea seguida por la sangre de drago (*Jatropha dioica*) con 354 individuos en los sitios y 885 plantas estimadas en una hectárea.

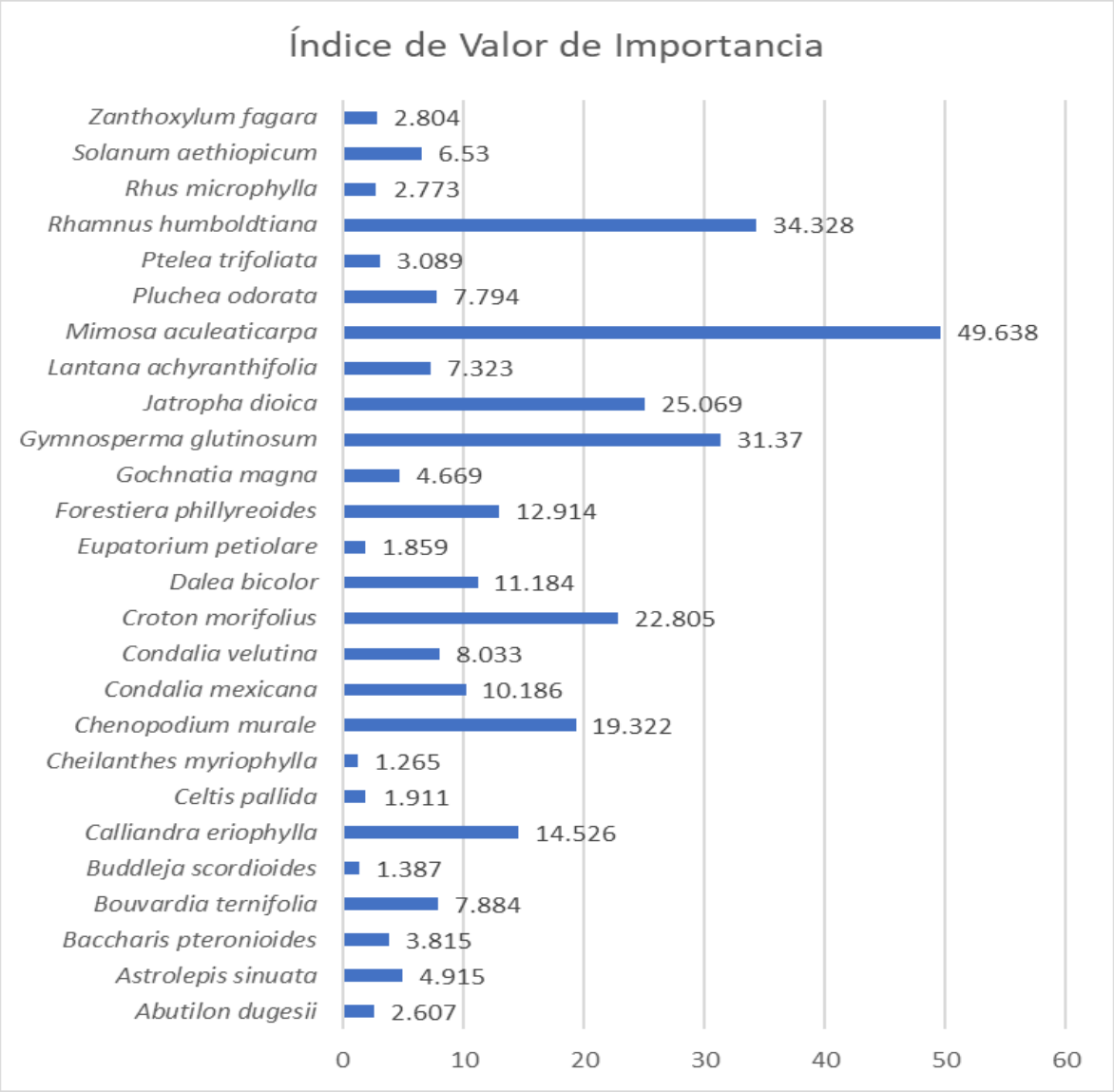
Respecto a la incidencia de especies, la uña de gato (*Mimosa aculeaticarpa*) fue reportada en la totalidad de las unidades muestrales, seguida por la sangre de drago (*Jatropha dioica*) y el quelite de puerco (*Chenopodium murale*) que fueron observadas en seis de los sitios de muestreo.

Por otra parte, en cuanto a la dominancia, se obtuvo que la que presenta el mayor valor es la uña de gato (*Mimosa aculeaticarpa*) con una ocupación de 1,048.23 metros cuadrados por hectárea. El segundo lugar es ocupado por la tullidora (*Rhamnus humboldtiana*) con 832.48 metros cuadrados por unidad de superficie.

Considerando los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia se obtuvo el índice de valor de importancia. El valor más alto lo obtuvo la uña de gato (*Mimosa aculeaticarpa*) con 49.638, la cual es una especie arbustiva que se desarrolla frecuentemente en los matorrales y selvas bajas en el Estado de

Querétaro, particularmente en áreas con algún grado de perturbación que se encuentren en proceso de recuperación[79].

El segundo lugar lo obtuvo la tullidora (*Rhamnus humboldtiana*) con 34.328, la cual es una especie característica de las zonas áridas de México, así como de las selvas más secas[80].



79 UAQ *Mimosa aculeaticarpa*. Universidad Autónoma de Querétaro. Recuperado de: http://bio.uaq.mx/municipioQro/fichas.php?idA=303&n_img=2&F=2

80 Tapia P., F., *et al.* (2002) Estudio cinegético en *Karwinskia humboldtiana* (Rhamnaceae) del Valle de Actopan, Hidalgo. Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica 73(001).

Figura IV-58. Índice de valor de importancia obtenido para el estrato arbustivo dentro del matorral crasicaule

Por otra parte, se obtuvo el índice Shannon Wiener y equitatividad con base en los datos de abundancia obtenidos durante el muestreo.

Tabla IV-34. Índices de diversidad estimados para el estrato arbustivo dentro del matorral crasicaule

Nombre científico	Nombre común	Abundancia/ ha	Pi	Índice de Shannon Wiener
Abutilon dugesii	Malva	5	0.001	0.005
Astrolepis sinuata	Helecho	145	0.022	0.085
Baccharis pteronioides	Caratacua	8	0.001	0.008
Bouvardia ternifolia	Trompetilla	143	0.022	0.084
Buddleja scordioides	Escobilla	10	0.002	0.010
Calliandra eriophylla	Gatillo	620	0.095	0.224
Celtis pallida	Granjeno	3	0.000	0.003
Cheilanthes myriophylla	Helecho	3	0.000	0.003
Chenopodium murale	Quelite de puerco	338	0.052	0.153
Condalia mexicana	Granjeno	75	0.011	0.051
Condalia velutina	Pico de pájaro	63	0.010	0.045
Croton morifolius	Pálido	820	0.126	0.261
Dalea bicolor	Engodacabra	135	0.021	0.080
Eupatorium petiolare	Amargocilla	18	0.003	0.016
Forestiera phillyreoides	Acebuche	60	0.009	0.043
Gochnatia magna	Canastillo	65	0.010	0.046
Gymnosperma glutinosum	Escobilla	1,278	0.196	0.319
Jatropha dioica	Sangre de drago	885	0.136	0.271
Lantana achyranthifolia	Hierba mariposa	113	0.017	0.070

Nombre científico	Nombre común	Abundancia/ ha	Pi	Índice de Shannon Wiener
Mimosa aculeaticarpa	Uña de gato	755	0.116	0.250
Pluchea odorata	Hierba de santa María	298	0.046	0.141
Ptelea trifoliata	Palo hediondo	30	0.005	0.025
Rhamnus humboldtiana	Tullidora	375	0.057	0.164
Rhus microphylla	Agrillo	10	0.002	0.010
Solanum aethiopicum	Pera	260	0.040	0.128
Zanthoxylum fagara	Limoncillo	15	0.002	0.014
Total		**6,525**	**1.000**	**2.508**
		Riqueza específica		26
		H calculada		2.508
		H max = Ln S		3.258
		Equidad = H/Hmax		0.770

El índice de Shannon Wiener obtenido para este estrato es de 2.508, lo que indica un valor de diversidad muy alto debido a la cantidad de especies reportadas. Por otra parte, considerando la forma en la que se distribuyen las abundancias de las especies reportadas se obtuvo un valor de equidad de 0.770, lo que indica que la distribución de las abundancias no es uniforme. En este mismo contexto, en caso de que todos los taxones hubieran reportado la misma cantidad de ejemplares, la diversidad máxima estimada es de 3.258.

Estrato arbóreo

Dentro de las unidades de muestreo se registraron únicamente 5 especies y una abundancia en los sitios de 246 individuos, de las cuales, ninguna se encuentra catalogada dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV-35. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo dentro del matorral crasicaule

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DoR	IVI
Acacia schaffneri	Huizache	68.293	41.176	77.537	187.006
Eysenhardtia polystachya	Palo dulce	1.626	11.765	1.859	15.250
Ipomoea murucoides	Palo bobo	3.659	11.765	6.737	22.160
Prosopis laevigata	Mezquite	15.447	23.529	8.488	47.464
Senna polyantha	Tepehuaje	10.976	11.765	5.379	28.119
Total		**100.000**	**100.000**	**100.000**	**300.000**

DR: Densidad relativa, FR: Frecuencia relativa, DoR: Dominancia relativa, IVI: Índice de valor de importancia

Respecto a la densidad, se obtuvo una abundancia por hectárea de 615 individuos de forma de vida arbóreo.

De acuerdo con los datos antes presentados, la especie mejor representada corresponde al huizache (*Acacia schaffneri*) con 168 ejemplares registrados y un estimado de 420 individuos por hectárea. La diferencia con la especie que ocupa la segunda posición es considerable, debido a que únicamente presenta 38 ejemplares durante el muestreo y 95 individuos por hectárea y corresponde al mezquite (*Prosopis laevigata*).

Respecto a la incidencia de especies, el huizache (*Acacia schaffneri*) fue reportado en siete de las ocho unidades muestrales, seguida por el mezquite (*Prosopis laevigata*), que se registró en cuatro sitios de muestreo.

Por otra parte, en cuanto a la dominancia, se obtuvo que la que presenta el mayor valor es el huizache (*Acacia schaffneri*) con una ocupación de 1,844.375 metros cuadrados por hectárea. El segundo lugar es ocupado por el mezquite (*Prosopis laevigata*) con 201.9 metros cuadrados por unidad de superficie.

Considerando los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia se obtuvo el índice de valor de importancia. El valor más alto lo obtuvo el huizache (*Acacia schaffneri*) con 187.006, la cual es una especie abundante en los matorrales crasicaules donde conforma asociaciones con especies de los géneros

Stenocereus, Opuntia, Eysenhardtia, Prosopis, entre otros, así como en áreas que sustentan vegetación secundaria o que presentan algún grado de perturbación como pastizales inducidos y áreas de cultivos agrícolas en descanso[81].

La especie que ocupa la segunda posición corresponde al mezquite (*Prosopis laevigata*) con 47.464. Este taxón presenta una amplia distribución en las zonas áridas y semiáridas del centro y Norte de México, comportándose en ocasiones como la dominante[82].

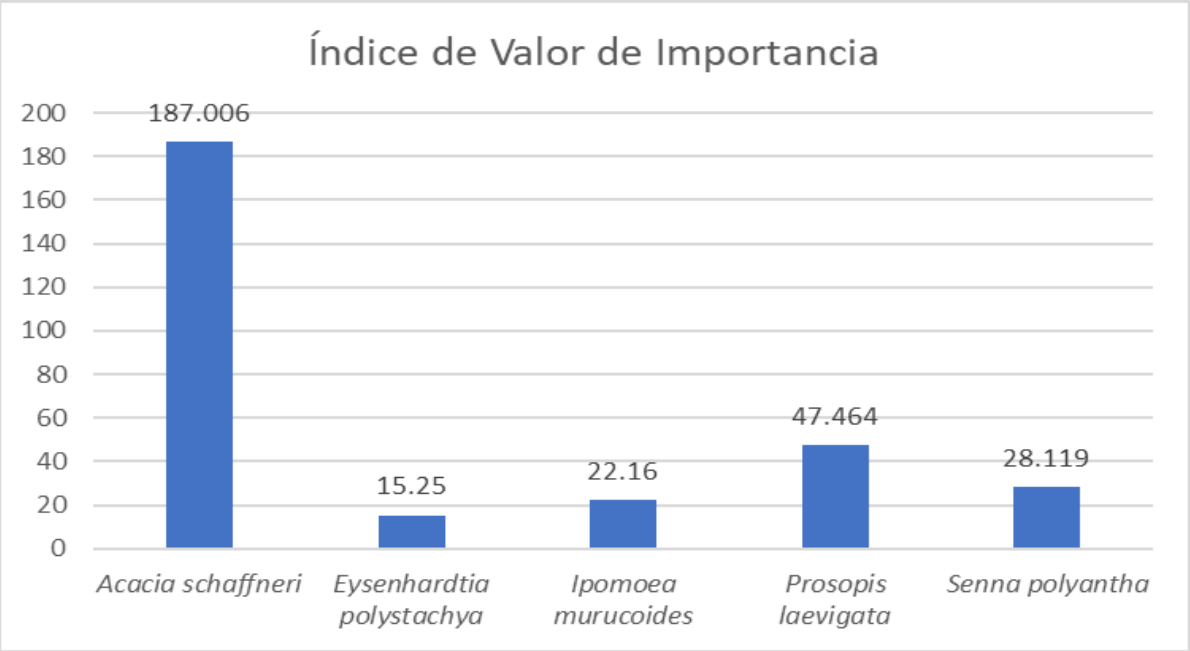


Figura IV-59. Índice de valor de importancia obtenido para el estrato arbóreo dentro del matorral crasicaule

Por otra parte, se obtuvo el índice Shannon Wiener y equitatividad con base en los datos de abundancia obtenidos durante el muestreo.

[81] Cortés C., H. (2013) Efecto de la temperatura en la germinación de *Acacia farnesiana* y *A. schaffneri* de diversas procedencias, y variación en vainas y semillas. Tesis de Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León.
[82] Palacios R., A., *et al.* (2016) Distribución potencial de *Prosopis laevigata* (Humb. Et Bonpl. Ex Willd) M.C. Johnston basada en un modelo de nicho ecológico. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 7(34).

Tabla IV-36. Índices de diversidad estimados para el estrato arbóreo dentro del matorral crasicaule

Nombre científico	Nombre común	Abundancia/ ha	Pi	Índice de Shannon Wiener
Acacia schaffneri	Huizache	420	0.683	0.260
Eysenhardtia polystachya	Palo dulce	10	0.016	0.067
Ipomoea murucoides	Palo bobo	23	0.037	0.121
Prosopis laevigata	Mezquite	95	0.154	0.289
Senna polyantha	Tepehuaje	68	0.110	0.243
Total		**615**	**1.000**	**0.979**
		Riqueza específica		5
		H calculada		0.979
		H max = Ln S		1.609
		Equidad = H/Hmax		0.609

El índice de Shannon Wiener obtenido para este estrato es de 0.979, lo que indica un valor de diversidad muy bajo, debido a que, únicamente se reportaron cinco especies. Por otra parte, considerando la forma en la que se distribuyen las abundancias de las especies reportadas se obtuvo un valor de equidad de 0.609, lo que indica que la distribución de las abundancias no es uniforme debido a que el huizache (*Acacia schaffneri*) presenta una clara dominancia sobre el resto de las especies. En este mismo contexto, en caso de que todos los taxones hubieran reportado la misma cantidad de ejemplares, la diversidad máxima estimada es de 1.609 y sería considerado como un valor bajo.

Cactáceas

Dentro de las unidades de muestreo se registraron nueve taxones pertenecientes a la familia Cactaceae y una abundancia en los sitios de 232 individuos, de las cuales ninguna se encuentra catalogada dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV-37. Índice de valor de importancia para el grupo de las cactáceas dentro del matorral crasicaule

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DoR	IVI
Coryphantha erecta	Biznaga partida parada	0.862	3.125	0.056	4.043
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	23.276	15.625	14.736	53.637
Ferocactus recurvus	Biznaga	0.431	3.125	0.025	3.581
Mammillaria magnimamma	Biznaga de chilitos	3.017	6.250	0.104	9.371
Mammillaria uncinata	Biznaga	0.862	6.250	0.197	7.309
Myrtillocactus geometrizans	Garambullo	7.759	12.500	19.287	39.545
Opuntia engelmannii	Nopal cuijo	32.328	21.875	17.920	72.123
Opuntia robusta	Nopal tapón	23.707	18.750	41.583	84.040
Opuntia streptacantha	Nopal cardón	7.759	12.500	6.091	26.350
Total		**100.000**	**100.000**	**100.000**	**300.000**

DR: Densidad relativa, FR: Frecuencia relativa, DoR: Dominancia relativa, IVI: Índice de valor de importancia

Respecto a la densidad, se obtuvo una abundancia por hectárea de 580 individuos pertenecientes al grupo de las cactáceas.

De acuerdo con los datos antes presentados, la especie mejor representada corresponde al nopal cuijo (*Opuntia engelmannii*) con 75 ejemplares registrados y un estimado de 188 individuos por hectárea, mientras que la segunda posición es ocupada por el nopal tapón (*Opuntia robusta*), en la cual se registraron 55 elementos durante la campaña de campo y se estimó una abundancia por hectárea de 138 ejemplares.

Respecto a la incidencia de especies, el nopal cuijo (*Opuntia engelmannii*) fue reportado en siete de las ocho unidades muestrales, mientras que el nopal tapón (*Opuntia robusta*) se apreció en seis sitios de muestreo.

Por otra parte, en cuanto a la dominancia, se obtuvo que la que presenta el mayor valor es el nopal tapón (*Opuntia robusta*) con una ocupación de 369.65

metros cuadrados por hectárea. El segundo lugar es ocupado por el garambullo (*Myrtilocactus geometrizans*) con 171.45 metros cuadrados por unidad de superficie.

Considerando los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia se obtuvo el índice de valor de importancia. El valor más alto lo obtuvo el nopal tapón (*Opuntia robusta*) con 84.04, la cual es una especie que se desarrolla desde zonas áridas y semiáridas como en selva baja caducifolias. Dentro del Valle de Querétaro, área en la que se encuentra ubicado el sistema ambiental regional, es común en áreas con algún grado de perturbación[83].

La especie que ocupa la segunda posición corresponde al nopal cuijo (*Opuntia engelmannii*) con 72.123, el cual es un taxón de amplia distribución dentro de México y el Sur de Estados Unidos que se desarrolla como vegetación primaria de matorrales desérticos, pastizales, así como bosques de pino y encino[84].

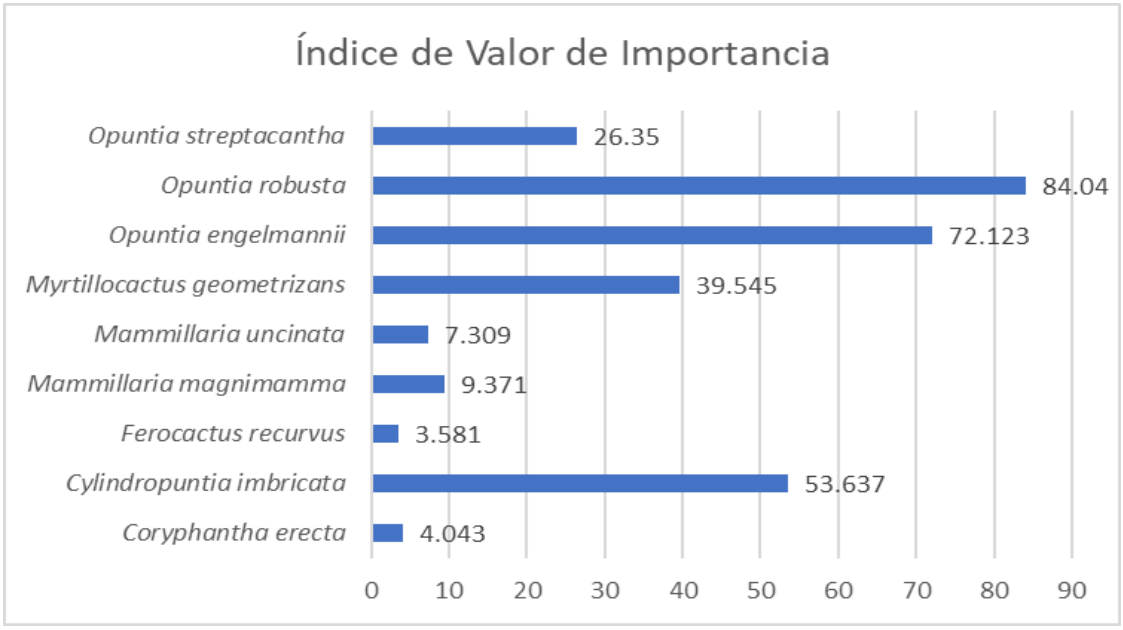


Figura IV-60. Índice de valor de importancia obtenido para el grupo de las cactáceas dentro del matorral crasicaule

83 UAQ. *Opuntia robusta*. Universidad Autónoma de Querétaro. Recuperado de: http://bio.uaq.mx/municipioQro/fichas.php?idA=37&n_img=1&F=1
84 Alanís, F. y Ramírez, R. (2001) Caracterización del hábitat de distribución de *Opuntia engelmannii* (Salm-Dick) Engelm en el Noreste de México y su importancia como forraje. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Por otra parte, se obtuvo el índice Shannon Wiener y equitatividad con base en los datos de abundancia obtenidos durante el muestreo.

Tabla IV-38. Índices de diversidad estimados para el grupo de las cactáceas dentro del matorral crasicaule

Nombre científico	Nombre común	Abundancia/ ha	Pi	Índice de Shannon Wiener
Coryphantha erecta	Biznaga partida parada	5	0.009	0.041
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	135	0.233	0.339
Ferocactus recurvus	Biznaga	3	0.004	0.023
Mammillaria magnimamma	Biznaga de chilitos	18	0.030	0.106
Mammillaria uncinata	Biznaga	5	0.009	0.041
Myrtillocactus geometrizans	Garambullo	45	0.078	0.198
Opuntia engelmannii	Nopal cuijo	188	0.323	0.365
Opuntia robusta	Nopal tapón	138	0.237	0.341
Opuntia streptacantha	Nopal cardón	45	0.078	0.198
Total		**580**	**1.000**	**1.653**
		Riqueza específica		9
		H calculada		1.653
		H max = Ln S		2.197
		Equidad = H/Hmax		0.752

El índice de Shannon Wiener obtenido para este grupo es de 1.653, lo que indica un valor de diversidad bajo gracias a la forma en la que se distribuyen sus abundancias que, debido a que no es homogénea, se obtuvo un valor de equidad de únicamente 0.752. En este mismo contexto, en caso de que todos los taxones hubieran reportado la misma cantidad de ejemplares, la diversidad máxima estimada es de 2.197 y sería considerado como un valor de diversidad alto.

Matorral crasicaule – Área del proyecto

Estrato herbáceo

Dentro de los 5 sitios de muestreo se registró un total de 9 especies y una abundancia dentro de la superficie de muestreo de 319 individuos. Es importante señalar que, de los taxones observados, ninguna se encuentra catalogada dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV-39 Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo dentro del matorral crasicaule del AP

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DoR	IVI
Ambrosia sp.		2.194	8.000	1.012	11.207
Astragalus micranthus var. seatoni		21.003	16.000	14.398	51.401
Bouchea prismatica	Moradilla	2.821	4.000	1.800	8.621
Bouteloua sp.	Pasto	17.555	4.000	1.800	23.355
Cynodon dactylon	Zacate bermuda	11.912	12.000	26.209	50.121
Eragrostis sp.	Zacate	12.853	20.000	24.184	57.037
Ipomoea indica	Campanita	0.940	8.000	0.562	9.503
Melinis repens	Pasto africano rosado	15.361	16.000	19.010	50.371
Sanvitalia procumbens	Ojo de pollo	15.361	12.000	11.024	38.384
Total		**100.000**	**100.000**	**100.000**	**300.000**
DR: Densidad relativa, FR: Frecuencia relativa, DoR: Dominancia relativa, IVI: Índice de valor de importancia					

Respecto a la densidad, se obtuvo una abundancia por hectárea de 159,500 individuos de forma de vida herbácea.

De acuerdo con los datos antes presentados, la especie mejor representada corresponde al Astragalus micranthus var seatoni con 67 ejemplares registrados y un estimado de 33,500 individuos por hectárea seguida por pasto (Boutelua sp.) con 56 individuos en los sitios y 28,000 plantas estimadas en una hectárea.

Respecto a la incidencia de especies, el zacate (Eracrostis sp.) y Astragalus micranthus var seatoni junto a el pasto africano rosado (Melinis repens) fueron las que se reportaron en la mayor cantidad de unidades muestrales (5 y 4 sitios de muestreo respectivamente).

Por otra parte, en cuanto a la dominancia de las especies respecto a la ocupación del follaje de los individuos, se obtuvo que la que presenta el mayor valor es el zacate bermuda (Cynodon dactylon) con una ocupación de 1,165 metros cuadrados por hectárea. El segundo lugar es ocupado por el zacate (Eragrostis sp.) con 1,075 metros cuadrados por unidad de superficie.

Considerando los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia se obtuvo el índice de valor de importancia. Los valores más altos corresponden al zacate (Eragrostis sp) que es un género de pastos que usualmente es empleado para el consumo del ganado, actividad predominante en esa área. La segunda especie con un valor de 51.401 es Astragalus micranthus var seatoni, la cual, de acuerdo con CONABIO, es una especie frecuente a orillas de parcelas, caminos y áreas con algún tipo de perturbación.

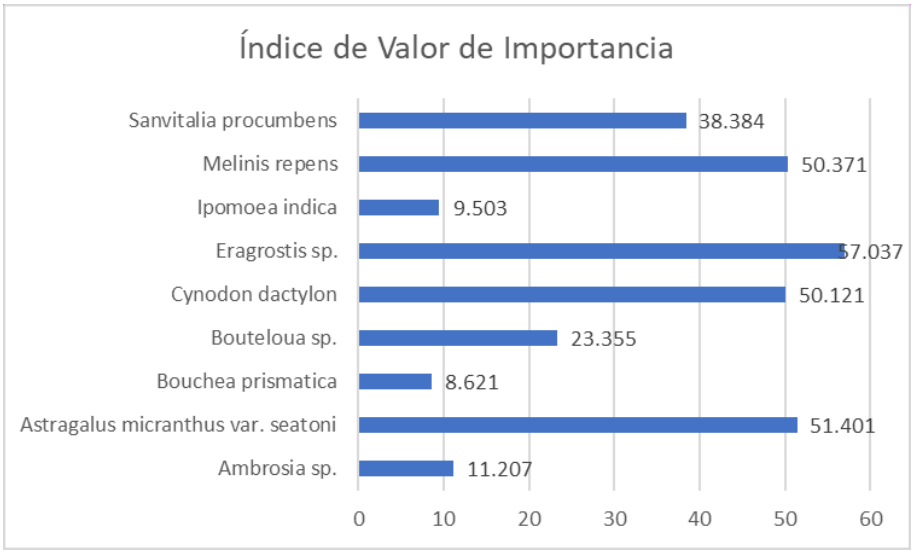


Figura IV-61 Índice de valor de importancia obtenido para el estrato herbáceo dentro del matorral crasicaule en el AP

Por otra parte, se obtuvo el índice Shannon Wiener y equitatividad con base en los datos de abundancia obtenidos durante el muestreo.

Tabla IV-40 Índices de diversidad estimados para el estrato herbáceo dentro del matorral crasicaule en el AP

Nombre científico	Nombre común	Abundancia/ ha	Pi	Índice de Shannon Wiener
Ambrosia sp.		3500	0.022	0.084
Astragalus micranthus var. seatoni		33500	0.210	0.328
Bouchea prismatica	Moradilla	4500	0.028	0.101
Bouteloua sp.	Pasto	28000	0.176	0.305
Cynodon dactylon	Zacate bermuda	19000	0.119	0.253
Eragrostis sp.	Zacate	20500	0.129	0.264
Ipomoea indica	Campanita	1500	0.009	0.044
Melinis repens	Pasto africano rosado	24500	0.154	0.288
Sanvitalia procumbens	Ojo de pollo	24500	0.154	0.288
Ambrosia sp.		3500	0.022	0.084
Astragalus micranthus var. seatoni		33500	0.210	0.328
Bouchea prismatica	Moradilla	4500	0.028	0.101
Total		**159,500**	**1.000**	**1.954**
		Riqueza específica		9
		H calculada		1.954
		H max = Ln S		2.197
		Equidad = H/Hmax		0.889

El índice de Shannon Wiener obtenido para este estrato es de 1.954, lo que indica un valor de diversidad media debido a la cantidad de especies reportadas y la forma en la que se distribuyen sus abundancias.

Por otra parte, considerando la forma en la que se distribuyen las abundancias de las especies reportadas se obtuvo un valor de equidad de 0.889, lo que indica que esa distribución es uniforme. En este mismo contexto, en caso de que todos los taxones hubieran reportado la misma cantidad de ejemplares, la diversidad máxima estimada es de 2.197.

Estrato arbustivo

Dentro de las unidades de muestreo se registraron 12 taxones y una abundancia en los sitios de 349 individuos.

De las especies registradas, ninguna se encuentra catalogada dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV-41 Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo dentro del matorral crasicaule del AP

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DoR	IVI
Celtis pallida	Granjeno	1.146	6.250	0.146	7.542
Chenopodium murale	Quelite de puerco	53.009	15.625	52.413	121.047
Condalia mexicana	Granjeno	2.006	6.250	4.909	13.164
Condalia velutina	Pico de pájaro	13.467	12.500	28.436	54.404
Croton morifolius	Pálido	12.607	6.250	3.493	22.350
Forestiera phillyreoides	Acebuche	0.860	9.375	0.546	10.781
Gymnosperma glutinosum	Escobilla	1.433	3.125	0.869	5.427
Lantana achyranthifolia	Hierba mariposa	6.590	6.250	6.099	18.939
Mimosa aculeaticarpa	Uña de gato	4.298	9.375	1.694	15.367
Pluchea odorata	Hierba de santa María	2.292	12.500	0.524	15.317
Rhamnus humboldtiana	Tullidora	0.860	6.250	0.131	7.240
Salvia melissodora	Mirto	1.433	6.250	0.739	8.422
Total		**100.000**	**100.000**	**100.000**	**300.000**

DR: Densidad relativa, FR: Frecuencia relativa, DoR: Dominancia relativa, IVI: Índice de valor de importancia

Respecto a la densidad, se obtuvo una abundancia por hectárea de 1,396 individuos de forma de vida arbustiva.

De acuerdo con los datos antes presentados, la especie mejor representada corresponde al quelite de puerco (Chenopodium murale) con 185 ejemplares

registrados y un estimado de 740 individuos por hectárea que también fue registrado en todos los sitios de muestreo, seguida por el pico de pájaro (Condalia velutina) con 47 individuos en los sitios y 188 plantas estimadas en una hectárea, la cual fue reportada en 4 unidades muestrales junto a la hierba de Santa María (Pluchea odorata).

Por otra parte, en cuanto a la dominancia, se obtuvo que la que presenta el mayor valor es el quelite de puerco (Chenopodium murale) con una ocupación de 947.76 metros cuadrados por hectárea. El segundo lugar es ocupado por el pico de pájaro (Condalia velutina) con 514.20 metros cuadrados por unidad de superficie.

Considerando los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia se obtuvo el índice de valor de importancia. El valor más alto lo obtuvo el quelite de puerco (Chenopodium murale) con 121.047, la cual es una especie arbustiva arvense y ruderal que se distribuye en áreas perturbadas.

El segundo lugar lo obtuvo el pico de pájaro (Condalia velutina) con 54.404, la cual es una especie característica de las zonas áridas de México, así como de las selvas más secas.

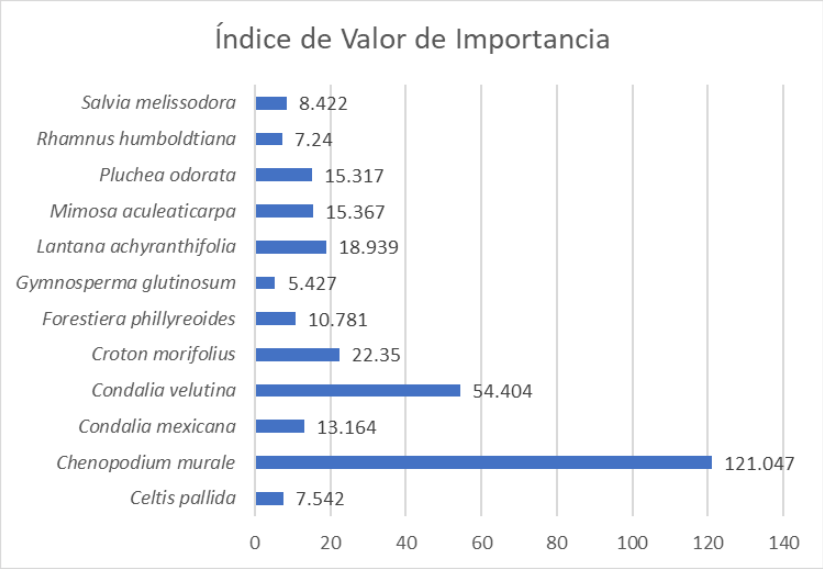


Figura IV-62 Índice de valor de importancia obtenido para el estrato arbustivo dentro del matorral crasicaule en el AP

Por otra parte, se obtuvo el índice Shannon Wiener y equitatividad con base en los datos de abundancia obtenidos durante el muestreo.

Tabla IV-42 Índices de diversidad estimados para el estrato arbustivo dentro del matorral crasicaule en el AP

Nombre científico	Nombre común	Abundancia/ ha	Pi	Índice de Shannon Wiener
Celtis pallida	Granjeno	16	0.011	0.051
Chenopodium murale	Quelite de puerco	740	0.530	0.336
Condalia mexicana	Granjeno	28	0.020	0.078
Condalia velutina	Pico de pájaro	188	0.135	0.270
Croton morifolius	Pálido	176	0.126	0.261
Forestiera phillyreoides	Acebuche	12	0.009	0.041
Gymnosperma glutinosum	Escobilla	20	0.014	0.061
Lantana achyranthifolia	Hierba mariposa	92	0.066	0.179
Mimosa aculeaticarpa	Uña de gato	60	0.043	0.135
Pluchea odorata	Hierba de santa María	32	0.023	0.087
Rhamnus humboldtiana	Tullidora	12	0.009	0.041
Salvia melissodora	Mirto	20	0.014	0.061
Total		**1,396**	**1.000**	**1.602**
		Riqueza específica		12
		H calculada		1.602
		H max = Ln S		2.485
		Equidad = H/Hmax		0.645

El índice de Shannon Wiener obtenido para este estrato es de 1.602, lo que indica un valor de diversidad baja debido a la forma en la que se distribuyen las abundancias.

Por otra parte, el valor de equidad es de 0.645 debido a la evidente dominancia del quelite de puerco (Chenopodium murale) sobre el resto. En este mismo contexto, en caso de que todos los taxones hubieran reportado la misma cantidad de ejemplares, la diversidad máxima estimada es de 2.485.

Estrato arbóreo

Dentro de las unidades de muestreo se registraron únicamente 4 especies y una abundancia en los sitios de 464 individuos, de las cuales, ninguna se encuentra catalogada dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV-43 Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo dentro del matorral crasicaule en el AP

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DoR	IVI
Acacia schaffneri	Huizache	87.716	35.714	77.372	200.802
Eysenhardtia polystachya	Palo dulce	2.586	21.429	3.734	27.749
Prosopis laevigata	Mezquite	9.052	28.571	11.490	49.113
Schinus molle	Pirul	0.647	14.286	7.405	22.337
Total		**100.000**	**100.000**	**100.000**	**300.000**
DR: Densidad relativa, FR: Frecuencia relativa, DoR: Dominancia relativa, IVI: Índice de valor de importancia					

Respecto a la densidad, se obtuvo una abundancia por hectárea de 615 individuos de forma de vida arbóreo.

De acuerdo con los datos antes presentados, la especie mejor representada corresponde al huizache (Acacia schaffneri) con 407 ejemplares registrados y un estimado de 1,628 individuos por hectárea. La diferencia con la especie que ocupa la segunda posición es considerable, debido a que únicamente presenta 42 ejemplares durante el muestreo y 168 individuos por hectárea y corresponde al mezquite (Prosopis laevigata).

Respecto a la incidencia de especies, el huizache (Acacia schaffneri) fue reportado en todas las unidades muestrales, seguida por el mezquite (Prosopis laevigata), que se registró en cuatro sitios de muestreo.

Por otra parte, en cuanto a la dominancia, se obtuvo que la que presenta el mayor valor es el huizache (Acacia schaffneri) con una ocupación de 3,008 metros cuadrados por hectárea. El segundo lugar es ocupado por el mezquite (Prosopis laevigata) con 446.68 metros cuadrados por unidad de superficie.

Considerando los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia se obtuvo el índice de valor de importancia. El valor más alto lo obtuvo el huizache (Acacia schaffneri) con 200.802.

La especie que ocupa la segunda posición corresponde al mezquite (Prosopis laevigata) con 49.113.

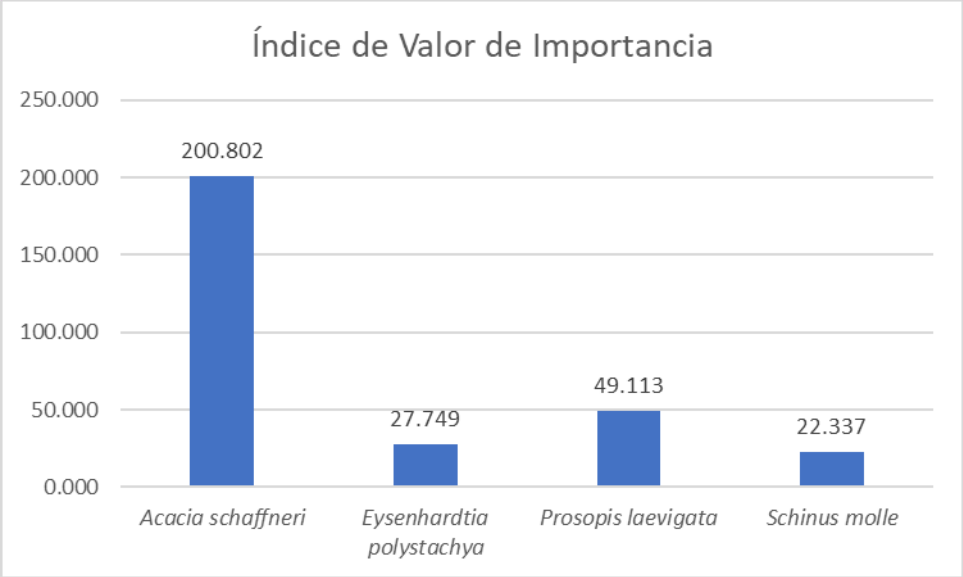


Figura IV-63 Índice de valor de importancia obtenido para el estrato arbóreo dentro del matorral crasicaule en el AP

Por otra parte, se obtuvo el índice Shannon Wiener y equitatividad con base en los datos de abundancia obtenidos durante el muestreo.

Tabla IV-44 Índices de diversidad estimados para el estrato arbóreo dentro del matorral crasicaule

Nombre científico	Nombre común	Abundancia/ ha	Pi	Índice de Shannon Wiener
Acacia schaffneri	Huizache	1628	0.877	0.115
Eysenhardtia polystachya	Palo dulce	48	0.026	0.095
Prosopis laevigata	Mezquite	168	0.091	0.217
Schinus molle	Pirul	12	0.006	0.033
Total		**1,856**	**1.000**	**0.460**
		Riqueza específica		5
		H calculada		0.460

	H max = Ln S	1.686
	Equidad = H/Hmax	0.331

El índice de Shannon Wiener obtenido para este estrato es de 0.460, lo que indica un valor de diversidad muy bajo, debido a que, únicamente se reportaron cinco especies. Por otra parte, considerando la forma en la que se distribuyen las abundancias de las especies reportadas se obtuvo un valor de equidad de 0.331, lo que indica que la distribución de las abundancias no es uniforme debido a que el huizache (Acacia schaffneri) presenta una clara dominancia sobre el resto de las especies. En este mismo contexto, en caso de que todos los taxones hubieran reportado la misma cantidad de ejemplares, la diversidad máxima estimada es de 1.686 y sería considerado como un valor bajo.

Cactáceas

Dentro de las unidades de muestreo se registraron nueve taxones pertenecientes a la familia Cactaceae y una abundancia en los sitios de 68 individuos, de las cuales ninguna se encuentra catalogada dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV-45 Índice de valor de importancia para el grupo de las cactáceas dentro del matorral crasicaule en el AP

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DoR	IVI
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	7.353	20.000	13.009	40.362
Myrtillocactus geometrizans	Garambullo	2.941	13.333	0.236	16.511
Opuntia engelmannii	Nopal cuijo	2.941	13.333	3.161	19.436
Opuntia robusta	Nopal tapón	4.412	20.000	22.529	46.941
Opuntia streptacantha	Nopal cardón	82.353	33.333	61.065	176.751
Total		**100.000**	**100.000**	**100.000**	**300.000**
DR: Densidad relativa, FR: Frecuencia relativa, DoR: Dominancia relativa, IVI: Índice de valor de importancia					

Respecto a la densidad, se obtuvo una abundancia por hectárea de 272 individuos pertenecientes al grupo de las cactáceas.

De acuerdo con los datos antes presentados, la especie mejor representada corresponde al nopal cardón (Opuntia streptacantha) con 56 ejemplares registrados y un estimado de 224 individuos por hectárea, mientras que la segunda posición es ocupada por el cardenche (Cylindropuntia imbricata), en la cual se registraron 5 elementos durante la campaña de campo y se estimó una abundancia por hectárea de 20 ejemplares.

Respecto a la incidencia de especies, el nopal cardón (Opuntia streptacantha) fue reportado todas las unidades muestrales, mientras que el cardenche (Cylindropuntia imbricata) y el nopal tapón (Opuntia robusta) se registraron en tres sitios de muestreo.

Por otra parte, en cuanto a la dominancia, se obtuvo que la que presenta el mayor valor es el nopal cardón (Opuntia streptacantha) con una ocupación de 134.44 metros cuadrados por hectárea. El segundo lugar es ocupado por nopal tapón (Opuntia robusta) con 46.60 metros cuadrados por unidad de superficie.

Considerando los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia se obtuvo el índice de valor de importancia. El valor más alto lo obtuvo el nopal cardón (Opuntia streptacantha) con 176.751, el cual es una especie endémica propia de los matorrales.

La especie que ocupa la segunda posición corresponde al nopal tapón (Opuntia robusta) con 46.941, la cual es una especie que se desarrolla desde zonas áridas y semiáridas como en selva baja caducifolias. Dentro del Valle de Querétaro, es común en áreas con algún grado de perturbación.

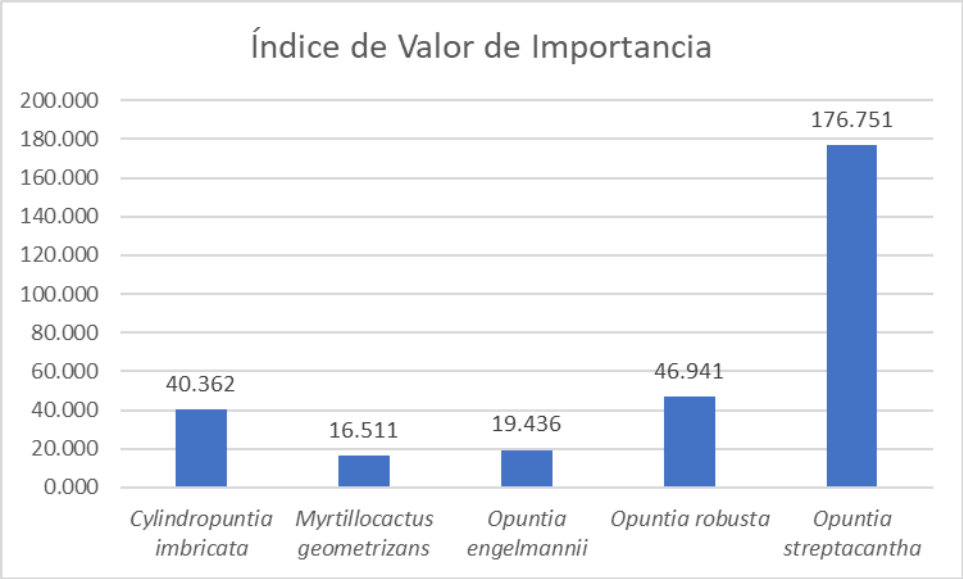


Figura IV-64 Índice de valor de importancia obtenido para el grupo de las cactáceas dentro del matorral crasicaule en el AP

Por otra parte, se obtuvo el índice Shannon Wiener y equitatividad con base en los datos de abundancia obtenidos durante el muestreo.

Tabla IV-46 Índices de diversidad estimados para el grupo de las cactáceas dentro del matorral crasicaule en el AP

Nombre científico	Nombre común	Abundancia/ ha	Pi	Índice de Shannon Wiener
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	20	0.074	0.192
Myrtillocactus geometrizans	Garambullo	8	0.029	0.104
Opuntia engelmannii	Nopal cuijo	8	0.029	0.104
Opuntia robusta	Nopal tapón	12	0.044	0.138
Opuntia streptacantha	Nopal cardón	224	0.824	0.160
Total		**272**	**1.000**	**0.697**
		Riqueza específica		5
		H calculada		0.697
		H max = Ln S		1.609
		Equidad = H/Hmax		0.433

El índice de Shannon Wiener obtenido para este grupo es de 0.697, lo que indica un valor de diversidad bajo gracias a la forma en la que se distribuyen sus

abundancias que, debido a que no es homogénea y es una especie es la que presenta una evidente dominancia sobre las demás, se obtuvo un valor de equidad de únicamente 0.433. En este mismo contexto, en caso de que todos los taxones hubieran reportado la misma cantidad de ejemplares, la diversidad máxima estimada es de 1.609 y sería considerado como un valor de diversidad bajo.

Selva baja caducifolia

Estrato herbáceo

Dentro de los ocho sitios de muestreo se registró un total de 14 especies y una abundancia dentro de la superficie de muestreo de 679 individuos. De las especies observadas, ninguna se encuentra dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV-47. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo dentro de la selva baja caducifolia

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DoR	IVI
Bouchea prismatica	Moradilla	1.325	3.774	0.176	5.275
Commelina coelestis	Hierba de pollo	6.775	15.094	5.290	27.159
Cuphea angustifolia	Flor violenta	13.991	9.434	3.174	26.599
Dichondra argentea	Oreja de ratón	0.589	1.887	0.176	2.652
Eragrostis sp.	Zacate	36.672	15.094	75.119	126.885
Euphorbia mendezii	Hierba de la golondrina	0.589	1.887	0.353	2.829
Ipomoea batatas	Hiedra	1.325	3.774	1.058	6.157
Ipomoea indica	Campanita	1.325	5.660	4.232	11.218
Oxalis decaphylla	Agrito	8.100	11.321	1.234	20.655
Oxalis latifolia	Coyol	13.549	7.547	1.234	22.331
Portulaca oleracea	Verdolaga	0.147	1.887	0.018	2.052

Richardia scabra	Golondrina blanca	9.426	15.094	6.348	30.868
Tinantia erecta	Hierba de pollo	1.031	3.774	0.882	5.686
Umbilicus rupestris	Ombligo de venus	5.155	3.774	0.705	9.634
Total		**100.000**	**100.000**	**100.000**	**300.000**
DR: Densidad relativa, FR: Frecuencia relativa, DoR: Dominancia relativa, IVI: Índice de valor de importancia					

Respecto a la densidad, se obtuvo una abundancia por hectárea de 212,188 individuos de forma de vida herbácea.

De acuerdo con los datos antes presentados, la especie mejor representada corresponde al zacate (*Eragrostis* sp.) con 249 ejemplares registrados y un estimado de 77,813 individuos por hectárea seguida por la flor violenta (*Cuphea angustifolia*) con 95 individuos al interior de los sitios y 29,688 plantas estimadas en una hectárea.

Respecto a la incidencia de especies, fueron tres especies las que ocurrieron en las ocho unidades de muestreo y corresponden a la hierba del pollo (*Commelina coelestis*), el zacate (*Eragrostis* sp.) y la golondrina blanca (*Richardia scabra*).

Por otra parte, en cuanto a la dominancia de las especies respecto a la ocupación de la copa de los individuos, se obtuvo que la que presenta el mayor valor es el zacate (*Eragrostis* sp.) con una ocupación de 1,331.25 metros cuadrados por hectárea, reflejando una evidente diferencia respecto a los porcentajes de ocupación del resto de los taxones reportados. El segundo lugar, muy por debajo de la antes mencionada, es ocupado por la golondrina blanca (*Richardia scabra*) con 112.5 metros cuadrados por unidad de superficie.

Considerando los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia se obtuvo el índice de valor de importancia. El valor más alto lo obtuvo el zacate (*Eragrostis* sp.) con 126.885, el cual es un género de pastos que es inducido y empleado por el ganado para su alimentación.

La segunda especie con el valor de importancia más alto corresponde a la golondrina blanca (*Richardia scabra*), la cual es una especie ruderal y arvense,

común en selvas bajas caducifolias, así como, de manera escasa, en los matorrales xerófilos[85].

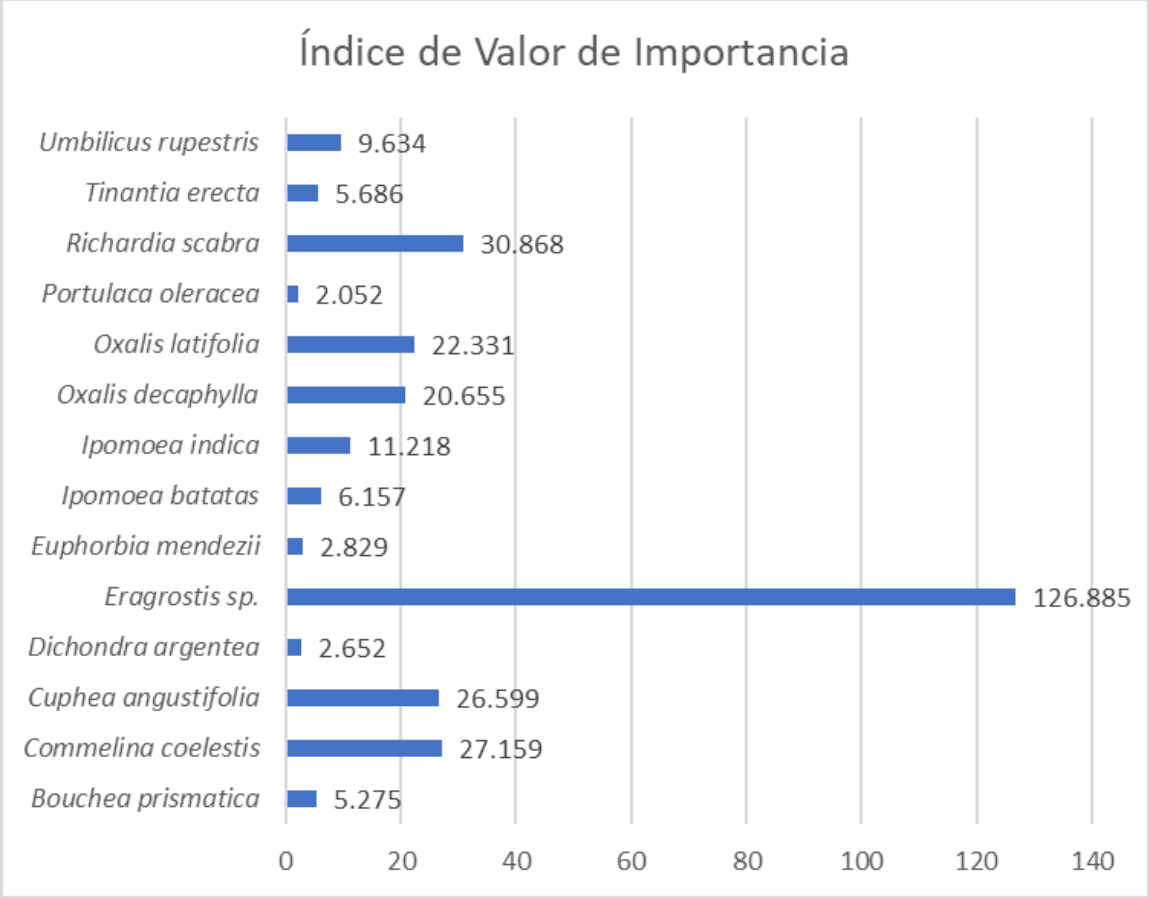


Figura IV-65. Índice de valor de importancia obtenido para el estrato herbáceo dentro la selva baja caducifolia

Por otra parte, se obtuvo el índice Shannon Wiener y equitatividad con base en los datos de abundancia obtenidos durante el muestreo.

Tabla IV-48. Índices de diversidad estimados para el estrato herbáceo dentro de la selva baja caducifolia

Nombre científico	Nombre común	Abundancia/ ha	Pi	Índice de Shannon Wiener

[85] CONABIO. Malezas de México: *Richardia scabra*. Recuperado de: http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/rubiaceae/richardia-scabra/fichas/ficha.htm

Nombre científico	Nombre común	Abundancia/ ha	Pi	Índice de Shannon Wiener
Bouchea prismatica	Moradilla	2,813	0.013	0.057
Commelina coelestis	Hierba de pollo	14,375	0.068	0.182
Cuphea angustifolia	Flor violenta	29,688	0.140	0.275
Dichondra argentea	Oreja de ratón	1,250	0.006	0.030
Eragrostis sp.	Zacate	77,813	0.367	0.368
Euphorbia mendezii	Hierba de la golondrina	1,250	0.006	0.030
Ipomoea batatas	Hiedra	2,813	0.013	0.057
Ipomoea indica	Campanita	2,813	0.013	0.057
Oxalis decaphylla	Agrito	17,188	0.081	0.204
Oxalis latifolia	Coyol	28,750	0.135	0.271
Portulaca oleracea	Verdolaga	313	0.001	0.010
Richardia scabra	Golondrina blanca	20,000	0.094	0.223
Tinantia erecta	Hierba de pollo	2,188	0.010	0.047
Umbilicus rupestris	Ombligo de venus	10,938	0.052	0.153
Total		**212,188**	**1.000**	**1.964**
		Riqueza específica		14
		H calculada		1.964
		H max = Ln S		2.639
		Equidad = H/Hmax		0.744

El índice de Shannon Wiener obtenido para este estrato es de 1.964, lo que indica un valor de diversidad media debido a la cantidad de especies reportadas, pero principalmente a los valores de abundancia obtenidos para cada uno de los taxones.

Por otra parte, considerando la forma en la que se distribuyen las abundancias de las especies reportadas se obtuvo un valor de equidad de 0.744, lo que indica que esa distribución no es uniforme. En este mismo contexto, en caso de que

todos los taxones hubieran reportado la misma cantidad de ejemplares, la diversidad máxima estimada es de 2.639 y podría considerarse como un valor muy alto.

Estrato arbustivo

Dentro de las unidades de muestreo se registraron 22 taxones y una abundancia en los sitios de 4,527 individuos.

De las especies registradas, ninguna se encuentra catalogada dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV-49. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo dentro de la selva baja caducifolia

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DoR	IVI
Abutilon dugesii	Malva	0.044	0.855	0.010	0.909
Astrolepis sinuata	Helecho	23.349	5.983	5.848	35.179
Bouvardia longiflora	Flor de San Juan	0.066	2.564	0.006	2.637
Bouvardia ternifolia	Trompetilla	2.717	6.838	1.521	11.075
Celtis pallida	Granjeno	0.022	0.855	0.208	1.084
Cheilanthes myriophylla	Helecho	5.522	3.419	1.073	10.015
Chenopodium murale	Quelite de puerco	5.302	6.838	5.433	17.573
Condalia velutina	Pico de pájaro	1.811	6.838	13.714	22.363
Croton morifolius	Pálido	16.280	6.838	5.330	28.447
Dodonaea viscosa	Ocotillo	5.346	5.983	11.412	22.740
Forestiera phillyreoides	Acebuche	3.888	6.838	26.147	36.873
Gochnatia magna	Canastillo	0.376	3.419	0.752	4.547
Gymnosperma glutinosum	Escobilla	0.066	0.855	0.077	0.998
Jatropha dioica	Sangre de drago	10.647	5.983	3.564	20.195
Lippia alba	Salvia sija	1.127	3.419	0.511	5.056
Malacomeles denticulata	Membrillo	0.641	4.274	3.185	8.099
Mimosa	Uña de gato	1.966	4.274	3.996	10.236

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DoR	IVI
aculeaticarpa					
Pluchea odorata	Hierba de santa María	3.048	4.274	1.281	8.603
Pomaria glandulosa		14.137	4.274	3.182	21.593
Randia aculeata	Crucecita	1.127	6.838	4.977	12.941
Rhamnus humboldtiana	Tullidora	1.392	4.274	6.334	11.999
Salvia melissodora	Mirto	1.127	4.274	1.439	6.839
Total		**100.000**	**100.000**	**100.000**	**300.000**
DR: Densidad relativa, FR: Frecuencia relativa, DoR: Dominancia relativa, IVI: Índice de valor de importancia					

Respecto a la densidad, se obtuvo una abundancia por hectárea de 14,147 individuos de forma de vida arbustiva.

De acuerdo con los datos antes presentados, la especie mejor representada corresponde al helecho (*Astrolepis sinuata*) con 1,057 ejemplares registrados y un estimado de 3,303 individuos por hectárea, seguida por el pálido (*Croton morifolius*) con 737 individuos en los sitios y 2,303 plantas estimadas en una hectárea.

Respecto a la incidencia dentro de las unidades muestrales, seis de las especies fueron reportadas en la totalidad de los sitios y corresponden a la trompetilla (*Bouvardia ternifolia*), el quelite de puerco (*Chenopodium murale*), el pico de pájaro (*Condalia velutina*), el pálido (*Croton morifolius*), el acebuche (*Forestiera phillyreoides*) y la crucecita (*Randia aculeata*).

Por otra parte, en cuanto a la dominancia, se obtuvo que la que presenta el mayor valor es el acebuche (*Forestiera phillyreoides*) con una ocupación de 2,783.16 metros cuadrados por hectárea. El segundo lugar es ocupado por el pico de pájaro (*Condalia velutina*) con 1,459.78 metros cuadrados por unidad de superficie.

Considerando los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia se obtuvo el índice de valor de importancia. El valor más alto lo obtuvo el acebuche (*Forestiera phillyreoides*) con 36.873, la cual es una especie arbustiva que se

adapta a diversos tipos de suelo y se desarrolla en matorrales xerófilos, pastizales, selva baja caducifolia, así como en bosques de encino y pino y, a menudo, se distribuye en vegetación secundaria[86].

El segundo lugar lo obtuvo el helecho (*Astrolepis sinuata*) con 35.179, la cual es una especie primaria que suele desarrollarse en ecosistemas áridos y semiáridos, así como en los ecotonos con la selva baja caducifolia, principalmente en suelos rocosos o grietas[87].

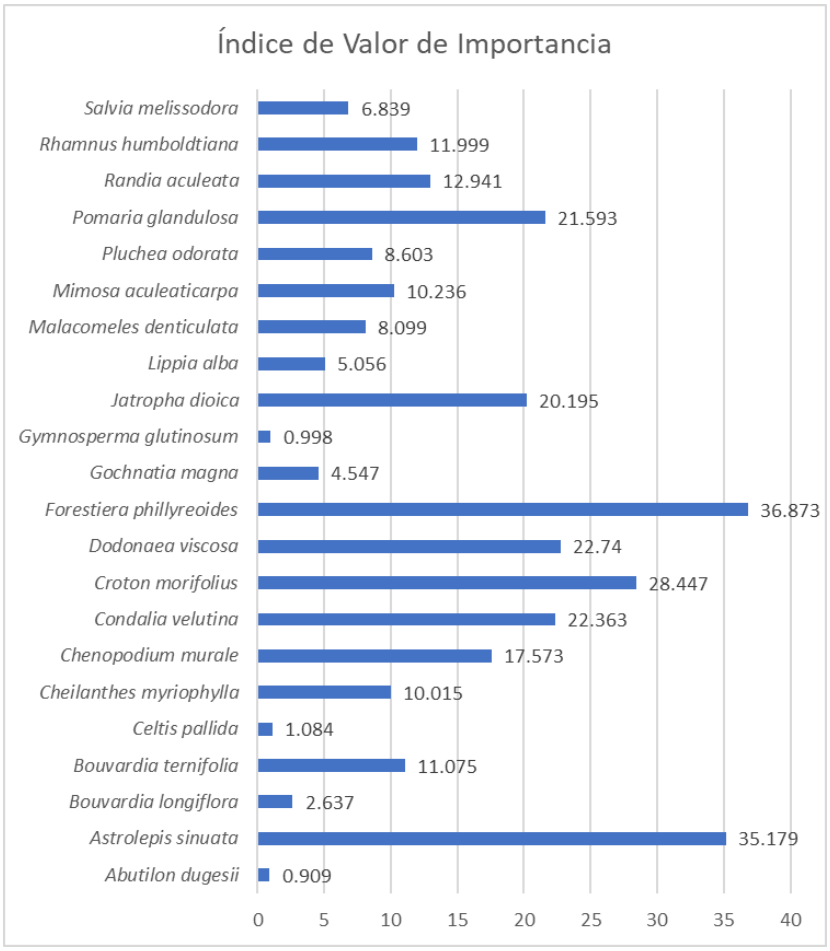


Figura IV-66. Índice de valor de importancia obtenido para el estrato arbustivo dentro de la selva baja caducifolia

86 Martínez C., V., *et al.* (2020) Propagación de *Forestiera phillyreoides*: una especie potencial para la restauración en el Centro-Norte de México. Madera y bosques 26(2).
87 University of Texas. Plant Database: *Astrolepis sinuata.* Recuperado de: https://www.wildflower.org/plants/result.php?id_plant=ASSI9

Por otra parte, se obtuvo el índice Shannon Wiener y equitatividad con base en los datos de abundancia obtenidos durante el muestreo.

Tabla IV-50. Índices de diversidad estimados para el estrato arbustivo dentro de la selva baja caducifolia

Nombre científico	Nombre común	Abundancia/ ha	Pi	Índice de Shannon Wiener
Abutilon dugesii	Malva	6	0.000	0.003
Astrolepis sinuata	Helecho	3,303	0.233	0.340
Bouvardia longiflora	Flor de San Juan	9	0.001	0.005
Bouvardia ternifolia	Trompetilla	384	0.027	0.098
Celtis pallida	Granjeno	3	0.000	0.002
Cheilanthes myriophylla	Helecho	781	0.055	0.160
Chenopodium murale	Quelite de puerco	750	0.053	0.156
Condalia velutina	Pico de pájaro	256	0.018	0.073
Croton morifolius	Pálido	2,303	0.163	0.296
Dodonaea viscosa	Ocotillo	756	0.053	0.157
Forestiera phillyreoides	Acebuche	550	0.039	0.126
Gochnatia magna	Canastillo	53	0.004	0.021
Gymnosperma glutinosum	Escobilla	9	0.001	0.005
Jatropha dioica	Sangre de drago	1,506	0.106	0.238
Lippia alba	Salvia sija	159	0.011	0.051
Malacomeles denticulata	Membrillo	91	0.006	0.032
Mimosa aculeaticarpa	Uña de gato	278	0.020	0.077
Pluchea odorata	Hierba de santa María	431	0.030	0.106
Pomaria glandulosa		2,000	0.141	0.277
Randia aculeata	Crucecita	159	0.011	0.051
Rhamnus humboldtiana	Tullidora	197	0.014	0.059
Salvia melissodora	Mirto	159	0.011	0.051
Total		**14,147**	**1.000**	**2.382**
		Riqueza específica		22
		H calculada		3.382
		H max = Ln S		3.091

Nombre científico	Nombre común	Abundancia/ ha	Pi	Índice de Shannon Wiener
		Equidad = H/Hmax		0.771

El índice de Shannon Wiener obtenido para este estrato es de 2.382, lo que indica un valor de diversidad muy alto debido a la cantidad de especies reportadas.

Por otra parte, considerando la forma en la que se distribuyen las abundancias de las especies reportadas se obtuvo un valor de equidad de 0.771, lo que indica que la distribución de las abundancias no es equitativa.

En este mismo contexto, en caso de que todos los taxones hubieran reportado la misma cantidad de individuos, la diversidad máxima estimada sería de 3.091 y se ubicaría en la misma categoría.

Estrato arbóreo

Dentro de las unidades de muestreo se registraron únicamente cinco especies y una abundancia en los sitios de 422 individuos, de las cuales ninguna se encuentra catalogada dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV-51. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo dentro de la selva baja caducifolia

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DoR	IVI
Acacia schaffneri	Huizache	10.190	21.212	9.064	40.465
Bursera fagaroides	Xixote	8.294	18.182	1.555	28.031
Eysenhardtia polystachya	Palo dulce	57.109	24.242	42.901	124.252
Ipomoea murucoides	Palo bobo	2.133	12.121	2.154	16.408
Senna polyantha	Tepehuaje	22.275	24.242	44.326	90.844
Total		**100.000**	**100.000**	**100.000**	**300.000**
DR: Densidad relativa, FR: Frecuencia relativa, DoR: Dominancia relativa, IVI: Índice de valor de importancia					

Respecto a la densidad, se obtuvo una abundancia por hectárea de 1,055 individuos de forma de vida arbóreo.

De acuerdo con los datos antes presentados, la especie mejor representada corresponde al palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) con 241 ejemplares registrados y un estimado de 753 individuos por hectárea. La segunda posición es ocupada por el tepehuaje (*Senna polyantha*) que únicamente reporta 94 individuos en el área muestreada y un estimado por hectárea de 294 ejemplares.

Respecto a la incidencia de especies, dos de las especies se registraron en la totalidad de unidades de muestreo y corresponden al palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) y el tepehuaje (*Senna polyantha*). Estas dos especies presentan la mayor dominancia respecto a la superficie de su copa, ya que la primera de ellas cuenta con una ocupación por hectárea de 3,456.406 metros cuadrados, mientras que la segunda se estimó en 3,571.281 metros cuadrados.

Considerando los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia se obtuvo el índice de valor de importancia. El valor más alto lo obtuvo el palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) con 124.252, la cual es una especie de amplia distribución a lo largo de la República Mexicana, principalmente en zonas semicálidas y es característica de la vegetación secundaria de la selva baja caducifolia[88].

La especie que ocupa la segunda posición corresponde al tepehuaje (*Senna polyantha*) con 90.844. Este taxón es característico y, tal como ocurre en el sistema ambiental regional, se comporta como una de las especies dominantes de la selva baja caducifolia. También está presente en algunas comunidades secundarias derivadas de este mismo tipo de ecosistema, así como, ocasionalmente, en áreas cubiertas por matorral xerófilo[89].

88 CONABIO. *Eysenhardtia polystachia.* Recuperado de: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/28-legum18m.pdf
89 INECOL (1997) Flora del Bajío y de regiones adyacentes: Familia Leguminosae. Instituto de Ecología. Fascículo 51.

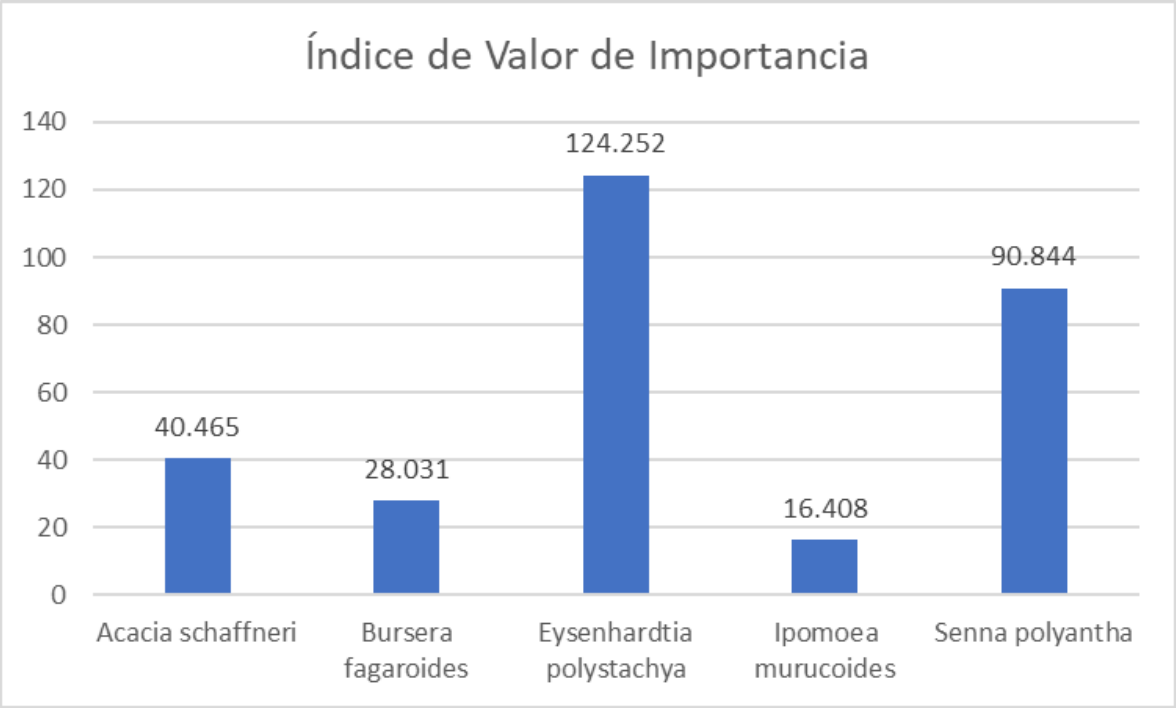


Figura IV-67. Índice de valor de importancia obtenido para el estrato arbóreo dentro de la selva baja caducifolia

Por otra parte, se obtuvo el índice Shannon Wiener y equitatividad con base en los datos de abundancia obtenidos durante el muestreo.

Tabla IV-52. Índices de diversidad estimados para el estrato arbóreo dentro de la selva baja caducifolia

Nombre científico	Nombre común	Abundancia/ ha	Pi	Índice de Shannon Wiener
Acacia schaffneri	Huizache	134	0.102	0.233
Bursera fagaroides	Xixote	109	0.083	0.206
Eysenhardtia polystachya	Palo dulce	753	0.571	0.320
Ipomoea murucoides	Palo bobo	28	0.021	0.082
Senna polyantha	Tepehuaje	294	0.223	0.335
Total		**1,319**	**1.000**	**1.176**
		Riqueza específica		5
		H calculada		1.176
		H max = Ln S		1.609
		Equidad = H/Hmax		0.730

El índice de Shannon Wiener obtenido para este estrato es de 1.176, lo que indica un valor de diversidad bajo gracias a que únicamente se reportaron cinco especies, y al comportamiento de las abundancias a lo largo del muestreo.

Por otra parte, considerando la distribución de las abundancias de las especies reportadas se obtuvo un valor de equidad de 0.73, lo que indica que la distribución de las abundancias no es homogénea debido a la clara dominancia de dos de las especies sobre las demás.

En este mismo contexto, en caso de que todos los taxones hubieran reportado la misma cantidad de ejemplares, la diversidad máxima estimada es de 1.609 y sería considerado como un valor bajo.

Cactáceas

Dentro de las unidades de muestreo se registraron 7 taxones pertenecientes a la familia Cactaceae y una abundancia en los sitios de 110 individuos, de las cuales la biznaga burra (*Echinocactus platyacanthus*) se encuentra reportada como una especie en peligro de extinción de acuerdo con la categorización presentada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las poblaciones de esta cactácea se han visto mermadas debido a que presenta poblaciones reducidas y una distribución geográfica restringida, además ha sido aprovechada como fuente de alimentación y como planta ornamental, pero, principalmente, ha sido empleada para la preparación del dulce de acitrón[90].

Tabla IV-53. Índice de valor de importancia para el grupo de las cactáceas dentro de la selva baja caducifolia

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DoR	IVI
Coryphantha erecta	Biznaga partida parada	3.636	6.250	0.568	10.454
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	6.364	9.375	0.706	16.445

[90] Ruíz B., C. (2012) Distribución y etonobotánica de *Echinocactus platyacanthus* Link & Otto (Cactaceae) en el Valle del Mezquital. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DoR	IVI
Echinocactus platyacanthus	Biznaga burra	5.455	9.375	0.291	15.121
Mammillaria magnimamma	Biznaga de chilitos	9.091	15.625	0.075	24.791
Myrtillocactus geometrizans	Garambullo	27.273	18.750	65.777	111.800
Opuntia robusta	Nopal tapón	19.091	15.625	6.618	41.334
Opuntia streptacantha	Nopal cardón	29.091	25.000	25.964	80.055
Total		**100.000**	**100.000**	**100.000**	**300.000**
DR: Densidad relativa, FR: Frecuencia relativa, DoR: Dominancia relativa, IVI: Índice de valor de importancia					

Respecto a la densidad, se obtuvo una abundancia por hectárea de 344 individuos pertenecientes al grupo de las cactáceas.

De acuerdo con los datos antes presentados, la especie mejor representada corresponde al nopal cardón (*Opuntia streptacantha*) con 32 ejemplares registrados y un estimado de 100 individuos por hectárea, mientras que la segunda posición es ocupada por el garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*), en la cual registró 30 elementos durante la campaña de campo y se estimó una abundancia por hectárea de 94 ejemplares.

Respecto a la incidencia de especies, el nopal cardón (*Opuntia streptacantha*) fue observado en la totalidad de las unidades de muestreo, mientras que la segunda posición es ocupada por el garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*), que se presentó en seis sitios de muestreo.

Por otra parte, en cuanto a la dominancia, se obtuvo que la que presenta el mayor valor es el garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) con una ocupación de 684.25 metros cuadrados por hectárea, debido a que esta especie llega a presentar copas de hasta 5 metros de diámetro[91]. El segundo lugar es ocupado

[91] Moreno F., V. (2012) Elaboración de vino de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

por el nopal cardón (*Opuntia streptacantha*) con 270.09 metros cuadrados por unidad de superficie.

Considerando los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia se obtuvo el índice de valor de importancia. El valor más alto lo obtuvo el garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) con 111.8, la cual es una especie de ampla distribución en las zonas áridas del país, así como en las selvas bajas más secas, presentándose como en elemento de vegetación primaria[92].

La especie que ocupa la segunda posición corresponde al nopal cardón (*Opuntia streptacantha*) con 80.055, el cual es un taxón arborescente que es común en los estados de Hidalgo, Querétaro, Guanajuato, San Luis Potosí, Aguascalientes y Zacatecas, siendo un elemento característico de los matorrales crasicaules y de selvas adyacentes a este tipo de vegetación.[93].

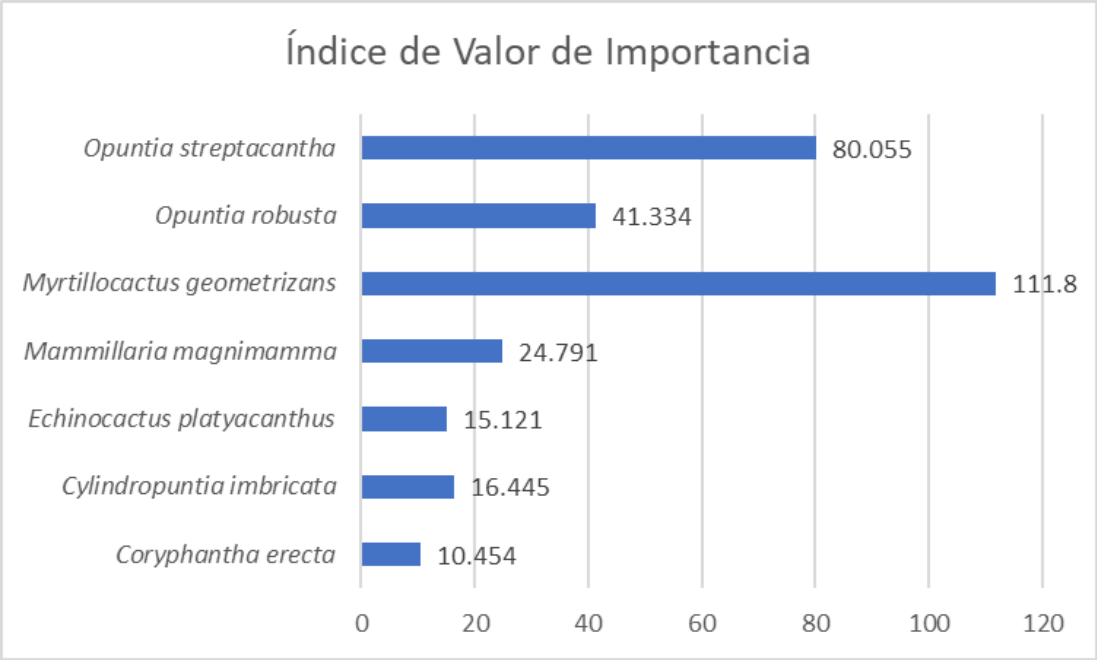


Figura IV-68. Índice de valor de importancia obtenido para el grupo de las cactáceas dentro de la selva baja caducifolia

[92] Sanjuan T., G., *et al.* (2021) Ensambles de artrópodos asociados a los frutos de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) en los localidades del Valle del Mezquital, Hidalgo, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 92.
[93] González P., H. (2016) Estudio de la capacidad antioxidante de la tuna *Opuntia streptacantha* y *Opuntia robusta* en la intoxicación aguda con Acetaminofén. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Por otra parte, se obtuvo el índice Shannon Wiener y equitatividad con base en los datos de abundancia obtenidos durante el muestreo.

Tabla IV-54. Índices de diversidad estimados para el grupo de las cactáceas dentro de la selva baja caducifolia

Nombre científico	Nombre común	Abundancia/ ha	Pi	Índice de Shannon Wiener
Coryphantha erecta	Biznaga partida parada	13	0.036	0.121
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	22	0.064	0.175
Echinocactus platyacanthus	Biznaga burra	19	0.055	0.159
Mammillaria magnimamma	Biznaga de chilitos	31	0.091	0.218
Myrtillocactus geometrizans	Garambullo	94	0.273	0.354
Opuntia robusta	Nopal tapón	66	0.191	0.316
Opuntia streptacantha	Nopal cardón	100	0.291	0.359
Total		**344**	**1.000**	**1.702**
		Riqueza específica		7
		H calculada		1.702
		H max = Ln S		1.946
		Equidad = H/Hmax		0.875

El índice de Shannon Wiener obtenido para este grupo es de 1.702, lo que indica un valor de diversidad bajo gracias a la forma en la que se distribuyen sus abundancias.

Por otra parte, el valor de equidad obtenido es de 0.875 que puede ser considerado como equitativo. En este mismo contexto, en caso de que todos los taxones hubieran reportado la misma cantidad de ejemplares, la diversidad máxima estimada es de 1.946 y sería considerado como un valor de diversidad medio.

Rosetas

Dentro de las unidades de muestreo se registraron únicamente dos taxones con forma de roseta, las cuales presentan una abundancia en los sitios de siete individuos. Cabe señalar que ninguna de estas especies se encuentra dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV-55. Índice de valor de importancia para el grupo de las rosetas dentro de la selva baja caducifolia

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	DoR	IVI
Agave applanata	Maguey	85.714	80.000	39.968	205.683
Agave salmiana	Maguey pulquero	14.286	20.000	60.032	94.317
Total		**100.000**	**100.000**	**100.000**	**300.000**

DR: Densidad relativa, FR: Frecuencia relativa, DoR: Dominancia relativa, IVI: Índice de valor de importancia

Respecto a la densidad, se obtuvo una abundancia por hectárea de 22 individuos pertenecientes al grupo de las rosetas.

De acuerdo con los datos antes presentados, la especie mejor representada corresponde al maguey (*Agave applanata*) con seis ejemplares registrados y un estimado de 19 individuos por hectárea que, además se apreció en cuatro de las unidades muestrales; mientras que el maguey pulquero (*Agave salmiana*), presentó un solo ejemplar durante la campaña de campo y se estimó una abundancia por hectárea de tres elementos, además de que solo fue observado dentro de uno de los sitios.

Por otra parte, en cuanto a la dominancia, se obtuvo que el maguey pulquero (*Agave salmiana*) presenta la mayor ocupación con 60.032 metros cuadrados por hectárea, debido a que esta especie llega a presentar copas que oscilan entre 1.15

y 3.5 metros de diámetro[94]. Mientras que el maguey (*Agave applanata*) tiene una ocupación por hectárea de 39.968 metros cuadrados; esta especie tiene diámetros de copa promedio de 80 a 100 centímetros[95].

Considerando los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia se obtuvo el índice de valor de importancia. El valor más alto lo obtuvo el maguey (*Agave applanata*) con 205.683, la cual es una especie endémica de México que se desarrolla en matorrales xerófilos, principalmente cuando presentan algún grado de perturbación[96].

Por su parte, el maguey pulquero (*Agave salmiana*) obtuvo un valor de importancia de 94.314. Este agave desde tiempos prehispánicos ha sido empleado y cultivado para la extracción del aguamiel con la que se elabora el pulque, sin embargo, de forma silvestre se distribuye en los estados del centro de México, principalmente en ecosistemas áridos y selvas bajas caducifolias[97].

[94]García N., R., *et al.* (2020) Identificación y caracterización morfológica de agaves en sistemas agroforestales con meteplante en tierras campesinas. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 11(4).
[95] Martínez, M. *et al.* (2017) Guía ilustrada de la flora del Valle de Querétaro. Universidad Autónoma de Querétaro y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
[96] CONABIO. Fichas técnicas de los agaves de Oaxaca. Proyecto NE012. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Recuperado de: http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/NE012_Anexo_Fichas_agave.pdf
[97] Reynoso S., R., *et al.* (2012) Identificación taxonómica de agaves (*Agave* spp.) utilizados para la elaboración del licor comiteco en Chiapas, México. Revista Agro Productividad 5(4).

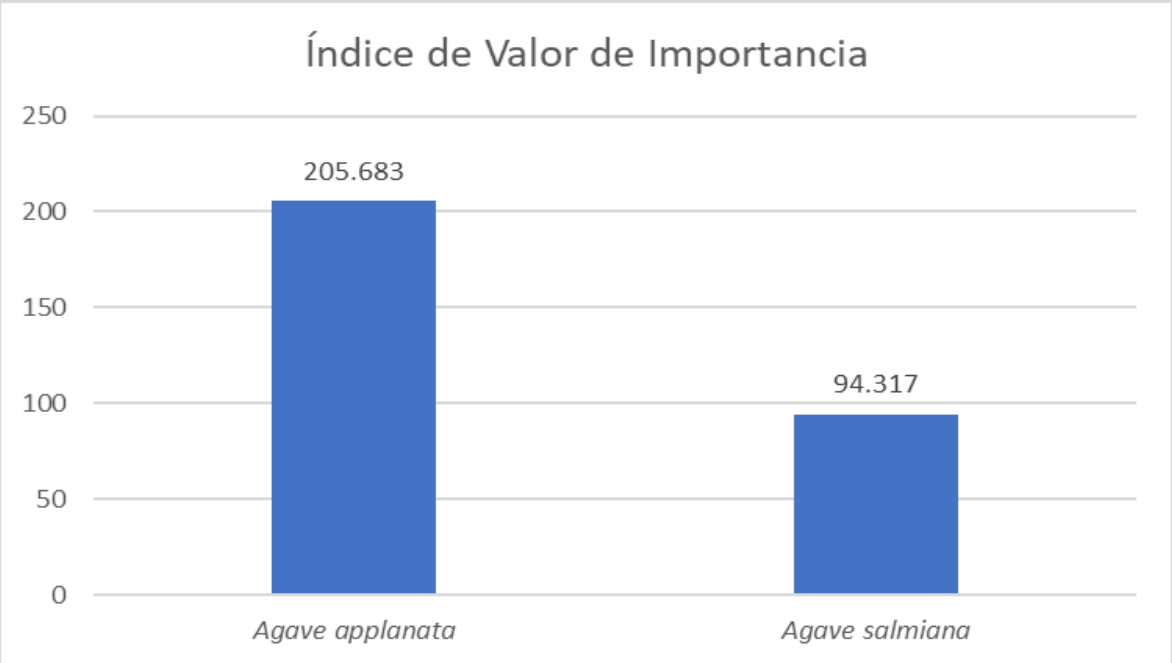


Figura IV-69. Índice de valor de importancia obtenido para el grupo de las rosetas dentro de la selva baja caducifolia

Por otra parte, se obtuvo el índice Shannon Wiener y equitatividad con base en los datos de abundancia obtenidos durante el muestreo.

Tabla IV-56. Índices de diversidad estimados para el grupo de las rosetas dentro de la selva baja caducifolia

Nombre científico	Nombre común	Abundancia/ ha	Pi	Índice de Shannon Wiener
Agave applanata	Maguey	19	0.857	0.132
Agave salmiana	Maguey pulquero	3	0.143	0.278
Total		**22**	**1.000**	**0.410**
		Riqueza específica		2
		H calculada		0.410
		H max = Ln S		0.693
		Equidad = H/Hmax		0.592

El índice de Shannon Wiener obtenido para este grupo es de 0.410, lo que indica un valor de diversidad muy bajo debido a que este grupo está compuesto únicamente por dos especies.

Por otra parte, el valor de equidad obtenido es de 0.592 considerado como no equitativo debido a que una de las dos especies es la que domina. En caso de que ambos taxones hubieran reportado la misma cantidad de ejemplares, la diversidad máxima estimada es de 0.693 y sería considerado dentro de la misma categoría.

Área del proyecto

El área en la que se pretende la ejecución del proyecto se encuentra, en su mayoría, inmersa dentro del Parque Industrial Querétaro, el cual es un complejo integral para el desarrollo de empresas nacionales e internacionales a las cuales se les proporcionará el servicio provisión de gas natural.

La infraestructura contemplada será desarrollada en áreas previamente impactadas, ya sea por la construcción de la infraestructura industrial, caminos, derechos de vía, así como en terrenos agrícolas y servidumbres de paso. Debido a esto, durante ninguna de las etapas contempladas se provocará la afectación de alguno de los tipos de vegetación forestal que se encuentran distribuidos al interior del sistema ambiental regional.

Figura IV-70. Condiciones presentes en el área del proyecto

En este contexto, no fue necesario el levantamiento de información referente a la estructura y composición de la flora, sin embargo, dentro del área se realizaron recorridos para identificar algunas de las especies que, principalmente, se han establecido con fines ornamentales en las jardineras de los complejos industriales, así como algunas que se han desarrollado en los derechos de vía que presentan evidencia de afectación. Los taxones identificados y su uso se presentan a continuación:

Tabla IV-57. Especies vegetales observadas en el área del proyecto

Nombre científico	Nombre común	Uso/ubicación
Acacia schaffneri	Huizache	Cerco vivo en el área agrícola
Agave sisalana	Henequén	Ornamental
Baccharis salicina	Jara	Derecho de vía de camino

Nombre científico	Nombre común	Uso/ubicación
Bothriochloa sp.	Popotillo	Derecho de vía de camino
Bougainvillea buttiana	Buganvilia	Ornamental
Cupressus macrocarpa	Cedro limón	Ornamental
Cupressus sempervirens	Ciprés mediterráneo	Ornamental
Cynodon dactylon	Zacate bermuda	Derecho de vía de camino
Eucalyptus globulus	Eucalipto	Ornamental
Fraxinus uhdei	Fresno	Ornamental
Helianthus tuberosus	Tupinanbo	Derecho de vía de camino
Heterotheca inuloides	Árnica	Derecho de vía de camino
Lavandula sp.	Lavanda	Ornamental
Ligustrum lucidum	Trueno	Ornamental
Melinis repens	Pasto africano rosado	Derecho de vía de camino
Myoporum laetum	Transparente	Ornamental
Nicotiana glauca	Alamillo	Derecho de vía de camino
Phaseolus lunatus	Frijol	Adyacente a terreno agrícola
Phoenix canariensis	Palma canaria	Ornamental
Prosopis laevigata	Mezquite	Derecho de vía de camino y cerco vivo en área agrícola
Prunus armeniaca	Albaricoque	Ornamental
Quercus fusiformis	Encino molino	Ornamental
Quercus rubra	Roble rojo americano	Ornamental
Schinus molle	Pirul	Ornamental
Trema micrantha	Capulín	Ornamental
Ulmus mexicana	Olmo mexicano	Ornamental
Washingtonia robusta	Palma blanca	Ornamental
Yucca baccata	Palma pita	Ornamental

Tal como se puede apreciar, la mayoría de las especies vegetales al interior del proyecto corresponden a taxones empleados como ornamentales en jardineras y áreas comunes del parque industrial, mientras que algunas especies de pastos y hierbas se distribuyen sobre derechos de vía en los que aún no se ejecuta algún tipo de obra.

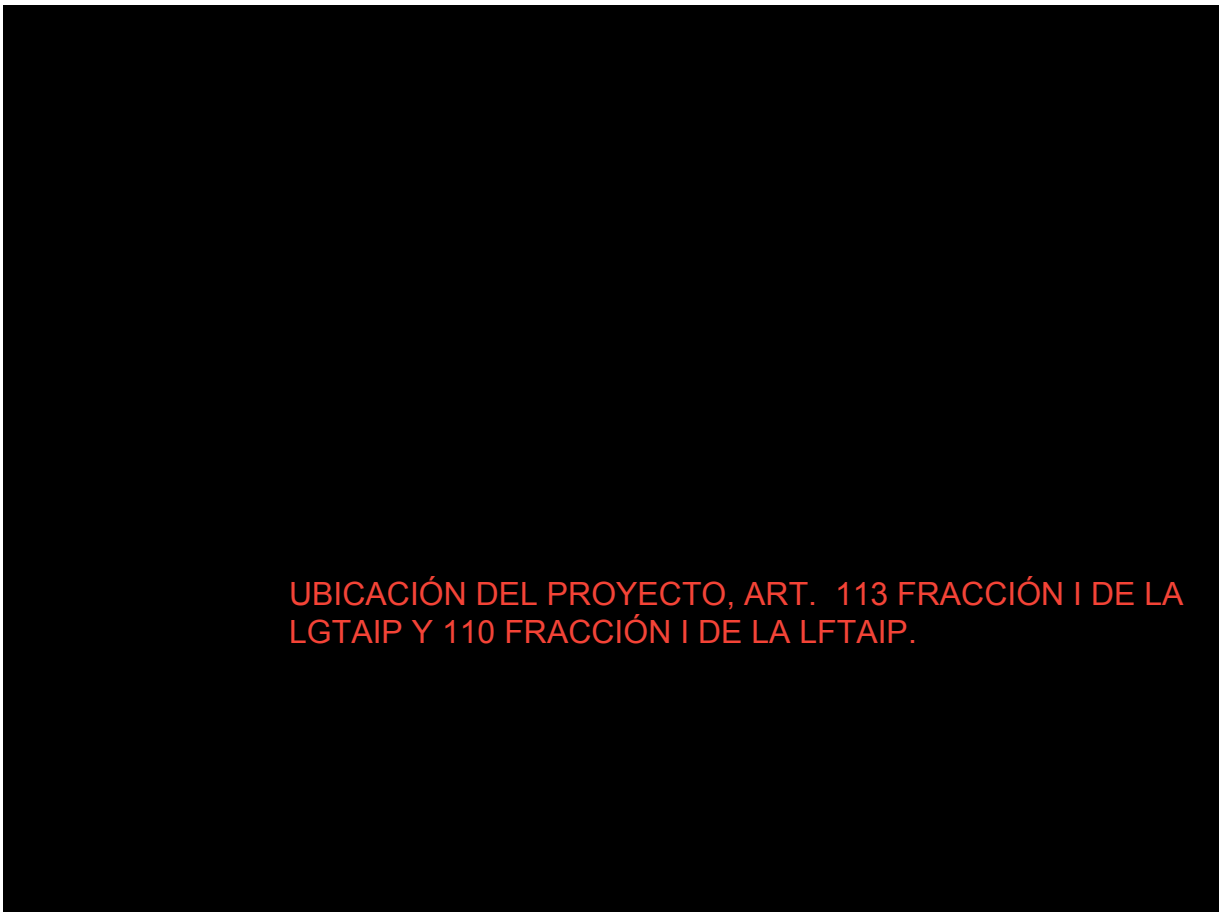


Figura IV-71. Especies observadas en el área del proyecto: a) *Agave sisalana,* b) *Bougainvillea buttiana,* c) *Cupressus sempervirens* y d) *Baccharis salicina*

En conclusión, dentro del sistema ambiental regional se distribuyen dos tipos de vegetación forestal que corresponden a la selva baja caducifolia y al matorral crasicaule, los cuales, de manera general se encuentran en un proceso de perturbación, gracias al avance de la frontera agrícola y a las actividades pecuarias que se llevan a cabo en la región, así como por su cercanía a los núcleos de población. Por otra parte, dentro del área en la que se pretende el establecimiento del proyecto no se distribuye ningún tipo de vegetación forestal, debido a que este será implementado en áreas que cuentan con algún tipo de infraestructura urbana o industrial, así como en algunos caminos y terrenos agrícolas, por lo tanto, no se provocará un impacto directo a este factor, sin embargo, estos serán analizados en apartados posteriores de este estudio.

IV.3.2.6. Fauna silvestre

Las características físicas y climáticas de México resultan en una amplia variedad de ecosistemas, y, por ende, una alta biodiversidad, posicionándolo como uno de los cinco países megadiversos del mundo. Su territorio alberga fauna de dos regiones biogeográficas, Neártica y Neotropical, ocasionando un elevado número de endemismos[98]. Ocupa el cuarto lugar en diversidad de vertebrados terrestres, con 535 especies de mamíferos, de las cuales el 30% son endémicas; 1,050 de aves donde alrededor del 9 al 25% son endémicas y, 1,100 de anfibios y reptiles, con un 50 y 64% de endemismo, respectivamente[99].

De igual manera, el estado de Querétaro posee una alta variación climática y topográfica, ya que, dentro de sus límites coinciden tres provincias fisiográficas, Sierra Madre Oriental, Eje Neovolcánico Transversal y Mesa Central, caracterizadas por un alto endemismo[100]. Por lo anterior, el estado alberga una gran diversidad de hábitats, esto se ve reflejado en las 651 especies de vertebrados terrestres, dentro de los que se incluyen, 29 especies de anfibios, 88 de reptiles, 431 de aves y 103 de mamíferos, entre ellas las seis especies de felinos distribuidas en el país[101].

Por otra parte, el municipio de Querétaro tiene registradas 16 especies de anfibios, 30 de reptiles, 99 de aves, y 64 de mamíferos, dando como resultado 305 especies de vertebrados terrestres. Es importante mencionar que, 27 especies de fauna están incluidas en alguna de las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, donde el grupo de los reptiles resultó el más afectado, representando el 55.5% con 15 especies.

---

98 Plascencia, R. L., *et al.* (2011). La biodiversidad en México su conservación y las colecciones biológicas. Ciencias, 36-43.
99 Jiménez S., C. L., *et al* (2014). México país megadiverso y la relevancia de las áreas naturales protegidas. Investigación y Ciencia, 22(60), 16-22.
100 López G., C. A., *et al.* (2016). Mamíferos del estado de Querétaro. En Universidad Autónoma de Querétaro, Historia Natural de Querétaro (pág. 283). México: Universidad Autónoma de Querétaro.
101 Ocaña F., A., *et al* (2016). Guía de aves de Pinal de Amoles, Querétaro, del bosque templado al semidesierto. Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro.

La fauna que el municipio de Querétaro posee, lo coloca en una situación privilegiada dentro del territorio mexicano, sin embargo, los niveles de endemismos que presenta actúan como un factor de vulnerabilidad ante distintos riesgos. Esto resulta en la necesidad de caracterizar este factor biótico para, posteriormente, determinar el impacto que será generado con la implementación del proyecto.

Metodología de muestreo

El muestreo se llevó a cabo del 6 al 9 de julio del 2021, en un horario de 7:00 am a 5:00 pm, aproximadamente. En general, el método de muestreo empleado fue la búsqueda intensiva de rastros y avistamientos de aves, mamíferos y herpetofauna en transectos de 500 m de longitud.

En total, se realizaron cuatro transectos en matorral crasicaule, cuatro en selva baja caducifolia y tres dentro del área del proyecto y sus inmediaciones, considerando las características del terreno para así obtener una muestra homogénea de cada grupo.

Si bien, para todos los grupos se empleó el método anteriormente mencionado, en el caso de las aves y los mamíferos se utilizaron especificaciones y técnicas adicionales.

Aves

Tal como se señaló con anterioridad, cada transecto tuvo una longitud de 500 m, en donde se definieron tres puntos de observación espaciados por 250 m[102], cada sitio fue evaluado por un lapso de 10 minutos. Para esta técnica se utilizaron binoculares de 7 x 35 mm, en donde, para aves grandes, la distancia entre el ave y el espectador fue de máximo 150 m y de hasta 25 m para aves pequeñas. No

102 Ralph, C.J., *et al.* (1996) Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR- 159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.

obstante, las aves que fueron observadas durante los recorridos dentro del transecto también fueron registradas.

Para la identificación de especies se recurrió a literatura especializada en México y Norteamérica de Corell Lab of Ornithology[103], van Perlo[104] y Howell[105].

Mamíferos

Para este grupo se utilizaron tres métodos de monitoreo diferentes:

a) Rastreo de huellas, excretas, echaderos, rascaderos o cualquier indicio de presencia dentro del área del transecto[106]

b) Trampeo para mamíferos pequeños. A lo largo de los dos tipos de vegetación, se colocaron 10 trampas Sherman con sebo de avena y vainilla a una distancia mínima de 10 m entre ellas. Estuvieron activas durante la noche y se revisaron a la mañana siguiente[107]. Los organismos capturados fueron identificados y liberados en el mismo sitio de captura.

c) Fototrampeo, En total se colocaron tres cámaras a una altura de 40 cm sobre el suelo y con dirección Sur-Norte en sitios que representaran brechas de paso.

La literatura especializada para la identificación de especies de este grupo fue de Ceballos[108] y Hall[109].

---

[103] Corell Lab of Ornithology (2020) Merlin Bird Id (2.0) [Aplicación móvil]. Google play. https://play.google.com/store/apps/details?id=com.labs.merlinbirdid.app&hl=es_419&gl=US

[104] Van Perlo, B. (2006) Birds of Mexico and Central America. Princenton University Press.

[105] Howell, S.N.G. (1999) A bird-finding guide to Mexico. Cornell University Press. Ithaca, New York.

[106] Aranda, J. M. (2012). Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. México, D. F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

[107] González R., A. (2014) Métodos de captura y contención de mamíferos. Pp 117-126, In: Gallina–Tessaro, S. y C. López–González (Eds.). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Instituto de Ecología, A.C., Universidad Autónoma de Querétaro, INE–SEMARNAT. México, D.F. 377 pp.

[108] Ceballos, G. (Coord.) (2013) Mammals of Mexico. Johns Hopkins University Press.

Herpetofauna

Se realizó una búsqueda intensiva por encuentro visual a lo largo del transecto[110], levantando escombros, rocas y buscando en los recovecos en el suelo y troncos de árboles en pie y caídos. Para la identificación de especies se recurrió a bibliografía de Dixon y Lemos-Espinal[111] y González-Hernández *et al.*[112].

Figura IV-72. Actividades de muestreo de fauna silvestre

[109] Hall, E.R. (1981) The Mammals of North America. John Wiley and Sons, New York, 2 vols.
[110] Aguirre L., G. (2011) Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. Pp 63-84, In: Gallina–Tessaro, S. y C. López–González (Eds.). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Instituto de Ecología, A.C., Universidad Autónoma de Querétaro, INE–SEMARNAT. México, D.F. 377 pp.
[111] Dixon, J.R. & Lemos-Espinal, J.A. (2010) Anfibios y reptiles del estado de Querétaro, México. Texas A & M University, Universidad Nacional Autónoma de México y CONABIO.
[112] González-Hernández, A, *et al.* (2021) Manual de Identificación de la Herpetofauna de México. Dirección General de Divulgación de la Ciencia/Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 60pp

Ubicación de los sitios de muestreo

Dentro del sistema ambiental regional se distribuyeron ocho transectos, mientras que en el área del proyecto se establecieron tres; en todos los casos estos cuentan con una longitud aproximada de 500 metros.

A continuación, se presentan las coordenadas iniciales y finales de los transectos realizados para la obtención de los registros de fauna silvestre.

Tabla IV-58. Coordenadas iniciales y finales de los transectos empleados

Unidad de observación	Número de transecto	Inicio		Final	
		X	Y	X	Y
Sistema ambiental regional	1	[redacted]			
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
Área del proyecto	1				
	2				
	3				

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

A continuación, se presenta la representación geográfica de los transectos establecidos para el muestreo de fauna silvestre.

Figura IV-73. Ubicación de los transectos empleados para el muestreo de fauna silvestre en el sistema ambiental regional y el área del proyecto

Curvas de acumulación de especies

La metodología empleada para la obtención de las curvas de acumulación de especies se presenta en el Capítulo VIII de la manifestación de impacto ambiental.

Para la construcción de las curvas de acumulación de especies se emplearon los estimadores no paramétricos de Chao 1, Chao 2 y Bootstrap.

Aves

En cuanto al estimador Chao 1, de las 27 especies observadas, tres tuvieron una abundancia de un único individuo y cinco tuvieron una abundancia de dos individuos por lo que, aplicando el modelo, se obtuvo un índice de completitud del 97.3%.

Por otra parte, para Chao 2, nueve especies tuvieron una frecuencia en un solo sitio de muestreo, mientras que siete inciden en dos unidades muestrales, por lo que el índice de completitud para este estimador es del 82.4%.

Finalmente, para Bootstrap, de las ocho unidades consideradas para el muestreo y, tomando en cuenta el comportamiento de incidencia de las aves dentro de dichas unidades, el porcentaje de especies registradas con el esfuerzo de muestreo realizado es de 87.3%.

Dados los resultados anteriores, se determinó un valor promedio y se obtuvo que, de las 27 especies de aves registradas en el sistema ambiental regional, se registró al 88.99%, por lo que la muestra es representativa de las condiciones observadas en campo.

Tabla IV-59. Valores de completitud obtenidos para las especies de aves dentro del sistema ambiental regional.

Estimador	Índice de completitud (%)
Chao 1	97.3
Chao 2	82.4
Bootstrap	87.3
Total	88.99

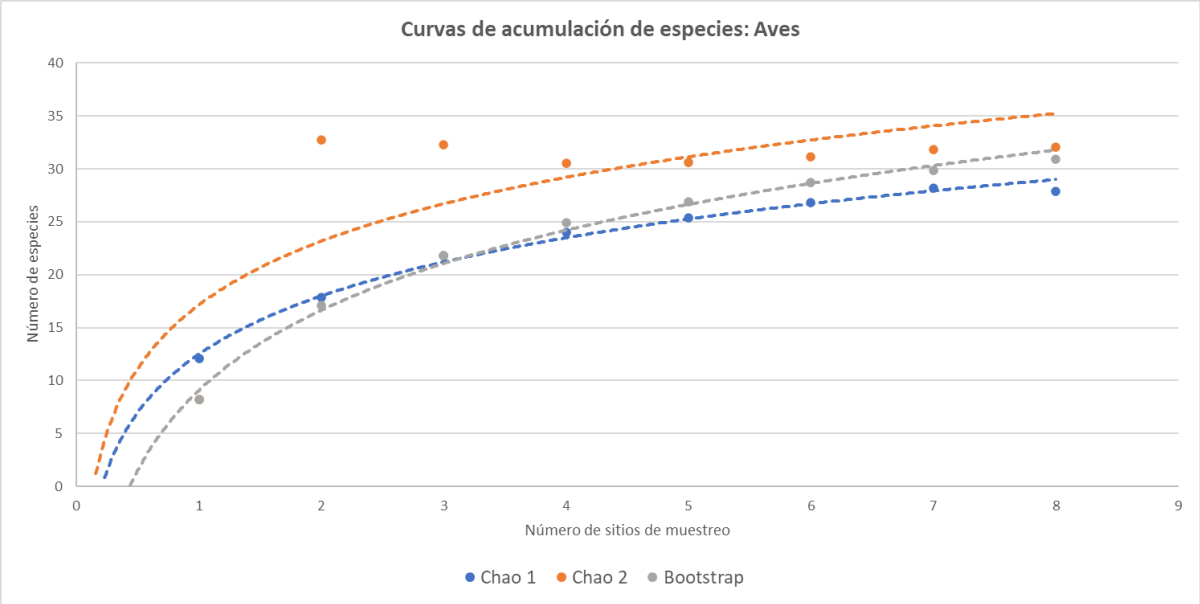


Figura IV-74. Curvas de acumulación para el grupo de las aves

Mamíferos

Para la evaluación del estimador Chao 1 para la mastofauna presente en el sistema ambiental regional, se obtuvo que dos individuos tuvieron una abundancia de sólo un individuo; mientras que otras dos tuvieron dos registros, por lo tanto, aplicando la fórmula matemática del modelo, se obtiene un porcentaje de especies reportadas del 91.6%.

En cuanto a Chao 2 se obtuvo que, de las siete especies observadas, tres estuvieron presentes en una unidad muestral y tres en dos sitios de muestreo, por lo que su índice de completitud es del 82.4%.

Respecto a Bootstrap, considerando la incidencia de los mamíferos dentro de los ocho transectos, se obtuvo que la riqueza esperada a encontrar dentro del sistema ambiental regional era de ocho especies, por lo que las siete especies registradas representan al 84%.

Con los valores de completitud de los tres estimadores se obtuvo un valor promedio de índice de completitud y se calculó que se registró un porcentaje

promedio de 85.97% de las especies de mamíferos que se distribuyen dentro del sistema ambiental regional. Por ende, el muestreo fue representativo.

Tabla IV-60.Valores de completitud obtenidos para las especies de mamíferos dentro del sistema ambiental regional.

Estimador	Índice de completitud (%)
Chao 1	91.6
Chao 2	82.4
Bootstrap	84.0
Total	85.97

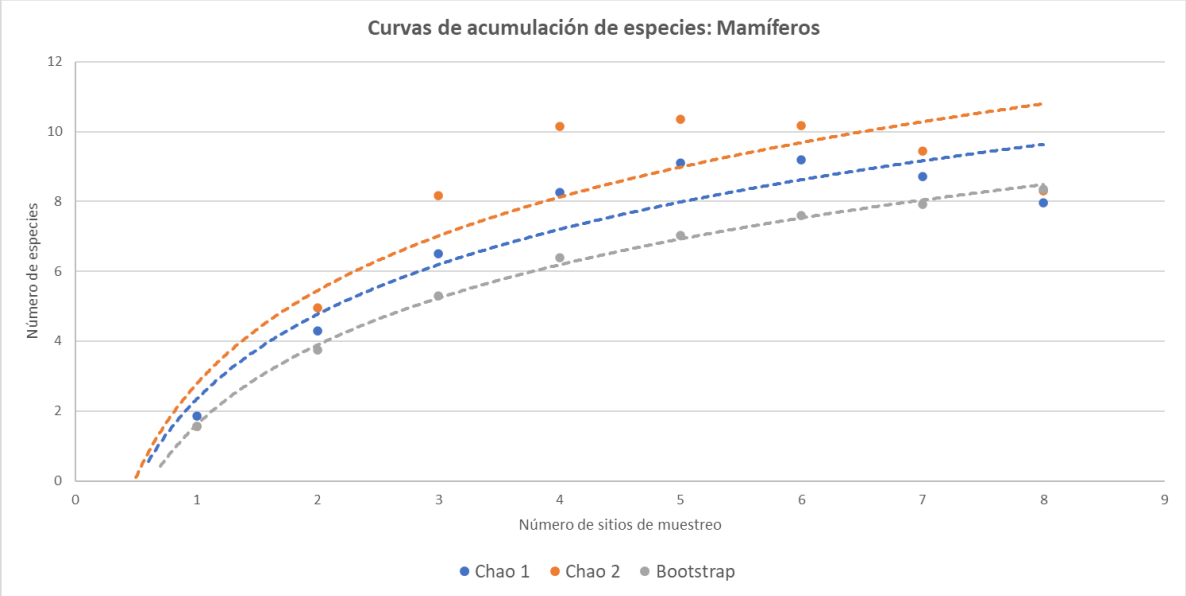


Figura IV-75. Curvas de acumulación para el grupo de los mamíferos

Reptiles

De las cinco especies de reptiles registradas, sólo una tuvo un único registro mientras que tres tuvieron una abundancia de dos individuos, por lo que, aplicando el modelo del indicador Chao 1, se obtuvo que se registró al 97.6% de los reptiles presentes dentro del sistema ambiental regional.

En cuanto a Chao 2, debido a que dos especies tuvieron una incidencia en un sólo sitio de muestreo y tres en dos unidades muestrales, se obtuvo que la riqueza esperada para el sistema ambiental regional era de seis taxones de

reptiles, por lo que las cinco especies registradas representan el 88.2% del total esperado.

Aplicando el modelo de Bootstrap se obtuvo un índice de completitud del 83.5%, pues en las ocho unidades muestrales se registraron cinco de las seis especies esperadas, según este indicador.

Finalmente, se obtuvo el valor promedio de completitud utilizando los porcentajes de completitud anteriores, y se calculó que, en promedio, se registró el 89.78% de las especies de reptiles que se distribuyen en el sistema ambiental regional.

Tabla IV-61.Valores de completitud obtenidos para las especies de reptiles dentro del sistema ambiental regional.

Estimador	Índice de completitud (%)
Chao 1	97.6
Chao 2	88.2
Bootstrap	83.5
Total	89.78

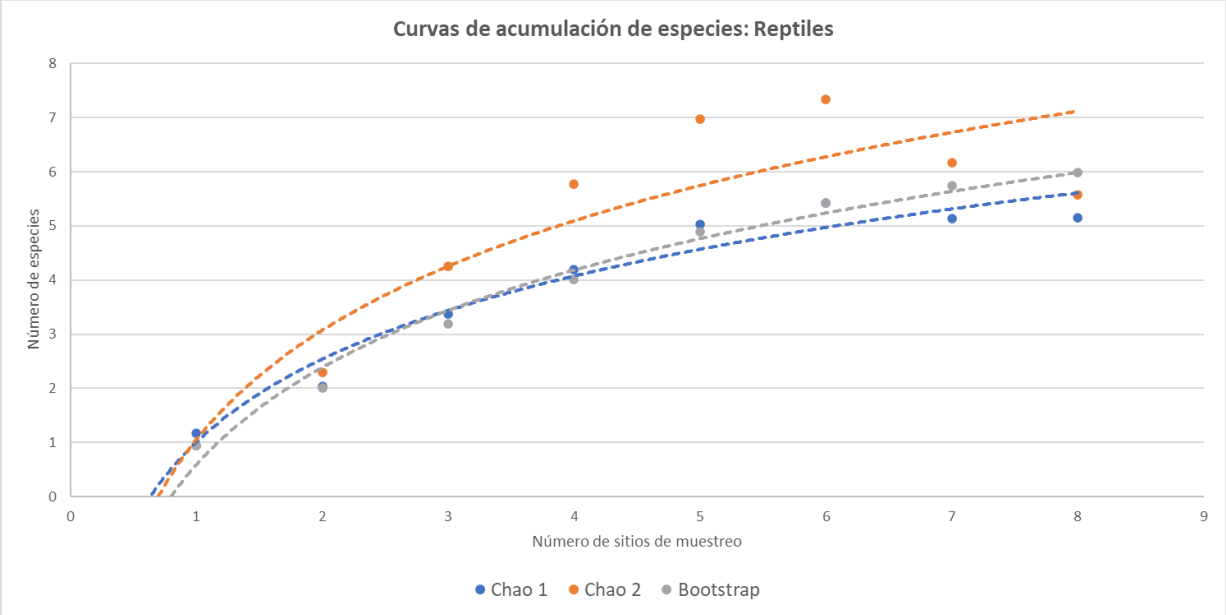


Figura IV-76. Curvas de acumulación para el grupo de los reptiles

Es importante señalar que para el área del proyecto no se realizó la estimación de las curvas de acumulación de especies, debido a que los caminamientos establecidos tuvieron la finalidad de caracterizar este elemento biótico y su relación con el área industrial en la que se pretende su establecimiento.

Composición de los grupos faunísticos

Durante el muestreo realizado en el sistema ambiental regional y en el área del proyecto, se registró un total de 47 especies faunísticas pertenecientes a 25 familias y tres grupos de vertebrados: aves, mamíferos y reptiles.

Dentro del sistema ambiental regional se registraron tres grupos de vertebrados y un total de 39 especies: 27 de aves, siete de mamíferos y cinco de reptiles. Cabe mencionar que la riqueza de especies de los tres grupos de vertebrados fue similar en los dos tipos de vegetación descritos en el sistema ambiental regional.

Por otra parte, dentro del área del proyecto, se registraron 22 especies faunísticas: 19 pertenecientes a las aves, dos a los mamíferos y una especie del grupo de los reptiles. Los dos mamíferos y la única especie de reptil fueron encontrados en el mismo sitio de muestreo dentro de las tres unidades muestrales consideradas para la toma de datos.

La totalidad de especies faunísticas registradas en ambas áreas muestreadas (SAR y AP) se presenta a continuación:

Tabla IV-62. Especies de fauna silvestre reportadas dentro del sistema ambiental regional.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Presencia	
Aves				SAR	AP
Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo		X	
Ardeidae	*Ardea alba*				X
Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura		X	
Charadriidae	*Charadrius vociferus*				X
Columbidae	*Columba livia*	Paloma doméstica			X
	Columbina inca	Tortolita cola larga			X
	Columbina passerina	Tortolita pico rojo		X	
	Streptopelia decaocto	Paloma de collar		X	X

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Presencia	
		turca			
	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas		X	
	Zenaida macroura	Huilota común		X	X
Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo común		X	X
Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano		X	X
	Spinus psaltria	Jilguero dominico		X	
Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta		X	X
	Riparia riparia	Golondrina ribereña		X	
Icteridae	*Icteria virens*	Chipe grande		X	
	Molothrus ater	Tordo cabeza café			X
	Quiscalus mexicanus	Zanate mayor			X
	Sturnella magna	Pradero tortillaconchile			X
Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño		X	
	Toxostoma curvirostre	Cuicacoche pico curvo		X	
Passerellidae	*Junco phaeonotus*	Junco ojos de lumbre		X	
	Melozone fusca	Rascador viejita		X	X
	Passer domesticus	Gorrión doméstico		X	X
	Passerina caerulea	Picogordo azul			X
	Spizella atrogularis	Gorrión barba negra		X	
Ptilogonatidae	*Phainopepla nitens*	Capulinero negro		X	
	Ptiliogonys cinereus	Capulinero gris		X	
Thraupidae	*Sporophila torqueola*	Semillero Rabadilla Canela			X
Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho		X	
Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto		X	X
	Thryomanes bewickii	Saltapared cola larga		X	
Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito		X	X
	Tyrannus vociferans	Tirano chibiú		X	X
Canidae	*Canis latrans*	Coyote		X	
	Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris		X	
Cricetidae	*Peromyscus melanophrys*	Ratón de Meseta		X	

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Presencia	
Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo de Florida		X	X
Mephitidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado sureño		X	
Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle Norteño		X	
	Procyon lotor	Mapache			X
Sciuridae	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de las rocas		X	
Viperidae	*Crotalus aquilus*	Cascabel oscura de Querétaro	Pr	X	
Phrynosomatidae	*Sceloporus dugesii*	Lagartija Espinosa de Duges		X	
	Sceloporus minor	Lagartija espinosa menor		X	
	Sceloporus spinosus	Lagartija espinosa mexicana		X	
	Sceloporus torquatus	Lagartija espinosa de collar		X	
Typhlopidae	*Indotyphlops braminus*	Serpiente ciega afroasiática			X

Pr: sujeta a protección especial, A: Amenazada (NOM-059-SEMARNAT-2010)

Índices de diversidad de fauna silvestre en el sistema ambiental regional

Aves

Para el grupo de las aves, dentro de las ocho unidades muestrales consideradas para la toma de datos, se registraron 27 especies, con una abundancia total de 184 individuos. De todas esas especies, ninguna se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV-63. Parámetros poblacionales obtenidos para las aves registradas dentro del sistema ambiental regional.

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	IVI
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del desierto	3.80	6.25	10.05
Cathartes aura	Zopilote aura	2.17	4.69	6.86
Columbina inca	Tortolita cola larga	2.17	3.13	5.30

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	IVI
Columbina passerina	Tortolita pico rojo	9.78	4.69	14.47
Corvus corax	Cuervo común	2.17	4.69	6.86
Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	3.26	7.81	11.07
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	4.89	6.25	11.14
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	16.30	7.81	24.12
Icteria virens	Chipe grande	5.43	4.69	10.12
Junco phaeonotus	Junco ojos de lumbre	1.09	3.13	4.21
Melozone fusca	Rascador viejita	2.72	4.69	7.40
Mimus polyglottos	Cenzontle norteño	1.09	1.56	2.65
Passer domesticus	Gorrión doméstico	4.89	1.56	6.45
Phainopepla nitens	Capulinero negro	10.87	7.81	18.68
Psaltriparus minimus	Sastrecillo	1.09	1.56	2.65
Ptiliogonys cinereus	Capulinero gris	1.63	3.13	4.76
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	1.09	1.56	2.65
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	2.72	1.56	4.28
Riparia riparia	Golondrina ribereña	2.72	1.56	4.28
Spinus psaltria	Jilguero dominico	0.54	1.56	2.11
Spizella atrogularis	Gorrión barba negra	1.09	3.13	4.21
Streptopelia decaocto	Paloma de collar turca	0.54	1.56	2.11
Thryomanes bewickii	Saltapared cola larga	3.26	3.13	6.39
Toxostoma curvirostre	Cuicacoche pico curvo	0.54	1.56	2.11
Tyrannus vociferans	Tirano chibiú	1.63	4.69	6.32
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	2.17	3.13	5.30
Zenaida macroura	Huilota común	10.33	3.13	13.45
	Total	**100**	**100**	**200**

DR: Densidad relativa, FR: Frecuencia relativa, IVI: Índice de valor de importancia

Con los datos anteriores fue posible obtener que las especies más abundantes corresponden a la golondrina tijereta (*Hirundo rustica*), con una abundancia de 30 individuos; el capulinero negro (*Phainopepla nitens*), con 20 ejemplares observados y la huilota común (*Zenaida macroura*), con una abundancia de 19 individuos.

Respecto a la incidencia de las especies dentro de unidades muestrales, se obtuvo que ninguna de las especies estuvo presente en todos los sitios, pero tres incidieron en cinco de las ocho unidades muestrales: la golondrina tijereta (*Hirundo rustica*), el capulinero negro (*Phainopepla nitens*) y el colibrí pico ancho (*Cynanthus latirostris*).

De acuerdo con los valores de densidad y frecuencia relativas, la especie que presenta el valor de importancia más alto es la golondrina tijereta (*Hirundo rustica*), con un valor de 24.12, debido a que fue la especie más abundante y frecuente dentro de las ocho unidades muestrales analizadas. Esta ave paseriforme nativa, y de hábitos migratorios, se distribuye en Europa, Asia, África, América y parte de Australasia. En México, se le encuentra en la mayor parte de su territorio, y su hábitat predilecto es la vegetación baja, como pastizales, prados y terrenos agrícolas, preferentemente con una fuente de agua cercana. Además, suele utilizar estructuras construidas por el humano para reproducirse, por lo que su distribución avanza con la expansión humana[113].

Por otra parte, debido a que fue la segunda especie más abundante y de las más frecuentes, el capulinero negro (*Phainopepla nitens*) ocupa el segundo puesto en IVI, con un valor de 18.68. Esta ave es nativa de Norteamérica, y se distribuye en México (desde el Norte hasta el centro del país), Estados Unidos y Canadá. Es una especie migratoria y habita en bosques, matorrales y desierto. Debido a su alto rango de distribución y su tendencia poblacional estable en los últimos 40 años en América del Norte, se considera que no es vulnerable a extinguirse[114].

---

[113] Rivas, S.A. (2020). Golondrina tijereta (*Hirundo rustica*). Recuperado de 2021 de https://enciclovida.mx/especies/36107

[114] BirdLife International. (2016). *Phainopepla nitens*. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Recuperado de https://www.iucnredlist.org/species/22708139/94150683

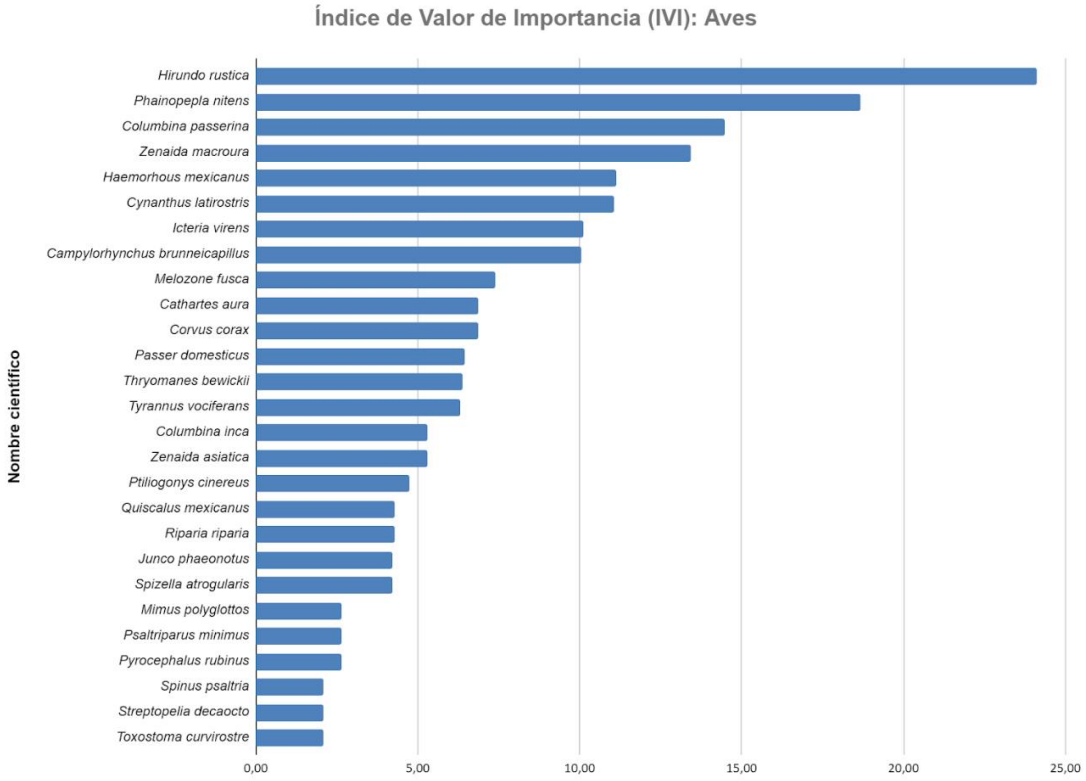


Figura IV-77. Índice de Valor de Importancia obtenido para las aves registradas en el sistema ambiental regional

Con los datos obtenidos para este grupo faunístico, se obtuvieron los siguientes índices: diversidad de Shannon-Wiener (H'), diversidad máxima (H'max) y equidad (J').

Tabla IV-64. Valores obtenidos de los índices de diversidad (H') y equitatividad (J') para el grupo de las aves.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	pi	Índice de Shannon-Wiener
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del desierto	7	0.038	0.124
Cathartes aura	Zopilote aura	4	0.022	0.083
Columbina inca	Tortolita cola larga	4	0.022	0.083
Columbina passerina	Tortolita pico rojo	18	0.098	0.227
Corvus corax	Cuervo común	4	0.022	0.083

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	pi	Índice de Shannon-Wiener
Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	6	0.033	0.112
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	9	0.049	0.148
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	30	0.163	0.296
Icteria virens	Chipe grande	10	0.054	0.158
Junco phaeonotus	Junco ojos de lumbre	2	0.011	0.049
Melozone fusca	Rascador viejita	5	0.027	0.098
Mimus polyglottos	Cenzontle norteño	2	0.011	0.049
Passer domesticus	Gorrión doméstico	9	0.049	0.148
Phainopepla nitens	Capulinero negro	20	0.109	0.241
Psaltriparus minimus	Sastrecillo	2	0.011	0.049
Ptiliogonys cinereus	Capulinero gris	3	0.016	0.067
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	2	0.011	0.049
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	5	0.027	0.098
Riparia riparia	Golondrina ribereña	5	0.027	0.098
Spinus psaltria	Jilguero dominico	1	0.005	0.028
Spizella atrogularis	Gorrión barba negra	2	0.011	0.049
Streptopelia decaocto	Paloma de collar turca	1	0.005	0.028
Thryomanes bewickii	Saltapared cola larga	6	0.033	0.112
Toxostoma curvirostre	Cuicacoche pico curvo	1	0.005	0.028
Tyrannus vociferans	Tirano chibiú	3	0.016	0.067
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	4	0.022	0.083
Zenaida macroura	Huilota común	19	0.103	0.234
	Total	**184**	**1.000**	**2.892**
		Riqueza específica (S)		27
		H' calculada		2.892
		H max = Ln S		3.296
		Equidad (J') = H'/H'max		0.877

El índice de diversidad de Shannon-Wiener obtenido para este grupo es de 2.892, lo que indica que la diversidad de aves dentro del sistema ambiental regional es muy alta. Por otra parte, si la distribución de las especies dentro de las unidades muestrales fuera totalmente homogénea, se obtendría un valor máximo (H'max) de 3.296, valor que también indica una alta diversidad para la zona de estudio.

Respecto a la equidad, se obtuvo un valor de 0.877, lo que indica que la distribución de las abundancias para este grupo es homogénea y ninguna especie domina sobre el resto.

Mamíferos

Para este grupo se registraron siete especies dentro de los ocho sitios considerados para la toma de datos, con una abundancia total de 29 ejemplares, donde ninguna de las especies observadas está catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de riesgo.

Tabla IV-65. Parámetros poblacionales obtenidos para el grupo de los mamíferos registrados en el sistema ambiental regional.

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	IVI
Sylvilagus floridanus	Conejo de Florida	55.17	30.77	85.94
Otospermophilus variegatus	Ardillón de las rocas	10.34	15.38	25.73
Canis latrans	Coyote	6.90	15.38	22.28
Peromyscus melanophrys	Ratón de Meseta	6.90	15.38	22.28
Bassariscus astutus	Cacomixtle Norteño	13.79	7.69	21.49
Mephitis macroura	Zorrillo listado sureño	3.45	7.69	11.14
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	3.45	7.69	11.14
	Total	**100**	**100**	**200**

DR: Densidad relativa, FR: Frecuencia relativa, IVI: Índice de valor de importancia

En cuanto a densidad, de las siete especies registradas dentro del sistema ambiental regional, la más abundante fue el conejo de Florida (*Sylvilagus floridanus*), con 16 organismos registrados. El segundo lugar de abundancia lo ocupa el cacomixtle Norteño (*Bassariscus astutus*), con cuatro registros.

Respecto a la incidencia de las especies dentro de los transectos usados para la toma de datos, se obtuvo que el conejo de Florida (*Sylvilagus floridanus*) estuvo presente en cuatro unidades muestrales, por lo que su frecuencia relativa fue la más alta. Por su parte, tres especies estuvieron presentes en dos sitios muestreados: el ardillón de las rocas (*Otospermophilus variegatus*), el coyote (*Canis latrans*) y el ratón de meseta (*Peromyscus melanophrys*.

Tomando en cuenta los valores de densidad y frecuencia relativas, la especie que presenta el valor de importancia más alto es el conejo de Florida (*Sylvilagus floridanus*), con un IVI de 85.94, debido a que fue la segunda especie más abundante en el área muestreada y la de mayor frecuencia. Este conejo es nativo de América y tiene un área de distribución amplia, desde el Sur de Canadá, pasando por Centroamérica, hasta llegar al Suroeste de Sudamérica. En México se distribuye a lo largo de todo el territorio excepto en la Península de Yucatán, en la Península de Baja California y una pequeña parte del Norte del Altiplano. Por su gran tolerancia a diversas condiciones ecológicas, se les encuentra tanto en bosques de pino, encino y oyamel, como praderas, zacatonales, matorrales y tierras agrícolas[115].

Por otra parte, debido a que fue de las especies más frecuentes, y la tercera en abundancia, el ardillón de las rocas (*Otospermophilus variegatus*) ocupa el segundo lugar en cuanto a IVI, con un valor de 25.73. Este roedor es nativo de Norteamérica, distribuyéndose desde el Sur de Estados Unidos hasta el Norte y centro de México; de hecho, se le ha observado en 26 estados del país, donde las excepciones son Baja California Sur, Tabasco, Chiapas, Campeche, Quintana Roo y Yucatán. Esta especie se encuentra en áreas semiáridas, específicamente entre cañones rocosos, acantilados y laderas; pero también puede habitar en áreas urbanas[116].

---

[115] Asociación Mexicana para la Conservación y Estudio de los Lagomorfos. (2003). Conejo Castellano (*Sylvilagus floridanus*). Recuperado de http://www.ibiologia.unam.mx/amcela/floridanus.html

[116] Lacher, T., *et al.* (2016). *Otospermophilus variegatus*. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Recuperado el 19 de julio de 2021 de https://www.iucnredlist.org/species/20495/22263993

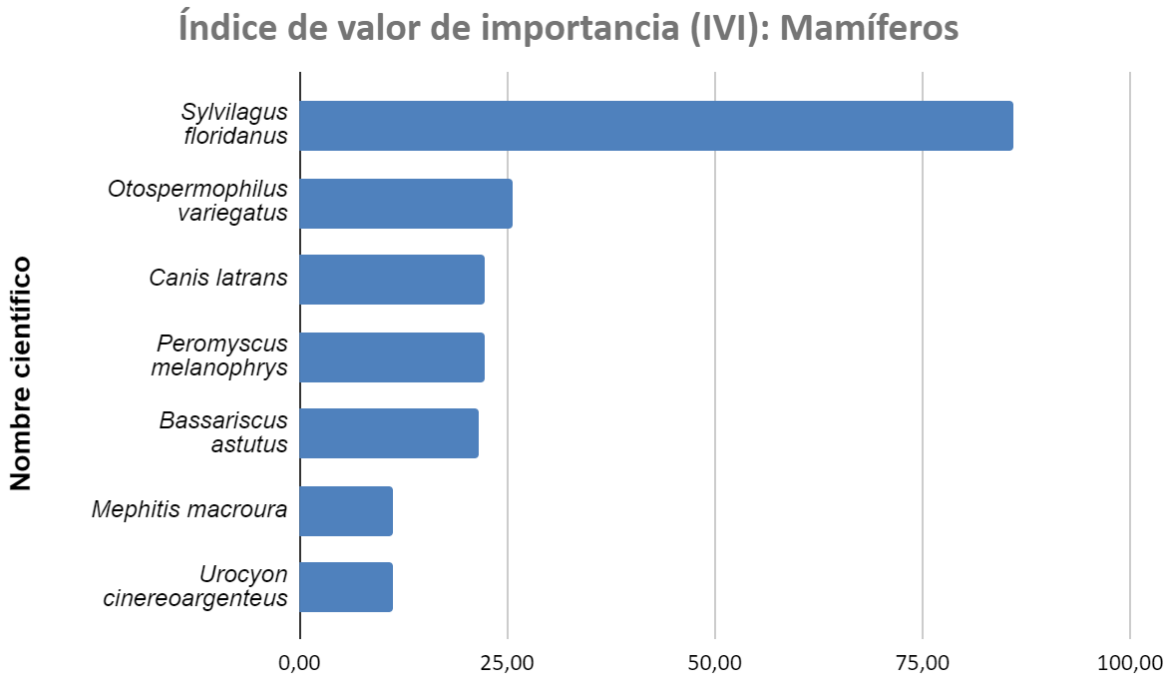


Figura IV-78. Índice de Valor de Importancia obtenido para los mamíferos registrados en el sistema ambiental regional

Con los datos obtenidos para este grupo faunístico, se obtuvieron los siguientes índices: diversidad de Shannon-Wiener (H'), diversidad máxima (H'max) y equidad (J').

Tabla IV-66. Valores obtenidos de los índices de diversidad (H') y equitatividad (J') para la mastofauna dentro del sistema ambiental regional.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	pi	Índice de Shannon-Wiener
Bassariscus astutus	Cacomixtle Norteño	4	0.138	0.273
Canis latrans	Coyote	2	0.069	0.184
Mephitis macroura	Zorrillo listado sureño	1	0.034	0.116
Otospermophilus variegatus	Ardillón de las rocas	3	0.103	0.235
Peromyscus melanophrys	Ratón de Meseta	2	0.069	0.184
Sylvilagus floridanus	Conejo de Florida	16	0.552	0.328
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	1	0.034	0.116

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	pi	Índice de Shannon-Wiener
	Total	**29**	**1**	**1.437**
		Riqueza específica (S)		7
		H' calculada		1.437
		H' max = Ln S		1.946
		Equidad (J') = H'/H'max		0.739

El índice de diversidad de Shannon-Wiener obtenido para este grupo es de 1.437, el cual puede ser considerado como un valor de diversidad baja (>1 - 1.8) y, en caso de que la distribución de abundancias fuera totalmente homogénea, se obtendría un valor de diversidad máxima de 1.946, que es considerado como un valor de diversidad media.

Respecto a la equidad (J'), se obtuvo un valor de 0.739, lo que indica que la distribución de las abundancias no es equitativa. Este valor relativamente bajo de equidad se debe a que el conejo de Florida (*Sylvilagus floridanus*) tuvo una abundancia de 16 individuos, superando por mucho a las abundancias del resto de los mamíferos.

Reptiles

Para el grupo de los reptiles se registraron cinco especies dentro de las ocho unidades muestrales consideradas para la toma de datos, con una abundancia total de 12 individuos. De esas especies, únicamente la cascabel oscura de Querétaro (*Crotalus aquilus*) está bajo la categoría de Sujeta a protección especial (Pr) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV-67. Parámetros poblacionales obtenidos para el grupo de los reptiles en el sistema ambiental regional.

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	IVI
Crotalus aquilus	Cascabel oscura de Querétaro	16.67	12.50	29.17
Sceloporus dugesii	Lagartija Espinosa de Duges	16.67	25.00	41.67
Sceloporus minor	Lagartija espinosa menor	16.67	25.00	41.67
Sceloporus spinosus	Lagartija espinosa mexicana	41.67	25.00	66.67
Sceloporus torquatus	Lagartija espinosa de collar	8.33	12.50	20.83
	Total	**100**	**100**	**200**
DR: Densidad relativa, FR: Frecuencia relativa, IVI: Índice de valor de importancia				

En cuanto a la abundancia, de las cinco especies registradas en el sistema ambiental regional, la lagartija espinosa mexicana (*Sceloporus spinosus*) fue la más abundante, con un total de cinco ejemplares observados. El segundo lugar de abundancia lo ocupan tres de las cinco especies: la cascabel oscura de Querétaro (*Crotalus aquilus*), la lagartija espinosa de Duges (*Sceloporus dugesii*) y la lagartija espinosa menor (*Sceloporus minor*), pues cada una tuvo dos registros.

Respecto a la frecuencia de las especies, se obtuvo que las lagartijas *Sceloporus spinosus*, *Sceloporus dugesii* y *Sceloporus minor*, fueron los reptiles más frecuentes, pues cada una estuvo presente en dos de los ocho sitios.

Por otra parte, la especie que presenta el índice de valor de importancia más alto es la lagartija espinosa mexicana (*Sceloporus spinosus*), con un valor de 66.67, debido a que fue la especie más abundante y de las más frecuentes dentro del sistema ambiental regional. Esta especie se considera como endémica-nativa, pues sólo habita en México en una amplia variedad de hábitats que incluyen matorrales secos, bosques de enebro y roble, vegetación secundaria y terrenos agrícolas[117].

[117] UICN. (2007). Sceloporus spinosus. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Recuperado de https://www.iucnredlist.org/species/64148/12749234

El segundo valor de importancia lo ocupan dos especies: la lagartija espinosa de Duges (*Sceloporus dugesii*) y la lagartija espinosa menor (*Sceloporus minor*), con un valor de 41.67, pues fueron de las especies más frecuentes y abundantes. La lagartija espinosa de Duges es una especie endémica de México, donde se distribuye desde el Sureste de Nayarit y el Norte de Jalisco, pasando por el centro de Jalisco, hasta el Este de Colima, el Norte de Michoacán y el Sur de Guanajuato; sin embargo, se han reportado observaciones de ejemplares en otros estados del país. Habita en bosques, matorrales, áreas rocosas (i.e. acantilados interiores y picos de montañas), así como en áreas urbanas[118]

Por otra parte, la lagartija espinosa menor también es una especie endémica de México, donde se distribuye en Aguascalientes, Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas. Se encuentra en bosque de pino-encino primario y secundario, bosque de encino y en áreas de matorral seco con vegetación xerófila; además, también puede habitar en los bordes de áreas agrícolas[119].

[118] UICN. (2007). *Sceloporus dugesii*. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Recuperado de https://www.iucnredlist.org/species/64100/12742710

[119] UICN. (2007). *Sceloporus minor*. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Recuperado el 19 de julio de 2021 de https://www.iucnredlist.org/species/64127/12747438

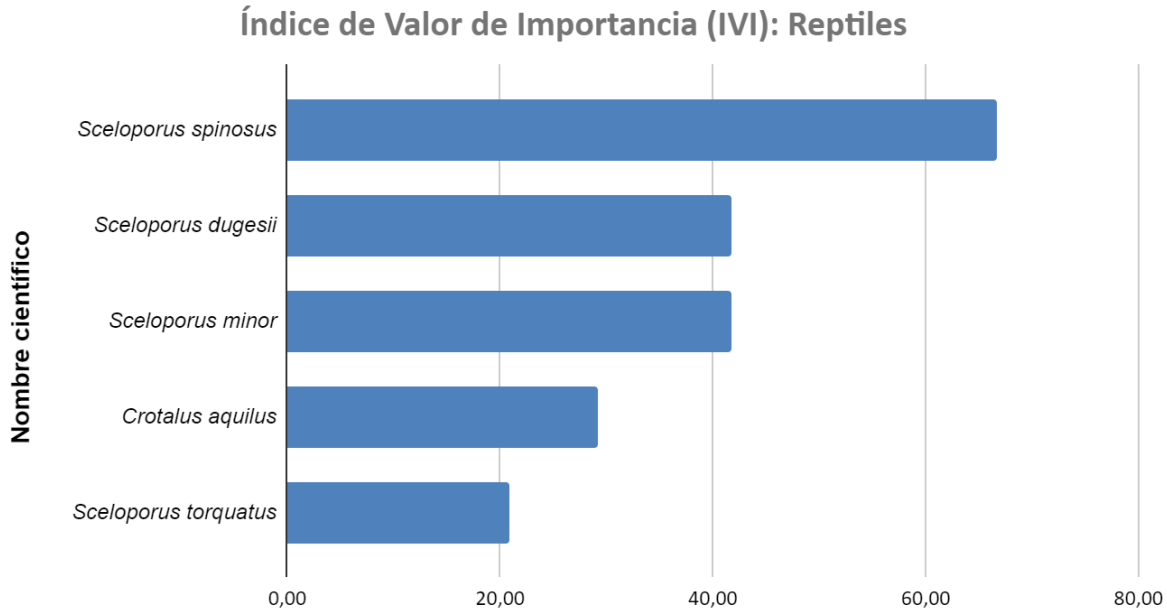


Figura IV-79. Índice de Valor de Importancia obtenido para los reptiles registrados en el sistema ambiental regional

Igual que para los grupos faunísticos anteriores, se calcularon los siguientes índices de diversidad:

Tabla IV-68. Índices de diversidad (H') y equitatividad (J') para el grupo de los reptiles reportados en el sistema ambiental regional.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	pi	Índice de Shannon-Wiener
Crotalus aquilus	Cascabel oscura de Querétaro	2	0.167	0.299
Sceloporus dugesii	Lagartija Espinosa de Duges	2	0.167	0.299
Sceloporus minor	Lagartija espinosa menor	2	0.167	0.299
Sceloporus spinosus	Lagartija espinosa mexicana	5	0.417	0.365
Sceloporus torquatus	Lagartija espinosa de collar	1	0.083	0.207
		12	**0.083**	**1.468**
		Riqueza específica		5
		H' calculada		1.468
		H' max = Ln S		1.609
		Equidad (J') = H'/H'max		0.912

El índice de diversidad de Shannon-Wiener obtenido para este grupo fue de 1.468, lo que indica que la diversidad de reptiles dentro del sistema ambiental regional es baja. Debido a la poca riqueza específica registrada para este grupo, aunque la distribución de sus abundancias fuera totalmente homogénea, se obtendría un valor de diversidad máxima de 1.609, que sigue siendo un valor de diversidad bajo.

En cuanto al índice de Pielou, se obtuvo una equidad de 0.912, lo que indica que la distribución de las abundancias para este grupo es equitativa, pues ninguna de las especies domina sobre el resto y todas tienen un número similar de abundancias.

Índices de diversidad de fauna silvestre en el área del proyecto

La mayoría de las 22 especies faunísticas registradas dentro del área del proyecto (19 pertenecientes a las aves, dos pertenecientes a mamíferos y una especie del grupo de los reptiles); son especies introducidas e invasoras, como la paloma de collar turca (*Streptopelia decaocto*), el gorrión doméstico (*Passer domesticus*), la paloma doméstica (*Columba livia*) y la serpiente ciega afroasiática (*Indotyphlops braminus*). Estas especies tienen la capacidad de invadir tanto hábitats naturales como antrópicos. Por otra parte, las especies nativas registradas en esta unidad de análisis tienen la capacidad de adaptarse a ambientes perturbados debido a su dieta generalista (más de un tipo de alimento consumido), lo que facilita su crecimiento y reproducción[120]. Además, ciertos ambientes urbanos pueden fungir como sitios idóneos para el asentamiento y anidación; recursos que pueden ser menores en ambientes naturales debido a la competencia con otras especies[121]. Algunos ejemplos de especies generalistas de dieta y hábitat son el zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*), la tortolita cola larga (*Columbina inca*), el pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*), y el mosquero cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*).

120 Vides, G.L. *et al.* (2017). Patrones de riqueza y diversidad de aves en áreas verdes del centro urbano de San Salvador, El Salvador. Revista Mexicana de Ornitología, 18(2): 272-280

121 Oliveira, E. *et al.* (2017). Impacts of Urban Areas and Their Characteristics on Avian Functional Diversity. Frontiers in Ecology and Evolution, 5(84):1–15.

Aves

Para el grupo de las aves, en el área del proyecto, se registraron 19 especies dentro de las tres unidades muestrales consideradas para la toma de datos, con una abundancia total de 61 individuos. Cabe mencionar que ninguno de los taxones se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV-69. Parámetros poblacionales obtenidos para las aves registradas en el área del proyecto.

Nombre científico	Nombre común	DR	FR	IVI
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	14.75	9.38	24.129
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	14.75	9.38	24.129
Passer domesticus	Gorrión doméstico	13.11	9.38	22.490
Streptopelia decaocto	Paloma de collar turca	8.20	6.25	14.447
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	6.56	6.25	12.807
Sporophila torqueola	Semillero Rabadilla Canela	6.56	9.38	15.932
Sturnella magna	Pradero tortillaconchile	6.56	3.13	9.682
Melozone fusca	Rascador viejita	4.92	9.38	14.293
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del desierto	3.28	3.13	6.404
Molothrus ater	Tordo cabeza café	3.28	3.13	6.404
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	3.28	6.25	9.529
Tyrannus vociferans	Tirano chibiú	3.28	3.13	6.404
Ardea alba	Garza blanca	1.64	3.13	4.764
Charadrius vociferus	Chorlo tildío	1.64	3.13	4.764
Columba livia	Paloma Doméstica	1.64	3.13	4.764
Columbina inca	Tortolita cola larga	1.64	3.13	4.764
Corvus corax	Cuervo común	1.64	3.13	4.764
Passerina caerulea	Picogordo Azul	1.64	3.13	4.764
Zenaida macroura	Huilota común	1.64	3.13	4.764
	Total	100	100	200

DR: Densidad relativa, FR: Frecuencia relativa, IVI: Índice de valor de importancia

Respecto a densidad de especies, se calculó que las especies más abundantes fueron el pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*) y el zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*), pues se registraron nueve individuos de cada una de esas especies. El segundo puesto lo ocupa el gorrión doméstico (*Passer domesticus*), con un total de ocho registros.

En cuanto a la incidencia de las especies dentro de las unidades muestrales, se obtuvo que cinco especies fueron las más frecuentes, pues fueron registradas en tres unidades muestrales: el pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*), el zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*), el gorrión doméstico (*Passer domesticus*), el semillero rabadilla canela (*Sporophila torqueola*) y el rascador viejita (*Melozone fusca*). El segundo puesto en abundancia lo ocupan tres especies que estuvieron presentes en dos sitios de muestreo: la golondrina tijereta (*Hirundo rustica*), la paloma de collar turca (*Streptopelia decaocto*) y el papamoscas cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*).

Dados los valores de frecuencia y abundancia relativos calculados, se obtuvo que las especies con el valor de importancia más alto son el pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*) y el zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*) con un valor de 24.13 debido a su alta frecuencia y abundancia dentro de los tres sitios muestreados. El pinzón o gorrión mexicano es un ave nativa de Norteamérica, con un rango de distribución desde el Sur de Canadá, a través de Estados Unidos hasta llegar a México; donde se distribuye en 27 estados del país, siendo las excepciones: Campeche, Colima, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán[122]. Habita en matorrales, pastizales subtropicales y tropicales secos; así como en plantaciones, terrenos rurales (e.g. terrenos agrícolas y de pastoreo) y áreas urbanas[123].

Por otra parte, el zanate mayor o zanate mexicano, es un ave nativa del Norte y centro de América, pues se distribuye desde el Sur de Canadá hasta una delgada línea que atraviesa Venezuela, Colombia y Ecuador. En México se ha reportado

122 CONABIO. (2019). Pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*). Recuperado de https://enciclovida.mx/especies/36713-haemorhous-mexicanus
123 BirdLife International. (2018). *Haemorhous mexicanus*. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Recuperado de https://www.iucnredlist.org/species/22720563/132001810

su presencia en las 32 entidades federativas. Este amplio rango de distribución se debe a que puede habitar en bosques (templados, tropicales subtropicales, tropicales secos y manglares), pastizales, humedales y ecosistemas artificiales como tierras de cultivo, pastizales inducidos, jardines y zonas urbanas[124].

Con los datos obtenidos para este grupo faunístico, se obtuvieron los siguientes índices: diversidad de Shannon-Wiener (H'), diversidad máxima (H'max) y equidad (J').

Tabla IV-70. Valores obtenidos para los índices de diversidad (H') y equitatividad (J') para el grupo de las aves.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	pi	Índice de Shannon-Wiener
Ardea alba	Garza blanca	1	0.016	0.067
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del desierto	2	0.033	0.112
Charadrius vociferus	Chorlo tildío	1	0.016	0.067
Columba livia	Paloma Doméstica	1	0.016	0.067
Columbina inca	Tortolita cola larga	1	0.016	0.067
Corvus corax	Cuervo común	1	0.016	0.067
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	9	0.148	0.282
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	4	0.066	0.179
Melozone fusca	Rascador viejita	3	0.049	0.148
Molothrus ater	Tordo cabeza café	2	0.033	0.112
Passer domesticus	Gorrión doméstico	8	0.131	0.266
Passerina caerulea	Picogordo Azul	1	0.016	0.067
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	2	0.033	0.112
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	9	0.148	0.282
Sporophila torqueola	Semillero Rabadilla Canela	4	0.066	0.179
Streptopelia decaocto	Paloma de collar turca	5	0.082	0.205
Sturnella magna	Pradero tortillaconchile	4	0.066	0.179
Tyrannus vociferans	Tirano chibiú	2	0.033	0.112
Zenaida macroura	Huilota común	1	0.016	0.067

[124] BirdLife International. (2018). *Quiscalus mexicanus*. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Recuperado de https://www.iucnredlist.org/species/22724308/132174807

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	pi	Índice de Shannon-Wiener
	Total	**61**	**1**	**2.640**
		Riqueza específica (S)		5
		H' calculada		2.640
		H' max = Ln S		2.944
		Equidad (J') = H'/H'max		0.897

El índice de diversidad de Shannon-Wiener obtenido para este grupo es de 2.64, lo que indica que la diversidad de aves dentro del área del proyecto es muy alta. Sin embargo, hay que considerar que las especies más abundantes son especies exóticas-invasoras (paloma de collar turca y gorrión doméstico) o son generalistas de hábitats (pinzón mexicano y zanate mayor). Por otra parte, si la distribución de las especies dentro de las unidades muestrales fuera totalmente homogénea, se obtendría un valor de diversidad máxima de 2.944, valor que también indica una diversidad muy alta.

Respecto a la equidad, se obtuvo un valor de 0.877, por lo que puede concluirse que, en términos generales, la distribución de las abundancias para este grupo es homogénea y ninguna especie domina sobre el resto. Este valor se debe a que varias especies tuvieron una gran abundancia (i.e. el gorrión doméstico, el pinzón mexicano y el zanate mayor).

Mamíferos

Dentro del área del proyecto sólo se registraron dos especies de mamíferos: un individuo de mapache (*Procyon lotor*) y tres individuos de conejo de Florida (*Sylvilagus floridanus*). Cabe mencionar que ambas especies fueron registradas en el mismo sitio de muestreo. Debido a que el conejo de Florida tuvo una densidad relativa del 75%, es la especie con mayor valor de importancia, con un valor de 125, respecto al IVI de 75 obtenido por el mapache.

Por su gran rango geográfico de distribución, ninguna de las especies de mamíferos registrados dentro del área del proyecto está listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En cuanto al índice de diversidad, la H' calculada fue de 0.562, un valor que indica una muy baja diversidad, pues sólo fueron observadas dos especies. Por ello, aunque la distribución de las abundancias fuera equitativa, la diversidad máxima del área del proyecto sería de 0.693, que sigue cayendo bajo la categoría de muy baja diversidad.

Respecto al índice de equidad, se obtuvo un valor de 0.811, aunque el conejo de Florida fue tres veces más abundante que el mapache. El sesgo en el cálculo de este valor es debido a la baja diversidad de especies.

Tabla IV-71. Valores obtenidos para los índices de diversidad (H') y equitatividad (J') para el grupo de los mamíferos.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	pi	Índice de Shannon-Wiener
Procyon lotor	Mapache	1	0.25	0.347
Sylvilagus floridanus	Conejo de Florida	3	0.75	0.216
		4	1	0.562
		Riqueza específica (S)		2
		H' calculada		0.562
		H max = Ln S		0.693
		Equidad (J') = H'/H'max		0.811

La presencia de los mamíferos distribuidos en el área del proyecto es debido a su capacidad de adaptarse a ambientes urbanos con gran perturbación, pues su dieta es variada y sus hábitos de conducta no son tan huidizos como otras especies de mamíferos nativos. Es por ello que, tanto el conejo de Florida, como el mapache, se distribuyen a lo largo de todo el territorio mexicano. Cabe mencionar que este conejo también se registró en el sistema ambiental regional, a contrario del mapache, que sólo se encontró en el área del proyecto. Esto puede deberse a que el hábitat original de dicha especie son los bosques mixtos o caducifolios cercanos a cursos de agua, por lo que la zona agrícola puede representar una fuente alterna de agua y alimento; además, los mapaches se han adaptado muy bien a vivir en áreas urbanas, pudiéndose alimentar de basura y alimentos para mascotas. En cuanto a su conducta, son animales normalmente contemplativos

de la actividad humana, pero pueden presentar un carácter agresivo cuando son acosados por personas o animales domésticos[125].

Reptiles

Para el grupo de los reptiles sólo se registró un individuo de la serpiente ciega afroasiática (*Indotyphlops braminus*). Esta especie se observó en el mismo sitio que los mamíferos reportados anteriormente. La serpiente ciega afroasiática es una especie exótica e invasora en México y debido a que es un organismo con reproducción asexual, una población puede construirse con base en un solo individuo, aumentando su población rápidamente[126]. Puede que su presencia en el área de proyecto se deba a que es una especie invasora que migra oculta entre las raíces de plantas transportadas con fines principalmente agrícolas y ornamentales[127]. Existen reportes de su presencia en Asia, Oceanía, África y América. En México se ha registrado su presencia en 23 entidades federativas, con excepción de Baja California, Chihuahua, Coahuila, Colima, Estado de México, San Luis Potosí, Tamaulipas, Tlaxcala, Yucatán y Zacatecas[128].

Debido a que sólo se registró una especie para este grupo, no es necesario calcular el índice de Shannon-Wiener, pues la diversidad es de cero. Además, al ser la única especie, tanto su frecuencia como abundancia relativa, serían del 100%, y su valor de importancia de 200.

125 Timm, R. *et al.* (2016). *Procyon lotor*. Lista Roja de especies amenazadas de la UICN. Recuperado de https://www.iucnredlist.org/species/41686/45216638
126 Booth, W. y Schuett, G. (2015). The emerging phylogenetic pattern of parthenogenesis in snakes. Biological Journal of the Linnean Society, 118: 172-186.
127 Zamora, F. (2017). On the role of plant nurseries introducing *Indotyhlops braminus* (Daudin 1083), in Spain. Heropetozoa, 30: 69 -72.
128 CONABIO (2020). Serpiente ciega afroasiática (*Indotyphlops braminus*). Recuperado de https://enciclovida.mx/especies/238778-indotyphlops-braminus

IV.3.3. Medio socioeconómico

La presencia e instalación de gasoductos puede involucrar un riesgo poblacional dadas las características fisicoquímicas del gas natural, por lo que es indispensable evaluar la vulnerabilidad de las localidades cercanas al área del proyecto y dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR), así como su grado de exposición según su cercanía a los ductos.

Según lo observado durante el desarrollo de proyectos de gasoductos en México[129], los principales riesgos para las personas pueden ser los siguientes:

- Fugas de gas
- Incendios
- Explosiones

Se ha visto que el riesgo a explosiones e incendios se potencializa si existen fuentes de ignición cercanas al área del proyecto; mientras que los riesgos de fugas por rotura o golpe al gasoducto por algún agente externo podrían reducirse e incluso eliminarse si se concientiza a las personas que transitan y viven cerca del área del proyecto sobre los peligros que implica la invasión al Derecho de Vía, así como la realización de trabajos y obras de forma irresponsable[130]. Para reducir esto, pueden hacerse brigadas de información gratuita sobre cómo actuar en caso de que se presente algún accidente; sin embargo, es importante considerar que sólo las personas no analfabetas o sin alguna limitación de comprensión (leer, hablar, ver o escuchar) podrán ser las beneficiadas, mientras que el resto serán las personas más vulnerables ante una situación de emergencia.

Por lo anterior, es importante conocer el tipo de asentamientos humanos (urbanos o rurales) existentes en el Sistema Ambiental Regional, pues a mayor número de personas, mayor es el peligro que puede conllevar el desarrollo del proyecto, por lo que también es importante considerar la tasa de crecimiento poblacional y la expansión urbana. Además, a mayor cercanía a la instalación de

129 AccesGas (2018). Análisis y Evaluación de Riesgos. Recuperado el 30 de mayo de 2021 de E-09-DMA0048-05-18-DGGPI.pdf
130 *Ibidem*

los gasoductos, mayor es su exposición ante accidentes por fugas, incendios y explosiones.

Según datos del CONEVAL (2020)[131], puede considerarse que una localidad es más o menos vulnerable según su grado de rezago social, el estado físico de la población, su condición económica, su grado de escolaridad, su etnicidad, su acceso a servicios básicos y su aislamiento físico e informático. Al respecto, una forma de conocer la condición y estabilidad de la población habitante de alguna localidad es analizando los procesos migratorios, pues a mejor condición, mayor será la probabilidad de personas inmigrantes[132].

Finalmente, es importante plantear escenarios de accidentes por fuga, incendio o explosión. En estos casos, la población principalmente expuesta son los trabajadores de la empresa y los asentamientos humanos más cercanos al sitio del siniestro.

Por otra parte, todos los daños potenciales están en función de la magnitud del accidente fisicoquímico, del volumen de gas involucrado directamente, de las condiciones atmosféricas, del tiempo de respuesta de las brigadas de emergencia y de la rapidez con que se llegue a centros de auxilio[133]. Por ello, la población más vulnerable será aquella que por algún motivo no pueda leer, escuchar o ver el peligro; así como la más alejada de centros de auxilio, la más cercana a los gasoductos, la que tenga alguna complicación de movilidad y la que vive en hogares con materiales de construcción precarios.

131 Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, CONEVAL. (2020). Medición de la pobreza, Índice de Rezago Social. Recuperado el 30 de junio de 2021 de Índice Rezago Social 2020 (coneval.org.mx)
132 H. Ayuntamiento de Querétaro. (2018). Plan Municipal de Desarrollo: 2018-2021. Recuperado el 30 de junio de 2021 de PMD_MPIO_QRO_2018-2021_final_compressed.pdf (municipiodequeretaro.gob.mx)
133 AccesGas *op. Cit.*

Distribución y ubicación de núcleos de población cercanos al proyecto y su área de influencia

Según el Marco Geoestadístico del INEGI (2020), el SAR incide en el municipio de Querétaro, la capital del estado. Este municipio ocupa el 5.9% del territorio estatal y se divide en siete delegaciones: Santa Rosa Jáuregui, Felipe Carrillo Puerto, Epigmenio González Flores, Félix Osores Sotomayor, Josefa Vergara y Hernández, Centro Histórico y Villa Cayetano Rubio[134]. El Sistema Ambiental Regional se localiza específicamente en la delegación de Santa Rosa Jáuregui.

De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda de 2020 del INEGI y el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), existen 28 localidades o núcleos de población. Asimismo, INEGI señala que una población se considera rural cuando tiene menos de 2500 habitantes, mientras que la urbana supera dicha cantidad. Por lo tanto, haciendo un análisis del tamaño poblacional de cada localidad dentro del SAR, se obtuvo que existen 6 localidades urbanas y 22 localidades rurales. La mayoría de las localidades son pequeñas, pero cabe destacar que existe caserío disperso alrededor de las localidades reconocidas en el Marco Geoestadístico de población del INEGI (2020), este Marco es un sistema único que presenta la división del territorio nacional en diferentes niveles de desagregación para referir geográficamente la información estadística de los censos y encuestas institucionales y de las Unidades del Estado[135].

El municipio de Querétaro tiene una superficie de 68,274.918 hectáreas y una población de 1,049,777 habitantes (44.32% de la población estatal), por lo que su densidad poblacional es de aproximadamente 15 personas por hectárea. En lo que concierne al SAR, éste tiene una superficie de 11,393.826 hectáreas, una población total de 57,926 (5.52% respecto al total municipal) y una densidad poblacional de 5 personas por hectárea, lo que representa la tercera parte de lo observado a nivel municipal.

---

134 CONEVAL. (2020) *op. Cit.*
135 Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2020). Marco Geoestadístico. Recuperado el 1 de julio de 2021 de Marco Geoestadístico (inegi.org.mx)

Tabla IV-72. Población y área de influencia de las localidades dentro del Sistema Ambiental Regional.

Localidad	Población	Tipo	Área de Influencia (Ha)	Influencia (%)	Tamaño
Buenavista	4685	Urbana	165.811	1.455	5
Casa Blanca	776	Rural	0.54	0.005	3
Cerro de la Cruz	1326	Rural	4.942	0.043	4
Corea	1341	Rural	46.671	0.41	4
El Refugio	3	Rural	0.542	0.005	1
Jofre	901	Rural	17.905	0.157	3
Jofrito	2422	Rural	68.403	0.6	4
La Barreta	1489	Rural	0.72	0.006	4
La Cantera	245	Rural	0.018	0	1
La Carbonera	733	Rural	9.545	0.084	3
La Casita	8	Rural	0.218	0.002	1
La Estacada	2383	Rural	54.652	0.48	4
La Gotera	3872	Urbana	0.15	0.001	5
La Lomita	12	Rural	0.323	0.003	1
La Luz	2095	Rural	60.163	0.528	4
La Monja	1592	Rural	0.54	0.005	4
La Versolilla	2542	Urbana	0.322	0.003	5
Loma del Chino	486	Rural	0.802	0.007	2
Los Pardas	5	Rural	0.049	0	1
Montenegro	15450	Urbana	0.186	0.002	8
Palo Alto	1968	Rural	5.02	0.044	4
Pie de Gallo	5069	Urbana	0.752	0.007	6
Pintillo	1150	Rural	26.963	0.237	4
Pinto	1895	Rural	31.604	0.277	4
Presa de Becerra	529	Rural	11.397	0.1	3
Puerto de Aguirre	3057	Urbana	58.956	0.517	5
Rancho de Guadalupe (La Lágrima)	81	Rural	2.586	0.023	1
San Isidro Buenavista	1811	Rural	46.702	0.41	4
Total	57926	*	616.482	5.411	*

*Tamaño: La clasificación del tamaño de una localidad se calcula con base en el número residentes en la localidad. Toma de valores de 1-14 (INEGI, 2020).

Fuente: elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI).

Por otra parte, debido a que el SAR tiene un área de 11,393.826 hectáreas, en conjunto, las localidades que lo conforman tienen un área de influencia de tan solo el 5.41%; siendo la localidad de Buenavista, la más grande tanto a nivel

poblacional como de superficie (165.811 hectáreas) con incidencia en el SAR (1.46%).

Por cercanía al área del proyecto, la localidad de Puerto Aguirre es la más vulnerable (~19 m), seguida de La Estacada (~455 m), Corea (~489 m), y Buenavista (~752 m).

IV.3.3.1. Tipo de centro de población conforme al esquema de sistema de ciudades

Según los datos más recientes (2018) del Sistema Urbano Nacional, el municipio de Querétaro pertenece a la Zona Metropolitana denominada "Querétaro", pero abarca una parte del Estado de Guanajuato. Es considerada una zona metropolitana pues su proyección poblacional para 2018 fue de 1,337,686 habitantes. Sin embargo, este mismo Sistema predice que el municipio de Querétaro superará el millón de habitantes para 2029 sin considerar a Guanajuato; pues se ha registrado una alta tendencia de crecimiento poblacional desde 1990. Además, el promedio de la tasa anual de crecimiento en distintos periodos de tiempo indica que, aunque la velocidad de crecimiento disminuyó de 2000 al 2015, en el periodo comprendido entre 2015 y 2020 la velocidad aumentó considerablemente, reflejando un comportamiento parecido a lo observado en la década de los años 90.

Tabla IV-73. Número de habitantes del municipio de Querétaro a lo largo del tiempo y las tasas medias anuales de crecimiento en periodos de 10 y 5 años.

Año	Población	Tasa media anual de crecimiento (%)			
		1990-2000	2000-2010	2010-2015	2015-2020
1990	456,458	0.346	0.226	0.185	0.362
2000	641,386				
2010	801,940				
2015	878,931				
2020	1049777				

Fuente: Elaboración propia con datos poblacionales del INEGI. Censos de Población y Vivienda 1990, 2000, 2010 y 2020; Encuesta Intercensal 2015.

Actividad económica

Indicadores económicos

La medición de la competitividad ayuda a identificar los logros alcanzados y retos por enfrentar de los gobiernos federales y estatales. El Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) ha diseñado estudios que permiten establecer un parámetro de análisis, tanto a nivel estatal, como a nivel ciudad. Así, el Índice de Competitividad Estatal (ICE) mide la capacidad de los estados para generar, atraer y retener talento e inversiones. Un estado competitivo es aquel que consistentemente resulta atractivo para el talento y la inversión, lo que se traduce en mayor productividad y bienestar para sus habitantes[136].

El ICE está compuesto por 72 indicadores, categorizados en 10 subíndices que evalúan distintas dimensiones de la competitividad, clasificando a los estados en seis diferentes categorías de competitividad: Alta, Adecuada, Media alta, Media baja, Baja y Muy baja. Según su edición 2021, el estado de Querétaro tiene una competitividad "Adecuada" (59 de 100 puntos) y ocupa el tercer lugar a nivel nacional, igual que la publicación anterior. En los subíndices Sociedad y Sistema político su valor es Adecuado; mientras que, en los subíndices de Innovación y Gobiernos eficientes y eficaces, su desempeño es Alto. En el resto de los subíndices (Derecho, Medio ambiente, Mercado de factores, Economía, Precursores y Relaciones internacionales), su competitividad es Media.

El subíndice de "Gobiernos eficientes y eficaces", donde Querétaro ocupa el primer lugar a nivel nacional (78.07 de 100 puntos), indica que los distintos niveles gubernamentales son capaces de influir positivamente en la competitividad del estado. Entre las acciones necesarias para cumplir este objetivo se encuentran las políticas públicas orientadas a fomentar el desarrollo económico local. Además, considera indicadores sobre la capacidad para generar ingresos propios, la calidad de la información de sus finanzas públicas y el

[136] IMCO. (2021). Índice de Competitividad Estatal 2021. Recuperado el 5 de julio de 2021 de ICE 2021 Reporte de resultados.pdf (imco.org.mx)

acercamiento con la ciudadanía por medios electrónicos[137]. Es decir, Querétaro tiene la capacidad de impulsar el desarrollo humano

Por otra parte, Querétaro ocupa el 2° lugar en "Innovación y sofisticación en sectores económicos" (90 de 100 puntos); es decir, esta entidad es capaz de competir con éxito en la economía, particularmente en sectores de alto valor agregado, intensivos en conocimiento y tecnología de punta. Se considera la habilidad para generar y aplicar conocimiento nuevo, por lo que se incluyen indicadores relacionados con las características de las empresas, el contexto de investigación y la generación de patentes. Se considera que un estado que cuenta con sectores económicos más innovadores es capaz de atraer y retener más inversión y talento[138].

El municipio de Querétaro es el centro económico y financiero del estado que es una entidad altamente reconocida debido a su creciente actividad económica y a la fortaleza de sus sectores económicos, lo que se refleja en las posiciones obtenidas en los diversos rankings mundiales. Por ejemplo, en 2020 ocupó el séptimo lugar (general) según el análisis "American Cities of the Future 2019/20". Mientras que en 2019 ocupó la segunda posición en potencial económico y la quinta en amigabilidad para hacer negocios en estados de América Latina, de las 171 entidades estatales de Latinoamérica analizadas[139, 140].

Principales actividades económicas productivas

En 2016, el PIB municipal creció un 3.9% más rápido que la media nacional. Las actividades secundarias 6%, las terciarias 2.9% y las primarias decrecieron en 1.3%. Las actividades terciarias contribuyeron en mayor proporción a la

137 INEGI (2020) *op. Cit.*
138 *Ibidem*
139 H. Ayuntamiento de Querétaro (2020). Capítulo 2: Municipio próspero. Anuario Municipal de Querétaro 2019. Querétaro, México. 102 pp.
140 FDI Intelligence (2020), American Cities of the Future 2019/20 - the winners. Recuperado el 6 de julio de 2021 de American Cities of the Future 2019/20 - the winners | fDi Intelligence – Your source for foreign direct investment information - fDiIntelligence.com

conformación del PIB con un 66.6%, las secundarias 33% y las primarias 0.4%[141].

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo de Querétaro 2018-2021, en 2018 la mayor parte de la población (71.1 %) estaba empleada en el sector de actividad terciaria, seguido del secundario (28.2%) y finalmente del sector primario (0.6%). En actividades terciarias, el comercio (18.6%) y los servicios profesionales, financieros y corporativos (13.2%), son los que emplean a más personas[142].

Al cierre de 2018, el municipio de Querétaro registró 380,854 trabajadores permanentes y eventuales urbanos, generando un aumento del 4.6% con respecto al año anterior.

Según la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOEN) para el primer trimestre de 2021, la tasa de ocupación en el sector informal para la ciudad de Querétaro es del 17.1%. La tasa de ocupación para el sector secundario es de 26.3%, siendo la Industria de la transformación la más importante (74%), seguida de la construcción (24%) y la Industria extractiva y de la electricidad (2%). La tasa de ocupación del sector terciario es la más importante, pues el 73.3% de la población se dedica a esta actividad; siendo los servicios (73%) y el comercio (27%) los más importantes. El sector primario no figura en este análisis y se menciona que el sector de actividad económica predominante es la industria manufacturera (19.4% del total). En todos estos sectores, el salario mínimo vigente desde el primero de enero de 2021 es de $141.70[143].

- Parques Industriales

La vocación industrial y empresarial del municipio de Querétaro es sólida y cuenta con la infraestructura pertinente para el desarrollo de empresas de

141 H. Ayuntamiento de Querétaro (2018) *op. Cit.*
142 H. Ayuntamiento de Querétaro (2018) *op. Cit.*
143 INEGI. (2021). Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo Primer trimestre de 2021. Recuperado el 6 de julio de 2021 de Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo. Nueva Edición. Principales indicadores laborales de las ciudades. (inegi.org.mx)

diversos tamaños y giros[144]. En 2019 se reportó la existencia de 24 parques y zonas industriales ubicadas principalmente en cinco de las siete delegaciones municipales y albergan a 808 empresas nacionales e internacionales; donde los sectores que destacan están el automotriz, aeroespacial y electrodoméstico. En Santa Rosa Jáuregui existen 5 parques industriales. El Parque Industrial Querétaro contiene 165 empresas[145].

- Sector agropecuario

Analizar la actividad agropecuaria es relevante en este estudio pues la mayoría de las localidades localizadas en el SAR son rurales y el PMD de Querétaro 2018-2021 menciona que el gran reto para la población rural es producir suficientes alimentos para satisfacer las necesidades propias y las del mercado interno.

La actividad agropecuaria del municipio involucra a 3,476 unidades de producción en una superficie de casi 22 mil hectáreas, lo que representa el 7.2% de las unidades de producción y el 4.5% de la superficie agropecuaria y forestal de la entidad. En cuanto a ganancia por producción agropecuaria, según el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), en 2020, la principal actividad agropecuaria fue la ganadería (aproximadamente $1,480,000), seguida de la agricultura ($107,325.61) y la pesca/acuacultura ($2,300)[146].

Tabla IV-74. Producción ganadera en 2020 en el municipio de Querétaro.

Ganadería					
Leche			**Carne**		
	Producción (Miles de L)	**Valor de producción ($)**		**Producción (Ton)**	**Valor de producción ($)**
Bovino	14721.72	91065.72	Bovino	5683.49	414338.46
Caprino	91.09	615.74	Porcino	6651.75	303285.16
TOTAL	14812.81	91681.46	Ovino	228.52	21514.97
Otros productos			Caprino	3.11	223.41

144 H. Ayuntamiento de Querétaro (2018) *op. Cit.*
145 IMCO (2021) *op. Cit.*
146 SIAP. (2021). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) | Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera | Gobierno | gob.mx (www.gob.mx)

Ganadería					
Leche			**Carne**		
	Producción (Miles de L)	**Valor de producción ($)**		**Producción (Ton)**	**Valor de producción ($)**
Ave-Huevo	14710.94	325574.58	Ave	8149.51	322653.59
Abeja-Miel	25.21	1064.26	Guajolote	4.34	194.42
Abeja-Cera	0.75	59.41	**TOTAL**	20720.72	1062210.01
TOTAL	14736.9	326698.25			

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2021.

En cuanto a agricultura, según el Anuario estadístico de producción agrícola, el Municipio de Querétaro sembró 9,233.78 ha y cosechó 5,233.78 ha, lo que representó un valor de producción de $107,325.61[147]. Hubo una reducción de siembra pues en 2019 fue de 10,221.60 ha (cosecha de 9,594.6 ha) y en 2018 de 10,234.60 ha (cosecha de 10,169.6 ha). En el año agrícola 2017 se sembraron y cosecharon 11,834 hectáreas, con un valor de $204,081, casi el doble que en 2020.

En otoño-invierno el cultivo mayormente sembrado es la avena forrajera en verde, en primavera-verano el maíz (forrajero en verde y en grano) y en perennes la alfalfa verde.

Tabla IV-75. Producción agrícola del municipio de Querétaro en 2020.

	Área sembrada (Ha)	Área cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	Valor de producción ($MXN)
Otoño-Invierno					
Avena forrajera en verde	310.00	310.00	8,732.70	28.17	4,420.06
TOTAL	310.00	310.00	8,732.70	0.00	4,420.06
Primavera-Verano					
Brócoli	15.00	15.00	315.00	21.00	1,093.11
Chile verde	15.09	15.09	3,327.04	220.48	45,081.39
Frijol	360.00	290.00	124.70	0.43	1,544.71
Lechuga	20.00	20.00	590.00	29.50	2,079.75
Maíz forrajero en verde	665.17	665.17	47,972.06	72.12	30,067.93
Maíz grano	7,812.52	3,882.52	5,338.99	1.38	22,044.67

[147] SIAP. (2021). Anuario estadístico de producción agrícola: Cierre agrícola. Recuperado el 29 de junio de 2021 de https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/

	Área sembrada (Ha)	Área cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	Valor de producción ($MXN)
Sorgo grano	36.00	36.00	248.04	6.89	994.00
TOTAL	8,923.78	4,923.78	57,915.83	0.00	102,905.56
Perennes					
Alfalfa verde	598.00	598.00	41,919.80	70.10	29,094.44
Espárrago	35.00	0.00	0.00	0	0.00
Nopalitos	2.00	2.00	88.45	44.23	404.95
Tuna	5.00	5.00	12.10	2.42	44.58
Uva	1.00	1.00	4.90	4.90	108.29
TOTAL	641.00	606.00	42,025.25	0.00	29,652.26

Fuente: Sistema de información Agroalimentaria de Consulta, 2021.

Por otra parte, dentro del SAR, el tipo de agricultura presente según la Serie VI del INEGI es: Agricultura de riego anual y Semipermanente y Agricultura de Temporal Anual[148].

Cabe resaltar que la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDEA) implementó el programa "Apoyo al Sector Agropecuario y Pesquero" en Querétaro, cuyo subprograma "Proyectos Productivos o Estratégicos en Materia Agrícola, Pecuaria y Pesquera" benefició a 28 productores con una inversión de casi 2.9 millones de pesos del presupuesto ejercido para el año 2018 ($8,432,573). Mientras que el subprograma Extensionismo benefició a 120 productores, 60 de ellos habitantes de las localidades de La Monja y Pie de Gallo (30 por cada localidad)[7], ambas ubicadas dentro del SAR, con un presupuesto ejercido de $174,062 para los productores de La Monja y $162,000 para los de Pie de Gallo.

También en 2018, en la Delegación Santa Rosa Jáuregui, la Dirección de Desarrollo Rural y Agropecuario Municipal efectuó los programas: Programa Mecanización Agrícola y Programa Infraestructura Rural Productiva. Éste último llevó a cabo la rehabilitación de caminos, bordos, presas y siembra de peces;

[148] INEGI. (2017). Conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI. Conjunto Nacional. Recuperado el 29 de junio de 2021 de Uso de suelo y vegetación (inegi.org.mx)

beneficiando a 15 comunidades con una inversión total de 5.43 millones de pesos[149].

Por otra parte, el sector agrícola es de importancia para este estudio debido a que la quema de terrenos puede significar un gran riesgo si ocurre en sitios cercanos al área del proyecto pues dicha práctica podría ocasionar grandes incendios e incluso explosiones en caso de existir alguna fuga de gas. Por ello, se hizo un análisis de los datos de incendios registrados dentro del SAR por la CONAFOR en un lapso de 10 años (30/06/2011-30/06/2021), y se obtuvo que sólo ha habido 5 incendios superficiales (todos de impacto mínimo) que afectaron matorral crasicaule por las causas siguientes[150]:

1) Predio Pintillo (2015-01-19): Incendio intencional por vandalismo
2) Montenegro (2018-03-25): Quema de basureros
3) Comunidad El Pinto (2019-04-16): Fumadores
4) Ejido Montenegro/Corea (2020-04-21): Fumadores
5) Cerca de la localidad Corea: (2019-05-16): Fumadores

El otro incendio cercano al área del SAR ocurrió en el Ejido Pie de Gallo (2020-04-07), tuvo una duración de 2 días, se afectó el tipo de vegetación de selva baja caducifolia y las causas fueron actividades ilícitas (vandalismo).

Además, según los indicadores para medir el Riesgo de ocurrencia de incendio[151], todo el SAR tiene un riesgo que va del 0 al 16%. Siendo la porción este la de mayor riesgo (16%).

---

[149] H. Ayuntamiento de Querétaro (2020) *op. Cit.*

[150] Sistema Nacional de Información y Gestión Forestal. (2021). Sistema de Predicción de Peligro de Incendios Forestales de México. Recuperado el 30 de junio de 2021 de Sistema de Predicción de Peligro de Incendios Forestales de México (ujed.mx)

[151] Monjarás-Vega, N.A., Briones-Herrera, C.I., Vega-Nieva, D.J. y Calleros-Flores, E. (2020). Predicting forest fire kernel density at multiple scales with geographically weighted regression in Mexico. *Science of The Total Environment*, 718(4):137313

Población económicamente activa

Según la edición del primer trimestre de 2021 de la ENOEN, la tasa de ocupación de la ciudad de Querétaro es buena (95.8%); mientras que la tasa de subutilización de la fuerza de trabajo (suma de subocupados, desocupados y disponibles para trabajar), la tasa de crítica laboral y la tasa de informalidad laboral son muy buenas; con un porcentaje de 21.8%, 25.1%, 33.8% y 17.1%, respectivamente.

Por otra parte, según el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, la Población económicamente activa (PEA) son las personas de 12 años y más que trabajaron, tenían trabajo, pero no trabajaron, o buscaron trabajo en la semana de referencia por lo que a este indicador se le conoce también como tasa de participación económica. Mientras que define a la población no económicamente activa (PNEA) a las personas de población de 12 años y más que en la semana de referencia no realizó alguna actividad económica ni buscó trabajo.

El municipio de Querétaro en 2020 tuvo una PEA de 66.84% y una PNEA del 21.94 %, de los cuales 39.5% son estudiantes, 37.1% son personas dedicadas a los quehaceres de su hogar, 13.2% son personas pensionadas o jubiladas, 7.8% son personas en actividades no económicas y 2.4% son personas con alguna limitación física o mental que les impide trabajar. Además, existen 41 personas en edad de dependencia por cada 100 en edad productiva (mayores de 12 años).

Utilizando los datos del Censo mencionado anteriormente, se obtuvo que, a nivel municipal, hay un mayor porcentaje de Población Económicamente Activa (PEA) y un menor porcentaje de PNEA; sin embargo, el porcentaje de PEA que se encontraba ocupada en la semana de referencia o tasa de ocupación (%P. Ocupada) es mayor para las localidades ubicadas dentro del SAR respecto a lo calculado para el municipio.

Tabla IV-76. Características económicas de las localidades con incidencia en el Sistema Ambiental Regional.

Localidad	P. mayor de 12 años	PEA (%)	P. Ocupada (%)	P. Desocupada (%)	PNEA (%)
Buenavista	3689	63.00	99.31	0.69	27.46
Casa Blanca	611	64.98	99.24	0.76	25.70
Cerro de la Cruz	990	75.45	99.60	0.40	16.06
Corea	1039	66.03	99.42	0.58	22.62
El Refugio	*	*	*	*	*
Jofre	668	52.10	98.56	1.44	34.13
Jofrito	1792	56.47	98.81	1.19	31.58
La Barreta	1103	57.66	99.69	0.31	29.83
La Cantera	177	49.72	94.32	5.68	37.85
La Carbonera	542	57.01	98.71	1.29	33.39
La Casita	8	75.00	100	0.00	12.50
La Estacada	1816	56.33	98.53	1.47	29.68
La Gotera	2900	54.24	98.98	1.02	35.03
La Lomita	10	60	100	0	30
La Luz	1486	55.05	97.68	2.32	33.65
La Monja	1227	59.66	99.18	0.82	27.71
La Versolilla	1839	60.69	98.75	1.25	29.74
Loma del Chino	383	60.31	99.13	0.87	32.38
Los Pardas	5	100	100	0	0
Montenegro	11982	73.37	98.36	1.64	19.69
Palo Alto	1407	53.52	97.74	2.26	34.47
Pie de Gallo	3745	61.82	98.19	1.81	28.28
Pintillo	907	61.74	99.46	0.54	28.11
Pinto	1502	60.85	99.45	0.55	25.50
Presa de Becerra	397	53.65	97.65	2.35	32.49
Puerto de Aguirre	2357	60.92	97.08	2.92	28.51
Rancho de Guadalupe (La Lágrima)	403	7.44	96.67	3.33	4.96
San Isidro Buenavista	1417	62.60	97.97	2.03	25.90
Total SAR	**44402**	**62.96**	**98.56**	**1.44**	**26.43**
Total del Municipio	**860184**	**66.84**	**98.05**	**1.95**	**21.94**

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020. Nota: Debido a que la localidad El Refugio sólo tiene 3 habitantes, el INEGI no evaluó ninguna de las características consideradas para el resto de las localidades.

Indicadores de Desarrollo Social

Índice de Desarrollo Humano Municipal

El Índice de Desarrollo Humano Municipal (IDH) resume el avance de los municipios en tres dimensiones y cuatro indicadores básicos para el desarrollo de las personas:

1) Salud. Mide el gozo de una vida larga y saludable, por medio de la esperanza de vida al nacer.

2) Educación: Mide el acceso a una educación de calidad, con dos indicadores; los años promedio de escolaridad y los años esperados de escolaridad.

3) Ingreso: Estima la obtención de recursos para gozar de una vida digna mediante el indicador de ingreso bruto per cápita.

El IDH tiene valores de 0 a 1, donde el valor más cercano a uno refiere mayor desarrollo humano, tanto para el índice general como para sus subíndices o componentes de salud, ingreso y educación. La medición más reciente del grado de desarrollo humano utilizó datos comparables nacionales e internacionales desde 2010 a 2015, y los resultados fueron publicados en el Informe de Desarrollo Humano Municipal "Transformando México desde lo local", publicado el 30 de mayo de 2019 por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), el promedio de los municipios de Querétaro en cuanto a su Índice de Desarrollo Humano (IDH) es de 0.781; ubicándolo como el estado 12 del país, pues el promedio nacional fue de 0.759. En el estado, el promedio municipal del Índice de Salud es el más alto (0.899), le siguen Ingreso (0.796) y Educación (0.666). Finalmente, en 2015, nueve de los municipios del estado habían alcanzado un desarrollo humano medio (50%), siete alto (39%) y dos muy alto (11%).

En términos poblacionales, en 2015, 17% de los queretanos habitaba en municipios clasificados con un IDH medio. A nivel local, el municipio de Querétaro fue uno de los dos municipios con desarrollo humano muy alto (IDH= 0.829). Esto se debe a que su Índice de ingreso (0.828) y de salud (0.946) fueron

muy altos; mientras que el Índice de Educación fue alto (0.727). Estos resultados son más altos que lo observado en 2010, cuyo índice de educación fue catalogado como medio, y los de salud e ingreso como muy altos (al igual que el IDH).

En cuanto a las capacidades municipales para llevar a cabo acciones que mejoren el desarrollo humano de sus habitantes, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), informó que, en 2016, el Índice de Capacidades Funcionales Municipales (ICFM) del municipio de Querétaro fue alto (0.408), a pesar de que su capacidad para involucrar actores relevantes fue baja (0.1), y sus capacidades para diagnosticar y evaluar fueron medias (0.2). Cabe destacar que sus capacidades para formular políticas y estrategias obtuvieron una calificación perfecta (1.0) por lo que, al igual que sus capacidades para presupuestar, gestionar e implementar (0.6), pueden ser catalogadas como muy altas[152].

Grado e Índice de Rezago Social (IRS)

El Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) es la institución encargada de evaluar el grado de rezago social a nivel nacional. Esto lo calcula mediante el Índice de Rezago Social (IRS), un índice que proporciona el resumen de cuatro carencias sociales de la medición de pobreza: rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a los servicios básicos en la vivienda y la calidad y espacios en la vivienda[153].

De las 28 localidades ubicadas en el SAR, sólo “La Lomita” tiene un alto grado de rezago social; mientras que “La Cantera” y “San Isidro Buenavista” tienen un grado de rezago social medio. Finalmente, 13 localidades tienen un GRS bajo y 11 muy bajo. La localidad “El Refugio” no pudo ser catalogada por el CONEVAL debido a que sólo tiene 3 habitantes según el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI).

152 PNUD México. (2019). Transformando México desde lo local (Versión en línea). Recuperado el 3 de julio de 2021 de Informe de Desarrollo Humano Municipal 2010-2015. Transformando México desde lo local | El PNUD en México (undp.org)
153 CONEVAL. (2020) *op. Cit.*

Tabla IV-77. Grado e Índice de Rezago Social de las localidades localizadas dentro del SAR.

Localidad	Población total	IRS	GRS
Buenavista	4685	-1.060	Muy bajo
Casa Blanca	776	-0.655	Bajo
Cerro de la Cruz	1326	-0.886	Muy bajo
Corea	1341	-0.803	Bajo
El Refugio	3	*	*
Jofre	901	-0.873	Muy bajo
Jofrito	2422	-0.926	Muy bajo
La Barreta	1489	-0.729	Bajo
La Cantera	245	0.319	Medio
La Carbonera	733	-0.757	Bajo
La Casita	8	-0.749	Bajo
La Estacada	2383	-0.643	Bajo
La Gotera	3872	-0.521	Bajo
La Lomita	12	1.133	Alto
La Luz	2095	-0.561	Bajo
La Monja	1592	-1.003	Muy bajo
La Versolilla	2542	-0.853	Bajo
Loma del Chino	486	-0.549	Bajo
Los Pardas	5	-0.997	Muy bajo
Montenegro	15450	-0.748	Bajo
Palo Alto	1968	-0.772	Bajo
Pie de Gallo	5069	-0.920	Muy bajo
Pintillo	1150	-0.972	Muy bajo
Pinto	1895	-0.352	Bajo
Presa de Becerra	529	-0.874	Muy bajo
Puerto de Aguirre	3057	-0.962	Muy bajo
Rancho de Guadalupe (La Lágrima)	81	-0.977	Muy bajo
San Isidro Buenavista	1811	-0.172	Medio

Fuente: Elaboración propia con datos del CONEVAL.

Infraestructura Municipal

En el municipio de Querétaro, la Secretaría de Servicios Públicos Municipales se encarga de brindar atención a los mercados, del sistema de alumbrado público, de la cobertura de recolección de los residuos sólidos para reducir el grado de saturación del sitio de disposición final de la basura, del Rastro Municipal TIF

412, de embellecer la imagen urbana, de optimizar el funcionamiento de los panteones, así como del control de la población animal[154].

Residuos

La recolección de residuos sólidos de Querétaro está a cargo exclusivamente del municipio, que también es propietario de las estaciones de transferencia y de los rellenos sanitarios, aunque la empresa PROACTIVA MEDIO AMBIENTE MMA SA de CV, es la encargada de la operación del relleno sanitario[155]. La recolección se realiza mediante el recorrido de 106 unidades por 206 rutas que abarcan 829 colonias[156]. En su mayoría, las flotas de camiones utilizan como combustible el diésel y sólo algunas (10 camionetas) ocupan gasolina[157].

De acuerdo con los datos presentados en el Plan Municipal de Desarrollo de Querétaro 2018-2021, en 2017 se generaron 382,632 toneladas de residuos sólidos que se depositaron en el relleno sanitario, de los cuales la mayor parte proviene de zonas residenciales y en menor medida los sectores de comercios e industria. Se estima que el total de residuos acumulados en el relleno sanitario es de 9,865,350 m^3 en los siguientes porcentajes: 46% materia orgánica; 10% papel/cartón; 9% vidrio, 2% plástico, 1% metal y el 32% a otros (medicamentos, enlatados, barnices, etc.). En promedio, se estima que cada habitante genera aproximadamente 0.906 kg de residuos al día[158] [159].

El Municipio también se encarga del acopio de llantas usadas, de la limpieza de lotes baldíos, recolección de residuos, retiro de animales de la vía pública; así como de la recolección de papeleras, pilas, residuos sólidos urbanos domiciliarios, tiliches y residuos sólidos depositados en contenedores de escuelas, dependencias de gobierno y asentamientos en vías de regularización. En 2017 se

154 H. Ayuntamiento de Querétaro (2018) *op. Cit.*
155 Secretaría de Energía. (2016). Evaluación rápida del uso de la energía: Querétaro, Querétaro, México. Recuperado el 7 de julio de Microsoft Word - 20)Queretaro.docx (www.gob.mx)
156 H. Ayuntamiento de Querétaro (2018) *op. Cit.*
157 Secretaría de Energía (2016) *op. Cit.*
158 *Ibidem*
159 H. Ayuntamiento de Querétaro (2018) *op. Cit.*

recogieron 382,632 toneladas de residuos sólidos, 78.3% por parte del Municipio y el resto por medio de particulares. Sin embargo, todavía existen zonas donde no se ha regularizado la recolección de la basura y las áreas donde se tira constituyen focos de infección y de contaminación ambiental[160].

Agua

En el municipio de Querétaro, la Comisión Estatal de Aguas, es la entidad propietaria y la que paga y administra tanto el abastecimiento de agua potable como el tratamiento de agua residual. Según el Anuario Económico Municipal de Querétaro (2020), para abastecer la demanda de agua municipal, se extrae el agua de dos acuíferos ubicados en los límites del municipio, cuya administración depende del Gobierno del Estado y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA): Acuífero Valle de Querétaro y Acuífero Valle de Buenavista[161].

El acuífero más importante a nivel estatal y municipal (por el número de habitantes que abastece) es el acuífero Valle de Querétaro que actualmente tiene una extensión de 484 Km^2. Se localiza en la porción suroeste del estado y comprende parte de los municipios de Querétaro, Corregidora y una pequeña parte de El Marqués. Abastece a la ciudad de Querétaro, donde se asienta el 62% del total de la población del estado, así como la cabecera municipal del municipio de Corregidora. Se tienen vedas por tiempo indefinido para el aprovechamiento de agua del subsuelo (años 1949, 1957, 1964 y 1957) por causa de interés público y para protección de los mantos acuíferos dentro de los municipios de Querétaro, Corregidora y El Marques. De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2015, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad.

Hasta 2020, en este valle se tenían censados 239 aprovechamientos activos, de los cuales 75 corresponden al uso agrícola y abrevadero, 51 pozos se utilizaban para el uso industrial y 113 para uso público-urbano y recreativo. Además, los datos de volumen de extracción por bombeo indican que la mayor extracción fue

160 *Ibidem*
161 H. Ayuntamiento de Querétaro (2020) *op. Cit.*

para uso potable (67 hm^3/año), seguida del uso agrícola (26 hm^3/año) y del industrial (8 hm^3/año). Presenta un déficit de -37 hm^3/año entre la recarga (70 hm^3/año) y descarga total del acuífero, considerándose como sobreexplotado. El volumen de extracción de aguas subterráneas es de 129,724,840 m^3 anuales, según el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección General de Administración del Agua. Finalmente, la disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA), que refiere al volumen disponible para otorgar nuevas concesiones, indica que existe un déficit de 63,724,840 m^3 anuales, que se están extrayendo a costa del almacenamiento no renovable del acuífero[162].

El SAR incide en el acuífero Valle de Buenavista, localizado al oeste del estado con un área total de 311.8 Km^2 y abarca principalmente el municipio de Querétaro y colinda al sur con el acuífero Valle de Querétaro y al este con el acuífero Valle de Amazcala[7]. La recarga total media anual que recibe el acuífero corresponde a la suma de los volúmenes que ingresan al acuífero en forma de recarga vertical y de recarga incidental (exceso de riego). Para 2020 se estimó que la recarga vertical natural fue de 9.1 hm^3/año; mientras que casi 2 millones de metros cúbicos concesionados para uso agrícola, se infiltran, formando una recarga incidental por exceso de riego de 1.9 hm^3/año. Esto se debe a que la zona es eminentemente agrícola y datos del REPDA mencionan un volumen de más de 9500 m^3 concesionados para uso agrícola. Considerando lo anterior, el valor estimado de la recarga total media anual que recibe el acuífero es de 11 hm^3/año[163].

La descarna natural comprometida se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales, y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial; más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes, sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero. Por otra parte, para el

162 Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas. (Diciembre, 2020). Actualización de la Disponibilidad Media Anual de agua en el Acuífero Valle de Querétaro (2201), Estado de Querétaro. Recuperado el 6 de julio de 1 (conagua.gob.mx)
163 Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas. (diciembre, 2020). Actualización de la Disponibilidad Media Anual de agua en el Acuífero Valle de Buenavista (2204), Estado de Querétaro. Recuperado el 6 de julio de 1 (conagua.gob.mx)

acuífero Valle de Buenavista, la descarga natural comprometida involucra algunos manantiales, cuyo volumen de agua concesionada compromete un volumen de 0.1 hm^3/año[164].

En cuanto al volumen de extracción de aguas subterráneas, para este acuífero es de 23,339,852 m^3 anuales, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del 20 de febrero del 2020[165].

Finalmente, el cálculo de la disponibilidad media anual de aguas subterráneas, que constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero para explotar, usar o aprovechar, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas, arrojó un déficit de 12,439,852 m^3 anuales, por lo que no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones[166].

El municipio de Querétaro cuenta con una infraestructura disponible para almacenar agua de 16.5 millones de metros cúbicos distribuida entre presas y bordos[7]. Debido a su gran cercanía con el SAR, existen 4 presas de agua principales: Santa Catarina, El Pinto, San Antonio y La Versolilla. Todas ellas pertenecen a la región hidrológica Lerma-Santiago-Pacífico y su fuente de abastecimiento son corrientes y ríos afluentes del Rio Querétaro[167].

164 *Ibidem.*
165 *Ibidem.*
166 Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas (2020) *op. Cit.*
167 Comisión Nacional del Agua. (2021). Sistema de Seguridad de Presas. Recuperado el 6 de julio de 2021 de INICIO (conagua.gob.mx)

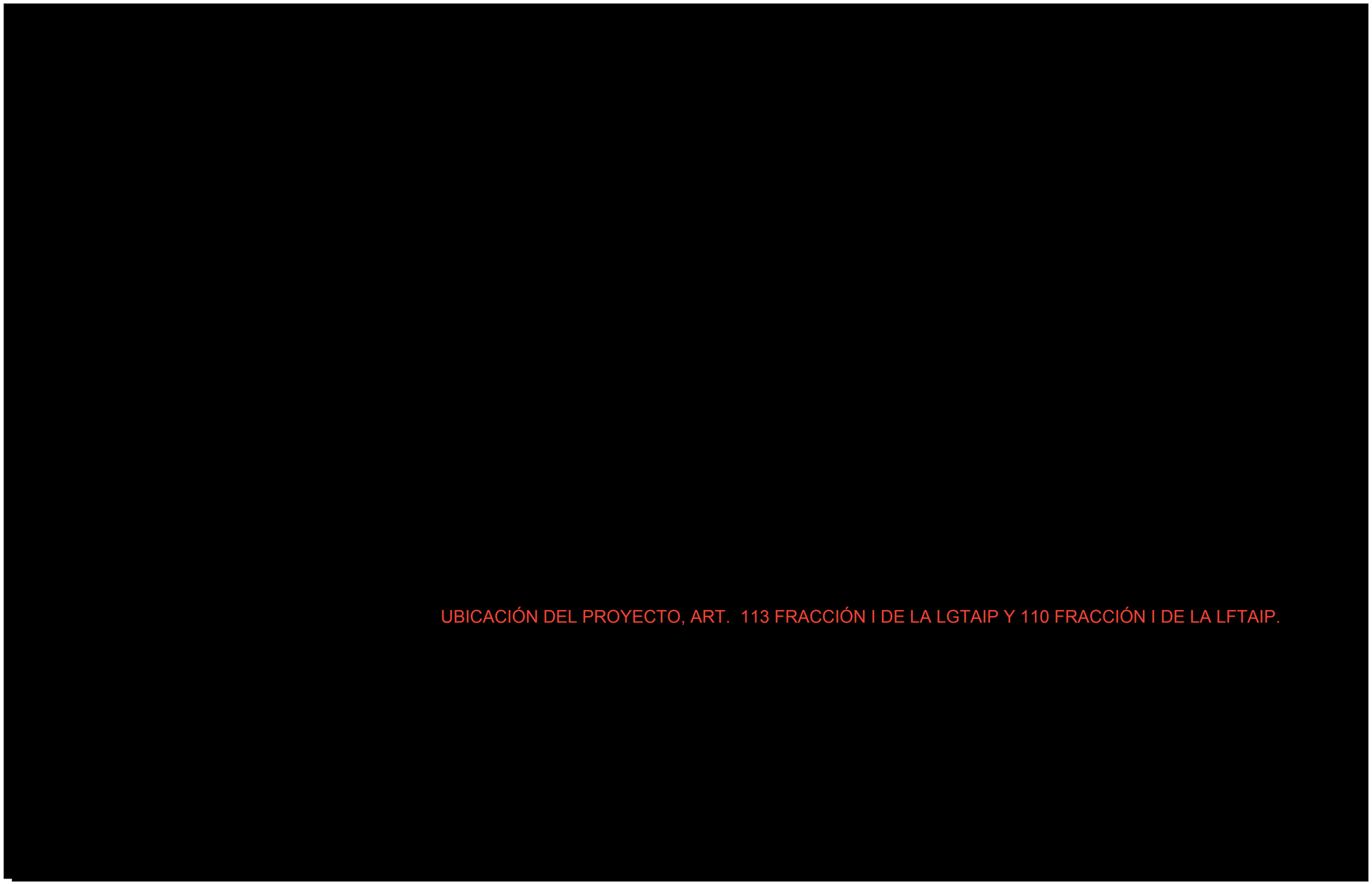


Figura IV-80. Ubicación de las presas al interior del sistema ambiental regional y sus alrededores

Tabla IV-78. Uso de las presas más cercanas al SAR.

Presa	Área (Km^2)	Uso	NAMO (hm^3)*	Constructor	Organismo Responsable
Santa Catarina	194.11	Riego (393 ha)	13.26	Hacendados	-
El Pinto	25.35	Ninguno (antes riego)	0.277	Hacendados	-
San Antonio	19.6	Riego (0 ha)	0.38	Particulares	Particulares
La Versolilla	12.9	Riego (80 ha)	0.16	Gobierno municipal	Comité de usuarios, Ejido Jofrito

NAMO: Nivel de aguas máximo ordinario

FUENTE: Sistema de Seguridad de Presas, CONAGUA.

En el municipio existen 272,982 tomas de agua instaladas con un volumen promedio de extracción de 256,032.1 m^3/día y 0.3 m^3 per cápita. El sistema de abastecimiento para la zona conurbada de la ciudad de Querétaro tiene 5 zonas de distribución abastecidas por: (a) el acueducto II (agua superficial); y (b) pozos (agua subterránea) interconectados con un Acuaférico. En cuanto al consumo de agua potable se tiene que el sector residencial es el de mayor gasto (86%), el 7 % corresponde al uso comercial y sólo un 1% corresponde al sector industrial[168] [169].

Finalmente, en el municipio se mantienen las 58 plantas de tratamiento para los 41,845,510 m^3 de aguas residuales producidas anualmente. El 80.5% son tratadas (~33 millones de m^3) y la longitud de la red de alcantarillado alcanza los 2,249 km.

Energía

En cuanto al sector de energía eléctrica, todas las actividades del Municipio de Querétaro las administra la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Querétaro cuenta con un consumo de electricidad per cápita de 2,550 KWh por año[170].

168 H. Ayuntamiento de Querétaro (2018) *op Cit.*
169 Secretaría de Energía (2016) *op. Cit.*
170 *Ibidem.*

- *Alumbrado público*

La infraestructura de iluminación es propiedad del Municipio de Querétaro, el responsable del mantenimiento es el Departamento de Alumbrado Público de la Secretaría de Servicios Públicos y quien paga los costos de electricidad por iluminación es la Secretaría de finanzas del Municipio de Querétaro, a través del Derecho de Alumbrado Público y en menor cantidad del presupuesto municipal y otros. Un 80% de la ciudad tiene cobertura de alumbrado público, con más de 6 años de antigüedad, con un promedio de 12 horas de funcionamiento por día. El consumo de energía eléctrica por kilómetro de camino iluminado es de 17,274 kWh/km; mientras que el consumo por poste de luz que alcanza 616 kWh/poste[171].

- *Agua potable y residual*

En lo que se refiere a la infraestructura del sistema de abastecimiento de agua, las bombas (en pozos de extracción, transporte y distribución) tienen un bombeo estimado en 7,902 m^3/h y el consumo de electricidad para producir el agua potable se estima en 198,775,969 KWh/año.

Por otra parte, las 72 bombas para el tratamiento de agua residual tienen un consumo total de electricidad de 2,620,717 KWh/año y 0.08 KWh/m^3 tratado[172].

- *Energías limpias*

En 2015, el empleo de energías limpias en las viviendas se registró de la siguiente forma: el 0.5% utilizó paneles solares, 5.5% usó calentadores solares, 61% empleó focos ahorradores[173].

Demografía

A lo largo de esta sección se analizará la demografía de los grupos en situación de vulnerabilidad, que son aquellos que, debido a alguna condición específica (como

171 Secretaría de Energía (2016) *op. Cit.*
172 *Ibidem.*
173 H. Ayuntamiento de Querétaro (2018) *op. Cit.*

sexo, edad, origen étnico o cualquier otro), a un prejuicio social o por una situación histórica de opresión o injusticia, son o pueden ser afectados sistemáticamente en el disfrute y ejercicio de sus derechos fundamentales, lo que impide su incorporación a la vida productiva, al desarrollo y al acceso a mejores condiciones de bienestar humano[174].

En este análisis se considera la población habitante de 27 localidades con incidencia en el Sistema Ambiental Regional. Cabe mencionar que no se tomará en cuanta a la localidad El Refugio debido a que su población total es de 3 habitantes y ni el INEGI ni el CONEVAL tienen datos sobre esta localidad puntual rural. Teniendo en cuenta lo anterior, en las 27 localidades habitan 57,923 personas, siendo 28,763 mujeres (49.65%) y 29,160 hombres (50.34%). Esta relación, de un mayor número de hombres, se observa a lo largo de todas las edades con excepción de los rangos de 0-2 años y de 60 y más, donde el porcentaje de mujeres es ligeramente mayor al 51%.

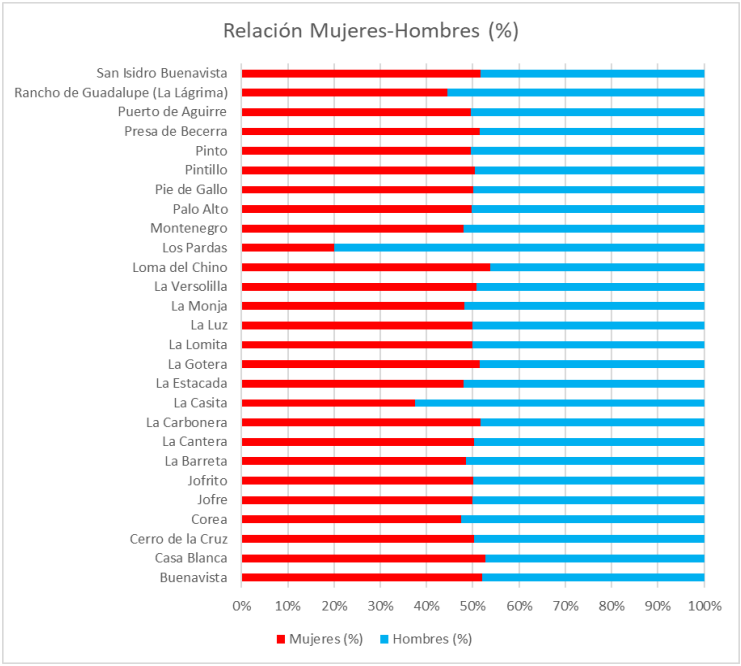


Figura IV-81. Relación porcentual de la cantidad de hombres y mujeres por localidad

[174] Comisión Estatal de Derechos Humanos de Nuevo León. (s.f.). Grupos en situación de vulnerabilidad. Recuperado el 7 de julio de Grupos en situación de vulnerabilidad (cedhnl.org.mx)

Vulnerabilidad por edad

Debido a sus condiciones físicas y mentales, la población que puede ser más vulnerable ante algún accidente ocurrido durante el desarrollo del proyecto, son la población infantil (0-5) y la de la tercera edad (60 años y más); pues es más probable que estas personas requieran de asistencia por parte algún familiar y otra persona.

Este análisis indica que existen 7,195 infantes y 3,822 personas de la tercera edad por lo que, en total, alrededor del 19% de la población habitante de las 27 localidades consideradas, es más vulnerable al riesgo que involucra la realización del proyecto debido a su edad.

Tabla IV-79. Población vulnerable por su edad a nivel localidad y SAR.

Localidad	P. Total	P. Infantil (%)	P. 3a edad (%)	PVE (%)
Buenavista	4685	10.35	8.82	19.17
Casa Blanca	776	9.92	8.38	18.30
Cerro de la Cruz	1326	12.52	6.26	18.78
Corea	1341	11.71	5.52	17.23
Jofre	901	12.76	8.99	21.75
Jofrito	2422	14.08	7.64	21.72
La Barreta	1489	11.69	7.19	18.87
La Cantera	245	16.33	6.12	22.45
La Carbonera	733	12.55	6.28	18.83
La Casita	8	0.00	37.50	37.50
La Estacada	2383	11.54	8.90	20.44
La Gotera	3872	13.12	7.36	20.48
La Lomita	12	8.33	50.00	58.33
La Luz	2095	15.70	5.63	21.34
La Monja	1592	11.81	9.05	20.85
La Versolilla	2542	14.56	5.47	20.02
Loma del Chino	486	11.32	8.64	19.96
Los Pardas	5	0.00	60.00	60.00
Montenegro	15450	12.31	3.81	16.12
Palo Alto	1968	14.63	6.50	21.14
Pie de Gallo	5069	13.24	7.26	20.50
Pintillo	1150	11.48	9.22	20.70
Pinto	1895	10.87	7.39	18.26
Presa de Becerra	529	12.10	8.70	20.79

Localidad	P. Total	P. Infantil (%)	P. 3a edad (%)	PVE (%)
Puerto de Aguirre	3057	11.45	8.18	19.63
Rancho de Guadalupe (La Lágrima)	81	11.11	58.02	69.14
San Isidro Buenavista	1811	11.04	7.01	18.06
Total SAR	**57923**	**12.42**	**6.60**	**19.02**
*PVE: Total porcentual de la población vulnerable debido a su edad				

Fuente: elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI).

Vulnerabilidad por origen étnico

Las comunidades originarias siguen siendo las más vulnerables ante la situación de desigualdad. En 2018, el CONEVAL reportó que el 69.5% de la población indígena (8.4 millones de personas), experimenta una situación de pobreza, y el 27.9% de pobreza extrema[175]. Además, el 43% de los hablantes de alguna lengua indígena no concluyeron la educación primaria, mientras que el 55.2% se desempeña en trabajos manuales de baja calificación[176].

Según el Censo de Población y Vivienda (CPV) 2020, en el municipio de Querétaro, el 6.14% de su población habla alguna lengua indígena, de las cuales, 22.5% hablan náhuatl y 10.6% maya; mientras que la población que no habla español de los hablantes de lengua indígena representa el 11.76%[177].

La población que vive en hogares indígenas de las 27 localidades analizadas representa menos del 1% del total poblacional, y es la localidad de Montenegro la que tiene un mayor número de personas habitantes en hogares indígenas, con un total de 345 (2.23% de su población).

[175] CONVEVAL. (2018). Medición de pobreza 2018. Población según pertenencia étnica. Recuperado el 7 de julio de 2021 de POBLACION_PERTENENCIA_ETINICA.jpg (2502×2500) (coneval.org.mx)
[176] Oxfam. (2018). Por mi raza hablará la desigualdad. Efectos de las características étnico-raciales en la desigualdad de oportunidades en México. Recuperado el 7 de julio de 2021 de Oxfam (oxfammexico.org)
[177] INEGI. (2020). Panorama sociodemográfico de México. Recuperado el 7 de julio de 2021 de Panorama (inegi.org.mx)

Tabla IV-80.Población que vive en hogares indígenas dentro de las 27 localidades del SAR.

Localidad	P. total	P. indígena	%P. indígena
Buenavista	4685	31	0.66
Casa Blanca	776	0	0
Cerro de la Cruz	1326	0	0
Corea	1341	26	1.94
Jofre	901	6	0.67
Jofrito	2422	0	0
La Barreta	1489	3	0.20
La Cantera	245	0	0
La Carbonera	733	0	0
La Casita	8	0	0
La Estacada	2383	17	0.71
La Gotera	3872	4	0.10
La Lomita	12	0	0
La Luz	2095	13	0.62
La Monja	1592	15	0.94
La Versolilla	2542	0	0
Loma del Chino	486	0	0
Los Pardas	5	0	0
Montenegro	15450	345	2.23
Palo Alto	1968	11	0.56
Pie de Gallo	5069	9	0.18
Pintillo	1150	21	1.83
Pinto	1895	13	0.69
Presa de Becerra	529	0	0
Puerto de Aguirre	3057	54	1.77
Rancho de Guadalupe (La Lágrima)	81	0	0
San Isidro Buenavista	1811	0	0
Total SAR	**57923**	**568**	**0.98**

Fuente: elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI).

Por otra parte, en las 27 localidades analizadas, 262 personas hablan alguna lengua indígena y el 100% también habla español, por lo que el idioma no representa una barrera comunicativa y, por ende, ninguna de las comunidades es vulnerable por su origen étnico.

Vulnerabilidad educativa

En este apartado se considera como población vulnerable a las personas que, por su condición educativa, tienen más riesgo ante algún accidente de fuga, incendio o explosión debido a la falta de comprensión de letreros, anuncios o instrucciones específicas de actuación ante accidentes. Por lo tanto, se considera a la población analfabeta de 8 años y más, a la población (de 3-5 y de 6 a 14 años) que no asiste a la escuela, y a la población de 15 años y más con educación básica incompleta. Para obtener los porcentajes se tomó como el 100% el número de habitantes de 8 años y más, a la población de 3-5 años, a la de 6-14 años y a la de 15 años y más.

Tabla IV-81. Población vulnerable por nivel educativo y analfabetismo.

Localidad	P. Analfabeta (%)	3-5 PNE (%)	6-14 PNE (%)	PEBI (%)
Buenavista	3.75	42.17	4.1	27.7
Casa Blanca	7.15	29.73	3.5	52.6
Cerro de la Cruz	4.26	62.03	3.9	49.2
Corea	4.84	40.51	5.3	32.0
Jofre	4.18	47.46	3.8	32.4
Jofrito	3.39	50.30	5.3	29.6
La Barreta	5.68	67.06	6.5	49.7
La Cantera	16.67	66.67	4.8	55.8
La Carbonera	6.73	55.56	4.3	47.7
La Casita	0.00	0.00	0.0	37.5
La Estacada	7.94	49.66	14.8	37.4
La Gotera	9.00	52.90	5.6	51.4
La Lomita	18.18	0.00	0.0	80.0
La Luz	9.13	47.68	5.3	38.9
La Monja	5.30	35.63	4.0	27.4
La Versolilla	12.99	47.94	12.6	51.9
Loma del Chino	4.84	59.38	13.0	38.7
Los Pardas	0.00	0.00	0.0	60.0
Montenegro	1.93	49.90	7.0	17.6
Palo Alto	7.90	55.90	8.3	26.3
Pie de Gallo	9.13	48.39	4.7	45.8
Pintillo	8.16	50.75	2.4	30.3
Pinto	4.95	43.43	10.8	25.6
Presa de Becerra	10.41	44.12	0.0	43.1

Localidad	P. Analfabeta (%)	3-5 PNE (%)	6-14 PNE (%)	PEBI (%)
Puerto de Aguirre	7.07	49.10	2.6	34.6
Rancho de Guadalupe (La Lágrima)	11.59	40.00	0.0	21.7
San Isidro Buenavista	4.33	53.47	2.3	29.7
Total SAR	5.63	49.44	5.0	39.8
*PNE: Población que no asiste a la escuela; PEBI: Población con educación básica incompleta.				

Fuente: elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI) y el Índice de Rezago Social 2020 (CONEVAL)

En total, en el SAR se registran 2560 personas analfabetas, lo que representa el 4.71% del total poblacional y el 5.63% de la población de 8 años y más (48,491 personas). Por otra parte, el mayor porcentaje de personas que no asisten a la escuela es la población de 3 a 5 años (49.44%); que se aleja mucho del porcentaje de personas de 6 a 14 años que no asiste a la escuela (5%) en las 27 localidades analizadas. Sin embargo, en promedio, la población con educación básica incompleta es del 39.8%.

A nivel localidad, La Lomita es la localidad con mayor porcentaje de población analfabeta (18.18%), por lo que es la población más vulnerable en ese sentido. En cuanto a asistencia escolar, La Barreta es la localidad con más niños de 3-5 años que no asisten a la escuela (67.06%); mientras que La Estacada es la localidad con mayor porcentaje de niños de 6-14 años que no asisten a la escuela (14.8%), superando por casi el triple el promedio calculado para el SAR. Finalmente, La Lomita es la localidad más vulnerable en cuanto a número de personas con educación básica incompleta, con un valor del 80%.

Lo anterior puede deberse a que dentro del SAR sólo existen 8 instituciones que brindan servicios de educación, todas ellas públicas y de educación básica: 2 preescolares, 4 primarias y 2 secundarias.

Tabla IV-82. Instituciones de educación localizadas dentro del SAR.

Nombre	Tipo	Localidad
Esc. Prim. Miguel Hidalgo	Escuela primaria pública	Buenavista
Escuela Secundaria General José María Morelos y Pavón	Escuela secundaria general pública	Buenavista
Esc. Prim. Revolución de 1910	Escuela primaria pública	Buenavista
Jardín de Niños Enriqueta Camarillo	Escuela preescolar pública	Buenavista
Escuela Primaria Jaime Torres Bodet	Escuela primaria pública	Puerto de Aguirre
Escuela Primaria Lucas Alamán	Escuela primaria pública	Puerto de Aguirre
Escuela Jardín de Niños Carmen Ramos	Escuela preescolar pública	Puerto de Aguirre
Escuela Telesecundaria Emiliano Zapata	Escuela secundaria pública	Puerto de Aguirre

Fuente: elaboración propia con datos del DENUE (2021)178.

Vulnerabilidad por discapacidad o limitación física y/o mental

El CONEVAL considera a la población discapacitada y con alguna limitación como vulnerable y de hecho es una de sus medidas para determinar el rezago poblacional de una localidad. El INEGI considera a la población discapacitada a las personas que realizan con mucha dificultad o no pueden hacer al menos una de las siguientes actividades: ver, aun usando lentes; oír, aun usando aparato auditivo; caminar, subir o bajar; recordar o concentrarse; bañarse, vestirse o comer; hablar o comunicarse. Mientras que la población con limitación son las personas que realizan con poca dificultad al menos una de las actividades mencionadas anteriormente179.

Tabla IV-83. Población discapacitada y con alguna limitación física o mental por localidad.

Localidad	P. total	P. discapacitada	P. con limitación	PDL (%)
Buenavista	4685	143	283	9.09
Casa Blanca	776	53	66	15.34
Cerro de la Cruz	1326	33	214	18.63
Corea	1341	45	135	13.42

178 Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. (2021). Base de datos. Recuperado el 2 de julio de 2021 de DENUE (inegi.org.mx)
179 INEGI. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Recuperado el 30 de junio de 2021 de Panorama (inegi.org.mx)

Localidad	P. total	P. discapacitada	P. con limitación	PDL (%)
Jofre	901	39	58	10.77
Jofrito	2422	59	220	11.52
La Barreta	1489	31	174	13.77
La Cantera	245	25	17	17.14
La Carbonera	733	35	72	14.60
La Casita	8	0	3	37.50
La Estacada	2383	112	382	20.73
La Gotera	3872	201	317	13.38
La Lomita	12	3	3	50.00
La Luz	2095	83	164	11.79
La Monja	1592	81	293	23.49
La Versolilla	2542	288	186	18.65
Loma del Chino	486	6	100	21.81
Los Pardas	5	0	0	0.00
Montenegro	15450	271	863	7.34
Palo Alto	1968	106	378	24.59
Pie de Gallo	5069	238	465	13.87
Pintillo	1150	69	41	9.57
Pinto	1895	141	313	23.96
Presa de Becerra	529	59	60	22.50
Puerto de Aguirre	3057	171	200	12.14
Rancho de Guadalupe (La Lágrima)	81	9	5	17.28
San Isidro Buenavista	1811	61	87	8.17
Total SAR	57923	2362	5099	12.88
Total del Municipio	1049777	38789	105137	13.71
PDL: Población con alguna discapacidad o limitación física o mental.				

Fuente: elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI).

A nivel del Sistema Ambiental Regional, alrededor del 13% de la población total es vulnerable debido a su condición de persona con discapacidad o limitación física o mental; porcentaje menor a lo observado a nivel municipal (13.71%). Aunque se carece de datos a nivel localidad, a nivel municipal se registró que el 20.4% de las personas con alguna discapacidad tiene 60 años o más, 3.9% de 30-59 años, 2% de 0-17 años y 1.9% de 18-29 años[23].

En este ámbito, La Lomita de nuevo es la localidad más vulnerable, pues el 50% de su población (6 personas) sufren alguna discapacidad o limitación.

Población migrante

De acuerdo con el Anuario de Migración y Remesas México 2018, el 24% de los queretanos que viven en Estados Unidos, nacieron en el municipio de Querétaro. Por otra parte, actualmente, según el Censo de Población y Vivienda de 2020, ha habido inmigración al municipio, principalmente por trabajo (44%) y familia (31.5%). Para este apartado se consideró a la población inmigrante como la suma de la población nacida en otra entidad federativa y a las personas de 5 años y más que en el 2015 tenían residencia distinta a la actual.

Tabla IV-84. Población inmigrante en cada localidad con inmersión en el SAR.

Localidad	P. Total	PNOE	PNOE (%)	PROE	PROE (%)
Buenavista	4685	480	10.25	132	3.08
Casa Blanca	776	20	2.58	11	1.54
Cerro de la Cruz	1326	34	2.56	11	0.93
Corea	1341	300	22.37	197	16.27
Jofre	901	71	7.88	18	2.25
Jofrito	2422	252	10.40	54	2.54
La Barreta	1489	70	4.70	8	0.60
La Cantera	245	17	6.94	3	1.43
La Carbonera	733	51	6.96	31	4.76
La Casita	8	0	0	0	0.00
La Estacada	2383	121	5.08	51	2.36
La Gotera	3872	171	4.42	79	2.29
La Lomita	12	2	16.67	0	0.00
La Luz	2095	109	5.20	38	2.09
La Monja	1592	192	12.06	40	2.78
La Versolilla	2542	81	3.19	17	0.76
Loma del Chino	486	2	0.41	0	0.00
Los Pardas	5	1	20	0	0.00
Montenegro	15450	7271	47.06	3677	26.58
Palo Alto	1968	120	6.10	34	1.98
Pie de Gallo	5069	93	1.83	21	0.46
Pintillo	1150	122	10.61	44	4.25
Pinto	1895	264	13.93	128	7.44
Presa de Becerra	529	21	3.97	2	0.42
Puerto de Aguirre	3057	301	9.85	143	5.21
Rancho de Guadalupe (La Lágrima)	81	5	6.17	0	0.00

Localidad	P. Total	PNOE	PNOE (%)	PROE	PROE (%)
San Isidro Buenavista	1811	131	7.23	48	2.92
Total SAR	57923	10302	17.79	4787	9.23

PNOE: Población nacida en otra entidad. PROE: Población de 5 años y más con residencia distinta a la actual hasta 2015. P. Inmigrante: porcentaje de personas de 5 años y más con residencia distinta a la actual hasta 2015

Fuente: elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI).

En este ámbito es importante resaltar que, a nivel municipal, más del 35% de la población nació en otra entidad federativa; mientras que el 11.8% migró al municipio de Querétaro en los últimos 5 años. Por otra parte, en el SAR, el 17.79% nació en otra entidad y el 9.23% inmigró en los últimos 5 años; lo que representa cifras menores en comparación con lo observado a nivel municipal. La localidad de Montenegro es la de mayor PNOE y PROE, con 47.06% y 26.58%, respectivamente, lo que podría indicar que es la localidad menos vulnerable pues una forma de saber de manera general cómo son las condiciones de la localidad, es observando los procesos migratorios que acontecen, pues si existen condiciones de inclusión social hacia los grupos vulnerables, se garantiza una mejor calidad de vida y, por ende, el número de inmigrantes sube[180]. El segundo lugar lo ocupa la localidad de Corea, con una inmigración en los últimos 5 años de 16.27%.

Vulnerabilidad por crecimiento poblacional

El crecimiento de la población a lo largo del tiempo es un fenómeno observado a nivel mundial y puede representar un riesgo poblacional pues a mayor número de personas, mayor es la cantidad de recursos que se necesitan para satisfacer sus necesidades. Además, en este análisis, es importante conocer el comportamiento de la población en los distintos municipios pues conocer cómo crece su población

180 H. Ayuntamiento de Querétaro (2018) *op Cit.*

nos da una idea de los impactos futuros que puede tener el desarrollo del proyecto, dado que las personas en riesgo pueden aumentar a lo largo del tiempo.

Tomando como base los Censos de Población y Vivienda de 1995, 2000, 2005, 2010 y 2020 elaborados por el INEGI a nivel localidad, se obtuvo que la localidad La Casita ha sido intermitente en cuanto a crecimiento poblacional, pues en 1995 existían 23 personas, en el 2000 disminuyeron a 15 y en el periodo de 2005-2010 no hubo habitantes; pero para 2020 la población total registrada es de 8 individuos. Además, Los Pardas y La Lomita son localidades nuevas, pues de 1995-2010 no se reportaba su existencia, lo que concuerda con que en 2020 La Lomita reportó 12 habitantes y Los Pardas sólo 5. Por otra parte, Montenegro casi cuadruplicó su población en 10 años, pasando de 3844 habitantes en 2010 a 15450 en 2020.

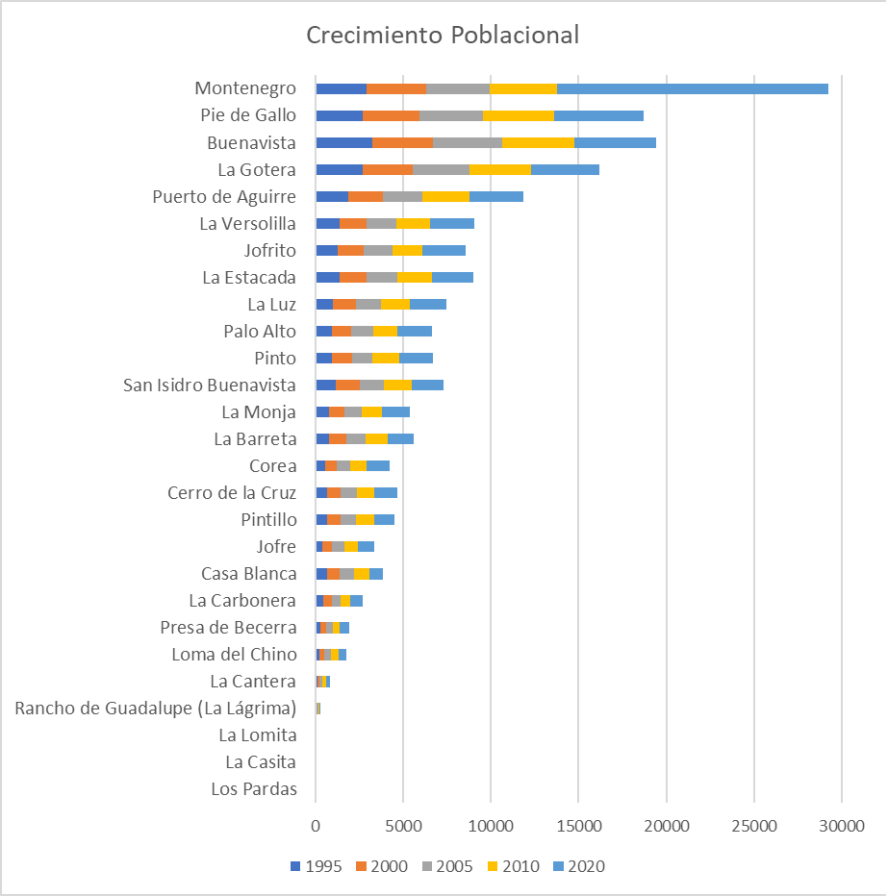


Figura IV-82. Comportamiento de la población de las 27 localidades consideradas para el análisis. Cada barra de color representa el número de personas registradas por año censal. Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

También se calculó la tasa media anual de crecimiento poblacional (r) tomando como base la población total de los años 1995 y 2020, para determinar la razón a la cual crece en promedio anualmente una localidad por cada 100 habitantes. La tasa de crecimiento es un indicador resumen, pues en él se concentran los efectos de los principales componentes de la dinámica demográfica (nacimientos, defunciones y migración). El algoritmo utilizado fue el mismo usado por el INEGI (2001)[181]:

$$r = \left(\frac{Px^{1/t}}{P0} - 1\right) \times 100$$

Donde:

r = tasa de crecimiento

Px = Población en el año final

$P0$ = Población en el año inicial

t = tiempo transcurrido entre el momento de referencia de la población inicial y la población final.

Tabla IV-85. Población total a lo largo del tiempo de las localidades con influencia en el SAR, y su tasa media anual de crecimiento poblacional.

Localidad	1995	2000	2005	2010	2020	r (%)
Buenavista	3268	3436	3935	4115	4685	1.451
Casa Blanca	662	741	819	873	776	0.638
Cerro de la Cruz	673	773	913	1003	1326	2.750
Corea	553	647	792	917	1341	3.607
Jofre	427	535	685	802	901	3.032
Jofrito	1261	1501	1635	1729	2422	2.645
La Barreta	814	976	1102	1223	1489	2.445
La Cantera	117	139	170	197	245	3.000
La Carbonera	461	477	529	522	733	1.872
La Casita	23	15	0	0	8	-4.136

[181] Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. (2001). Actualización sociodemográfica. Recuperado el 8 de julio de 2021 de Metodología de indicadores de la serie censal e intercensal (inegi.org.mx)

Localidad	1995	2000	2005	2010	2020	r (%)
La Estacada	1394	1507	1762	1972	2383	2.168
La Gotera	2701	2872	3196	3536	3872	1.451
La Lomita	0	0	0	0	12	*
La Luz	1013	1301	1418	1659	2095	2.949
La Monja	764	888	981	1159	1592	2.980
La Versolilla	1369	1561	1713	1903	2542	2.506
Loma del Chino	241	292	354	423	486	2.845
Los Pardas	0	0	0	0	5	*
Montenegro	2953	3381	3602	3844	15450	6.843
Palo Alto	964	1090	1246	1402	1968	2.896
Pie de Gallo	2718	3240	3581	4089	5069	2.524
Pintillo	672	774	868	1035	1150	2.172
Pinto	967	1134	1155	1552	1895	2.728
Presa de Becerra	269	339	381	418	529	2.742
Puerto de Aguirre	1893	1954	2263	2678	3057	1.936
Rancho de Guadalupe (La Lágrima)	49	49	61	64	81	2.031
San Isidro Buenavista	1173	1393	1349	1584	1811	1.752
Total SAR	**27399**	**31015**	**34510**	**38699**	**57923**	**3.040**

*No es posible calcular la tasa de crecimiento poblacional en La Lomita y Los Pardas dado que hasta 2020 se tienen registros poblacionales.

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI).

En cuanto a crecimiento poblacional, la tasa media de crecimiento poblacional de las 27 localidades consideradas para el análisis es de un 3.04% anual; mientras que la población más vulnerable es la de la localidad de Montenegro, pues tiene una tasa de crecimiento anual de 6.84%, en los últimos 25 años, lo que indica que el número de personas en dicha localidad está aumentando rápidamente. La segunda es Corea (3.61%) y la tercera es la localidad Jofre (3.03%).

Sensibilidad social ante problemática ambiental

Hasta la fecha, no existen notas periodísticas en las que se informe la inconformidad de la población ante el desarrollo del proyecto, y dentro del SAR,

no existe alguna organización ecologista ni ambientalista, aunque en a nivel estatal, el Directorio de Organismos de la Sociedad Civil reporta los siguientes grupos: Ambientalistas Del Estado De Querétaro, A.C., Centro De Estudios Académicos Sobre Contaminación Ambiental (CEACA) / U.A.Q., Grupo Ecológico Salesiano, Grupo Ecológico Sierra Gorda I.A.P., Grupo Ecologista De Pedro Escobedo, Promotores Y Comunicadores Ambientales A.C., Protejamos Nuestro Ambiente, A.C., Red De Educadores Ambientales De La Región Centro De México, Rescate Ecológico Jurica Campestre, A.C, Aztlán Centro De Rescate Ecológico, A. C., Grupo Ecológico De Tequisquiapan, A.C, Club Ecológicas Petronilas, A.C., Club De Ecología Del Tecnológico De Monterrey, Fuerza Forestal Infantil Y Juvenil, A.C., Movimiento Ecologista De San Juan Del Rio, A.C[182].

Vivienda

Con el desarrollo del proyecto, las localidades más vulnerables serán aquellas con un mayor número de viviendas habitadas y de uso temporal, pues es población potencialmente en riesgo ante algún accidente. El INEGI considera a las viviendas habitadas como aquellas viviendas particulares y colectivas habitadas de cualquier clase: casa única en el terreno; casa que comparte terreno con otra(s); casa dúplex; departamento en edificio; vivienda en vecindad o cuartería; vivienda en cuarto de azotea de un edificio; local no construido para habitación, vivienda móvil; refugio y no especificado de vivienda particular. Esta categoría incluye a las viviendas particulares sin información de ocupantes[24].

Tabla IV-86. Número de viviendas y población en las viviendas localizadas en las localidades del SAR.

Localidad	VH	Población	VUT	POPV	POPC
Buenavista	1262	4685	44	3.71	1.01
Casa Blanca	197	776	34	3.94	1.25
Cerro de la Cruz	363	1326	5	3.65	1.16
Corea	383	1341	4	3.5	1.06

182 Gobierno Federal. (s.f.). Directorio de Organismos de la Sociedad Civil: Querétaro. Recuperado el 29 de junio de 2021 de ORGANISMOS DE LA SOCIEDAD CIVIL (diputados.gob.mx)

Localidad	VH	Población	VUT	POPV	POPC
*El Refugio	1	3	*	*	*
Jofre	224	901	2	4.02	1.27
Jofrito	599	2422	12	4.04	1.24
La Barreta	358	1489	5	4.16	1.3
La Cantera	59	245	3	4.15	1.59
La Carbonera	186	733	10	3.94	1.14
La Casita	3	8	1	2.67	0.8
La Estacada	633	2383	4	3.76	1.19
La Gotera	930	3872	30	4.16	1.39
La Lomita	7	12	0	1.71	1.2
La Luz	471	2095	5	4.45	1.44
La Monja	404	1592	5	3.94	1.08
La Versolilla	568	2542	6	4.48	1.77
Loma del Chino	117	486	5	4.15	1.22
Los Pardas	4	5	2	1.25	0.63
Montenegro	4712	15450	287	3.28	1.06
Palo Alto	491	1968	5	4.01	1.39
Pie de Gallo	1306	5069	37	3.88	1.21
Pintillo	318	1150	1	3.62	1.04
Pinto	501	1895	5	3.78	1.07
Presa de Becerra	132	529	5	4.01	1.27
Puerto de Aguirre	761	3057	13	4.02	1.16
Rancho de Guadalupe (La Lágrima)	19	81	1	4.26	1.23
San Isidro Buenavista	448	1811	7	4.04	1.13
Total SAR	15457	57923	538	3.73	1.20
Total del Municipio	**305518**	**1045631**	**12269**	**3.42**	**0.84**
*Se considera a la localidad El Refugio para denotar que sólo existe una casa habitada por 3 personas.					
VH: Viviendas habitadas. VUT: Viviendas de uso temporal. POPV: Promedio de ocupantes por vivienda. POPC: Promedio de ocupantes por cuarto					

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI).

Con los datos anteriores, a nivel SAR, es evidente que el número de viviendas por cada una de las 27 localidades analizadas coincide con su número de habitantes y, en promedio, existen 3.73 ocupantes por vivienda y 1.2 ocupantes por cuarto; que son valores ligeramente superiores a lo observado en el municipio. La

localidad de Montenegro es la que tiene un mayor número de viviendas habitadas y de uso temporal; así como la que reporta mayor número de habitantes, sin embargo, es de las localidades más alejadas al área del proyecto.

Características

El Índice de marginación de 2020 (CONAPO) a nivel municipal, determinó que el municipio de Querétaro tiene un grado de marginación muy bajo y que sólo el 10% de las viviendas tienen algún nivel de hacinamiento[183].

Las características de una vivienda están directamente relacionadas con la calidad de vida de las personas que en ella habitan y, por tanto, pueden ser un indicativo de su grado de marginación o de rezago social; pues según el tipo de vivienda, será el bienestar general de sus habitantes[2]. Por lo tanto, en este apartado, se considera que las personas más vulnerables serán aquellas cuyas viviendas particulares tengan piso de tierra y que no tengan acceso a algún servicio básico (agua, electricidad, drenaje).

Tabla IV-87. Características de las viviendas localizadas en los 27 municipios con incidencia en el Sistema Ambiental Regional.

Localidad	VPT (%)	VSES (%)	VSA (%)	VSD (%)	VSE (%)	VSNS
Buenavista	1.3	0.3	0.7	0.5	0.6	1
Casa Blanca	0.5	4.6	0.5	10.7	0.5	1
Cerro de la Cruz	0.3	2.5	1.4	5.0	0.6	0
Corea	1.3	0.8	9.7	8.6	0.3	0
Jofre	0.9	1.8	0.4	2.7	0.4	0
Jofrito	1.0	1.5	2.7	2.3	0.3	1
La Barreta	0.3	5.3	3.1	5.3	1.4	5
La Cantera	10.2	30.5	18.6	44.1	0.0	0
La Carbonera	1.1	5.4	4.8	9.1	1.1	2
La Casita	0.0	0.0	33.3	0.0	0.0	0
La Estacada	3.0	3.2	3.3	3.3	1.1	3
La Gotera	2.7	3.9	0.6	5.3	0.3	1

[183] CONAPO. (2020). Índice de marginación por municipio 2020. Recuperado el 8 de julio de 2021 de Datos Abiertos de México - Índice de marginación (carencias poblacionales) - Índice de marginación por municipio 2020

Localidad	VPT (%)	VSES (%)	VSA (%)	VSD (%)	VSE (%)	VSNS
La Lomita	42.9	14.3	85.7	28.6	42.9	1
La Luz	2.3	8.9	6.4	8.3	0.6	2
La Monja	1.2	3.5	2.2	6.4	0.2	0
La Versolilla	7.9	11.8	2.3	12.3	0.7	0
Loma del Chino	1.7	2.6	1.7	3.4	0.0	0
Los Pardas	0.0	0.0	75.0	0.0	0.0	0
Montenegro	0.2	0.1	8.7	0.2	0.2	0
Palo Alto	2.9	5.3	6.9	2.4	0.8	3
Pie de Gallo	0.5	5.4	1.1	4.1	0.2	1
Pintillo	0.6	0.3	0.3	0.0	0.0	0
Pinto	0.6	0.4	1.4	0.6	0.6	0
Presa de Becerra	3.0	15.9	9.8	38.6	0.0	0
Puerto de Aguirre	1.6	2.2	1.1	1.6	0.3	0
Rancho de Guadalupe (La Lágrima)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
San Isidro Buenavista	1.8	2.2	3.8	2.0	0.4	2
Total SAR	**3.32**	**4.91**	**10.58**	**7.61**	**1.98**	**23**

VPT: Viviendas con piso de tierra, VSES: Viviendas que no disponen de excusado o sanitario, VSA: Viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública, VSD: Viviendas que no disponen de drenaje, VSE: Viviendas que no disponen de energía eléctrica y VSNS: Número total de viviendas que no tienen energía eléctrica, agua entubada ni drenaje.

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI) y el Índice de Rezago Social por Localidad 2020 (CONEVAL).

Debido a que 5 de sus viviendas no cuentan con ningún servicio básico, La Barreta puede ser considerada como una de las localidades más vulnerables. La localidad con mayor. Sin embargo, considerando todas las características de vivienda vulnerable, la localidad con mayor riesgo es La Lomita, con un promedio de vulnerabilidad en la vivienda del 42.9%; seguida de La Cantera (20.7%) y Los Pardas (15%).

Acceso a la información

Otra de las características importantes a considerar dentro de los hogares es el acceso de sus habitantes a vías de comunicación informativa: teléfono, radio, celular, computadora e internet; pues su aislamiento informativo puede ponerlos en riesgo ante alguna eventualidad de fuga, incendio o explosión. Además, si

ocurre cualquiera de las tres situaciones anteriores, es importante tener los medios para dar el reporte y pedir auxilio. Por lo tanto, los hogares más vulnerables serán aquellos sin disponibilidad a las TIC (tecnologías de la información y la comunicación). El INEGI considera a las viviendas sin TIC a aquellas que no cuentan con algún aparato o dispositivo para oír radio, televisor; computadora, laptop o tablet; línea telefónica fija, teléfono celular, internet, servicio de televisión de paga (cable o satelital), servicio de películas, música o videos de paga por internet ni consola de videojuegos.

A nivel municipal, el 59.1% de los hogares poseen computadora, 80.5% internet, 59.5% teléfono fijo y 94.7% teléfono celular, lo que puede indicar que este medio de comunicación es el de mayor uso.

Tabla IV-88. Acceso a las TIC por viviendas habitadas por localidad.

Localidad	VH	VSR (%)	VSTV (%)	VSCLT (%)	VST (%)	VSC (%)	VSI (%)	VSTIC (%)
Buenavista	1262	30.67	5.86	63.23	61.17	11.01	40.17	2.30
Casa Blanca	197	14.21	4.06	90.86	97.46	18.27	81.73	1.02
Cerro de la Cruz	363	52.62	2.75	90.36	98.07	6.61	84.85	0.00
Corea	383	39.43	10.97	79.63	92.69	9.66	52.74	1.31
Jofre	224	30.80	7.14	83.93	95.54	14.73	70.98	2.68
Jofrito	599	30.55	7.51	81.14	78.46	13.86	50.58	2.67
La Barreta	358	19.55	7.82	84.36	99.16	16.76	81.56	2.23
La Cantera	59	47.46	16.95	98.31	98.31	23.73	100	8.47
La Carbonera	186	35.48	4.84	83.87	91.94	12.37	86.02	0.54
La Casita	3	33.33	0.00	33.33	66.67	33.33	0.00	0.00
La Estacada	633	34.76	11.69	85.47	91.31	16.43	58.45	5.85
La Gotera	930	60.43	7.63	94.41	97.74	13.87	94.09	3.23
La Lomita	7	42.86	42.86	100.00	85.71	28.57	100.00	14.29
La Luz	471	33.12	6.37	91.51	99.15	20.17	89.60	2.76
La Monja	404	24.26	3.47	70.79	80.94	11.39	65.84	0.25
La Versolilla	568	55.11	10.56	95.07	98.42	28.17	95.42	5.28
Loma del Chino	117	23.93	3.42	73.50	94.02	10.26	69.23	1.71
Los Pardas	4	0	75	100	75	0	75	0
Montenegro	4712	28.93	10.57	60.82	61.84	4.05	25.30	0.62
Palo Alto	491	35.85	10.39	86.76	98.78	14.26	89.00	3.46
Pie de Gallo	1306	37.90	5.67	85.07	76.11	11.18	48.24	1.99
Pintillo	318	27.04	7.55	71.38	80.19	6.60	38.68	1.57

Localidad	VH	VSR (%)	VSTV (%)	VSCLT (%)	VST (%)	VSC (%)	VSI (%)	VSTIC (%)
Pinto	501	26.35	7.58	63.27	77.05	10.38	33.93	1.00
Presa de Becerra	132	48.48	12.12	96.97	99.24	21.97	85.61	4.55
Puerto de Aguirre	761	31.27	8.15	81.34	87.25	7.23	47.44	1.31
Rancho de Guadalupe (La Lágrima)	19	47.37	0.00	78.95	100.00	15.79	84.21	0.00
San Isidro Buenavista	448	33.93	7.14	68.53	77.01	7.81	37.28	2.23
Total SAR	**15456**	**34.09**	**8.39**	**74.99**	**78.27**	**10.35**	**51.28**	**1.90**

VH: Viviendas habitadas, VSR: Viviendas sin algún aparato o dispositivo para oír radio, VSTV: Viviendas sin televisión, VSCLT: Viviendas sin computadora, laptop o tablet. VST: Viviendas sin teléfono fijo. VSC: Viviendas sin celular, VSI: Viviendas sin internet, VSTIC: Viviendas sin TIC.

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI)

A nivel general, el 1.9% de los hogares censados en las 27 localidades analizadas, no cuentan con algún tipo de TIC, lo que las vuelve las más vulnerables pues eso significa que están 100% aisladas en medios informativos y de auxilio ante alguna eventualidad. Cabe destacar que, en promedio, 42.89% de las viviendas no tienen acceso a radio, televisión, teléfono, computadora, tablet, laptop o celular.

A nivel localidad, la población de La Lomita es la más vulnerable, pues el 14.29% de las viviendas habitadas no tienen TIC y, en promedio, sólo el 33.33% de sus viviendas tienen acceso a algún medio informativo. El segundo lugar de vulnerabilidad lo tiene La Cantera, pues el 8.47% de sus viviendas no tienen alguna TIC y sólo el 35.88% posee algún medio de información y/o auxilio.

Aislamiento físico

Se entiende por aislamiento físico a la imposibilidad de trasladarse o huir rápidamente desde una vivienda hacia un sitio de auxilio, en caso de ser necesario. Por ello, las localidades más vulnerables son aquellas cuyo medio de transporte sea menos veloz (caminar o correr) o menos eficaz en caso de sufrir lesiones graves o necesitar transportar a alguien más (bicicleta, motoneta o motocicleta).

En 2018, en el municipio de Querétaro, el 97% de los vehículos que circularon diariamente en la zona metropolitana fueron particulares y el 0.64% de transporte público; que se tiene reportado trasladan diariamente a más de 600 mil personas. Esto se debe a que el desarrollo económico de la zona metropolitana genera un flujo importante de migrantes, así como el desplazamiento de personas que residen en un municipio y trabajan o estudian en otro. Según el Plan Estratégico de Movilidad (PEM) 2010-2026, el 20% de los estudiantes de primaria y el 22% de secundaria son llevados a la escuela en autos, ocasionando problemas de congestionamiento en las vías principales[3].

Por otra parte, datos del 2018 reportaban a 4852 usuarios de las ciclovías, quienes al mes realizaron un promedio de 2633 viajes[3]; por lo que el uso de la bicicleta es común en el municipio.

Tabla IV-89. Medios de transporte de los que disponen las viviendas localizadas dentro y alrededor del SAR.

Localidad	VH	VSTM (%)	VSA (%)	VM (%)	VB (%)
Buenavista	1262	43.11	45.01	10.14	15.85
Casa Blanca	197	51.78	53.30	3.55	3.05
Cerro de la Cruz	363	43.80	45.18	1.65	1.65
Corea	383	53.00	54.31	4.96	4.96
Jofre	224	44.20	45.54	4.46	37.05
Jofrito	599	45.58	46.91	6.68	23.54
La Barreta	358	51.40	51.96	1.12	0.00
La Cantera	59	67.80	71.19	3.39	23.73
La Carbonera	186	43.55	44.62	5.91	11.29
La Casita	3	0.00	0	33.33	33.33
La Estacada	633	48.50	50.24	6.95	26.38
La Gotera	930	57.53	58.49	5.38	1.29
La Lomita	7	57.14	57.14	14.29	0
La Luz	471	60.93	62.85	3.61	23.78
La Monja	404	37.87	38.86	4.21	13.86
La Versolilla	568	64.26	65.49	3.17	2.99
Loma del Chino	117	39.32	40.17	4.27	7.69
Los Pardas	4	25.00	25.00	0.00	0.00
Montenegro	4712	51.63	54.07	7.32	9.74
Palo Alto	491	47.45	49.90	7.13	13.24

Localidad	VH	VSTM (%)	VSA (%)	VM (%)	VB (%)
Pie de Gallo	1306	48.24	49.39	3.45	3.22
Pintillo	318	44.34	46.23	5.03	5.03
Pinto	501	43.51	45.71	8.38	17.56
Presa de Becerra	132	59.85	59.85	3.03	12.12
Puerto de Aguirre	761	52.17	53.09	4.34	11.96
Rancho de Guadalupe (La Lágrima)	19	47.37	47.37	5.26	26.32
San Isidro Buenavista	448	47.54	47.99	2.23	2.23
Total SAR	**15456**	**50.05**	**51.75**	**5.89**	**10.71**

* VH: Viviendas habitadas; VSTM: Viviendas sin transporte motorizado (automóvil, camioneta, motoneta ni motocicleta); VSA: Viviendas sin automóvil; VM: Viviendas con motocicleta o motoneta; VB: Viviendas con bicicleta como medio de transporte.

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI).

En cuanto a medios de transporte, puede apreciarse que la mayoría de las viviendas localizadas en las 27 localidades consideradas para el análisis no dispone de algún medio de transporte propio (50.05%) que sea rápido (auto, camioneta, motocicleta o motoneta); pero del porcentaje que sí cuenta con alguno, la mayoría tiene automóvil o camioneta (48.25%) y sólo el 5.89% motoneta o motocicleta. Mientras que el 10.71% usa la bicicleta como medio de transporte. Puede deducirse que el resto se transporta a pie u ocupa el transporte público.

La Cantera es la localidad más vulnerable pues el 67.8% de sus viviendas no poseen automóvil, camioneta, motoneta o motocicleta; mientras que el 23.73% de sus viviendas utilizan la bicicleta como medio de transporte. El segundo lugar de vulnerabilidad lo ocupa la localidad La Versolilla, con el 64.26% de sus viviendas sin transporte motorizado y el 2.99% con bicicleta como medio de transporte. El tercer lugar lo ocupa La Luz, con 60.93% y 23.78%, respectivamente.

En este apartado también es importante conocer el grado de accesibilidad de las comunidades a vías de comunicación pavimentadas, pues eso asegura un transporte más eficiente y, por ende, una menor vulnerabilidad ante la ocurrencia de accidentes. Según datos de la Red de Carreteras y Vialidades Urbanas del

Estado de Querétaro (2011)[184] y la Red Nacional de Caminos (2020)[185] las localidades urbanas y rurales dentro del SAR sí cuentan con carreteras federales pavimentadas y vialidades que interconectan con carreteras y otras vialidades importantes. Algunos de los tipos de vialidades presentes dentro y alrededor del SAR son: avenidas, carreteras, calles, caminos, privadas y veredas. Algunas de las carreteras federales más importantes son la 57 (Querétaro-San Luis Potosí, Paseo de la República, Libramiento Noreste de Querétaro), la 111 (Entidad Buenavista-San Miguel de Allende) y la carretera estatal 500 (El Paraíso-Chichimequillas-Puerto de Aguirre).

[184] INEGI. (2011). Conjunto de datos vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas. Edición 1.0, Querétaro. Recuperado el 3 de julio de 2021 de Mapa (inegi.org.mx)
[185] Red Nacional de Caminos RNC. (2020). Vías de Comunicación. Recuperado el 3 de julio de 2021 de Mapa (inegi.org.mx)

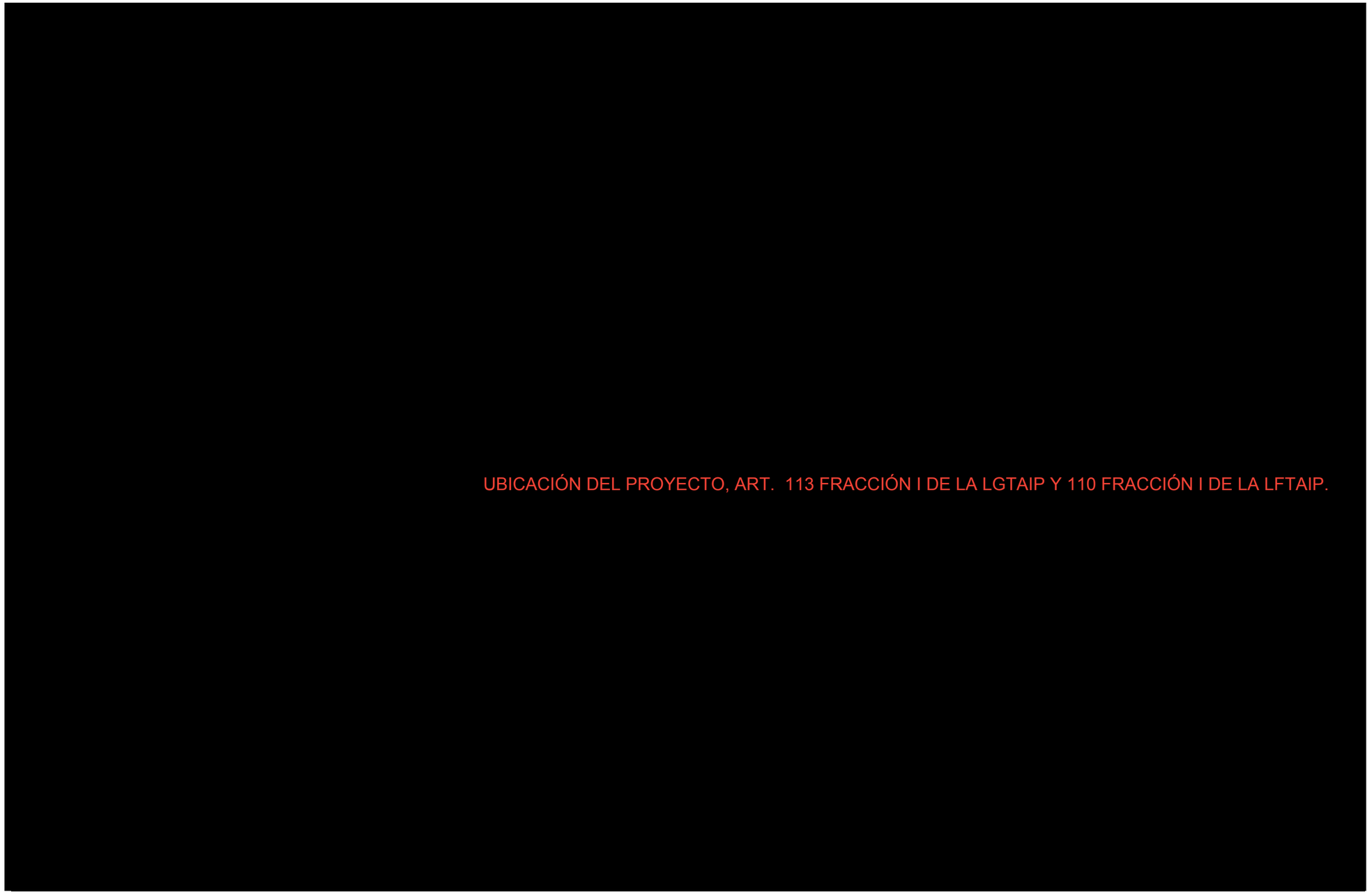


Figura IV-83. Vialidades principales que comunican a las localidades dentro del sistema ambiental regional

Salud y seguridad social

La población es más o menos vulnerable según su acceso a servicios de salud, pues si ocurre algún accidente, puede ser de vital importancia recibir ayuda médica rápida y eficaz. Además, el CONEVAL considera a la población sin derechohabiencia a servicios de salud como uno de los indicadores para medir el índice de rezago social de las comunidades[2].

A nivel municipal, el 79.8% de la población está afiliada a servicios de salud: 72.1% al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), 17.2% al Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI), 5.8% al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) o ISSSTE estatal, el 6.4% a alguna institución privada, el 0.5% a PEMEX, la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) o la Secretaría de Marina Armada de México (SEMAR); y el resto a otras instituciones públicas o privadas[24].

A nivel SAR, el 76.43% de la población está afiliada a alguna institución que brinde servicios de salud pública o privada, porcentaje ligeramente menor a lo reportado para el municipio; por lo que la población vulnerable por acceso a salud y seguridad social es del 23.57%. De las personas que cuentan con servicios de salud, el mayor porcentaje está afiliada al IMSS o IMSS Bienestar (63.26%) y al INSABI (35.99%).

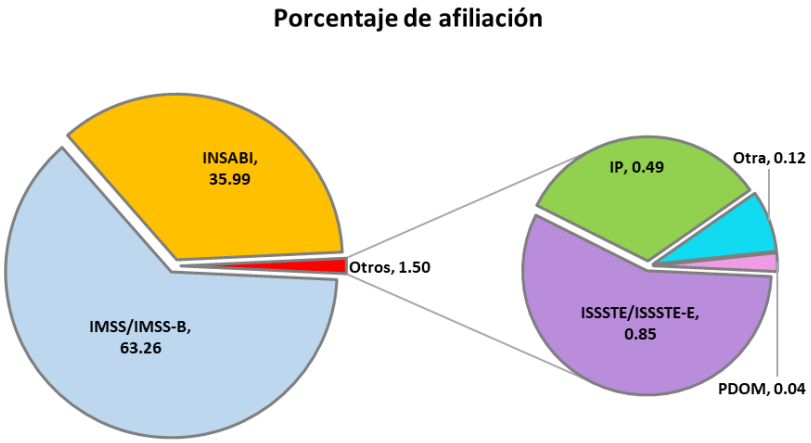


Figura IV-84. Población afiliada a servicios médicos en alguna institución pública o privada. INSABI: Institución de Salud para el Bienestar; IMSS/IMSS-B: Instituto

Mexicano del Seguro Social e IMSS estatal; ISSSTE/ISSSTE-E: Instituto de Seguridad y Servicios Social

A nivel localidad, la comunidad de La Carbonera es la más vulnerable, pues el 57.2% de sus habitantes no cuentan con algún servicio de salud; el segundo lugar lo ocupa La Barreta (37.3%) y el tercero la localidad Pie de Gallo (35.7%).

Tabla IV-90. Población sin derechohabiencia a servicios de salud por localidad.

Localidad	Población sin afiliación a servicios de salud (%)
Buenavista	26.5
Casa Blanca	27.7
Cerro de la Cruz	23.6
Corea	22.8
Jofre	18.5
Jofrito	23.1
La Barreta	37.3
La Cantera	22.9
La Carbonera	57.2
La Casita	25.0
La Estacada	21.3
La Gotera	30.5
La Lomita	25.0
La Luz	21.4
La Monja	18.3
La Versolilla	25.8
Loma del Chino	16.3
Los Pardas	20.0
Montenegro	17.8
Palo Alto	25.0
Pie de Gallo	35.7
Pintillo	18.7
Pinto	22.6
Presa de Becerra	24.0
Puerto de Aguirre	16.0
Rancho de Guadalupe (La Lágrima)	19.8
San Isidro Buenavista	17.9
Total SAR	23.57

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI).

En las localidades se repite lo observado a nivel municipal y SAR, la mayoría es derecho habiente del IMSS/IMSS Bienestar o del INSABI; mientras que menos del

1.5% a alguna otra institución pública o privada (ISSSTE, PEMEX, SEDEMA, SEMAR o instituciones privadas).

Servicios de salud

De acuerdo con los datos del DENUE (2021)[23], existen 36 clínicas, consultorios médicos y hospitales cerca y dentro del SAR; siendo la mayoría consultorios del sector privado. Sin embargo, dentro del SAR sólo la localidad de Buenavista cuenta con centros de asistencia médica: 2 consultorios privados y el centro de salud público “San José Buenavista'', lo que puede representar un riesgo para la población ante algún accidente durante el desarrollo del proyecto. En este sentido las localidades más alejadas de Buenavista serían las más vulnerables: Jofrito, La Luz, Pinto, Pintillo, La Estacada y San Isidro Buenavista.

Si se considera la lejanía de Buenavista con la cercanía al proyecto, La Estacada es la población más vulnerable pues tiene una mayor exposición ante accidentes.

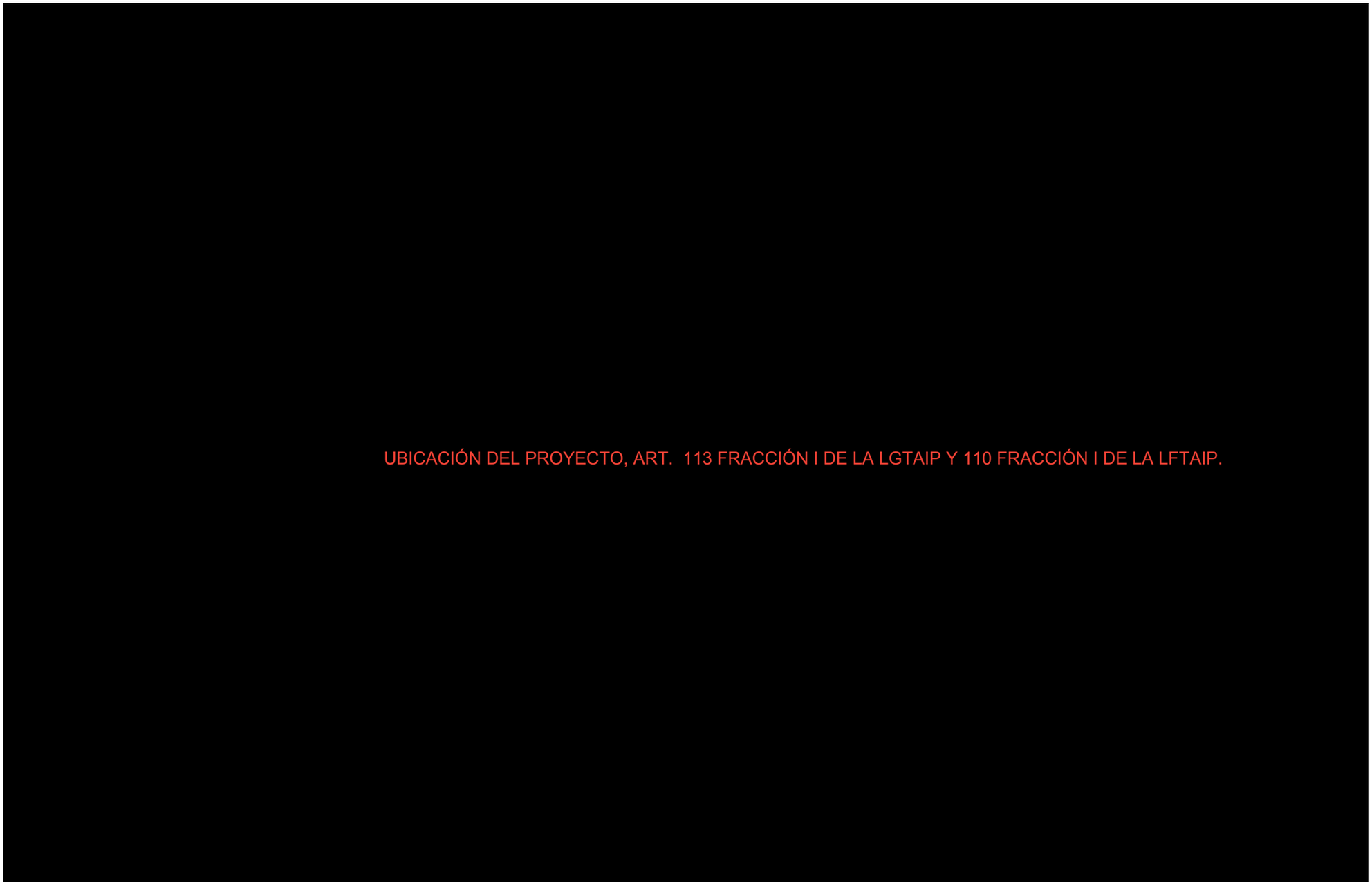


Figura IV-85. Ubicación de las instalaciones de servicios de salud (públicos y privados) dentro y en los alrededores del SAR

Finalmente se realizó un análisis general de las características de vulnerabilidad descritas anteriormente de las cuatro localidades más expuestas: Puerto de Aguirre, La Estancada, Buenavista y Corea, pues son las más expuestas ante algún accidente y, por ende, las que corren mayor riesgo.

Para determinar la vulnerabilidad promedio de las cuatro localidades se utilizaron los datos de la cercanía, tamaño de la localidad, vulnerabilidad económica (población no económicamente activa y población desocupada), grado de rezago social, vulnerabilidad por condición física o mental (vulnerabilidad por edad y por discapacidad o alguna limitación física o mental), vulnerabilidad educativa (población analfabeta, población con educación básica incompleta, población que no asiste a la escuela y acceso a escuelas), migración, tasa de crecimiento poblacional, vulnerabilidad en la vivienda (acceso a servicios básicos, transporte y TIC) y la vulnerabilidad de la población en servicios de salud (población sin afiliación a servicios de salud y acceso a centros de salud).

Tabla IV-91. Vulnerabilidad promedio de las localidades más expuestas

Localidad	VE (%)	GRS (%)	VC (%)	VE (%)	r (%)	VV (%)	VSS (%)	Prom.
Puerto de Aguirre	15.72	0-20	15.89	16.88	1.94	25.21	45.48	35.04
La Estacada	15.58	20-40	20.59	31.89	2.17	20.91	60.66	37.10
Corea	11.60	20-40	15.33	27.43	3.61	29.58	23.91	32.94
Buenavista	14.08	0-20	14.13	13.64	1.45	16.74	13.26	25.99

*VE: Vulnerabilidad económica; GRS: Grado de rezago social; VC: Vulnerabilidad por condición física o mental; VE: Vulnerabilidad educativa; r: Tasa de crecimiento poblacional; Vulnerabilidad en la vivienda; VSS: Vulnerabilidad por servicios de salud; V. Prom: Vulnerabilidad promedio

En promedio, la población La Estacada es la más vulnerable (37.1%) y es el campo de vulnerabilidad a servicios de salud el más preocupante, pues en ese sentido, su promedio de vulnerabilidad es del ~61%, y que no cuenta con centros de salud cercanos así que, en dado de caso de ocurrir un accidente, es la población con menor probabilidad de recibir atención médica rápida. Además, su crecimiento poblacional es del segundo más alto (2.17%) de las 4 localidades analizadas, lo que indica que la población sigue creciendo y en el futuro más población será proclive a sufrir algún accidente. Aunque su grado de rezago social es considerado como Bajo por el CONEVAL, debe considerarse que el 7.94% de su población es analfabeta y ~35% no va a la escuela o tiene educación básica

incompleta; mientras que el 43.42% no tiene acceso a algún tipo de TIC; esto indica que para prevenir a la población habrá que hacer campañas entendibles y que lleguen efectivamente a este sector de la población. Otro aspecto importante es que el 20.73% de su población tiene alguna discapacidad y/o limitación física o mental, lo que puede dificultar su traslado a centros de auxilio.

Aunque ocupa el segundo lugar en promedio de vulnerabilidad (35.04%), de las cuatro localidades analizadas en este apartado, Puerto de Aguirre es la segunda con mayor número de habitantes (3,057 personas), después de Buenavista (4,685 personas) y debido a su cercanía al Parque Industrial Querétaro es la más expuesta. Al igual que La Estacada, tiene una baja probabilidad de atención médica rápida pues la localidad de Buenavista es la única con servicios de salud; además, 36.8% de su población no cuenta con automóvil o camioneta, lo que dificultaría su traslado de manera eficiente, aunado a que ~20% de su población es vulnerable por edad y el 12% es discapacitada o tiene alguna limitación física o mental. También es la localidad con mayor vulnerabilidad económica, pues ~16% de sus habitantes no trabajan y, aunque su grado de rezago social es Muy bajo, el 7.07% de su población es analfabeta y ~30% no va a la escuela o tiene educación básica incompleta. En cuanto a vulnerabilidad en la vivienda sólo el 1% carece de servicios básicos pero el 37.71% no posee alguna TIC; por lo que, si ocurriera un accidente, sería necesario avisar por otros medios además de los electrónicos.

Finalmente, aunque la localidad de Corea sea la tercera más lejana del área del proyecto, y la tercera en promedio de vulnerabilidad; es de las más vulnerables tanto en los aspectos analizados como por el hecho de que colinda con el Parque Industrial Opción, lo que significa un doble riesgo de exposición a accidentes. Su tamaño poblacional es similar al de La Estacada, pero su tasa media anual de crecimiento poblacional es el más alto (3.61%), lo que puede deberse a su cercanía a los dos parques industriales. Sin embargo, sus condiciones de vida no son las mejores: 3.4% no tiene acceso a servicios básicos, 41% no tiene acceso a alguna TIC, 44% no poseen automóvil o camioneta, 22.81% no tienen acceso a salud. También hay que considerar que el 13.42% de su población tiene alguna discapacidad o limitación, el 17.23% es vulnerable por su edad; sin embargo, su

cercanía a Buenavista merma esto debido a que está relativamente cerca de servicios de salud y educación.

En conclusión, es importante desarrollar campañas informativas durante el desarrollo del proyecto para alertar a la población de cómo actuar en caso de cualquier eventualidad. Estas campañas deber ser claras, precisas y mediante todas las fuentes informativas posibles; y deben dirigirse tanto a los trabajadores permanentes y semipermanentes de la planta industrial, a los empleados considerados durante el desarrollo del proyecto y a las personas habitantes de las localidades más cercanas. Por ello, es necesario adecuarlas según el sector poblacional pues algunas personas son analfabetas o con educación básica trunca, lo que puede dificultar el diálogo y comprensión de las instrucciones.

IV.3.4. Paisaje

Con el fin de obtener una valoración cuantitativa del paisaje de acuerdo con sus condiciones actuales, así como las que se presentarán una vez que el proyecto sea establecido se presenta el siguiente análisis.

Es importante señalar que ambos escenarios dependen en gran medida de la valoración subjetiva del observador, sin embargo, la metodología que a continuación se presenta tiene la finalidad de limitarla y estandarizarla en la medida de lo posible.

La metodología corresponde a la propuesta por Granero, *et al.* (2015)[186] y parte de una perspectiva clasificatoria. Inicialmente, propone una división del paisaje en unidades paisajísticas cuya respuesta visual sea homogénea, empleando elementos como la geología, topografía, usos de suelo, tipo de vegetación, entre otros.

En segundo lugar, para realizar la caracterización y la valoración de cada unidad se analiza lo referente a la calidad visual, fragilidad y capacidad de acogida.

[186] Granero C., J., *et al.* (2015) Evaluación de Impacto Ambiental. Guía metodológica para la redacción de estudios de impacto ambiental. 2da Edición. FC Editorial. España.

Para la caracterización y valoración del paisaje es importante definir y conocer los componentes del paisaje que se pueden dividir en los siguientes bloques:

- Físicos: relieve, cursos de agua, etc.
- Biológicos: vegetación que se distribuye en el área por analizar.
- Antrópico: obras generadas por el hombre como infraestructura (carreteras, líneas de transmisión eléctrica), actividades agropecuarias (cultivos, invernaderos, viveros), industrias, viviendas, etcétera.

Los componentes antes mencionados serán diferenciados por sus características visuales básicas, correspondientes al conjunto de rasgos que los definen, tales como:

- Color: es la principal propiedad visual de una superficie y se define por su tinte (rojo, amarillo, etc.), el tono (claro u oscuro) y el brillo (brillante o mate).
- Forma: volumen o figura de un objeto. Pueden ser bidimensionales o tridimensionales. Las formas se caracterizan por su geometría, complejidad y orientación respecto a los planos principales del paisaje.
- Línea: es el camino, real o imaginario, que percibe el observador cuando existen diferencias bruscas entre los elementos visuales (color, forma, textura) o cuando los objetos presentan una secuencia unidireccional. Estas líneas (por ejemplo, el límite entre un bosque y una zona de cultivo) pueden guiar la vista del observador hacia ciertos objetos, creando puntos focales.
- Textura: es la manifestación visual de la relación que existe entre la luz y sombra provocada por las variaciones existentes en la superficie de un objeto. Por ejemplo, un área cubierta por vegetación arbórea observada a la distancia no permite la diferencia de cada individuo, sino que se parecía como un todo más o menos continuo.
- Dimensión y escala: es el tamaño o extensión de un elemento integrante del paisaje.

- Configuración espacial: engloba el conjunto de cualidades del paisaje determinadas por la organización tridimensional de los objetos y los espacios libres de la escena.

Una vez que se conocen los componentes del paisaje, se procede a la valoración de la calidad y la fragilidad visual analizando, finalmente la capacidad de acogida que el paisaje presenta respecto al nuevo uso que se le pretende dar.

Calidad visual

Se define como el valor estético de un paisaje y con el fin de reducir la valoración subjetiva, se empleó un método indirecto de valoración a través de una serie de componentes biofísicos (relieve, rocas, agua, vegetación, etc.) y arquitectónicos (formas, ejes-línea, textura, color, etc.), los cuales fueron valorados en función de tres elementos de percepción:

- Calidad visual intrínseca (CVI). Se obtiene a partir del punto donde se encuentra el observador y abarca las características propias del entorno (morfología, vegetación y presencia o ausencia de cuerpos de agua).
- Calidad debida a vistas directas (VDE). Evalúa la posibilidad de observación de elementos visualmente atractivos en unidades adyacentes en un radio entre los 500 y 700 metros[187], para este caso, debido a las dimensiones del proyecto se considerarán una distancia de 700 metros.
- Calidad debida al fondo escénico (FE). Analiza las características del plano más alejado de la unidad de paisaje sujeta al análisis, considerando elementos básicos como la visibilidad, altitud, vegetación, agua, etcétera.

Para la obtención de la valoración de la calidad visual se empleó la siguiente fórmula:

$$CAP = 0.33 \times (1.2CVI + 0.9VDE + 0.9FE)$$

[187] Velasco, J. M., *et al.* (2009) Ciencias de la Tierra y Medioambientales. Editorial Editex. España.

Donde:

Tabla IV-92. Variables para el cálculo de la calidad visual del paisaje (CAP)

Característica	Valor	
	Nominal	**Numérico**
CVI = 0.33 x (0.75GEO + AGU + 1.25VEG)		
GEO: Presencia de singularidades geológicas	Sí	1
	No	0
AGU: Presencia de masas de agua singulares	Sí	1
	No	0
VEG: Importancia de la cubierta vegetal	Sí	1
	No	0
VDE = 0.33 x (1.25VEE + 0.75AFL + ANT)		
VEE: Visión de vegetación	Sí	1
	No	0
AFL: Visión de afloramientos rocosos	Sí	1
	No	0
ANT: Visión de elementos antrópicos	Sí	0
	No	1
FE = 0.2 x [EDE + ALT + AGH + AFH + 0.5(0.75A + 1.25B)]		
EDE: Visión de elementos detractores	Sí	0
	No	1
ALT: Altitud del horizonte	Alta	1
	Media	0.5
	Baja	0
AGH: Visión de masas de agua	Sí	1
	No	0
AFH: Visión de afloramientos rocosos	Sí	1
	No	0
A: Visión de masas arboladas	Sí	1
	No	0
B: Grado de diversidad de la vegetación vista	Alta	1
	Media	0.5
	Baja	0

Para el caso del área del proyecto se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla IV-93. Valores obtenidos para la calidad visual intrínseca

Característica	Valor		Actual	Con el proyecto
	Nominal	**Numérico**		
CVI = 0.33 x (0.75GEO + AGU + 1.25VEG)				
GEO: Presencia de singularidades geológicas	Sí	1	0	0
	No	0		
AGU: Presencia de masas de agua singulares	Sí	1	0	0
	No	0		

Característica	Valor		Actual	Con el
VEG: Importancia de la cubierta vegetal	Sí	1	0	0
	No	0		

De acuerdo con lo observado, dentro del área en la que se pretende la implementación del proyecto no existe presencia de singularidades geológicas, debido a que se encuentra en un área previamente impactada que sustenta infraestructura urbana e industrial, por lo tanto, en las condiciones actuales y con la implementación del proyecto, este factor no se verá comprometido.

Respecto a las masas de agua singulares, el proyecto con considera la afectación de cuerpos naturales de este elemento, sin embargo, algunos cruces del ducto se distribuyen en un canal de aguas negras que atraviesa el Parque Industrial.

Figura IV-86. Canal de aguas negras por el que cruza el proyecto

Por su parte, el proyecto no considera la afectación de vegetación forestal, ya que este se distribuye principalmente en áreas que cuentan con algún tipo de infraestructura como la urbana, industrial, derechos de vía y caminos y zonas agrícolas, por lo tanto, no se contempla la remoción de la flora nativa.

Considerando lo señalado con antelación se determinó el valor de calidad visual intrínseca que, en ambos casos resultó en 0 considerado como bajo.

Tabla IV-94. Valores obtenidos para el cálculo de la calidad debida a vistas directas (VDE)

Característica	Valor		Actual	Con el proyecto
	Nominal	**Numérico**		
VDE = 0.33 x (1.25VEE + 0.75AFL + ANT)				
VEE: Visión de vegetación	Sí	1	1	1
	No	0		
AFL: Visión de afloramientos rocosos	Sí	1	0	0
	No	0		
ANT: Visión de elementos antrópicos	Sí	0	0	0
	No	1		

En las inmediaciones del proyecto es posible observar algunas áreas que sustentan vegetación forestal correspondiente a matorral crasicaule, sin embargo, es importante señalar que este no presentará algún tipo de afectación con la operación y construcción del gasoducto.

Por otra parte, dentro de un radio de 700 metros del proyecto, no se observan afloramientos rocosos, por lo tanto, en ambos escenarios el valor obtenido es de 0.

Respecto a los elementos antrópicos el valor asignado en ambos casos es de 0, debido a que en el radio en el que se ubica el proyecto se encuentra infraestructura carretera, industrial y asentamientos urbanos.

Si se toma en consideración estas características, se obtiene un valor de calidad del paisaje debida a vistas directas de 0.4 en ambos casos, ya que los tres factores que lo componen hacen referencia a áreas fuera de las que se pretenden impactar por el proyecto.

Tabla IV-95. Valores obtenidos para el cálculo de la calidad debida al fondo escénico (FE)

Característica	Valor		Actual	Con el proyecto
	Nominal	**Numérico**		
FE = 0.2 x [EDE + ALT + AGH + AFH + 0.5(0.75A + 1.25B)]				
EDE: Visión de elementos detractores	Sí	0	0	0
	No	1		
ALT: Altitud del horizonte	Alta	1	0	0
	Media	0.5		
	Baja	0		
AGH: Visión de masas de agua	Sí	1	0.5	0.5
	No	0		
AFH: Visión de afloramientos rocosos	Sí	1	1	1
	No	0		
A: Visión de masas arboladas	Sí	1	1	1
	No	0		
B: Grado de diversidad de la vegetación vista	Alta	1	1	1
	Media	0.5		
	Baja	0		

De acuerdo con lo observado en campo, se obtuvo que para los elementos detractores, que refieren a las obras públicas, como carreteras, luminarias y red eléctrica, que se aprecian en la zona visible desde el proyecto el valor asignado es de 0, debido a que este se encuentra inmerso en una zona industrial, donde se observa este tipo de infraestructura, además, una porción del trazo del gasoducto incide directamente sobre la carretera 57 Querétaro-San Luis Potosí.

Figura IV-87. Vista de elementos detractores cercanos al área del proyecto

Respecto a la altitud, hace referencia a las variaciones altitudinales que se presentan en un radio de 700 metros del proyecto. Dentro de este búfer, estos valores oscilan entre los 2,000 y los 2,160 metros, debido a que se encuentra en un valle prácticamente plano.

Para el caso de la visión de masas de agua, el cuerpo más cercano corresponde a la presa Santa Catarina, la cual se ubica a una distancia de 850 metros. Por esto, en ambos escenarios se asignó un valor de 0.5.

En cuanto a los afloramientos rocosos se asignó un valor de 1, debido a que, desde el área del proyecto es posible observar este tipo de masas que se ubican en el Cerro Grande que se ubica en la porción Este del sistema ambiental regional.

Figura IV-88. Afloramientos rocosos visibles

Respecto a la visión de masas arboladas, las más conspicuas corresponden al Cerro Grande, donde se distribuye vegetación forestal de matorral crasicaule en

las partes más bajas y de selva baja caducifolia en las áreas con mayor nivel altitudinal.

Figura IV-89. Vista del Parque Industrial donde será ubicado el proyecto desde las áreas arboladas del Cerro Grande al Este del sistema ambiental regional

Finalmente, para la determinación del grado de diversidad de la vegetación vista, se retoma el valor de índice de diversidad de Shannon obtenido para el sistema ambiental, ya que este concepto hace referencia a la vegetación del fondo escénico. Para la determinación del valor que sería usado en este ejercicio se consideró el promedio de los valores obtenidos para los estratos arbustivo, arbóreo y cactáceas de ambos tipos de vegetación (selva baja caducifolia y matorral crasicaule), los que, visualmente, son más conspicuos y que resultan en 1.773 (valor de diversidad medio). Por lo tanto, el valor asignado es de 0.5 en ambos casos.

Mediante la sustitución de los valores en la fórmula correspondiente, se obtiene un valor de calidad debida al fondo escénico de 0.5 para ambos escenarios.

Una vez que se conocen los valores de la calidad visual intrínseca, la calidad debida a vistas directas y la calidad debida al fondo escénico se realizó la sustitución de los valores en la fórmula, se obtuvo para ambos casos la calidad visual del paisaje obtuvo un valor bajo de 0.3, de acuerdo con la siguiente clasificación, debido principalmente a la transformación histórica que se ha presentado en el área donde se pretende el establecimiento del proyecto, que ha sido transformada a paisajes urbanos e industriales.

Tabla IV-96. Caracterización de la calidad visual del paisaje

Intervalos	Calidad
0 – 0.3	Baja
0.3 – 0.7	Media
0.7 – 1.0	Alta

Fragilidad

La fragilidad visual del paisaje se define como la capacidad que el paisaje tiene para absorber la alteración generada cuando se desarrolla cierto uso sobre este y se conforma por dos elementos:

- Fragilidad intrínseca de la unidad (FVI). La cual se basa en la posibilidad real o no, de visualizar la infraestructura siendo, en todo caso, independiente de la presencia de observadores.
- Accesibilidad visual (AV). Valora la posibilidad real de observación de la zona de estudio, condicionada por la topografía y por la presencia de observadores.

La conjunción entre la fragilidad intrínseca (FVI) y la accesibilidad visual (AV) definen a la fragilidad adquirida.

Para la obtención de la valoración de la fragilidad del paisaje se empleó la siguiente fórmula:

$$FRA = 0.5 \times (0.75FVI + 1.25AV)$$

A continuación, se señalan las características que son consideradas para la determinación de la fragilidad del paisaje.

Tabla IV-97. Variables para el cálculo de la Fragilidad del Paisaje[188][189]

Característica	Valor	
	Nominal	Numérico
FVI = 0.33 x (1.5P + 0.75º + $0.75^{0.25 \text{ x } (D + A + DIV + C)}$)		
P: Pendiente	Alta (0-25%)	1
	Media (25-55%)	0.5
	Baja (>55%)	0
O: Orientación	Umbría	0
	Umbría y solana	0.5
	Solana	0
D: Densidad de la vegetación	Alta. Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia del estrato herbáceo	1
	Media. Cubierta vegetal discontinuo. Dominancia de estrato arbustivo o arbóreo de forma aislada.	0.5
	Baja. Grandes masas boscosas. 100% de ocupación de suelo	0
A: Altura de la vegetación	Alta. Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 m de altura.	1
	Media No hay gran altura de las masas (<10 m) baja diversidad de estratos	0.5
	Baja. Gran diversidad de estratos. Alturas > 10 m.	0
DIV: Diversidad de la vegetación	Alta	0
	Media	0.5
	Baja	1
C: Contraste causado por la vegetación	Alto grado en variedad de especies, contrastes fuertes en la	0

[188] Yeomans, W. (1986) Visual impact assessment: Changes in natural and rural environment. College of Environmental Science and Forestry. New York.
[189] García V., F. (2013) Viabilidad del método de cuenca visual en las evaluaciones de impacto ambiental. Trabajo recepcional para la obtención de especialidad en Diagnóstico y Gestión Ambiental. Universidad Veracruzana.

Característica	Valor	
	Nominal	Numérico
	estacionalidad de especies	
	Diversidad de especies media con contrastes evidentes, pero no sobresalientes	0.5
	Vegetación monoespecífica, escasez vegetacional, contrastes poco evidentes	1
AV: Accesibilidad visual	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción.	1
	Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles.	0.5
	Baja accesibilidad visual; vistas repentinas, escasas o breves.	0

Para el caso del presente proyecto se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla IV-98. Valores definidos para el cálculo de la Fragilidad del Paisaje

Característica	Valor		Actual	Con el proyecto
	Nominal	Numérico		
FVI = 0.33 x (1.5P + 0.75º + 0.75$^{0.25 \times (D + A + DIV + C)}$)				
P: Pendiente	Baja (0-25%)	0	0	0
	Media (25-55%)	0.5		
	Alta (>55%)	1		
O: Orientación	Umbría	0	0.5	0.5
	Umbría y solana	0.5		
	Solana	0		
D: Densidad de la vegetación	Alta. Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia del estrato herbáceo	1	0	1
	Media. Cubierta vegetal discontinuo. Dominancia de estrato arbustivo o arbóreo de forma aislada.	0.5		
	Baja. Grandes masas boscosas. 100% de ocupación de suelo	0		
A: Altura de la vegetación	Alta. Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 m de altura, o nula presencia de vegetación	1	0.5	1
	Media No hay gran altura de las masas (<10 m) baja diversidad de estratos	0.5		
	Baja. Gran diversidad de estratos. Alturas > 10 m.	0		
DIV: Diversidad de	Alta	0	0.5	1
	Media	0.5		

Característica	Valor		Actual	Con el
la vegetación	Baja	1		
C: Contraste causado por la vegetación	Alto grado en variedad de especies, contrastes fuertes en la estacionalidad de especies	0	0	1
	Diversidad de especies media con contrastes evidentes, pero no sobresalientes	0.5		
	Vegetación monoespecífica, escasez vegetacional, contrastes poco evidentes	1		
AV: Accesibilidad visual	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción.	1	0.5	1
	Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles.	0.5		
	Baja accesibilidad visual; vistas repentinas, escasas o breves.	0		

Respecto a la pendiente, se asignó un valor de 0 debido a que el área del proyecto se encuentra en una zona plana, menos al 25%. Bajo esta misma consideración, el valor asignado a la orientación también es de 0, ya que al encontrarse en un área sin elevaciones considerables, durante todas las horas de luz, la radiación incide directamente todo el día.

En cuanto a lo que vegetación refiere, en todos los casos que relacionan a este factor, se asignó un valor de 1, debido a que el área del proyecto no sustenta algún tipo de vegetación forestal, sino que se pretende ubicar en áreas que cuentan con infraestructura urbana e industrial, así como en terrenos agrícolas.

Finalmente, para el caso de la accesibilidad visual, a las condiciones actuales se les asignó un valor de 0.5, debido, principalmente, a la infraestructura ya existente en el área del proyecto y depende del punto en el que el observador se sitúe.

Por lo tanto, considerando la totalidad de las variables, para ambos escenarios se determinó un valor de fragilidad adquirida de 0.4, el cual es considerado como un valor medio de acuerdo con la siguiente clasificación.

Tabla IV-99. Caracterización de la fragilidad del paisaje

Intervalos	Calidad
0 – 0.3	Baja
0.3 – 0.7	Media
0.7 – 1.0	Alta

Capacidad de acogida

La capacidad de acogida refiere a la capacidad de absorción de la unidad de análisis y sirve para identificar y cuantificar las zonas de mayor sensibilidad ante cierto evento, en este caso, la ejecución del proyecto.

Para su determinación se emplea la siguiente ecuación:

$$CA = 0.5 \times (0.75CAP + 1.25FRA)$$

Donde:

CAP: Calidad paisajística

FRA: Fragilidad del paisaje

Los resultados posibles pueden ser categorizados de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla IV-100. Caracterización de la capacidad de acogida

Intervalos	Calidad
0 – 0.3	Baja
0.3 – 0.7	Media
0.7 – 1.0	Alta

Por lo tanto, mediante la sustitución de los valores obtenidos para ambos escenarios se obtuvo una capacidad de acogida de 0.4, que indica un grado medio de idoneidad o cabida para la implementación de actividades como las que se pretenden ejecutar.

Cabe señalar que los resultados obtenidos para ambos escenarios son los mismos, debido a que el proyecto se pretende ejecutar en áreas que presentan un impacto previo, por la instalación de infraestructura urbana e industrial, así como en zonas con una vocación agrícola. Además, es importante señalar que el proyecto, primordialmente será ubicado de manera subterránea, por lo tanto, la modificación de los paisajes tendrá un mayor impacto durante la etapa de preparación del terreno y la construcción, sin embargo, durante la operación, este preservará, esencialmente, las condiciones que muestra en la actualidad.

IV.4. Diagnóstico ambiental

El sistema ambiental en el que se pretende la ejecución del proyecto cuenta con una superficie de 11,393.83 hectáreas y, en su mayoría, se encuentra conformado por terrenos agrícolas, áreas urbanizadas e infraestructura perteneciente al sector industrial. Es importante señalar que las obras propias del proyecto serán establecidas en porciones de terreno que cuentan con estos tres usos de suelo.

Figura IV-90 Condiciones de los usos de suelo al interior del proyecto

Por otra parte, el sistema ambiental regional sustenta también vegetación forestal correspondiente a matorral crasicaule y selva baja caducifolia, el cual se encuentra, en general, en un estado de conservación medio, debido principalmente a la presencia de ganado ovino y bovino, lo que ha derivado en el desarrollo de especies arvenses y ruderales, así como de pastos inducidos en las áreas donde se distribuyen estos ecosistemas.

En este contexto, la implementación del proyecto no contempla la afectación directa de ecosistemas forestales debido a que no existe vegetación forestal en las áreas por impactar.

En cuanto a la presencia de fauna silvestre, dentro del sistema ambiental regional se aprecia una mayor cantidad de especies nativas que habitan los ecosistemas naturales, sin embargo, es importante destacar que, dentro del área del proyecto, pese a que se trata de un área modificada e impactada por las actividades humanas, se reportaron especies de aves, mamíferos y reptiles que corresponden principalmente a taxones de hábitos generalistas y que se adaptan fácilmente a entornos urbanos.

Respecto al análisis de paisaje, de determinó para el área del proyecto una calidad paisajística baja, así como una fragilidad media, debido principalmente a que los terrenos en los que se pretende su instalación se encuentran previamente impactados por la instalación de infraestructura urbana, industrial y terrenos agrícolas.

Por otra parte, respecto a los componentes abióticos que componen la unidad de análisis en la que se inserta el proyecto, el área cuenta con un clima semiseco templado, con una temperatura media de 17.2°C y una precipitación anual de 510.7 mm. El comportamiento particular de estos factores meteorológicos puede conllevar a la presencia de fenómenos que pudieran repercutir durante algunas de las etapas, como la construcción y operación del gasoducto, tales como lluvias extraordinarias que presentan una categoría de alta y media, así como un riesgo alto y muy alto. Estas manifestaciones pueden conllevar a la incidencia de inundaciones que, para el área por afectar reportan un índice de vulnerabilidad alto y un índice de peligro también alto, por lo que, durante la etapa constructiva principalmente, se pondrá particular atención en los meses más lluviosos. En este mismo contexto, se monitorearán las tormentas eléctricas que, pese a que tienen una baja incidencia en la zona, la caída de rayos pudiera resultar en un factor de riesgo durante la construcción, así como en la operación del proyecto.

Por otra parte, respecto a la geomorfología, el sistema ambiental regional se encuentra dentro de las provincias fisiográficas Mesa del Centro y Eje Neovolcánico Transversal, así como en las subprovincias denominadas Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo y en las Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato. Por su parte, la unidad de análisis en la que se ubica el proyecto está caracterizada por tres sistemas de topoformas que corresponden a sierras escudo volcanes, sierras altas escarpadas y lomerío de basalto con llanuras, siendo este último en el que se instalará la infraestructura del gasoducto, por lo tanto, este se encuentra en un área plana donde la pendiente es prácticamente nula y, por lo tanto, la topografía no sufrirá alteraciones significativas.

En cuanto a la geología del área de análisis, es posible encontrar diversos tipos de roca, entre los que se encuentra la sedimentaria, ígnea y suelo aluvial, siendo este último el predominante, sin embargo, no se registran cambios significativos

en cuanto al factor geológico que pudieran comprometer a este elemento o a la estabilidad del proyecto, debido a que el área por impactar tampoco índice dentro de alguna fractura o falla geológica.

La edafología dentro del sistema ambiental regional está compuesta por cuatro tipos de suelo (leptosol, phaeozem lúvico, kastañozem cálcico y vertisol pélico), los dos últimos sustentando al área del proyecto.

Para el caso particular del suelo kastañozem cálcico se considerará la susceptibilidad que tiene ante la erosión eólica e hídrica, principalmente durante la etapa de preparación de terreno y construcción.

En cuanto a la hidrología superficial, dentro del sistema ambiental regional existen canales, corrientes y cuerpo de agua intermitentes. Mientras que en el área del proyecto se encuentran tres corrientes de agua de carácter temporal, es decir, que únicamente transportan agua en la época con mayor precipitación, sin embargo, debido a la naturaleza del proyecto, no se provocará la modificación de los patrones de drenaje.

Por su parte, la totalidad de la unidad de análisis, así como el proyecto, se encuentra dentro del acuífero Valle de Buenavista, el cual cuenta con una disponibilidad media de -12.439852 hm^3/año, lo que indica que no existe disponibilidad para otorgar nuevas concesiones, sin embargo, el proyecto no contempla la extracción o explotación de los acuíferos, sino que únicamente se establecerán medidas para evitar su alteración.

Respecto al factor social, dentro del sistema ambiental regional se distribuyen seis localidades urbanas y 22 rurales, de las cuales, cuatro de ellas se encuentran en un nivel de vulnerabilidad mayor por la implementación del proyecto, considerando los factores económicos, el grado de rezago social, la población con algún impedimento físico o mental, la tasa de crecimiento poblacional, el tipo de vivienda y servicios de salud disponibles, las cuales ante algún tipo de emergencia o eventualidad pudieran correr un mayor riesgo de ser afectados durante alguna de las etapas del proyecto.

Es por ello que, con base en la información obtenida y generada de los factores bióticos, abióticos y el medio socioeconómico presentes en este capítulo, se definirán, posteriormente, los impactos generados a los diferentes componentes ambientales, así como las medidas que serán implementadas con la finalidad de mitigarlos.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Ampliación de la Red de Gas Natural del Parque Industrial Querétaro

Capítulo 5

Gas Natural Santa Rosa, S de R. L. de C.V.

CONTENIDO

V. Identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional..... V-3

V.1. Técnicas para evaluar los impactos ambientales V-3

V.2. Criterios y escalas para la evaluación..... V-12

V.3. Evaluación y clasificación de los impactos ambientales..... V-15

V.3.1. Impactos ambientales generados V-18

V.4. Evaluación de impactos ambientales ocasionados (acumulativos, sinérgicos y residuales) V-27

V.5. Delimitación del área de influencia de los impactos.....37

V.5.1. Criterios para determinar el área de influencia 37

V.6. Conclusiones.....39

Tablas

Tabla 1 Lista de actividades de la obra del Proyecto.....V-4

Tabla 2 Listado de factores y atributos ambientales que son susceptibles de cambio por el Proyecto. V-6

Tabla 3 Interacción de los factores ambientales con las diferentes etapas y actividades de la obra (ver archivo Excel en Anexo V.1). V-8

Tabla 4 Impactos ambientales identificados. V-10

Tabla 5 Variables, valor ordinal y efectos.....V-14

Tabla 6 Valor de impactos SIN MITIGACIÓN V-15

Tabla 7 Matriz de calificación de los Impactos Ambientales generados por el proyecto SIN aplicar medidas de mitigación.....V-16

Tabla 8 Rango de los impactos que pueden generarse durante las actividades del proyecto.....V-18

Figuras

Figura 1 Impactos adversos identificados.....V-19

Figura 2 Impactos benéficos identificados.....V-19
Figura 3 Comparativo de impactos benéficos y adversos identificados 40
Figura 4 Impactos adversos por etapa del proyecto 41
Figura 5 Impactos benéficos por etapa del proyecto 41

V. Identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional

El impacto ambiental se debe concebir como las modificaciones al ambiente que conllevan a un cambio neto en el nivel de vida de la población. Aunque la Ley presume que solamente las alteraciones causan impactos, la ausencia de actividad también debería incluirse porque, en ciertos casos, no ejecutar un proyecto de desarrollo tampoco contribuye al mejoramiento de la calidad de vida (Bojorquez, 1988).

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) representa una herramienta de exploración de las posibles consecuencias de la realización de una obra específica; con el objeto de otorgarle una mayor validez de las predicciones y consecuentemente a las recomendaciones propuestas, se realizó una caracterización ambiental para el proyecto; la EIA contó con un equipo de trabajo interdisciplinario para la ejecución de esta herramienta, asegurando de esta forma que se consideren todas las implicaciones de las acciones propuestas por el proyecto en un marco sinecológico.

V.1. Técnicas para evaluar los impactos ambientales

El primer paso de la identificación de impactos consistió en sintetizar y ordenar la información relacionada con las actividades de cada una de las obras del proyecto en sus diferentes etapas (preliminares, preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento). En la Tabla 1 Lista de actividades de la obra del Proyecto, se presentan cada una de las actividades en sus diferentes etapas que se requieren para el proyecto.

Posteriormente, mediante una revisión exhaustiva de literatura relacionada con el medio biótico que circunda la zona del proyecto, de la opinión de expertos y tomando en consideración la estructura, la descripción y diagnóstico del Sistema Ambiental Regional (SAR), se elaboró el inventario de los factores y atributos ambientales que se presentan en la Tabla 2 Listado de factores y atributos ambientales que son susceptibles de cambio por el Proyecto..

Tabla 1 Lista de actividades de la obra del Proyecto

Etapas		Actividades
Preparación del sitio		Delimitación y limpieza del área a intervenir
		Remoción de material superficial sobre el eje señalado
		Despalme en la trayectoria del gasoducto
Construcción	Instalación de ductos	Levantamiento topográfico
		Trazo
		Apertura de Franja de desarrollo
		Tendido de la tubería
		Excavación de la zanja
		Preparación de la zanja (cama de arena)
		Trabajos de soldadura (termofusión)
		Descenso de la tubería
		Prueba neumática
		Acarreos de material
		Relleno de la zanja
		Compactación y reposición de asfalto
		Instalación de señalamientos
	Construcción de las EMR	Limpieza del terreno
		Trazo de obra
		Acarreos de material
		Cimentación
		Excavaciones (para llegada del ducto y cimentación)
		Compactación
		Albañilería
		Colado de base de concreto
		Colocación de grava
		Instalación de Estructura metálica
		Aplicación de pintura y acabados
		Instalación y pruebas de Reguladores
		Conexión de la red del cliente con la estación de usuario.

Etapas		Actividades
		Aterrizajes
	Construcción de fases I, II y III	Campamento temporal para servicios de apoyo, logística y gerencia (contará con sanitarios portátiles, bodegas temporales para material y equipo, camper para trabajo de escritorio)
Operación		Distribución de gas natural a los actuales usuarios del PIQ
		Distribución de Daeyeong como usuario
		Distribución de gas natural a futuros usuarios
		Supervisor de la operación del sistema las 24 horas del día
Mantenimiento		Reemplazo, reparación o retiro del segmento de tubería que se vuelva inseguro
		Detección y reparación de fugas
		Mantenimiento de válvulas, reguladores y equipo en general
		Limpieza de la EMR de interconexión y las ERM de los usuarios
		Mantenimiento de las obras de drenaje
		Examen anual de los requerimientos de capacidad de cada sistema o segmento de sistema
		Control de la vegetación
		Mantenimiento de instalaciones eléctricas y dispositivos de control
		Revisión mensual de extintores en la ERM de interconexión y en el área de válvula de entrega
		Pruebas de hermeticidad
Desmantelamiento y abandono de sitio		Disposición de residuos (RSU, Manejo especial y peligrosos)

Tabla 2 Listado de factores y atributos ambientales que son susceptibles de cambio por el Proyecto.

Factor ambiental	Impacto
Atmósfera (aire, ruido)	Emisión de gases y partículas suspendidas
	Contaminación acústica
Suelo	Calidad del suelo
	Erosión y contaminación
Hidrología	Calidad y contaminación
Calidad del paisaje	Modificación de la imagen paisajística actual
Vegetación	Afectación en la distribución y abundancia de la vegetación
	Eliminación de la cubierta vegetal
	Disminución de producción de materia orgánica depositada en suelos
	Eliminación de la vegetación dentro de los radios de afectación en caso de un incendio y/o explosión
Fauna	Afectación de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Pérdida y transformación del hábitat
	Servicios ambientales disponibles
Social	Calidad de vida
Económico	Generación de empleo (mejora en la calidad de vida de trabajadores)
	Suministro del servicio y actividades productivas

Una vez indicados los factores ambientales susceptibles de ser modificados y las acciones generadoras de cambio, se elaboró una matriz de interacciones causa-efecto, este método conecta una acción impactante, con un factor ambiental, lo que permite representar de forma visual las interacciones y de esta forma determinar los impactos, este además es un método útil para determinar los efectos indirectos y para comunicar a la opinión pública, en la tabla siguiente cada interacción se

sombreo para que se distinguiera mejor, de tal manera que en verde oscuro se muestran los impactos adversos y en verde claro los benéficos (ver Tabla V.3).

Tabla 3 Interacción de los factores ambientales con las diferentes etapas y actividades de la obra (ver archivo Excel en Anexos).

Etapa del proyecto		Aspecto	Abiótico					Paisaje	Bióticos							Socioeconómico		
		Componente Ambiental	Atmósfera (aire, ruido)		Suelo		Hidrología	Calidad	Vegetación				Fauna			Social	Económico	
		Actividades - Factor Ambiental	Emisión de gases y partículas suspendidas	Contaminación acústica	Calidad del suelo	Erosión y contaminación	Calidad y contaminación	Modificación de la imagen paisajística actual	Afectación en la distribución y abundancia de la [illegible]	Eliminación de la cubierta vegetal	Disminución de producción de materia orgánica depositada en suelos	Eliminación de la vegetación dentro de los radios de afectación en caso de un incendio y/o explosión	Afectación de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Pérdida y transformación del hábitat	Servicios ambientales disponibles	Calidad de vida	Generación de empleo (mejora en la calidad de vida de trabajadores)	Suministro del servicio y actividades productivas
Preparación del sitio		Delimitación y limpieza del área a intervenir							■				■	■	■		■	
		Remoción de material superficial sobre el eje señalado	■	■					■	■							■	
		Despalme en la trayectoria del gasoducto	■	■						■			■	■			■	
Construcción	Instalación de ductos	Levantamiento topográfico								■							■	
		Trazo				■	■	■	■					■	■		■	
		Apertura de Franja de desarrollo	■	■	■	■	■	■			■		■	■	■			
		Tendido de la tubería															■	
		Excavación de la zanja	■	■	■	■	■	■			■		■	■	■		■	
		Preparación de la zanja (cama de arena)	■	■														
		Trabajos de soldadura (termofusión)															■	■
		Descenso de la tubería	■	■														
		Prueba neumática															■	
		Acarreos de material	■	■			■						■	■	■		■	■
		Relleno de la zanja	■	■	■	■	■	■										
		Compactación y reposición de asfalto	■	■	■												■	
		Instalación de señalamientos															■	
	Construcción de las EMR	Limpieza del terreno	■	■					■	■							■	
		Trazo de obra	■	■					■								■	
		Acarreos de material	■	■			■						■	■	■		■	■
		Cimentación	■	■	■								■	■	■			
		Excavaciones (para llegada del ducto y cimentación)	■	■	■	■											■	
		Compactación	■	■	■													
		Albañilería															■	
		Colado de base de concreto	■	■														
		Colocación de grava																
		Instalación de Estructura metálica	■	■														
		Aplicación de pintura y acabados															■	

Etapa del proyecto		Aspecto	Abiótico					Paisaje	Bióticos							Socioeconómico		
		Componente Ambiental	Atmósfera (aire, ruido)		Suelo		Hidrología	Calidad	Vegetación				Fauna			Social	Económico	
		Actividades - Factor Ambiental	Emisión de gases y partículas suspendidas	Contaminación acústica	Calidad del suelo	Erosión y contaminación	Calidad y contaminación	Modificación de la imagen paisajística actual	Afectación en la distribución y abundancia de la [illegible]	Eliminación de la cubierta vegetal	Disminución de producción de materia orgánica depositada en suelos	Eliminación de la vegetación dentro de los radios de afectación en caso de un incendio y/o explosión	Afectación de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Pérdida y transformación del hábitat	Servicios ambientales disponibles	Calidad de vida	Generación de empleo (mejora en la calidad de vida de trabajadores)	Suministro del servicio y actividades productivas
		Instalación y pruebas de Reguladores																
		Conexión de la red del cliente con la estación de usuario.																
		Aterrizajes																
	Construcción de fases I, II y III	Campamento temporal para servicios de apoyo, logística y gerencia (contará con sanitarios portátiles, bodegas temporales para material y equipo, camper para trabajo de escritorio)																
Operación		Distribución de gas natural a los actuales usuarios del PIQ																
		Distribución de Daeyeong como usuario																
		Distribución de gas natural a futuros usuarios																
		Supervisor de la operación del sistema las 24 horas del día																
Mantenimiento		Reemplazo, reparación o retiro del segmento de tubería que se vuelva inseguro																
		Detección y reparación de fugas																
		Mantenimiento de válvulas, reguladores y equipo en general																
		Limpieza de la EMR de interconexión y las ERM de los usuarios																
		Mantenimiento de las obras de drenaje																
		Examen anual de los requerimientos de capacidad de cada sistema o segmento de sistema																
		Control de la vegetación																
		Mantenimiento de instalaciones eléctricas y dispositivos de control																
		Revisión mensual de extintores en la ERM de interconexión y en el área de válvula de entrega																
		Pruebas de hermeticidad																
Desmantelamiento y abandono de sitio		Disposición de residuos (RSU, Manejo especial y peligrosos)																

El total de interacciones identificadas que pudieran ocasionar impactos adversos o benéficos sumaron un total de 150.

Existen diversos métodos empleados en la evaluación de impactos ambientales; la tabla anterior tuvo como principal función relacionar cada una de las acciones del proyecto con los componentes afectados y estos entre sí; Sin embargo, hace falta realizar una valoración cuantitativa y cualitativa de los impactos identificados para determinar la significancia de estos.

De la tabla anterior se reconoce que las actividades que constituirán la mayor fuente de cambio se presentarán durante la etapa de construcción, siendo la apertura de franja, la excavación de zanja y excavación para ducto, las actividades con más interacciones.

De los componentes ambientales, aquellos en los que se identificó mayor afectación serán: Atmósfera, Vegetación y Fauna; cabe señalar que, aunque el propósito del diagrama anterior fue el de identificar los posibles impactos, también señala los componentes ambientales hacia los cuales se orientarán las medidas de mitigación que serán propuestas posteriormente (Tabla 4 Impactos ambientales identificados.).

Tabla 4 Impactos ambientales identificados.

Componente Impactado	Factor Impactado	Impacto identificado	
		Adversos	Benéficos
Atmósfera (Aire, Ruido)	Emisión de gases y partículas suspendidas Contaminación acústica	Contaminación atmosférica por gases y polvos. El uso de vehículos, maquinaria, transportación de equipos y materiales, generarán emisión de gases y partículas contaminantes. Las actividades de limpieza y despeje generan partículas suspendidas y/o polvos. Se generará un incremento en los niveles de ruido por diversas actividades de maquinaria y personal de la obra.	

Componente Impactado	Factor Impactado	Impacto identificado	
		Adversos	Benéficos
Suelo	Calidad del suelo Erosión y contaminación	Modificación en la calidad del suelo	
		Contaminación por dispersión de residuos y contacto o derrames de residuos peligrosos	
Hidrología	Calidad y contaminación	Contaminación y obstrucción de cauces	
Paisaje	Modificación de la imagen paisajística actual	Modificación de paisaje	Calidad del paisaje por la limpieza y retiro de maquinaria Mejora de paisaje por demolición de infraestructura durante el abandono del sitio
Vegetación	Distribución y abundancia Cubierta vegetal Materia orgánica Vegetación en caso de incendio y/o explosión	Afectación en la distribución y abundancia de la vegetación	
		Eliminación de la cubierta vegetal	
		Disminución de producción de materia orgánica depositada en suelos	
		Eliminación de la vegetación dentro de los radios de afectación en caso de un incendio y/o explosión	
Fauna	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Hábitat Servicios ambientales disponibles	Afectación de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	
		Pérdida y transformación del hábitat	
		Modificación de los servicios ambientales disponibles	
Social	Calidad de vida		Mejoras en la calidad de vida en la población cercana al proyecto, principalmente durante la operación y mantenimiento del proyecto
Económico	Generación de empleo	Perdida del suministro del servicio de gas	Generación de empleos directos

Componente Impactado	Factor Impactado	Impacto identificado	
		Adversos	Benéficos
	Suministro del servicio y actividades productivas	natural por el abandono del sitio	Mejoras en las actividades productivas al contar con el suministro del servicio

Una vez que se obtuvo el conocimiento detallado de las características particulares del proyecto y ambientales del sitio, se procedió a realizar un análisis grupal con los especialistas que participaron en la elaboración del presente documento (Capítulo II y Capítulo IV), con la finalidad de definir los impactos más relevantes del proyecto.

La evaluación del impacto se realizó a nivel detallado, considerando los impactos dentro del área del proyecto y aquellos que pudiera salir de ésta.

Posteriormente se evaluaron los impactos identificados en la Matriz de interacciones "Causa-Efecto", mediante un método semi-cuantitativo con el objetivo de considerar la mayor parte de las actividades que se desarrollarán por cada etapa en orden cronológico, y su efecto en los diferentes componentes del SAR. En esta matriz se calificaron los impactos ambientales mediante la estimación de un índice de impacto, siguiendo la metodología propuesta por Bojórquez et al. 1998[1] como técnica de evaluación de impactos.

V.2. Criterios y escalas para la evaluación

Se realizó la evaluación de impactos utilizando los criterios propuestos por Bojorquez et al. (1998); de acuerdo con este esquema, los criterios de evaluación se dividen en **BÁSICOS Y COMPLEMENTARIOS**. Los criterios básicos son 1) magnitud o intensidad (M), 2) extensión espacial (E) y 3) duración (D); los criterios complementarios son: 1) sinergismo entre actividades (S), 2) efectos acumulativos (A) y 3) controversia (C).

[1] Bojórquez Tapia L.A., E. Ezcurra and O. García 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. Journal of Environmental Management (1998) 53, 91–99

Ambos tipos de criterios se evaluaron usando una escala ordinal de 0 a 9, con cero para denotar efectos mínimos sobre el ambiente, y 9 para denotar efectos máximos sobre el mismo. Los criterios y resultados de calificación de cada impacto se presentan de forma desglosada en el Capítulo VIII del presente documento. Los valores de 0 a 9 fueron asignados, considerando en la medida de lo posible, estimaciones cuantitativas obtenidas a partir del trabajo de campo y gabinete de este estudio con la finalidad de disminuir la subjetividad al asignar los valores de calificación de los criterios básicos y complementarios, mismos que fueron integrados en el capítulo antes mencionado.

Asimismo, para cada efecto se determinó su naturaleza, esto es, si el impacto es benéfico o perjudicial para el ambiente. Se asignaron calificaciones positivas (+) para impactos benéficos y calificaciones negativas (-) para impactos adversos. La definición utilizada para evaluar cada criterio fue la siguiente:

1. **Naturaleza del impacto**: benéfico (positivo +) o perjudicial (negativo -).
2. **Magnitud (M):** Se refiere a la intensidad del efecto de la actividad sobre el componente ambiental, independientemente del área afectada o duración del impacto. Se utilizarán criterios de evaluación fundamentados en los datos teóricos y de campo, listados de especies, clases de suelo, tipos de vegetación, etc.
3. **Extensión espacial (E):** Tamaño de la superficie afectada por una determinada acción. En el caso en que el efecto abarque toda el área de estudio, se le asignará la máxima calificación posible.
4. **Duración (extensión temporal) (D):** Tiempo en que el componente ambiental mostrará los efectos de la actividad. Se asignará el número 9 a aquellos efectos de carácter irreversible, y tomando los demás criterios dentro del marco la vida útil de los proyectos.
5. **Sinergismo (S):** Actividad que, al estar presente otra, los efectos sobre el ambiente se incrementen más allá de la suma de cada una de ellas.

6. **Efecto acumulativo (A):** Cuando como consecuencia de una actividad, el efecto sobre el componente ambiental se incrementa con el tiempo, aunque la actividad generadora haya cesado.
7. **Controversia (C)**: Es una medida del grado en que la sociedad pudiese responder ante la ocurrencia de un cierto efecto de una actividad sobre un factor ambiental, de tal medida que lo "magnifique" con respecto a su valor real.

En el capítulo VIII del presente documento, se desglosa a detalle la metodología empleada para la identificación de impactos ambientales del proyecto.

Tabla 5 Variables, valor ordinal y efectos

Para variables:	Valor ordinal (escala principal)	Efecto
Sinergismo Efecto acumulativo Controversia	0	Nulo
	1	Nulo a Bajo
	2	Muy Bajo
	3	Bajo
	4	Bajo a Moderado
	5	Moderado
	6	Moderado a Alto
	7	Alto
	8	Muy Alto
	9	Extr. Alto
Magnitud	0 = 0	Clase 6 (nulo)
	0 y 1 = 0.5	Clase 5 (muy bajo)
	2 y 3 = 2.5	Clase 4 (bajo)
	4 y 5 = 4.5	Clase 3 (moderado)
	6 y 7 = 6.5	Clase 2 (alto)
	8 y 9 = 8.5	Clase 1 (muy alto)
Extensión	0 = 0.0 %	Nulo (no se pierde)
	1 = 10 %	Nulo a Bajo
	2 = 20 %	Muy Bajo
	3 = 30 %	Bajo (se pierde poca)
	4 = 40 %	Bajo a Moderado
	5 = 50 %	Moderado (se pierde la mitad)
	6 = 60 %	Moderado a Alto
	7 = 70 %	Alto (se pierde mucha)
	8 = 80 %	Muy Alto
	9 = 90 - 100 %	Extr. Alto (se pierde prácticamente todo suelo de cierta calidad)
Duración	3	Bajo (se recupera rápidamente)

Para variables:	Valor ordinal (escala principal)	Efecto
	5	Moderado (se recupera al corto plazo < 5 años)
	7	Alto (se recupera a largo plazo > 10 años)
	9	Extremadamente alto (permanente)

Tabla 6 Valor de impactos SIN MITIGACIÓN

Valor del índice de Impacto Adverso	Calificación del Impacto	Valor del índice de Impacto Benéfico	Calificación del Impacto
0.111 - 0.280	Muy bajo	0.111 - 0.280	Muy bajo
0.281 – 0.460	Bajo	0.281 – 0.460	Bajo
0.461 – 0.640	Moderado	0.461 – 0.640	Moderado
0.641 – 0.820	Alto	0.641 – 0.820	Alto

V.3. Evaluación y clasificación de los impactos ambientales

La evaluación cuantitativa de los impactos ambientales se presenta en las matrices de evaluación de impacto (Tabla 7 Matriz de calificación de los Impactos Ambientales generados por el proyecto SIN aplicar medidas de mitigación). Cabe señalar que esta matriz considera el proyecto **SIN** tomar en cuenta ninguna medida de mitigación o recomendación realizada en este estudio. En Anexo V.2, se presenta a detalle dicha Matriz para su consulta.

Tabla 7 Matriz de calificación de los Impactos Ambientales generados por el proyecto SIN aplicar medidas de mitigación

Etapa del proyecto	Aspecto		Abiótico					Paisaje	Bióticos							Socioeconómico		
	Componente Ambiental		Atmósfera (aire, ruido)		Suelo		Hidrología	Calidad	Vegetación				Fauna			Social	Económico	
	Actividades - Factor Ambiental		Emisión de gases y partículas suspendidas	Contaminación acústica	Calidad del suelo	Erosión y contaminación	Calidad y contaminación	Modificación de la imagen paisajística actual	Afectación en la distribución y abundancia de la vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	Disminución de producción de materia orgánica depositada en suelos	Eliminación de la vegetación dentro de los radios de afectación en caso de un incendio y/o explosión	Afectación de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Pérdida y transformación del hábitat	Servicios ambientales disponibles	Calidad de vida	Generación de empleo (mejora en la calidad de vida de trabajadores)	Suministro del servicio y actividades productivas
Preparación del sitio	Delimitación y limpieza del área a intervenir								-0.832	-0.754			-0.839	-0.776	-0.785		0.721	
	Remoción de material superficial sobre el eje señalado		-0.700	-0.700					-0.776	-0.791							0.721	
	Despalme en la trayectoria del gasoducto		-0.501	-0.501						-0.824			-0.791	-0.851			0.721	
Construcción	Instalación de ductos	Levantamiento topográfico															0.721	
		Trazo				-0.772	-0.675	-0.776	-0.832					-0.851	-0.785		0.721	
		Apertura de Franja de desarrollo	-0.700	-0.700	-0.785	-0.806	-0.745	-0.761			-0.776		-0.791	-0.799	-0.737			
		Tendido de la tubería															0.721	
		Excavación de la zanja	-0.620	-0.620	-0.817	-0.768	-0.809	-0.795			-0.799		-0.776	-0.819	-0.761		0.721	
		Preparación de la zanja (cama de arena)	-0.700	-0.700														
		Trabajos de soldadura (termofusión)															0.721	0.776
		Descenso de la tubería	-0.700	-0.700														
		Prueba neumática															0.721	
		Acarreos de material	-0.598	-0.598			-0.806						-0.827	-0.807	-0.799		0.721	0.776
		Relleno de la zanja	-0.700	-0.700	-0.785	-0.785	-0.701	-0.776										
		Compactación y reposición de asfalto	-0.700	-0.700	-0.785												0.721	
		Instalación de señalamientos															0.721	
	Construcción de las EMR	Limpieza del terreno	-0.700	-0.700					-0.832	-0.832							0.721	
		Trazo de obra	-0.700	-0.700					-0.832								0.721	
		Acarreos de material	-0.700	-0.700			-0.806						-0.799	-0.851	-0.827		0.721	0.776
		Cimentación	-0.732	-0.732	-0.817								-0.799	-0.791	-0.737			
		Excavaciones (para llegada del ducto y cimentación)	-0.706	-0.706	-0.761	-0.772											0.721	
		Compactación	-0.700	-0.700	-0.761													
		Albañilería															0.721	
		Colado de base de concreto	-0.620	-0.620														
		Instalación de Estructura metálica	-0.706	-0.706														
		Aplicación de pintura y acabados															0.721	

Etapa del proyecto	Aspecto		Abiótico					Paisaje	Bióticos							Socioeconómico		
	Componente Ambiental		Atmósfera (aire, ruido)		Suelo		Hidrología	Calidad	Vegetación				Fauna			Social	Económico	
	Actividades - Factor Ambiental		Emisión de gases y partículas suspendidas	Contaminación acústica	Calidad del suelo	Erosión y contaminación	Calidad y contaminación	Modificación de la imagen paisajística actual	Afectación en la distribución y abundancia de la vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	Disminución de producción de materia orgánica depositada en suelos	Eliminación de la vegetación dentro de los radios de afectación en caso de un incendio y/o explosión	Afectación de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Pérdida y transformación del hábitat	Servicios ambientales disponibles	Calidad de vida	Generación de empleo (mejora en la calidad de vida de trabajadores)	Suministro del servicio y actividades productivas
		Instalación y pruebas de Reguladores															0.721	
	Construcción de fases I, II y III	Campamento temporal para servicios de apoyo, logística y gerencia (contará con sanitarios portátiles, bodegas temporales para material y equipo, camper para trabajo de escritorio)					-0.737											0.776
Operación	Distribución de gas natural a los actuales usuarios del PIQ															0.754		0.776
	Distribución de Daeyeong como usuario															0.832		0.776
	Distribución de gas natural a futuros usuarios															0.761		0.776
	Supervisor de la operación del sistema las 24 horas del día																0.721	
Mantenimiento	Detección y reparación de fugas											-0.874				0.721		0.776
	Limpieza de la EMR de interconexión y las ERM de los usuarios								-0.813	-0.839								
	Mantenimiento de las obras de drenaje		-0.700	-0.700			0.706		-0.813	0.799								
	Examen anual de los requerimientos de capacidad de cada sistema o segmento de sistema																0.721	
	Control de la vegetación																0.721	
	Mantenimiento de instalaciones eléctricas y dispositivos de control															0.795	0.721	
	Revisión mensual de extintores en la ERM de interconexión y en el área de válvula de entrega																	0.839
	Pruebas de hermeticidad															0.799	0.721	
Desmantelamiento y abandono de sitio	Disposición de residuos (RSU, Manejo especial y peligrosos)		0.732	0.732	0.706	0.722	0.785	0.806	0.781	0.795			0.770	0.770	0.770	0.761		-0.835

V.3.1. Impactos ambientales generados

Como se mencionó, la identificación inicial de los impactos ambientales se realizó utilizando una matriz de interacciones entre las actividades de la obra y los componentes ambientales, así como un esquema diagramático de causas-efectos. Posteriormente se presenta la descripción de los impactos analizados como los efectos derivados de las diferentes acciones del proyecto. Esta descripción inicia con una breve presentación de la actividad evaluada, seguida de la descripción del impacto.

Establecer la distancia a la cual la construcción del proyecto ocasionará afectaciones es una cuestión compleja y multifactorial. Las afectaciones sobre los distintos componentes ambientales (fauna, vegetación, suelos, hidrología y actividades humanas) tienen diferentes escalas de desarrollo, y por lo consiguiente de estudio. El efecto que puede ocasionar el proyecto sobre la flora será local ya que las afectaciones ocurren en el sitio de ocupación directa del proyecto. En comparación, el efecto sobre fauna, la hidrología o la población humana, el efecto se dará en extensiones mayores, cuya escala de medición de efectos es regional.

En la Tabla 8 Rango de los impactos que pueden generarse durante las actividades del proyecto se puede observar que el total de interacciones que pueden ocasionar un impacto ambiental adverso sin considerar la implementación de las medidas de mitigación es de 98, mientras que los impactos benéficos que se identificaron por el proyecto suman un total de 52.

Tabla 8 Rango de los impactos que pueden generarse durante las actividades del proyecto

Valor del índice de Impacto Adverso	Calificación del Impacto	Impactos Adversos	Valor del índice de Impacto Benéfico	Calificación del Impacto	Impactos benéficos
0.111 - 0.280	Muy bajo	0	0.111 - 0.280	Muy bajo	0
0.281 – 0.460	Bajo	0	0.281 – 0.460	Bajo	0
0.461 – 0.640	Moderado	8	0.461 – 0.640	Moderado	0
0.641 – 0.820	Alto	75	0.641 – 0.820	Alto	50
0.821 – 1.000	Muy alto	15	0.821 – 1.000	Muy alto	2
	Total	**98**		**Total**	**52**

De los 98 impactos adversos, 75 obtuvieron una calificación alta, mientras que 15 se clasificaron como muy altos y ocho impactos como moderados. Para los impactos benéficos, los que predominan son los impactos altos con 50, mientras que solo dos impactos se consideran muy altos.

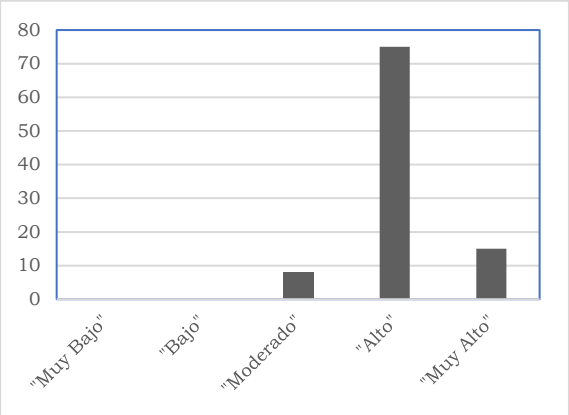


Figura 1 Impactos adversos identificados

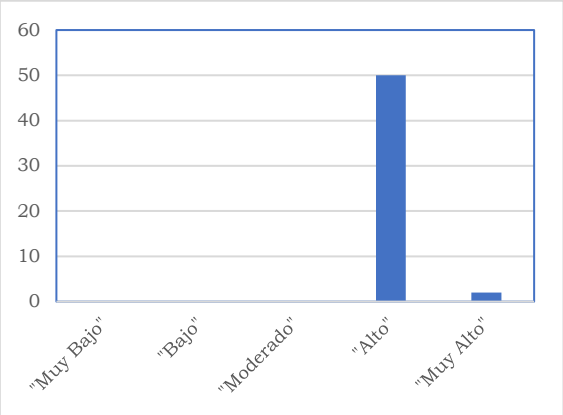


Figura 2 Impactos benéficos identificados

V.3.1.1. Etapas que requiere la obra

En este apartado se hace una descripción de los impactos generales que ocasiona la implementación de un proyecto como es **Gas Natural Santa Rosa**. Esta se basa en las diferentes etapas de construcción que tiene el proyecto, las cuales se describen a continuación.

1) *Preparación del sitio*

En esta etapa se consideran las obras y acciones necesarias para delimitación del trazo del proyecto, así como la limpieza, remoción de material superficial y despalme de esta área.

2) *Construcción*

Esta etapa del proyecto se caracteriza entre otras actividades por la apertura de la franja de desarrollo, el tendido de tubería, excavación de la zanja, descenso de tubería y relleno de zanja, implicando diferentes repercusiones ambientales.

3) Operación

La operación del proyecto corresponde al mayor impacto benéfico asociado al suministro de gas natural a las empresas que requieren de este insumo para el desarrollo de sus actividades.

4) Mantenimiento

El mantenimiento correcto que se proporcione a toda la infraestructura del proyecto contribuirá a extender su periodo de vital útil estimado en 30 años, a partir del inicio de la etapa de operación.

5) Abandono del sitio

Aun cuando se estima que la etapa de operación del proyecto abarque un periodo mayor a 30 años, con el debido mantenimiento de su infraestructura; es importante contemplar la etapa de abandono del sitio, que abarca el desmantelamiento de la infraestructura del proyecto, retiro de todas sus partes, disposición de los residuos generados y su adecuada disposición y la restitución del área a condiciones similares a las previas a la construcción del proyecto.

V.3.1.2. Descripción de los impactos adversos

A continuación, se presentan los impactos adversos identificados que serán generados durante las actividades del proyecto por factor y componente ambiental analizado.

a) Emisión de gases y partículas suspendidas / Contaminación acústica

Se generarán emisiones por partículas suspendidas - polvos resultados de desmonte, despalme, y el trazo y nivelación del derecho de vía, como consecuencia del uso de maquinaria y equipo y del movimiento del suelo durante las excavaciones. Además, también se generarán gases de combustión por vehículos de transporte de personal, transporte de materiales y uso de maquinaria.

Por otro lado, la composición de los recubrimientos líquidos contiene COV´s que pueden liberarse al realizar un ameno inadecuado de los mismos.

También, el uso de energía eléctrica de emergencia implica la quema de un combustible para el funcionamiento de la planta, generando emisiones.

Durante el mantenimiento se pueden presentar emisiones de gas natural y en caso de una fuga de Gas natural generaría emisiones por la misma, en caso de un evento que implique incendio y/o explosión se generarían emisiones por combustión del gas natural. Además, puede presentarse la liberación de gas natural a la atmósfera por fallas en el procedimiento y liberación de emisiones por la quema controlada de gas natural.

Se prevé la emisión de gases contaminantes de combustión interna a causa del empleo de maquinaria y equipo durante el mantenimiento.

Durante la etapa de abandono del sitio se puede presentar la generación de polvos producto de la demolición de obra civil.

Respecto a la contaminación acústica, puede existir temporalmente la generación de ruido por empleo de maquinaria durante la construcción de estructuras, por pruebas a alta presión, por procedimiento deficiente de mantenimiento de los equipos, por fuga y/o explosiones y por vaciado de ducto.

b) Calidad del suelo / Erosión y contaminación

Las acciones que puede generar un impacto en el suelo son la eliminación de la cubierta vegetal actual de la superficie que ocupará la Estación de Medición y Regulación, afectando la calidad del suelo, la contaminación del suelo por fluidos de la maquinaria y la contaminación de suelo por almacenaje inadecuado de materiales.

De igual manera, se puede generar la exposición de la superficie derivado de las excavaciones, así como la incorporación al suelo del material terrígeno para la colocación de la cama que alojará el ducto causará un impacto debido a que alterará las propiedades físicas del suelo al ser diferente al suelo natural, ocasionando cambio en el grado de compactación del terreno.

Además, se puede dar la alteración a la composición y riesgo de erosión por liberación de agua a alta presión.

También es posible que se modifique la calidad del suelo por la generación de residuos, así como posible erosión por agua a alta presión en la atención de la emergencia. Otro factor puede ser la contaminación del suelo por condensados y la erosión del suelo por salida de líquidos a alta presión.

c) Calidad y contaminación (agua)

Dentro de las actividades de preparación del sitio y construcción se ocupará agua para consumo humano (agua potable), agua para riego de material producto de excavación, y para la construcción de obra civil. Adicionalmente se generan aguas de servicio (tipo doméstico por la presencia de los trabajadores).

También puede darse el uso excesivo del agua por atención de emergencias derivadas de mantenimiento incorrecto u otras causas.

d) Modificación de la imagen paisajística actual

El impacto visual que se produce durante la etapa de preparación del sitio y construcción será temporal. La acumulación de residuos sólidos y su manejo inadecuado impactan visualmente de forma adversa.

La medida de mitigación consistirá en la recolección inmediata de los residuos y su disposición en contenedores rotulados con tapa y/o su disposición en camiones de volteo para ser transportados hacia el sitio de tiro autorizado por el municipio. El material de desecho y residuos en general que se generen durante los trabajos de preparación del terreno y construcción, serán colocados temporalmente en la Franja de Desarrollo de manera que no representen riesgos de incendio y que no impida el acceso a la Franja de Desarrollo o a los accesos a calles existentes.

El área será restaurada como sea práctico a la condición actual. En este sentido se tomarán fotografías del área antes del inicio de obras para que al término de estas el terreno quede igual o en mejores condiciones que al inicio del proyecto.

Cualquier rasgo del paisaje afectado o dañado por el equipo u operaciones será restaurado tanto como sea práctico a su condición original.

La instalación del gasoducto no modificará la perspectiva del paisaje de la región, ya que pasa inadvertido para la mayoría de los pobladores de la región debido a que no es visible desde la superficie del terreno.

Durante la operación del proyecto, se deberá realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, realizar y aplicar el programa de inspección, realizar la capacitación y comunicación al personal y comunidad acerca de las franjas de afectación.

e) Afectación en la distribución y abundancia de la vegetación / Eliminación de la cubierta vegetal / Disminución de producción de materia orgánica depositada en suelos / Eliminación de la vegetación dentro de los radios de afectación en caso de un incendio y/o explosión

Para la ejecución del proyecto y sus diversas actividades, es necesario abrir zanjas, compactar y nivelar para la instalación del gasoducto, por lo que puede ser necesario remover o clarear algunos elementos florísticos durante la preparación del sitio, que consiste en la limpieza de malezas y/o arbustos que pudieran estar dentro del área de afectación temporal o permanente del proyecto, se observó que en el AP se encuentran pocos elementos florísticos, ya que se encuentra dentro de un área netamente urbana de tipo industrial, por lo que los individuos presentes son introducidos y dispuestos en arreglos paisajísticos de jardines, camellones y aceras.

No obstante, se minimizará al máximo la superficie afectada utilizando estrictamente el área requerida para las actividades del proyecto, delimitando el AP desde la primera actividad por lo que no se afectará en forma innecesaria la vegetación que pudiera existir sobre el trazo de la línea del gasoducto, de tal forma que se respete la poca vegetación existente armonizando la obra con el paisaje natural del sitio. Asimismo, no se utilizarán herbicidas para el control de este factor.

Por otro lado, para realizar las acciones necesarias para efectuar la limpieza del terreno, el desmonte,despalme, el trazo y nivelación se requiere una superficie limpia, por lo que no deben estar presentes elementos de flora o vegetación, de ser ineludible para la instalación del gasoducto o alguna de las actividades derivadas

de ello puede presentarse la necesidad de hacer el retiro de algún ejemplar de flora, en el AP se corroboró que no existen elementos arbóreos que puedan ser afectados, por lo que arbustos y/o hierbas pueden ser objeto de esta acción de remoción. Sin embargo, las especies identificadas dentro del trazo son de tipo arvense y/o de ornato, de amplia distribución y en su mayoría de tipo exóticas.

La vegetación se removerá mediante la técnica de derribo direccional con el uso de herramientas manuales, tomando en cuenta las medidas precautorias para evitar algún tipo de percance. No se utilizará fuego con el objetivo de impedir incendios.

Las actividades se restringirán únicamente a la superficie requerida para alojar la zanja y el cuerpo del gasoducto, evitándose daños mayores en el entorno de este; al requerir maquinaria o equipo pesado se utilizará únicamente la franja considerada por el trazo del gasoducto, respetando los límites del mismo. De la misma forma, se capacitará el personal para evitar la sustracción de especies vegetales y para el mantenimiento de las buenas prácticas de las cuadrillas de trabajo.

Las actividades de mantenimiento del gasoducto se debe considerar la poda y clareo del trazo para evitar posibles conatos de incendio y/o daño de la tubería por acción de las raíces por lo que la cubierta vegetal deberá restringirse sobre el área destinada permanentemente al gasoducto, esto deriva en una disminución de la materia orgánica que nutre los suelos y es proveniente de los recambios anuales de vegetación por acción de los ciclos fenológicos en la producción de hojarasca y semillas de los elementos vegetales, derivando en una posible compactación extra a la implementada para la nivelación, así como de potencial erosión de suelos por acción de viento y escurrimientos de agua durante la temporada de lluvias. Para la mitigación de este impacto se considerará hacer la mínima afectación permanente por la instalación del gasoducto, así como de las acciones de mantenimiento y control de la vegetación.

Ante eventos de incendios o explosiones, se puede ver afectada la vegetación circundante. Igualmente, debido al inadecuado manejo de los residuos de todo tipo y la consecuente contaminación que generarían se pudieran ver afectados los elementos bióticos presentes en el ecosistema.

Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, realizar y aplicar el programa de inspección, realizar la capacitación y comunicación al personal y comunidad acerca de las franjas de afectación.

Finalmente, una vez cumplida la vida útil del gasoducto, podría ser necesario desmantelar la infraestructura, por lo que una nueva apertura y la demolición de estructuras puede derivar en la perturbación de elementos vegetales circundantes, por lo que las acciones necesarias para efectuar el desmantelamiento y demolición se restringirán únicamente a la superficie requerida para alojar la zanja y el cuerpo del gasoducto, evitándose daños mayores en el entorno del mismo.

f) Afectación de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 / Pérdida y transformación del hábitat / Servicios ambientales disponibles

En el Sistema Ambiental Regional, el área de Influencia y el área del Proyecto se registraron especies exóticas invasoras que indican el grado de perturbación en la zona; sin embargo, en el área de Influencia y el Sistema Ambiental Regional (SAR en adelante) se registraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tal es el caso de la Cascabel oscura de Querétaro (*Crotalus aquilus*). No obstante, es probable que otras especies listadas en la NOM-059 puedan aparecer cercanas al área de Proyecto, por esa razón, a manera de prevención se sugiere como acciones para mitigar dicho impacto la concientización del personal que trabajará en el proyecto y el ahuyentamiento de la fauna antes de iniciar con la preparación y construcción del sitio.

Respecto a la pérdida y transformación del hábitat, si bien el área del Proyecto se caracteriza por presentar ecosistemas impactados y fragmentados, en el área de Influencia se registraron especies que utilizan las distintas especies vegetales presentes en la zona para refugiarse (árboles y arbustos). La riqueza específica en el SAR se encuentra representada principalmente por el grupo de las aves, que se caracterizan por presentar una amplia vagilidad. Debido a lo mencionado anteriormente y con el objetivo de reducir al máximo los impactos en la fauna silvestre se sugieren hacer el rescate de la fauna que presenta hábitos restringidos como las lagartijas, serpientes y roedores.

Respecto a los servicios ambientales, son aquellos servicios que nos ofrecen los ecosistemas y que nos benefician a todas las personas, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura reconoce cuatro tipos de servicios: de abastecimiento, de regulación, de apoyo y culturales. Si bien el Sistema Ambiental Regional presenta una alteración significativa en sus ecosistemas, en la zona actualmente existen servicios ambientales que se encuentran disponibles a través de la fauna de vertebrados terrestres. Existen en la zona especies que ayudan a controlar las poblaciones de especies que son consideradas exóticas invasoras, si bien durante el muestreo no se registraron especies de aves rapaces ni del grupo de las serpientes, ambos grupos son muy probable de registrase en la zona y ayudan en la regulación de especies invasoras.

Actualmente la belleza escénica es un servicio que las personas aprovechan como medio recreativo, si bien el área del Proyecto se encuentra inmersa en un área urbanizada, la conservación y el mantenimiento de las especies arbóreas y arbustivas presentes en el SAR apoyan a conservar especies nativas que son valoradas por las personas por sus cantos y/o sus patrones de coloración, generando bienestar espiritual. Además, el cuidado y mantenimiento de estas especies arbóreas y arbustivas ofrece protección y refugio a las distintas especies de vertebrados terrestres ante los efectos del clima cambiante.

La conservación de los ecosistemas y sus servicios apoya en la suministro de servicios que son fundamentales para las personas, la provisión de alimentos y la provisión de agua son servicios que son regulados por la biodiversidad presente; su mantenimiento implica acciones de prevención, mantenimiento y restauración, por esa razón y con el objetivo de mitigar este impacto se sugiere realizar acciones de educación ambiental con el personal implicado a través de pláticas que apoyen a reforzar y valorar los servicios que nos dan los ecosistemas y sus beneficios a las personas, asimismo, se deberá realizar el ahuyentamiento de la fauna mediante estímulos visuales (siluetas y globos), auditivos (reproducción de sonidos) y mecánicos (movimiento de la vegetación). Las especies nativas presentes en área

del Proyecto serán rescatas y reubicadas en sitios seguros a través del personal capacitado.

V.3.1.3. Descripción de los impactos benéficos

De manera general, el correcto manejo de los residuos generados durante las etapas del proyecto beneficiará a todos los componentes ambientales presentes en el entorno del proyecto.

Para la vegetación en la zona, con la restauración y/o remediación del sitio, éste volvería a sus condiciones iniciales, iguales o muy parecidas, con la posibilidad de integrar especies de flora nativa dentro de las actividades.

Mientras que la eliminación de componentes ajenos al medio favorecerá la calidad escénica del sitio (paisaje). En caso de abandono del sitio, se buscará dejar en iguales o mejores condiciones (en la medida de lo posible), promoviendo la calidad paisajística del lugar.

Además, los principales impactos benéficos se darán durante la etapa de operación del proyecto, durante la cual se proveerá del servicio de suministro del Gas Natural evitando con ello el uso de combustible con altas emisiones de gases de efecto invernadero.

Lo anterior también repercute en la mejora de la calidad de vida de la población aledaña al no generarse gases de efecto invernadero. Durante las etapas del proyecto también se verá beneficiada la población al contar con oferta de empleo de carácter temporal mayormente, pero permitiendo contribuir a la mejora de la economía local.

V.4. Evaluación de impactos ambientales ocasionados (acumulativos, sinérgicos y residuales)

Derivado de la evaluación de impactos que se llevó a cabo, se identificaron los impactos denominados acumulativos y residuales Los impactos ambientales pueden ser residuales o acumulativos según las siguientes definiciones:

a. Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

b. Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Por lo anterior y para poder definir si la incidencia del impacto adverso podría ser residual y/o acumulativa a continuación se refieren los índices de los impactos evaluados señalando su efecto en el ambiente una vez aplicadas las medidas de mitigación, de acuerdo con la actividad u obra que lo generará.

En apartados anteriores se presentaron y describieron los principales impactos ambientales que serán derivados de esta obra. No obstante, algunos impactos pueden ocasionar efectos sobre el ambiente que resultan de la **sinergia**[2] entre varias actividades, dando como resultado un impacto mayor que la conjunción de los impactos individuales que produciría cada actividad.

En este sentido, se resalta que los efectos sobre la vegetación conllevarán además efectos sobre la fauna y el suelo. Sobre la fauna por modificación de su hábitat (aunque cabe señalar que en este proyecto será mínimo dado que el área del proyecto es pequeña y que la zona de desarrollo ya presenta infraestructura de tipo industrial). Asimismo, al eliminar la vegetación el suelo será expuesto y favorecerá su erosión.

De ahí la importancia de cumplir con las medidas de mitigación propuestas en este estudio y de vigilar estrictamente la realización de las obras (tarea que deberá desempeñar una empresa o especialista en la materia).

El impacto sinérgico resultará de las actividades de excavación de zanja para ducto y compactación de esta.

Los anteriores trabajos, aunado a la presencia constante de trabajadores, maquinaria y equipo de trabajo, conformarán una importante barrera física, visual y auditiva para el desplazamiento de los organismos faunísticos, particularmente

[2] Sinergia: Actividad que, al estar presente otra, los efectos sobre el ambiente se incrementen más allá de la suma de cada una de ellas.

reptiles y mamíferos. Esta reducción en el espacio de movilización para los organismos podría repercutir en mayores presiones para el establecimiento de territorios, búsqueda de alimento, efectos sobre las poblaciones de presas que posteriormente se reflejarán como efectos en las poblaciones de depredadores; efectos que seguirán presentándose una vez que el proyecto inicie su operación, hasta que se alcance nuevamente el equilibrio en la distribución de los organismos.

Además de los anteriores impactos sinérgicos, existen otros impactos, los **acumulativos**[3], en los que el efecto sobre el componente ambiental se incrementa en el tiempo, aún después de que la actividad generadora haya terminado.

La mayoría de los impactos anteriormente descritos, son prevenibles o mitigables e incluso compensables de alguna manera. No obstante, hay efectos que, a pesar de la mitigación, permanecerán en el sitio, o en su caso se sumaran a los que antes del proyecto ya existen en la región; a estos impactos se les denomina impactos residuales e impactos acumulativos.

Entre los que destacan por componente ambiental el suelo, la flora, fauna y el paisaje.

Suelo: Disminución de la infiltración por la compactación.

Flora: Perdida de la cubierta vegetal (arbustos y hierbas) en las áreas con presencia dentro del trazo del proyecto

Fauna: Transformación del hábitat.

Paisaje: La implementación del proyecto se suma a la infraestructura industrial y de servicios que ya existe, por lo que ya ha sido modificado de forma permanente el paisaje.

Por lo anterior y para poder definir si la incidencia del impacto adverso podría ser residual y/o acumulativa a continuación se refieren los índices de los impactos evaluados señalando su efecto en el ambiente una vez aplicadas las medidas de mitigación, de acuerdo con la actividad u obra que lo generará.

[3] Efecto acumulativo: Cuando como consecuencia de una actividad el efecto sobre el componente ambiental se incremente con el tiempo, aunque la actividad generadora haya cesado.

Tabla V.7. Impactos ambientales residuales y acumulativos del Proyecto.

Componente	Factor ambiental	Actividad que genera el impacto	Índice de impacto SIN medida de mitigación	Medida de control, prevención, mitigación a aplicar	Índice de impacto CON medida de mitigación	Efecto residual	Efecto acumulativo
Atmósfera (aire, ruido)	Emisión de gases y partículas suspendidas	Remoción de material superficial sobre el eje señalado	-0.700	• Los vehículos, equipo y maquinaria utilizados deberán cumplir con un programa de mantenimiento periódico, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, el cual deberá ser registrado en una bitácora. • Los vehículos automotores y camiones pesados deberán apegarse a los límites máximos permisibles de emisión establecidos en los programas de verificaciones vehiculares federales, estatales y/o municipales, en su caso, ya que es previsible la interacción vehicular entre municipios. • Las emisiones deberán estar por debajo de los límites establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. • Para evitar la dispersión de polvos fugitivos, se deberán humedecer los caminos de acceso. • Todos los vehículos automotores deberán circular a baja velocidad (20 km/h máximo) dentro de las instalaciones del proyecto.	-0.420	Sin efecto residual, impacto temporal	Sin efecto acumulativo, impacto temporal
		Despalme en la trayectoria del gasoducto	-0.501		-0.272		
		Apertura de Franja de desarrollo	-0.700		-0.420		
		Excavación de la zanja	-0.620		-0.620		
		Preparación de la zanja (cama de arena)	-0.700		-0.620		
		Descenso de la tubería	-0.700		-0.532		
		Acarreos de material	-0.598		-0.481		
		Relleno de la zanja	-0.700		-0.557		
		Compactación y reposición de asfalto	-0.700		-0.532		
		Limpieza del terreno	-0.700		-0.532		
		Trazo de obra	-0.700		-0.532		
		Acarreos de material	-0.700		-0.532		
		Cimentación	-0.732		-0.532		
		Excavaciones (para llegada del ducto y cimentación)	-0.706		-0.532		
		Compactación	-0.700		-0.539		
		Colado de base de concreto	-0.620		-0.620		
		Instalación de Estructura metálica	-0.706		-0.532		
		Mantenimiento de las obras de drenaje	-0.700		-0.532		
Atmósfera (aire, ruido)	Contaminación acústica	Remoción de material superficial sobre el eje señalado	-0.700	• Se verificará que la maquinaria cumpla en todo momento con el Reglamento para la Protección del Ambiente Contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido de la Secretaría de Salud, en el que se establecen los niveles máximos permisibles para automóviles, camiones, autobuses, tracto camiones y similares. Lo anterior se puede lograr a través de un mantenimiento periódico y utilizando silenciadores en aquellos equipos que lo permitan. Asimismo, se evitará recorrer innecesariamente por las zonas urbanas con los vehículos o maquinaria, cerrando en su caso los escapes de los vehículos. • Los vehículos deberán sujetarse a programas de mantenimiento periódico para evitar que se rebasen los niveles de ruido establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994. • Se deberán acatar las disposiciones marcadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, que establece las condiciones de seguridad e	-0.420	Sin efecto residual, impacto temporal	Sin efecto acumulativo, impacto temporal
		Despalme en la trayectoria del gasoducto	-0.501		-0.272		
		Apertura de Franja de desarrollo	-0.700		-0.420		
		Excavación de la zanja	-0.620		-0.620		
		Preparación de la zanja (cama de arena)	-0.700		-0.620		
		Descenso de la tubería	-0.700		-0.532		
		Acarreos de material	-0.598		-0.481		
		Relleno de la zanja	-0.700		-0.557		
		Compactación y reposición de asfalto	-0.700		-0.532		
		Limpieza del terreno	-0.700		-0.532		
		Trazo de obra	-0.700		-0.532		
		Acarreos de material	-0.700		-0.532		
		Cimentación	-0.732		-0.532		
		Excavaciones (para llegada del ducto y cimentación)	-0.706		-0.532		
		Compactación	-0.700		-0.539		
		Colado de base de concreto	-0.620		-0.620		
		Instalación de Estructura metálica	-0.706		-0.532		

Componente	Factor ambiental	Actividad que genera el impacto	Índice de impacto SIN medida de mitigación	Medida de control, prevención, mitigación a aplicar	Índice de impacto CON medida de mitigación	Efecto residual	Efecto acumulativo
		Mantenimiento de las obras de drenaje	-0.700	higiene en los centros de trabajo donde se genera ruido. • La maquinaria deberá contar con silenciadores capaces de mitigar el ruido generado por los trabajos realizados en las obras del proyecto, ya que se tiene que dar cumplimiento a la NOM-080-SEMARNAT-1994, que señala los niveles máximos de ruido permisibles. • Brindar mantenimiento periódico a maquinaria y equipo, evitar los trabajos nocturno a fin de no rebasar los niveles de ruido ambiental • Evitar realizar las pruebas y limpieza en horario nocturno.	-0.532		
Suelo	Calidad del suelo	Apertura de Franja de desarrollo	-0.785	• Se recomienda realizar el movimiento optimizado de tierras. • Es necesario que, una vez terminadas las maniobras de maquinaria para la instalación de la tubería, se verifique que las condiciones del suelo permitan la recuperación natural de la capa vegetal (reacondicionamiento del suelo)	-0.494	Efecto residual no significativo	Efecto acumulativo no significativo
		Excavación de la zanja	-0.817		-0.409		
		Relleno de la zanja	-0.785		-0.476		
		Compactación y reposición de asfalto	-0.785		-0.476		
		Cimentación	-0.817		-0.512		
		Excavaciones (para llegada del ducto y cimentación)	-0.761		-0.383		
		Compactación	-0.761		-0.383		
Suelo	Erosión y contaminación	Trazo	-0.772	• La disposición de los materiales de desecho se hará por medio de la empresa contratista destinada a realizar la recolección, manejo y disposición final en el sitio que para ello señale el municipio, evitando así su dispersión y disposición final inadecuada. • Por seguridad, y para evitar una disposición final inadecuada, todos los materiales de desperdicio bajo ninguna circunstancia deberán ser depositados en la zanja de la tubería o mezclados con el relleno. • El manejo y disposición de los residuos sólidos que se generen en todo el desarrollo de la obra y los que se generen durante su operación, se efectuará cotidianamente contando para ello con recipientes adecuados, que cuenten con tapas herméticas para evitar la generación de fauna nociva y malos olores.	-0.458	Efecto residual no significativo	Efecto acumulativo no significativo
		Apertura de Franja de desarrollo	-0.806		-0.409		
		Excavación de la zanja	-0.768		-0.409		
		Relleno de la zanja	-0.785		-0.476		
		Excavaciones (para llegada del ducto y cimentación)	-0.772		-0.458		
Hidrología	Calidad y contaminación	Trazo	-0.675	• Racionalización en lo posible del consumo de agua potable, o uso de aguas tratadas, si fuese factible • Uso de agua tratada en aquellas actividades que lo permitan, como el riego del terreno para evitar la generación de polvos fugitivos.	-0.401	Sin efecto residual, impacto temporal	Sin efecto acumulativo, impacto temporal
		Apertura de Franja de desarrollo	-0.745		-0.552		
		Excavación de la zanja	-0.809		-0.638		
		Acarreos de material	-0.806		-0.532		
		Relleno de la zanja	-0.701		-0.565		
		Acarreos de material	-0.806		-0.532		

Componente	Factor ambiental	Actividad que genera el impacto	Índice de impacto SIN medida de mitigación	Medida de control, prevención, mitigación a aplicar	Índice de impacto CON medida de mitigación	Efecto residual	Efecto acumulativo
		Campamento temporal para servicios de apoyo, logística y gerencia (contará con sanitarios portátiles, bodegas temporales para material y equipo, camper para trabajo de escritorio)	-0.737	• Uso de cabinas sanitarias portátiles tipo Sanirent, que no requieren agua para su funcionamiento y previenen la contaminación del suelo y agua. • En cuanto a los desechos sanitarios, éstos no serán descargados en corrientes de agua ni en ningún lecho de río. El contratista deberá proporcionar recipientes para la basura y letrinas portátiles tipo Sanirent o similar (uno por cada 25 trabajadores) que convengan en los principales puntos de operación. Estas instalaciones deberán cumplir con la normatividad ecológica y sanitaria en vigor, retirando periódicamente dichos desechos y dándoles una disposición final adecuada.	-0.481		
Calidad del paisaje	Modificación de la imagen paisajística actual	Trazo	-0.776	• Recolección inmediata de los residuos y su disposición en contenedores rotulados con tapa y/o su disposición en camiones de volteo para ser transportados hacia el sitio de tiro autorizado por el municipio. • El material de desecho y residuos en general que se generen durante los trabajos de preparación del terreno y construcción, serán colocados temporalmente en la Franja de Desarrollo de manera que no representen riesgos de incendio y que no impida el acceso al AP o a los accesos a calles existentes. • El área será restaurada como sea práctico a la condición actual. Se tomarán fotografías del área antes del inicio de obras para que al término de las mismas el terreno quede igual o en mejores condiciones que al inicio del proyecto. • Cualquier rasgo del paisaje afectado o dañado por el equipo u operaciones será restaurado tanto como sea práctico a su condición original. • La instalación del gasoducto no modificará la perspectiva del paisaje de la región, ya que pasa inadvertido para la mayoría de los pobladores de la región debido a que no es visible desde la superficie del terreno.	-0.539	Efecto residual no significativo	Sin efecto acumulativo, impacto temporal
		Apertura de Franja de desarrollo	-0.761		-0.422		
		Excavación de la zanja	-0.795		-0.557		
		Relleno de la zanja	-0.776		-0.611		
Vegetación	Afectación en la distribución y abundancia de la vegetación	Delimitación y limpieza del área a intervenir	-0.832	• Se delimitará el AP y se realizarán todas las actividades necesarias para efectuar la limpieza del terreno, el desmonte y despalme y el trazo y nivelación únicamente a la superficie requerida para alojar la zanja y el cuerpo del gasoducto, evitándose daños mayores en el entorno; al requerir maquinaria o equipo pesado se utilizará	-0.604	Sin efecto residual, impacto temporal	Sin efecto acumulativo, impacto temporal
		Remoción de material superficial sobre el eje señalado	-0.776		-0.577		
		Trazo	-0.832		-0.604		
		Limpieza del terreno	-0.832		-0.604		

Componente	Factor ambiental	Actividad que genera el impacto	Índice de impacto SIN medida de mitigación	Medida de control, prevención, mitigación a aplicar	Índice de impacto CON medida de mitigación	Efecto residual	Efecto acumulativo
		Trazo de obra	-0.832	únicamente la franja considerada por el trazo del gasoducto, respetando los límites del AP. • Se capacitará el personal para evitar la sustracción de especies vegetales. • Se minimizará al máximo la superficie afectada utilizando estrictamente el área requerida, por lo que no se afectará en forma innecesaria la vegetación que pudiera existir sobre todo en el punto de interconexión, de tal forma que se respete la poca vegetación existente armonizando la obra con el paisaje natural del sitio. • Se delimitará el área del proyecto para que no sea afectada vegetación fuera del mismo. • El promovente y/o constructora contará dentro de su plantilla con un supervisor ambiental que dé seguimiento puntual a la realización de las actividades. • No se utilizarán herbicidas. • El personal del Área Ambiental realizará pláticas y presentaciones para la capacitación en aspectos ambientales del personal involucrado en el desarrollo de las Obras, en esta capacitación se hará énfasis de la prohibición de capturar, cazar, colectar, comercializar, traficar y perjudicar especies de flora y fauna silvestres que habitan en la zona, en el manejo adecuado de residuos, etc.	-0.604		
		Limpieza de la EMR de interconexión y las ERM de los usuarios	-0.813		-0.543		
		Mantenimiento de las obras de drenaje	-0.813		-0.543		
Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	Delimitación y limpieza del área a intervenir	-0.754	• Se delimitará el AP y se realizarán todas las actividades necesarias para efectuar la limpieza del terreno, el desmonte y despalme y el trazo y nivelación únicamente a la superficie requerida para alojar la zanja y el cuerpo del gasoducto, evitándose daños mayores en el entorno; al requerir maquinaria o equipo pesado se utilizará únicamente la franja considerada por el trazo del gasoducto, respetando los límites del AP. • Se capacitará el personal para evitar la sustracción de especies vegetales. • Se minimizará al máximo la superficie afectada utilizando estrictamente el área requerida, por lo que no se afectará en forma innecesaria la vegetación que pudiera existir sobre todo en el punto de interconexión, de tal forma que se respete la poca vegetación existente armonizando la obra con el paisaje natural del sitio.	-0.422	Sin efecto residual, impacto temporal	Sin efecto acumulativo, impacto temporal
		Remoción de material superficial sobre el eje señalado	-0.791		-0.528		
		Despalme en la trayectoria del gasoducto	-0.824		-0.481		
		Limpieza del terreno	-0.832		-0.532		
		Limpieza de la EMR de interconexión y las ERM de los usuarios	-0.839		-0.501		
		Mantenimiento de las obras de drenaje	0.799		-0.494		
Vegetación	Disminución de producción de materia orgánica depositada en suelos	Apertura de Franja de desarrollo	-0.776	• Se minimizará al máximo la superficie afectada utilizando estrictamente el área requerida, por lo que no se afectará en forma innecesaria la vegetación que pudiera existir sobre todo en el punto de interconexión, de tal forma que se	-0.494	Sin efecto residual, impacto temporal	Efecto acumulativo no significativo
		Excavación de la zanja	-0.799		-0.494		

Componente	Factor ambiental	Actividad que genera el impacto	Índice de impacto SIN medida de mitigación	Medida de control, prevención, mitigación a aplicar	Índice de impacto CON medida de mitigación	Efecto residual	Efecto acumulativo
				respete la poca vegetación existente armonizando la obra con el paisaje natural del sitio.			
Vegetación	Eliminación de la vegetación dentro de los radios de afectación en caso de un incendio y/o explosión	Detección y reparación de fugas	-0.874	• Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, realizar y aplicar el programa de inspección, realizar la capacitación y comunicación al personal y comunidad de acerca de las franjas de afectación. • Para evitar afectaciones de suelos, agua, aire y vegetación se prohíbe usar herbicidas u otros químicos con el propósito de conservar el derecho de vía libre de vegetación.	-0.629	Efecto residual no significativo	Sin efecto acumulativo, impacto temporal
Fauna	Afectación de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Delimitación y limpieza del área a intervenir	-0.839	• Antes de iniciar las actividades, el personal involucrado en la preparación y la construcción del sitio, deberá de participar en pláticas asociadas en el cuidado de las especies listadas en la NOM-059 y su importancia en los ecosistemas. • Previo a las actividades de preparación y construcción del sitio, se deberá realizar el ahuyentamiento de la fauna mediante estímulos visuales (siluetas y globos), auditivos (reproducción de sonidos) y mecánicos (movimiento de la vegetación). • Durante la etapa de las etapas de preparación y construcción del sitio se deberá capacitar una brigada que apoye en el rescate, traslado y reubicación de la fauna a sitios seguros con condiciones similares de hábitat, priorizando aquellas especies listadas en la NOM-059.	-0.625	Sin efecto residual, impacto temporal	Sin efecto acumulativo, impacto temporal
		Despalme en la trayectoria del gasoducto	-0.791		-0.494		
		Apertura de Franja de desarrollo	-0.791		-0.532		
		Excavación de la zanja	-0.776		-0.462		
		Acarreos de material	-0.827		-0.528		
		Acarreos de material	-0.799		-0.481		
		Cimentación	-0.799		-0.476		
Fauna	Pérdida y transformación del hábitat	Delimitación y limpieza del área a intervenir	-0.776	• Previo a las actividades de preparación y construcción del sitio, se deberá realizar el ahuyentamiento de la fauna mediante estímulos visuales (siluetas y globos), auditivos (reproducción de sonidos) y mecánicos (movimiento de la vegetación).	-0.501	Sin efecto residual, impacto temporal	Sin efecto acumulativo, impacto temporal
		Despalme en la trayectoria del gasoducto	-0.851		-0.501		
		Trazo	-0.851		-0.528		
		Apertura de Franja de desarrollo	-0.799		-0.532		
		Excavación de la zanja	-0.819		-0.481		
		Acarreos de material	-0.807		-0.494		
		Acarreos de material	-0.851		-0.552		
		Cimentación	-0.791		-0.532		
Fauna	Servicios ambientales disponibles	Delimitación y limpieza del área a intervenir	-0.785	• Antes de iniciar las actividades, el personal involucrado en la preparación y la construcción del sitio, deberá de participar en pláticas de educación ambiental asociadas a la valorización de los servicios ambientales y su importancia para las personas. • Previo a las actividades de preparación y construcción del sitio, se deberá realizar el ahuyentamiento de la fauna mediante estímulos visuales (siluetas y globos), auditivos	-0.443	Sin efecto residual, impacto temporal	Sin efecto acumulativo, impacto temporal
		Trazo	-0.785		-0.443		
		Apertura de Franja de desarrollo	-0.737		-0.383		
		Excavación de la zanja	-0.761		-0.383		
		Acarreos de material	-0.799		-0.494		
		Acarreos de material	-0.827		-0.543		
		Cimentación	-0.737		-0.383		

Componente	Factor ambiental	Actividad que genera el impacto	Índice de impacto SIN medida de mitigación	Medida de control, prevención, mitigación a aplicar	Índice de impacto CON medida de mitigación	Efecto residual	Efecto acumulativo
				(reproducción de sonidos) y mecánicos (movimiento de la vegetación). • Durante la etapa de las etapas de preparación y construcción del sitio se deberá capacitar una brigada que apoye en el rescate, traslado y reubicación de la fauna a sitios seguros con condiciones similares de hábitat, priorizando aquellas especies listadas en la NOM-059.			
Económico	Suministro del servicio y actividades productivas	Disposición de residuos (RSU, Manejo especial y peligrosos)	-0.835	• Con la implementación del mantenimiento adecuado durante la etapa de operación del proyecto, se tiene contemplado alargar la vida útil del proyecto, lo que aplazará el tiempo para que se lleve a cabo el abandono del sitio	-0.476	Efecto residual no significativo	Efecto acumulativo no significativo

V.5. Delimitación del área de influencia de los impactos

Para definir el área de influencia (AI), es importante conceptualizar el impacto ambiental, por lo que se ha tomado el significado determinado por Conesa que lo define como "la alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en un componente del medio, fruto de una actividad o acción" (Conesa, 1997).

Según esta definición, tratar de determinar con cierta exactitud la extensión de impactos, es un proceso técnico complejo y casi imposible de realizar, que en todo caso depende de la magnitud y complejidad del proyecto a desarrollar o de la actividad a evaluar. El Área de Influencia de un proyecto es el ámbito espacial donde se manifiestan los posibles impactos ambientales ocasionados por las actividades del proyecto; dentro de esta área se evalúa la magnitud e intensidad de los distintos impactos para poder definir medidas de prevención o mitigación a través de un Plan de Manejo.

V.5.1. Criterios para determinar el área de influencia

Para determinar el área de influencia (AI) del proyecto se consideraron los siguientes límites generales, como punto de partida, con respecto a los cuales se establecieron y analizaron los criterios específicos para la definición del AI.

Límite del Proyecto: Se determina por el tiempo y el espacio que comprende el desarrollo del Proyecto. Para esta definición, se limita la escala espacial al espacio físico o entorno natural de las acciones a ejecutarse.

Límites espaciales y administrativos: Está relacionado con los límites jurídico-administrativos del área del Proyecto.

Límites ecológicos: Están determinados por las escalas temporales y espaciales, sin limitarse al área misma de ejecución del Proyecto, donde los impactos pueden evidenciarse de modo inmediato, sino que se extiende más allá en función de potenciales impactos que puede generar el proyecto evaluado.

Dinámica Social: El área de influencia en términos socioeconómicos no se restringe al criterio espacial de ubicación de la zona específica de intervención de un proyecto; en otras palabras, no se limita al sitio exacto de implantación del

proyecto, ya que tiene que ver, principalmente, con varios criterios, como presencia de población, densidad demográfica, uso del suelo, accesibilidad (vías y caminos).

V.6. Conclusiones

De acuerdo con lo anteriormente expuesto se resume que, derivado del cruce Proyecto- Ambiente resultaron 150 interacciones causa-efecto, que una vez analizadas conformaron los impactos ambientales que se prevé puedan generarse de la implementación del Proyecto, con lo cual, de estas interacciones se identificaron 98 impactos ambientales de efecto adverso y 52 impactos ambientales de efecto benéfico.

De los impactos ambientales adversos, se considera que, si no se implementan las medidas de mitigación propuestas, los impactos prevalecientes son los "altos" con 75; no obstante, una vez que se implementen las buenas prácticas ambientales y las medidas de mitigación propuestas, la mayoría de los impactos serán "moderados", lo cual le da viabilidad al Proyecto.

Por otro lado, existirán impactos residuales y acumulativos que tienen que ver prácticamente con la remoción de sustrato y modificación del paisaje actual. Como se puede observar en la Tabla V.7 los impactos residuales que fueron identificados resultaron en un número total de 16, específicamente con los factores referidos de suelo y paisaje. Además, durante la etapa de operación, la eliminación de vegetación en los radios de afectación por incendio o explosión se identificó como un impacto con efecto residual, y para la etapa de abandono del sitio de realizarse la suspensión en el suministro del servicio esto se identificó como un impacto negativo con efecto residual. Sin embargo, es importante especificar que ninguno de estos impactos residuales resultaron ser significativos.

Para los impactos acumulativos, un total de 12 fueron identificados para el factor edafológico, específicamente para la calidad del suelo y la erosión y contaminación, mientras que para el factor de vegetación la disminución de producción de materia orgánica depositada en suelos se considera como impacto con efecto acumulativo tomando en cuenta la superficie total donde se realizará excavación de zanja, estando enlazado este impacto con la remoción del suelo y siendo importante mencionar que la materia orgánica presente es baja derivado de las actividades que se han realizado previamente en el área del proyecto que se ubica dentro de un Parque Industrial, por lo que el área actual se muestra altamente impactada.

No obstante lo anterior, al llevarse a cabo la implementación de medidas de control, prevención y mitigación que se proponen en el Capítulo VI del presente documento, dichos impactos reducen su efecto, por lo cual no se consideran significativos.

Finalmente, en las siguientes gráficas se presenta el comparativo de impactos adversos y benéficos identificados, así como la clasificación de estos impactos de acuerdo con la etapa de proyecto en que se identificaron.

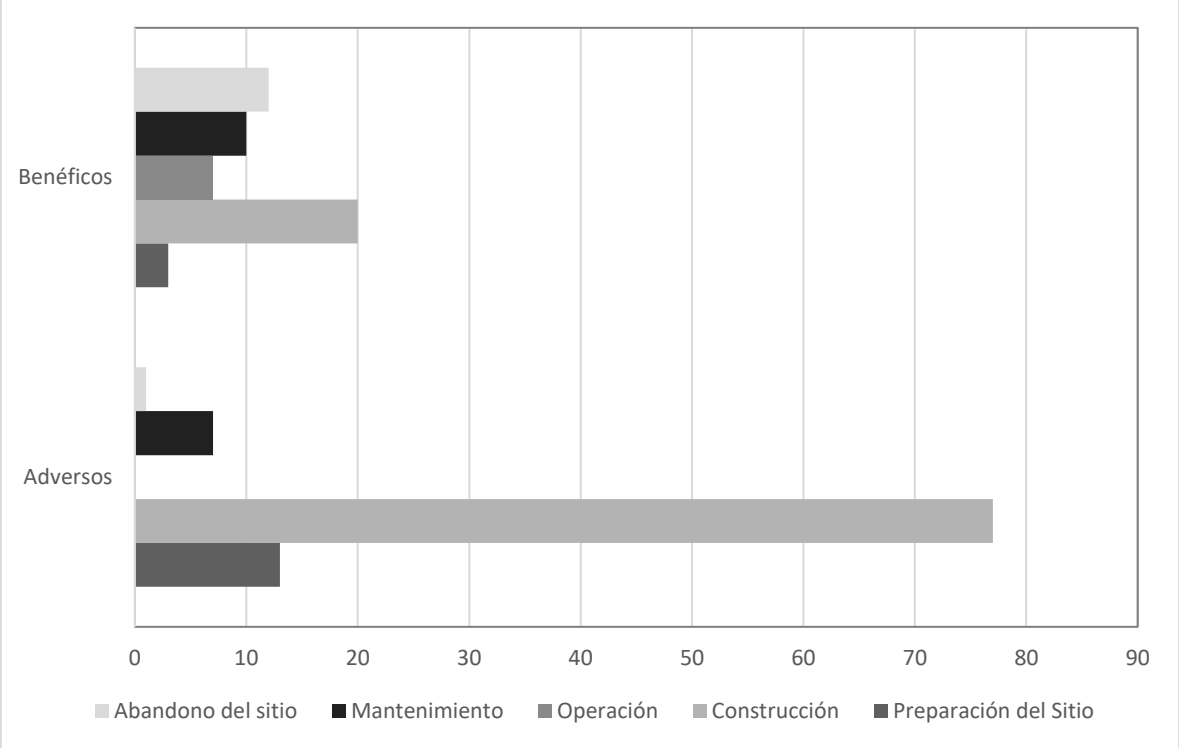


Figura 3 Comparativo de impactos benéficos y adversos identificados

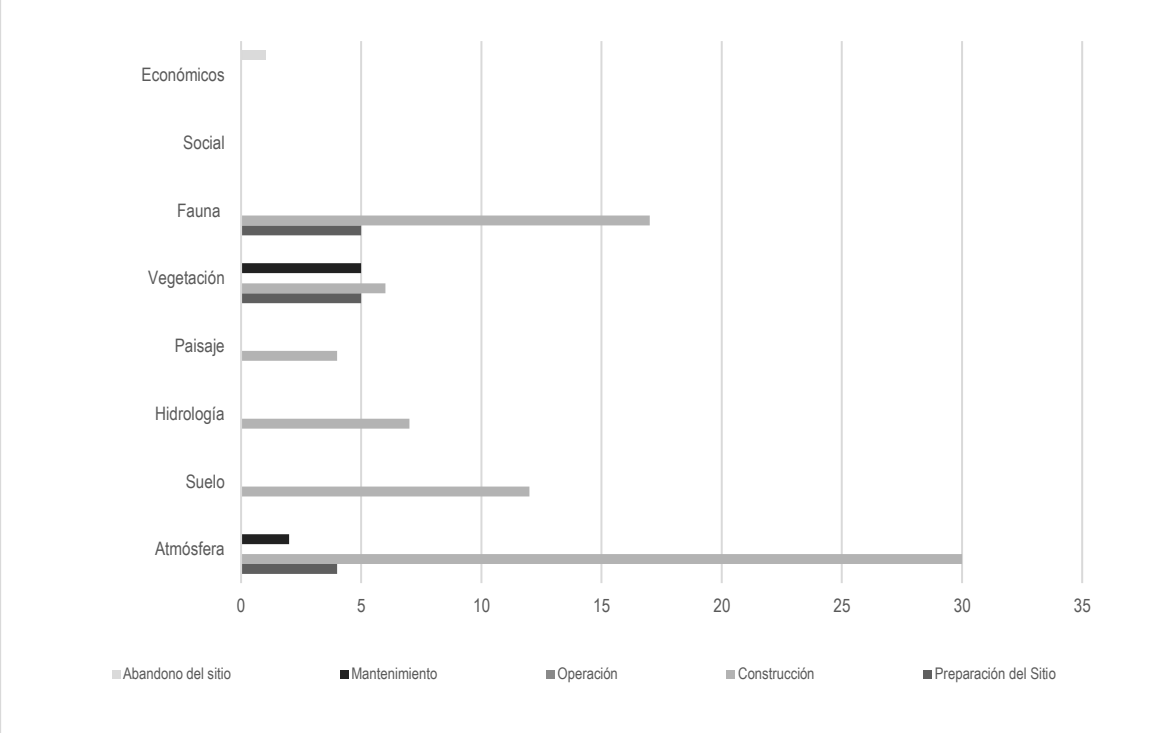


Figura 4 Impactos adversos por etapa del proyecto

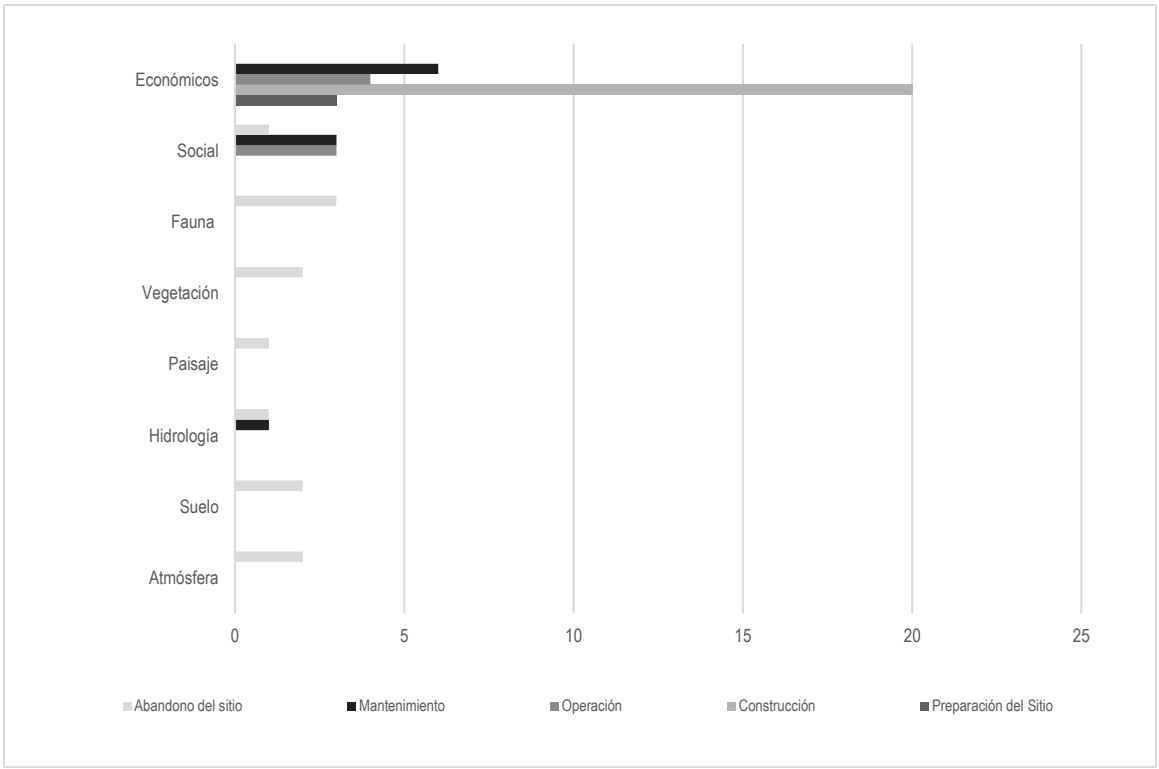


Figura 5 Impactos benéficos por etapa del proyecto

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Ampliación de la Red de Gas Natural del Parque Industrial Querétaro

Capítulo 6

Gas Natural Santa Rosa, S de R. L. de C.V.

Contenido

VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales..... VI-4

VI.1. Medidas de prevención, mitigación o compensación ambiental de impactos del Proyecto, e índices de seguimiento para evaluación de acciones realizadas VI-4

VI.2. Agrupación de impactos de acuerdo con las medidas de prevención, mitigación o compensación. VI-5

VI.3. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental VI-9

VI.3.1. Etapa de preparación del sitio - construcción..... VI-9

VI.3.2. Etapa de operación y mantenimiento VI-34

VI.3.1. Etapa de Abandono.....VI-44

VI.4. Programa de vigilancia ambiental VI-52

VI.4.1. Objetivo general VI-52

VI.4.2. Objetivos específicos VI-52

VI.4.3. Alcances.....VI-53

VI.4.4. Estrategia para el cumplimiento de medidas propuestas Responsables VI-53

Monitoreo.....VI-53

Sistema de indicadores y mejora continua VI-54

Capacitación al personal y concientización ambiental VI-54

Reportes internos e Informes para autoridad VI-55

VI.5. Seguimiento y control (monitoreo)..... 66

VI.6. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.... 67

Tablas

Tabla 1 Medidas de mitigación por componente ambiental..... VI-6

Tabla 2 Medidas de Mitigación Etapa Preparación del Sitio y Construcción - Aire VI-10

Tabla 3 Medidas de Mitigación Etapa Preparación del Sitio y Construcción - Ruido VI-14

Tabla 4 Medidas de Mitigación Etapa Preparación del Sitio y Construcción - Suelo VI-17

Tabla 5 Medidas de Mitigación Etapa Preparación del Sitio y Construcción – Agua VI-22

Tabla 6 Medidas de Mitigación Etapa Preparación del Sitio y Construcción - Vegetación VI-24

Tabla 7 Medidas de Mitigación Etapa Preparación del Sitio y Construcción - Fauna VI-27

Tabla 8 Medidas de Mitigación Etapa Preparación del Sitio y Construcción - Paisaje VI-31

Tabla 9 Medidas de Mitigación Etapa Preparación del Sitio y Construcción - Socioeconómico..... VI-33

Tabla 10 Medidas de Mitigación Etapa Operación y Mantenimiento - Aire..... VI-35

Tabla 11 Medidas de Mitigación Etapa Operación y Mantenimiento - Ruido.... VI-36

Tabla 12 Medidas de Mitigación Etapa Operación y Mantenimiento - Suelo VI-37

Tabla 13 Medidas de Mitigación Etapa Operación y Mantenimiento - Agua..... VI-39

Tabla 14 Medidas de Mitigación Etapa Operación y Mantenimiento - Vegetación VI-40

Tabla 15 Medidas de Mitigación Etapa Operación y Mantenimiento - Fauna... VI-41

Tabla 16 Medidas de Mitigación Etapa Operación y Mantenimiento - Paisaje.. VI-42

Tabla 17 Medidas de Mitigación Etapa Operación y Mantenimiento - Socioeconómico VI-43

Tabla 18 Medidas de Mitigación Etapa Abandono - Aire VI-44

Tabla 19 Medidas de Mitigación Etapa Abandono - Ruido VI-46

Tabla 20 Medidas de Mitigación Etapa Abandono - Suelo VI-47

Tabla 21 Medidas de Mitigación Etapa Abandono - Agua VI-48

Tabla 22 Medidas de Mitigación Etapa Abandono - Vegetación VI-49
Tabla 23 Medidas de Mitigación Etapa Abandono - Fauna VI-50
Tabla 24 Medidas de Mitigación Etapa Abandono - Socioeconómico..... VI-51
Tabla 25 Programa de Vigilancia Ambiental 56
Tabla 26 Costos de Sistemas de seguridad del ducto EMR 67
Tabla 27 Costos de Supervisión Ambiental en la Etapa de Construcción..... 67
Tabla 28 Costos de Actividades previas al arranque del gasoducto..... 68

VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales

VI.1. Medidas de prevención, mitigación o compensación ambiental de impactos del Proyecto, e índices de seguimiento para evaluación de acciones realizadas

Las medidas que son agrupadas dentro de la palabra "Mitigación" buscan moderar, atenuar o disminuir su efecto negativo hacia el ambiente. Sin embargo, estas medidas pueden ser de los siguientes tipos:

1. **de Prevención**. Aquellas obras o acciones tendientes para evitar que el impacto se manifieste.
2. **de Mitigación**. Aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del Proyecto.
3. **de Restauración**. Acciones o medidas que buscan recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales anteriores a la perturbación, remediando los cambios al ambiente, por lo que su aplicación es posterior a la aparición de los efectos del impacto ambiental.
4. **de Compensación**. Acciones o medidas que compensen el impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado.

La importancia de las medidas de mitigación está dada por diferentes aspectos. Las medidas preventivas adquieren gran relevancia porque su correcta ejecución evitará que ocurran ciertos impactos. En este sentido, las medidas de prevención son prioritarias.

En este capítulo se presentan las principales medidas que se deberán practicar a fin de maximizar la compatibilidad del Proyecto en su ambiente biótico, físico y socioeconómico.

VI.2. Agrupación de impactos de acuerdo con las medidas de prevención, mitigación o compensación.

A continuación, se describen los impactos ambientales que se podrían presentar por la ejecución del Proyecto de acuerdo con el componente ambiental que se verá afectado.

Tabla 1 Medidas de mitigación por componente ambiental.

Componente	Factor ambiental	Impacto ambiental	Etapa de ocurrencia	Medida de control, prevención, mitigación a aplicar
Atmósfera (aire, ruido)	Emisión de gases y partículas suspendidas	Contaminación atmosférica por gases y polvos.	Preparación del sitio/ Construcción	Control de polvo y contaminantes
Atmósfera (aire, ruido)	Contaminación acústica	Contaminación acústica.	Preparación del sitio/ Construcción	Control en los niveles de emisiones de ruido.
Hidrología	Calidad y contaminación	Contaminación y obstrucción de cauces	Preparación del sitio/ Construcción	Evitar descargas de agua en el sitio
Suelo	Calidad del suelo	Modificación en la calidad existente	Preparación del sitio/ Construcción	Movimiento optimizado de tierras
Suelo	Erosión y contaminación	Erosión, pérdida del recurso y contaminación	Preparación del sitio/ Construcción	Aplicación de riesgos para evitar la dispersión de polvos, durante la fase de preparación del sitio y construcción
Vegetación	Distribución y abundancia de la vegetación	Cambios en la distribución y abundancia de la vegetación	Preparación del sitio/ Construcción	No se afectará una superficie mayor a la requerida por el proyecto. Supervisión ambiental
	Cubierta vegetal	Eliminación de cubierta vegetal	Preparación del sitio/ Construcción	

Componente	Factor ambiental	Impacto ambiental	Etapa de ocurrencia	Medida de control, prevención, mitigación a aplicar
	Materia orgánica	Reducción en la producción de materia orgánica	Preparación del sitio/ Construcción	
	Vegetación dentro de los radios de afectación en caso de un incendio y/o explosión	Eliminación de vegetación en caso de incendio y/o explosión	Operación	Programa de mantenimiento de infraestructura del proyecto
Fauna	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Afectación de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Preparación del sitio/ Construcción	Pláticas de educación ambiental Ahuyentamiento de la fauna previo al inicio de actividades. Se tendrá especialista ambiental con una brigada que apoye en el rescate, traslado y reubicación de la fauna. Plantación de especies nativas en zonas desprovistas de vegetación aledañas al proyecto.
	Modificaciones al hábitat	Pérdida y transformación del hábitat	Preparación del sitio/ Construcción	
	Servicios ambientales disponibles	Modificaciones a los servicios ambientales que prestan las especies presentes en la zona	Preparación del sitio/ Construcción	

Componente	Factor ambiental	Impacto ambiental	Etapa de ocurrencia	Medida de control, prevención, mitigación a aplicar
Calidad del paisaje	Modificación de la imagen paisajística actual	Modificación de la imagen paisajística	Preparación del sitio/ Construcción	Disposición adecuada de desechos por medio de la empresa contratista especializada
Económico	Suministro del servicio y actividades productivas	Dejar de prestar servicio de distribución de gas natural	Abandono del sitio	Mantenimiento preventivo y correctivo durante el tiempo de vida útil del proyecto

VI.3. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

En los siguientes incisos se presenta una serie de medidas que se deberán implementar para mitigar los impactos de las actividades del proyecto.

Se describen las medidas de mitigación que deberán aplicarse para atenuar los impactos identificados por componente ambiental que probablemente será afectado por el proyecto de acuerdo con la etapa de probable ocurrencia.

VI.3.1. Etapa de preparación del sitio - construcción

Componente ambiental: **Aire**

- Clasificación de la medida de mitigación: Control, prevención y atenuación
- Duración: Temporal

La calidad del aire se verá deteriorada por la emisión de gases de combustión, polvos y partículas generadas por las actividades relacionadas con el funcionamiento de la maquinaria y equipo empleado en esta etapa, asimismo, por los vehículos que realizarán el transporte de los insumos. Para prevenir y atenuar estos efectos se tienen contempladas las siguientes acciones.

Tabla 2 Medidas de Mitigación Etapa Preparación del Sitio y Construcción - Aire

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
Remoción de material superficial sobre el eje señalado	Se generarán gases de combustión por vehículos de transporte de personal y uso de maquinaria.	Se propone disminuir las emisiones a través de la implementación de mantenimiento preventivo, así como el cumplimiento de verificación vehicular. Se minimizarán las emisiones contaminantes provenientes de los vehículos de traslado de materiales y por el uso de maquinaria y equipo, exigiendo a los contratistas el uso de camiones en buenas condiciones y bien afinados, el uso de combustibles de diésel sin plomo, restringiendo el uso de combustibles de gasolina (en los casos en que esto no sea posible, se obligará el uso de gasolina sin plomo), y prohibiendo la entrada de cualquier vehículo en general a las plantas industriales de las empresas contratantes que contamine ostensiblemente.
Despalme en la trayectoria del gasoducto		
Despalme en la trayectoria del gasoducto	Se generarán emisiones por partículas suspendidas - polvos	Con el fin de disminuir la generación y emisión de polvos a la atmósfera en la etapa de preparación del sitio, ocasionados tanto por el retiro de la cubierta vegetal, como por el movimiento de distintos materiales para la construcción de terracerías, la construcción se realizará por tramos donde inmediatamente después del despalme se irá abriendo la zanja, tendiendo del ducto y aplicando el material de relleno,
Trazo del derecho de vía	Resultados de desmonte, despalme, y el trazo y nivelación del derecho de vía	

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
	consecuencia del uso de maquinaria y equipo.	y una vez terminado este proceso se iniciará la misma operación en otro tramo de iguales dimensiones, todo esto con el fin de no tener toda la trayectoria del ducto sin cubierta vegetal y expuesta al efecto del viento y agua. También se propone como medida de mitigación regar con agua tratada el terreno correspondiente al trazo del gasoducto por las mañanas y las tardes, procurar tener los materiales en condiciones húmedas mínimas para que sus movimientos produzcan el mínimo de polvo.
Uso de maquinaria y equipos Acarreo de materiales Trabajos de soldadura y recubrimiento Compactación Trabajos de pintura en tuberías y conexiones Limpieza y conformación del terreno	Se generarán gases de combustión por vehículos de transporte de personal, transporte de materiales y uso de maquinaria.	Se minimizarán las emisiones contaminantes provenientes de los vehículos de traslado de materiales y por el uso de maquinaria y equipo, exigiendo a los contratistas el uso de camiones en buenas condiciones y bien afinados, el uso de combustibles de diésel sin plomo, restringiendo el uso de combustibles de gasolina (en los casos en que esto no sea posible, se obligará el uso de gasolina sin plomo. Se buscará disminuir estas emisiones a través de la implementación de un mantenimiento, así como el cumplimiento de verificación vehicular. Todos los vehículos automotores deberán circular a baja velocidad (20 km/h máximo) dentro de las instalaciones del

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
		proyecto. En medida de lo posible la pintura se aplicará en talleres que cuenten con campanas de extracción y filtros.
Excavación de zanja Preparación de la zanja (cama de arena) Relleno de zanja Compactación	Se generarán emisiones por partículas suspendidas - polvos resultados de excavación, preparación y relleno de zanja, consecuencia del movimiento de suelo.	Con el fin de disminuir la generación y emisión de polvos a la atmósfera en la etapa de construcción, ocasionados tanto por la pérdida de la cubierta vegetal, como por el movimiento de distintos materiales para la construcción de terracerías, la construcción se realizará por tramos donde inmediatamente después del despalme se irá abriendo la zanja, tendiendo del ducto y aplicando el material de relleno, y una vez terminado este proceso se iniciará la misma operación en otro tramo de iguales dimensiones, todo esto con el fin de no tener toda la trayectoria del ducto sin cubierta vegetal y expuesta al efecto del viento y agua. También se propone como medida de mitigación regar con agua no potable el terreno correspondiente al trazo del gasoducto por las mañanas y las tardes, procurar tener los materiales en condiciones húmedas mínimas para que sus movimientos produzcan el mínimo de polvo, así como un manejo y almacenaje adecuado de los materiales que puedan afectar la calidad del aire en el sitio, instalando mamparas

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
		alrededor de las pilas de materiales en caso de vientos extraordinarios. Se procurará cubrir con una lona o costales húmedos las cajas de los camiones materialistas y de escombros para evitar la dispersión de polvos durante el recorrido que realicen desde el banco de materiales hasta el predio. De igual forma, se vigilará que se barra el interior de estas una vez descargado el material, previo a su regreso, humedeciendo ligeramente la misma.
Aplicación de pintura en tuberías y conexiones	La composición de los recubrimientos líquidos contiene COV´s que pueden liberarse al realizar un ameno inadecuado de los mismos.	En medida de lo posible la pintura se aplicará en talleres que cuenten con campanas de extracción y filtros.

Componente ambiental: **Ruido**

- Clasificación de la medida de mitigación: Control, prevención y atenuación
- Duración: Temporal

Impacto: Contaminación por emisiones sonoras que rebasen los límites establecidos por la normatividad mexicana para prevenir y atenuar estos efectos se tienen contempladas las siguientes acciones:

Tabla 3 Medidas de Mitigación Etapa Preparación del Sitio y Construcción - Ruido

Obra o actividad del proyecto	**Impacto ambiental identificado**	**Medidas de mitigación**
Limpieza del terreno	Generación de ruido por empleo de maquinaria	Realizar mantenimiento periódico y utilizando silenciadores en aquellos equipos que lo permitan. Asimismo, se evitará recorrer innecesariamente por las zonas urbanas con los vehículos o maquinaria, cerrando en su caso los escapes de los vehículos. En cuanto a emisiones de ruido que se generen por la maquinaria y equipo durante la preparación, se verificarán que estas cumplan en todo momento con el reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido de la secretaría de salud, en el que se establecen los niveles máximos permisibles para automóviles, camiones, autobuses, tracto camiones y similares.
Despalme en la trayectoria del gasoducto		
Trazo del derecho de vía		
Uso de maquinaria y	Generación de ruido por	Mantener la operación de esta maquinaria en horario diurno,

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
equipos	empleo de maquinaria	cuando se presentan múltiples actividades de la comunidad y por lo tanto el ruido se oculta relativamente. La utilización de maquinaria y equipo para abrir las zanjas representa la fuente emisora de ruido de mayor importancia, la cual se compara con una excavadora cuyo nivel sonoro se ubica entre los 80 y 95 db (a). Estos niveles rebasan notablemente los límites máximos permisibles que establece la normatividad vigente, de 68 db (a) para horario diurno (6 a 22 hr). Sin embargo, ya que no pueden evitarse dichas emisiones sonoras (por ser sus condiciones de operación), se tiene bien definida la absoluta prohibición de operar la maquinaria por la noche, debido a que los niveles máximos permitidos son de 65 db (a) en horario nocturno y por lo tanto se generarían mayores molestias a la población contigua a la obra. De acuerdo con lo indicado, únicamente puede controlarse el ruido Para atenuar el impacto ocasionado por el incremento de los niveles de ruido por el uso de maquinaria pesada, en las áreas adyacentes al acceso al predio, se evitará trabajar de noche, con lo cual se reducirán las molestias a los trabajadores y a los habitantes de las zonas cercanas
Excavación de zanja		
Preparación de la zanja (cama de arena)		
Descenso de la tubería		
Relleno de zanja		
Compactación		

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
Instalación de la EMR	Generación de ruido por la construcción de estructuras	Brindar mantenimiento periódico a maquinaria y equipo, evitar los trabajos nocturno a fin de no rebasar los niveles de ruido ambiental
Limpieza y conformación del terreno	Generación de ruido por empleo de maquinaria	
Limpieza interna y pruebas (corrida de diablos, hermeticidad, neumática o corrosiva)	Generación de ruido por pruebas a alta presión	Evitar realizarlas pruebas y limpieza en horario nocturno

Componente ambiental: **Suelo**

- Clasificación de la medida de mitigación: Control, prevención y atenuación
- Duración: Temporal

Tabla 4 Medidas de Mitigación Etapa Preparación del Sitio y Construcción - Suelo

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental Identificado	Medidas de mitigación
Limpieza del terreno Despalme en trayectoria del gasoducto Trazo del derecho de vía	Eliminación de la cubierta vegetal actual de la superficie que ocupará la estación de medición y regulación, afectando la calidad del suelo	Realizar el movimiento optimizado de tierras para minimizar los impactos negativos al suelo debido, considerando que las obras a realizar modificarán las características físicas del mismo únicamente en la zona donde se instalara la red de gas natural, Debido a que durante las etapas de preparación y construcción en algunos tramos los suelos sufrirán cambios tanto en la remoción de la capa vegetal como en su grado de compactación, es necesario que, una vez terminadas las maniobras de maquinaria para la instalación de la tubería, se verifique que las condiciones del suelo permitan la recuperación natural de la capa vegetal (reacondicionamiento del suelo)
Uso de maquinaria y	Contaminación del suelo por fluidos de	Mantenimiento preventivo de maquinaria a fin de

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental Identificado	Medidas de mitigación
equipos	la maquinaria	evitar derrames de aceite en suelo. Prohibir hacer mantenimiento correctivo en el área del proyecto
Almacenamiento temporal de materiales	Contaminación de suelo por almacenaje a inadecuado de materiales	Los desechos sólidos generados en esta etapa consistirán fundamentalmente de residuos de los propios materiales a utilizarse, así como escorias, puntas de soldadura, retacería y material de embalaje y empaque, tratándose de materiales inertes. La disposición de estos materiales de desecho se hará por medio de la empresa contratista destinada a realizar la recolección, manejo y disposición final en el sitio que para ello señale el municipio, evitando así su dispersión y disposición final inadecuada. Por seguridad, y para evitar una disposición final inadecuada, todos los materiales de desperdicio en ninguna circunstancia deberán ser depositados en la zanja de la tubería o mezclados con el relleno. El manejo y disposición de los residuos sólidos que
Excavación de zanja	Exposición de la superficie	
Preparación de la zanja (cama de arena)	La incorporación al suelo del material terrígeno para la colocación de la cama que alojará el ducto causará un impacto adverso moderado debido a que alterará las propiedades físicas del suelo al ser diferente al suelo natural	
Limpieza interna y pruebas (corrida de diablos, hermeticidad, neumática o corrosiva)	Alteración a la composición y riesgo de erosión por liberación de agua a alta presión	
Compactación	Cambio en el grado de compactación del terreno	

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental Identificado	Medidas de mitigación
Colocación de las planchas de concreto para la EMR	Alteración a la composición	se generen en todo el desarrollo de la obra y los que se generen durante su operación, se efectuará cotidianamente contando para ello con recipientes adecuados, que cuenten con tapas herméticas para evitar la generación de fauna nociva y malos olores. Estos se colocarán en sitios visibles y accesibles para los usuarios, contando con personal para la recolección y traslado al sitio o sitios autorizados para su disposición final Para garantizar que no quedarán residuos sólidos producto de las obras de construcción enterrados en la zanja y su derecho de vía, que podrían en un momento dado afectar las características del suelo, se utilizará adecuadamente en el derecho de vía de la construcción una rastra de discos o una herramienta de subsuelo donde sea aplicable para romper bajo la superficie el suelo compactado por la construcción y para asegurar la remoción de todos los polines, latas de pintura y otros desechos, limpiando por completo el derecho de vía. Los materiales requeridos para la construcción se
Limpieza y conformación del terreno	Generación de residuos	

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental Identificado	Medidas de mitigación
		obtendrán de casas de materiales de la zona, no directamente de bancos de materiales. Es de esperarse también que los concesionarios de los bancos de préstamo de materiales se vean obligados a aplicar un programa de restauración del mismo al término de su vida útil. En conclusión, al final de la obra se deberá dejar el terreno con las características físicas que presentaba antes de la construcción del proyecto El manejo de los residuos peligrosos se deberá realizar conforme lo estipulado en el artículo 151 de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (LGEEPA), los artículos 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 21, 23, 24, 34 y 42 del reglamento de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos
Acarreo de materiales	Contaminación del suelo por mantenimiento deficiente de los vehículos	Exigir a los contratistas el uso de camiones en buenas condiciones y bien afinados, el uso de combustibles de diésel sin plomo, restringiendo el uso de combustibles de gasolina (en los casos en que esto no sea posible, se obligará el uso de gasolina sin plomo), y prohibiendo la entrada de cualquier

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental Identificado	Medidas de mitigación
		vehículo en general a las plantas industriales de las empresas contratantes que contamine potencialmente se minimiza el riesgo de contaminación del suelo por uso de los vehículos de traslado de materiales,. Se buscará disminuir estas emisiones a través de la implementación de un mantenimiento, así como el cumplimiento de verificación vehicular.
Trabajos de soldadura y recubrimiento	Contaminación del suelo por residuos peligrosos y especiales	Realizar el manejo adecuado de residuos de manejo especial y peligrosos, contar con plan de manejo de residuos interno donde se contemplen todas las etapas del proyecto.
Aplicación de pintura y acabados	Contaminación del suelo por residuos de pinturas	

Componente ambiental: **Agua**

- Clasificación de la medida de mitigación: Control, prevención y atenuación
- Duración: Temporal

Tabla 5 Medidas de Mitigación Etapa Preparación del Sitio y Construcción – Agua

Obra o actividad del proyecto	**Impacto ambiental identificado**	**Medidas de mitigación**
Despalme en la trayectoria del gasoducto	Dentro de las actividades de preparación del sitio se ocupará agua para consumo humano (agua potable), agua para riego de material producto de excavación, y para la construcción de obra civil. Adicionalmente se generan aguas se servicio (tipo doméstico por la presencia de los trabajadores.	Se realizará las siguientes actividades para reducir el consumo de agua Racionalización en lo posible del consumo de agua potable. Uso de agua tratada de ser posible en aquellas actividades que lo permitan, como el riego del terreno para evitar la generación de polvos fugitivos. Respecto a la generación de aguas de servicio se llevarán a cabo las siguientes acciones: Uso de cabinas sanitarias portátiles tipo sanirent, que no requieren agua para su funcionamiento y previenen la contaminación del suelo y agua. En cuanto a los desechos sanitarios, éstos no
Trazo del derecho de vía		
Apertura de franja de desarrollo	Dentro de las actividades de preparación del sitio y construcción se ocupará agua para consumo humano (agua potable), agua para riego de material producto de excavación, y para la construcción de obra civil. Adicionalmente se	
Excavación de la zanja		
Acarreo de material		

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
Relleno de zanja	generan aguas se servicio (tipo doméstico por la presencia de los trabajadores.	serán descargados en corrientes de agua ni en ningún lecho de río. El contratista deberá proporcionar recipientes para la basura y letrinas portátiles tipo sanirent o similar (uno por cada 25 trabajadores) que convengan en los principales puntos de operación. Estas instalaciones deberán cumplir con la normatividad ecológica y sanitaria en vigor, retirando periódicamente dichos desechos y dándoles una disposición final adecuada.
Campamento temporal para servicios de apoyo, logística y gerencia		

Componente ambiental: **Vegetación**

- Clasificación de la medida de mitigación: Control, prevención y atenuación
- Duración: Temporal

Tabla 6 Medidas de Mitigación Etapa Preparación del Sitio y Construcción - Vegetación

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
Delimitación y limpieza del área a intervenir	Para la ejecución del proyecto y sus diversas actividades, es necesario abrir zanjas, compactar y nivelar para la instalación del gasoducto, por lo que puede ser necesario remover o clarear algunos elementos florísticos durante la preparación del sitio, que consiste en la limpieza de malezas y/o arbustos que pudieran estar dentro del área de afectación temporal o permanente del proyecto, se observó que en el AP se encuentran pocos elementos florísticos, ya que se encuentra dentro de un área netamente urbana de tipo industrial, por lo que los individuos presentes son introducidos y dispuestos en arreglos paisajísticos de jardines, camellones y aceras.	Como primera acción, se delimitará el AP y se realizarán todas las actividades necesarias para efectuar la limpieza del terreno, el desmonte y despalme y el trazo y nivelación únicamente a la superficie requerida para alojar la zanja y el cuerpo del gasoducto, evitándose daños mayores en el entorno; al requerir maquinaria o equipo pesado se utilizará únicamente la franja considerada por el trazo del gasoducto, respetando los límites del AP. Se capacitará el personal para evitar la sustracción de especies vegetales. Se minimizará al máximo la superficie afectada utilizando estrictamente el área requerida, por lo que no se afectará en forma innecesaria la vegetación que pudiera existir sobre todo en el

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
		punto de interconexión, de tal forma que se respete la poca vegetación existente armonizando la obra con el paisaje natural del sitio. Se delimitará el área del proyecto para que no sea afectada vegetación fuera del mismo. El promovente y/o constructora contará dentro de su plantilla con un supervisor ambiental que dé seguimiento puntual a la realización de las actividades. No se utilizarán herbicidas. El personal del Área Ambiental realizará pláticas y presentaciones para la capacitación en aspectos ambientales del personal involucrado en el desarrollo de las Obras, en esta capacitación se hará énfasis de la prohibición de capturar, cazar, colectar, comercializar, traficar y perjudicar especies de flora y fauna silvestres que habitan en la zona, en el manejo adecuado de residuos, etc.
Limpieza del terreno	Para realizar las acciones necesarias para efectuar la limpieza del terreno, el desmonte y	La vegetación se removerá mediante la técnica de derribo direccional con el uso de herramientas

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
Despalme en la trayectoria del gasoducto	despalme y el trazo y nivelación se requiere una superficie limpia, por lo que no deben estar presentes elementos de flora o vegetación, de ser ineludible para la instalación del gasoducto o alguna de las actividades derivadas de ello puede presentarse la necesidad de hacer el retiro de algún ejemplar de flora, en el AP se corroboró que no existen elementos arbóreos que puedan ser afectados, por lo que arbustos y/o hierbas pueden ser objeto de esta acción de remoción. Sin embargo, las especies identificadas dentro del trazo son de tipo arvense y/o de ornato, de amplia distribución y en su mayoría de tipo exóticas.	manuales, tomando en cuenta las medidas precautorias para evitar algún tipo de percance. No se utilizará fuego con el objetivo de impedir incendios. Las actividades se restringirán únicamente a la superficie requerida para alojar la zanja y el cuerpo del gasoducto, evitándose daños mayores en el entorno de este; al requerir maquinaria o equipo pesado se utilizará únicamente la franja considerada por el trazo del gasoducto, respetando los límites del mismo. De la misma forma, se capacitará el personal para evitar la sustracción de especies vegetales y para el mantenimiento de las buenas prácticas de las cuadrillas de trabajo.

Componente ambiental: **Fauna**

- Clasificación de la medida de mitigación: Control, prevención y atenuación
- Duración: Temporal

Tabla 7 Medidas de Mitigación Etapa Preparación del Sitio y Construcción - Fauna

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
Delimitación y limpieza del área a intervenir	Por efectos de las actividades de preparación del sitio la fauna que pudiera estar presente en el área se desplazará, afectando su distribución. Captura de especies en el área del proyecto por personal de la empresa constructora específicamente en área el trazo del ducto	Durante el desarrollo de las obras de construcción del gasoducto, en caso de encontrarse cualquier tipo de fauna, no se permitirá la captura de ejemplares para ser utilizados como mascotas. Durante el desarrollo de las obras se realizarán trabajos de ahuyentamiento de fauna el cual consistirá en generar ruido y cambios físicos en las zonas donde animales de alta movilidad pudiesen habitar, principalmente las aves y pequeños mamíferos, buscando su dispersión a otras zonas donde encontraran refugio temporal, estos trabajos serán realizados por personal del área ambiental. El personal del área ambiental realizará pláticas y presentaciones en powerpoint para la capacitación

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
		en aspectos ambientales del personal involucrado en el desarrollo de las obras, en esta capacitación se hará énfasis de la prohibición de capturar, cazar, colectar, comercializar, traficar y perjudicar especies de flora y fauna silvestres que habitan en la zona, en el manejo adecuado de residuos, etc.
Limpieza del terreno	Por efectos de las actividades de preparación del sitio la fauna que pudiera estar presente en el área se desplazará, afectando su distribución. Captura de especies en el área del proyecto por personal de la empresa constructora específicamente en trazo del ducto	Durante el desarrollo de las obras de construcción del gasoducto, en caso de encontrarse cualquier tipo de fauna, no se permitirá la caza y captura de ejemplares Se colocará señalética alusiva al cuidado de la fauna Previo al inicio de cualquier actividad se hará un recorrido por el área del proyecto con personal especializado para el manejo adecuado de fauna en los diversos grupos para evitar la posible afectación a individuos residentes, se hará el registro, rescate y reubicación dentro del SAR y con las condiciones óptimas para su supervivencia.
Despalme en la trayectoria del gasoducto		
Trazo del derecho de vía		
Apertura de franja de desarrollo		
Excavación de zanja		
Compactación		

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
Acarreos de material Cimentación		El promovente contará dentro de su plantilla con un supervisor ambiental. Necesario por el tipo del proyecto. Durante las actividades de despalme la cuadrilla se mantendrá atenta a la conservación y protección de fauna. Se establecerá el límite de velocidad máxima de 20 km/h para evitar la mortalidad de la fauna por atropellamiento. Realizar recorridos semanales sobre el tramo despalmado para verificar si hay o no mortalidad de individuos (fauna). En caso de que esto ocurra se registrará en una bitácora. Durante el desarrollo de las obras se realizarán trabajos de ahuyentamiento de fauna el cual consistirá en generar ruido y cambios físicos en las zonas donde animales de alta movilidad pudiesen habitar, principalmente las aves y pequeños mamíferos, buscando su dispersión a otras zonas donde encontraran refugio temporal, estos trabajos serán realizados por personal del área

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
		ambiental. El personal del Área Ambiental realizará pláticas y capacitación en aspectos ambientales del personal involucrado en el desarrollo de las Obras, en esta capacitación se hará énfasis de la prohibición de capturar, cazar, colectar, comercializar, traficar y perjudicar especies de flora y fauna silvestres que habitan en la zona, en el manejo adecuado de residuos, etc. Previo y durante el desarrollo de las obras se realizarán trabajos de ahuyentamiento de fauna el cual consistirá en generar ruido y cambios físicos en las zonas donde animales de alta movilidad pudiesen habitar, principalmente las aves y pequeños mamíferos, buscando su dispersión a otras zonas donde encontraran refugio temporal, estos trabajos serán realizados por personal del área ambiental.

Componente ambiental: **Paisaje**

- Clasificación de la medida de mitigación: Control, prevención y atenuación
- Duración: Temporal

Tabla 8 Medidas de Mitigación Etapa Preparación del Sitio y Construcción - Paisaje

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
Trazo	El impacto visual que se produce durante la etapa de preparación del sitio y construcción será temporal. La acumulación de residuos sólidos y su manejo inadecuado impactan visualmente de forma adversa.	El impacto visual que se produce durante la etapa de preparación del sitio y construcción será temporal. La medida de mitigación consistirá en la recolección inmediata de los residuos y su disposición en contenedores rotulados con tapa y/o su disposición en camiones de volteo para ser transportados hacia el sitio de tiro autorizado por el municipio. El material de desecho y residuos en general que se generen durante los trabajos de preparación del terreno y construcción, serán colocados temporalmente en la Franja de Desarrollo de manera que no representen riesgos de incendio y que no impida el acceso al AP o a los accesos a calles existentes. El área será restaurada como sea práctico a la condición actual.
Apertura de franja de desarrollo		
Excavación de la zanja		

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
		En este sentido se tomarán fotografías del área antes del inicio de obras para que al término de estas el terreno quede igual o en mejores condiciones que al inicio del proyecto. Cualquier rasgo del paisaje afectado o dañado por el equipo u operaciones será restaurado tanto como sea práctico a su condición original. La instalación del gasoducto no modificará la perspectiva del paisaje de la región, ya que pasa inadvertido para la mayoría de los pobladores de la región debido a que no es visible desde la superficie del terreno.

Componente ambiental: **Socioeconómico**

- Clasificación de la medida de mitigación: Control, prevención y atenuación
- Duración: Temporal

En cuanto a los impactos sobre el ambiente socioeconómico, se tienen las siguientes propuestas:

Tabla 9 Medidas de Mitigación Etapa Preparación del Sitio y Construcción - Socioeconómico

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
Limpieza de terreno Despalme y desmonte	Se obstruirá parcialmente la vialidad en caminos rurales de acceso, avenidas al interior del parque industrial.	Realizar la señalización y abanderamiento en las calles y accesos afectados. Realizar el proyecto por segmentos definidos, iniciando uno cada vez que el anterior haya sido concluido.
Uso de maquinaria y equipos	Afectación de caminos de acceso de especialmente en el cruce direccional de la carretera.	Las actividades correspondientes a la construcción del sitio se limitarán a las franjas de afectación propuestas para el gasoducto y las instalaciones superficiales
Actividades de construcción	Se obstruirá parcialmente la vialidad en caminos rurales de acceso, avenidas al interior del parque industrial.	Realizar la señalización y abanderamiento en las calles y accesos afectados. Realizar el proyecto por segmentos definidos, iniciando uno toda vez que el anterior haya sido concluido.

VI.3.2. Etapa de operación y mantenimiento

La operación y mantenimiento del gasoducto involucra una serie de actividades y operaciones que pueden provocar efectos desfavorables de no operarse en condiciones adecuadas. Las interacciones en las que se estiman se producirán impactos adversos y en los que es posible aplicar alguna medida de mitigación se refieren a las interacciones siguientes:

Componente ambiental: **Aire**

- Clasificación de la medida de mitigación: Control, prevención y atenuación
- Duración: Temporal

El impacto por las emisiones a la atmósfera provenientes de las válvulas de seguridad que liberen gas natural debido a una sobrepresión en la línea se considera mínimo debido a su baja probabilidad de ocurrencia y al volumen reducido que sería liberado, es mitigable a través de una supervisión estricta y continua, y proporcionando el mantenimiento periódico necesario al gasoducto y sus componentes.

Para minimizar el riesgo de un accidente por fuga, incendio o explosión, y garantizar la calidad del aire a lo largo del gasoducto, se contará con estrictas medidas de seguridad y un mantenimiento adecuado de las instalaciones.

Tabla 10 Medidas de Mitigación Etapa Operación y Mantenimiento - Aire

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
Consumo de energía	El uso de energía eléctrica de emergencia implica la quema de un combustible para el funcionamiento de la planta, generando emisiones	Supervisión estricta y continua, además de un mantenimiento periódico del equipo de generación de energía eléctrica de emergencia
Mantenimiento del ducto y de las estaciones de regulación y medición	Durante el mantenimiento se pueden presentar emisiones de gas natural	Realizar el mantenimiento de las instalaciones en estricto apego a los manuales y procedimiento para evitar la emisión de gas este
Posibles accidentes	En caso de una fuga de gas natural generaría emisiones por la misma, en caso de un evento que implique incendio y/o explosión se generarían emisiones por combustión del gas natural	Realizar el monitoreo constante y eficiente de la operación del ducto, realizar y aplicar el programa de inspección de las instalaciones incluyendo la franja de afectación de la línea del ducto, a fin de evitar condiciones de riesgo que contribuyan a la generación de un evento no deseado.

Componente ambiental: **Ruido**

- Clasificación de la medida de mitigación: Control, prevención y atenuación
- Duración: Temporal

Tabla 11 Medidas de Mitigación Etapa Operación y Mantenimiento - Ruido

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
Mantenimiento del ducto y de EMR	Generación de ruido por procedimiento deficiente de mantenimiento de los equipos	Realizar el mantenimiento de acuerdo con el programa anual a fin de evitar emisiones de gas (fugas) que generen ruido.
Posibles accidentes	Ruido por fuga y/o explosiones	Brindar mantenimiento periódico al sistema para evitar que se presente un evento no deseado, realizar e implementar el programa anual de inspección del ducto.

Componente ambiental: **Suelo**

- Clasificación de la medida de mitigación: Control, prevención y atenuación
- Duración: Temporal

Tabla 12 Medidas de Mitigación Etapa Operación y Mantenimiento - Suelo

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
Mantenimiento del ducto y de las estaciones regulación y medición	Generación de residuos	Los residuos generados se manejarán de acuerdo con su caracterización. Evitar que se dispongan residuos en suelo los residuos sólidos urbanos que se generen durante esta etapa del proyecto, serán separados de acuerdo con el tipo de residuo y recolectados periódicamente con la finalidad de evitar que su acumulación favorezca la creación de un foco de contaminación y generación de fauna nociva que afecte notoriamente la calidad ambiental, posteriormente los residuos serán dispuestos en el sitio autorizado por el municipio. Por la generación de residuos peligrosos. Como medida de mitigación se deberán almacenar en forma adecuada los residuos generados, para su posterior envío a confinamiento o reciclaje.
Posibles accidentes	Corrosión por agua a alta presión en la atención de la	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, realizar y aplicar el programa de inspección, realizar la capacitación y comunicación al personal y comunidad de acerca de las franjas de

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
	emergencia	afectación. Para abatir los riesgos de posibles accidentes en general, se instrumentaran planes, programas, cursos de capacitación continua, equipos de combate contra incendios (dentro de las plantas industriales de las diferentes empresas contratantes) y mantenimiento periódico de los sistemas y equipos, así como un programa de capacitación en seguridad que incluye: procesos internos y seguridad, siniestralidad/control de riesgos, simulacros de brigada contra incendios, primeros auxilios, manejo de residuos, levantamiento de cargas y comisiones mixtas.

Componente ambiental: **Agua**

- Clasificación de la medida de mitigación: Control, prevención y atenuación
- Duración: Temporal

Tabla 13 Medidas de Mitigación Etapa Operación y Mantenimiento - Agua

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
Mantenimiento del ducto y de las casetas de regulación y medición	Uso excesivo del recurso hídrico en los procesos de mantenimiento y limpieza de instalaciones superficiales	Generación de residuos líquidos, se instrumentarán las siguientes acciones: Racionalización en lo posible del consumo de agua potable. Uso de agua tratada en aquellas actividades que lo permitan, como el riego del terreno para evitar la generación de polvos fugitivos en caso de que se pueda obtener la misma.
Posibles accidentes	Uso excesivo del agua por atención de emergencias derivadas de mantenimiento incorrecto u otras causas.	Brindar mantenimiento oportuno y continuo al sistema de distribución, realizar y observar el programa de vigilancia de franja de afectación.

Componente ambiental: **Vegetación**

- Clasificación de la medida de mitigación: Control, prevención y atenuación
- Duración: Temporal

Tabla 14 Medidas de Mitigación Etapa Operación y Mantenimiento - Vegetación

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
Posibles accidentes	Ante eventos de incendios o explosiones, se puede ver afectada la vegetación. Igualmente, debido al inadecuado manejo de los residuos de todo tipo y la consecuente contaminación que generarían se pudieran ver afectados los elementos bióticos presentes en el ecosistema en especial el ramal que alimenta la emr del usuario,	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, realizar y aplicar el programa de inspección, realizar la capacitación y comunicación al personal y comunidad de acerca de las franjas de afectación. Para no afectar la ecología de la zona ni contaminar suelos y aguas subterráneas, no se usarán en ningún momento herbicidas u otros químicos con el propósito de conservar el derecho de vía libre de vegetación. Cuando sea necesario, realizar acciones de chaponeo o clareo en áreas que puedan presentar un riesgo, para minimizar un evento adverso y la posible propagación de incendios.

Componente ambiental: **Fauna**

- Clasificación de la medida de mitigación: Control, prevención y atenuación
- Duración: Temporal

Tabla 15 Medidas de Mitigación Etapa Operación y Mantenimiento - Fauna

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
Posibles accidentes	Ante eventos de incendios o explosiones, se puede ver afectada la fauna que se llegara a encontrar en las inmediaciones del área del proyecto.	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, realizar y aplicar el programa de inspección, realizar la capacitación y comunicación al personal y comunidad de acerca de las franjas de afectación. Se tomarán las medidas físicas necesarias para evitar que la fauna que pretenda construir nidos o madrigueras se instale dentro o en las inmediaciones de la caseta de medición y regulación del punto de interconexión, sin que resulten dañadas.

Componente ambiental: **Paisaje**

- Clasificación de la medida de mitigación: Control, prevención y atenuación
- Duración: Temporal

Tabla 16 Medidas de Mitigación Etapa Operación y Mantenimiento - Paisaje

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
Posibles accidentes	Alteración como consecuencia inmediata en caso de ocurrir accidentes por incendio o explosión.	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, realizar y aplicar el programa de inspección, realizar la capacitación y comunicación al personal y comunidad de acerca de las franjas de afectación.

Componente ambiental: **Socioeconómico**

- Clasificación de la medida de mitigación: Control, prevención y atenuación
- Duración: Temporal

Tabla 17 Medidas de Mitigación Etapa Operación y Mantenimiento - Socioeconómico

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
Posibles accidentes	Disminución de calidad de vida de las personas afectadas por eventos no deseados	Elaborar un plan de emergencias, brindar capacitación de personal especializado para llevar a cabo las acciones necesarias durante y después de la contingencia. Se contará con válvulas de bloqueo antes y después de los reguladores de presión, tanto en las casetas de medición/regulación como en el punto de interconexión con el cabezal. Se instalarán señalamientos (marcadores) a lo largo del derecho de vía para indicar la ubicación del gasoducto, incluyendo los números telefónicos de emergencia Se realizarán recorridos de inspección diarios en el derecho de vía del gasoducto (franja de afectación). Establecer un programa de coordinación con la comunidad y autoridades. En caso de un evento no deseado se hará la rehabilitación
	Afectación en la salud de las personas expuestas a eventos no deseadas	
	Afectaciones en la percepción económica por incapacidad	
	Disminución del valor por afectaciones a predios aledaños	
	Afectaciones en los accesos de la población circundante	
	Daños materiales por accidentes	

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
		de áreas afectadas y la indemnización por daños ocasionados.

VI.3.1. Etapa de Abandono

Componente ambiental: **Aire**

Tabla 18 Medidas de Mitigación Etapa Abandono - Aire

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
Desmantelamiento de tubería y accesorios	Se prevé la emisión de gases contaminantes de combustión interna a causa del empleo de maquinaria y equipo	Se minimizarán las emisiones contaminantes provenientes de los vehículos de traslado de materiales y por el uso de maquinaria y equipo, exigiendo a los contratistas el uso de camiones en buenas condiciones y bien afinados, el uso de combustibles de diésel sin plomo, restringiendo el uso de combustibles de gasolina (en los casos en que esto no sea posible, se obligará el uso de gasolina sin plomo), y prohibiendo la entrada de cualquier vehículo en general a las plantas industriales de las empresas contratantes que contamine ostensiblemente. Se buscará disminuir estas emisiones a través de la implementación de un mantenimiento, así como el cumplimiento de verificación vehicular.

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
Demolición obra civil	Generación de polvos producto de la demolición de obra civil	Regar con agua tratada el terreno correspondiente al trazo del gasoducto por las mañanas y las tardes, procurar tener los materiales en condiciones húmedas mínima para que sus movimientos produzcan el mínimo de polvo, así como un manejo y almacenaje adecuado de los materiales que puedan afectar la calidad del aire en el sitio, instalando mamparas alrededor de las pilas de materiales en caso de vientos extraordinarios. Se procurará cubrir con una lona o costales húmedos las cajas de los camiones materialistas y de escombros para evitar la dispersión de polvos durante el recorrido que realicen de igual forma, se vigilará que se barra el interior de estas una vez descargado el material, previo a su regreso, humedeciendo ligeramente la misma.

Componente ambiental: **Ruido**

Tabla 19 Medidas de Mitigación Etapa Abandono - Ruido

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
Desmantelamiento	Generación de ruido por empleo de maquinaria	En cuanto a emisiones de ruido que se generen por la maquinaria y equipo durante la preparación, se verificarán que estas cumplan en todo momento con el reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido de la secretaría de salud, en el que se establecen los niveles máximos permisibles para automóviles, camiones, autobuses, tracto camiones y similares. Lo anterior se puede lograr a través de un mantenimiento periódico y utilizando silenciadores en aquellos equipos que lo permitan. Asimismo, se evitará recorrer innecesariamente por las zonas urbanas con los vehículos o maquinaria, cerrando en su caso los escapes de los vehículos.

Componente ambiental: **Suelo**

Tabla 20 Medidas de Mitigación Etapa Abandono - Suelo

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
Vaciado y Limpieza	Contaminación del suelo por condensados	Realizar la correcta instalación de equipos y accesorios para el vaciado, evitando la generación de fugas hacia el suelo.
	Erosión del suelo por salida de líquidos alta presión	Realizar la correcta instalación de equipos y accesorios y supervisar las mismas durante el vaciado y limpieza del ducto.

Componente ambiental: **Agua**

Tabla 21 Medidas de Mitigación Etapa Abandono - Agua

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
Desmantelamiento	Uso excesivo del agua	Como medidas preventivas para reducir el consumo de agua y la generación de residuos líquidos, se instrumentarán las siguientes acciones: Racionalización en lo posible del consumo de agua potable. Uso de agua tratada en aquellas actividades que lo permitan, como el riego del terreno para evitar la generación de polvos fugitivos. Uso de cabinas sanitarias portátiles tipo sanirent, que no requieren agua para su funcionamiento y previenen la contaminación del suelo y agua. Además, se considera que el consumo será mínimo y en forma temporal

Componente ambiental: **Vegetación**

Tabla 22 Medidas de Mitigación Etapa Abandono - Vegetación

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
Desmantelamiento	Retiro de la cubierta vegetal existente en el área del trazo del ducto y EMR.	Las acciones necesarias para efectuar el desmantelamiento y demolición se restringirán únicamente a la superficie requerida para alojar la zanja y el cuerpo del gasoducto, evitándose daños mayores en el entorno del mismo.

Componente ambiental: **Fauna**

Tabla 23 Medidas de Mitigación Etapa Abandono - Fauna

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
Desmantelamiento	Por efectos de las actividades de preparación del sitio la fauna que pudiera estar presente en el área se desplazará, afectando su distribución. Captura de especies en el área del proyecto por personal de la empresa constructora.	Durante el desarrollo de las obras de abandono del gasoducto, en caso de encontrarse cualquier tipo de fauna, no se permitirá la captura de ejemplares para ser utilizados como mascotas o su comercialización. Durante el desarrollo de las obras se realizarán trabajos de ahuyentado de fauna el cual consistirá en generar ruido y cambios físicos en las zonas donde animales de alta movilidad pudiesen habitar, principalmente las aves y pequeños mamíferos, buscando su dispersión a otras zonas donde encontraran refugio temporal, estos trabajos serán realizados por personal del área ambiental. El personal del Área Ambiental realizará pláticas y capacitación en aspectos ambientales del personal involucrado en el desarrollo de las Obras, en esta capacitación se hará énfasis de la prohibición de capturar, cazar, colectar, comercializar, traficar y perjudicar especies de flora y fauna silvestres que habitan en la zona, en el manejo adecuado de residuos, etc

Componente ambiental: **Paisaje**

No existen interacciones de riesgo para este componente

Componente ambiental: **Socioeconómico**

Tabla 24 Medidas de Mitigación Etapa Abandono - Socioeconómico

Obra o actividad del proyecto	Impacto ambiental identificado	Medidas de mitigación
Desmantelamiento	Cancelar el suministro del servicio de Gas Natural	Con el mantenimiento que se tiene programado para el proyecto se estima que la vida útil estimada del proyecto se podrá extender más del tiempo estimado.

VI.4. Programa de vigilancia ambiental

Se dará seguimiento continuo con el objetivo de llevar a cabo todas y cada una de las medidas de mitigación en tiempo y forma, documentando toda la evidencia posible. Se realizará un Programa de Vigilancia Ambiental que deberá estar a cargo de personal técnico especializado, el cual supervisará el desarrollo de las medidas de prevención y mitigación propuestas en el presente estudio.

VI.4.1. Objetivo general

Determinar el cumplimiento y eficacia de las medidas de prevención, mitigación y compensación desarrolladas en el proyecto y establecer aquellas medidas nuevas que sean consideradas necesarias para responder a impactos no previstos en el presente estudio de impacto ambiental.

VI.4.2. Objetivos específicos

- Establecer la estrategia para supervisar y promover la ejecución a cabalidad de las acciones para dar cumplimiento a las medidas establecidas para el amortiguamiento de la afectación ambiental, durante las etapas de operación y mantenimiento y abandono del sitio del proyecto.
- Determinar parámetros para valorar mediante indicadores de éxito y umbrales de alarma, la eficiencia y la eficacia de todas las acciones que serán implementadas, con la finalidad de evaluar cualitativa y cuantitativamente la aplicación de las medidas que fueron precisadas para amortiguar los impactos ambientales, sobre los diversos componentes bióticos y abióticos afectados por las actividades que involucra el proyecto.
- Establecer un mecanismo que permita identificar de manera inmediata, la necesidad de implementar acciones correctivas emergentes, para evitar la afectación o el deterioro ambiental en el área de influencia directa del proyecto.

VI.4.3. Alcances

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) se enfocará en los siguientes puntos:

1. Protección a la calidad del aire
2. Protección al recurso edáfico (suelo) y al recurso hídrico.
3. Protección al medio socioeconómico y disminución del riesgo de ocurrencia de eventos de fugas, incendios o explosiones.
4. Eficacia de las medidas, corrección, y, en caso de detectarse un impacto no previsto aplicación oportuna de medidas correctivas

VI.4.4. Estrategia para el cumplimiento de medidas propuestas Responsables

Aunque todos los involucrados tendrán distintas actividades a lo largo del desarrollo del proyecto, ante la autoridad, el único responsable directo del cumplimiento adecuado y oportuno de las medidas establecidas en el presente estudio de Impacto Ambiental y de aquellas adicionales establecidas por la autoridad, será el Promovente, quien de forma directa o a través de un tercero capacitado, deberá dar cumplimiento a los requerimientos, así como a la recopilación de evidencia suficiente que demuestre la implementación de todas las acciones necesarias para evitar afectaciones ambientales, esto último podrá realizarse a través de memorias fotográficas, formatos, reportes internos, entro otros, que servirán como instrumentos de monitoreo.

Monitoreo

Un responsable o Supervisor Ambiental designado, debidamente capacitado y con experiencia, será el encargado de verificar la correcta aplicación de las medidas propuestas en el Capítulo VI del presente estudio. Además, tendrá la responsabilidad de coordinar y vigilar la implementación de las acciones y de proponer medidas correctivas para aquellos impactos que no hayan sido previstos anteriormente.

La vigilancia se propone mediante visitas de seguimiento del PVA, sin embargo, este

puede ser modificado por el responsable para dar cumplimiento a todos los requerimientos. El formato propuesto utiliza como base las fichas técnicas descritas en el Capítulo VI, las cuales describen de forma clara y ordenada todas las medidas propuestas, éstas se encuentran enumeradas con el objetivo de facilitar su identificación y monitoreo.

La supervisión dependerá de cada impacto, ya que las medidas propuestas han sido diseñadas en función de cada uno de éstos, de modo que la periodicidad de las visitas dependerá de la intensidad de cada uno de ellos. El Responsable/Supervisor Ambiental será el encargado de establecer la prioridad de cada medida y de elaborar el calendario que especifique la periodicidad de monitoreo de cada una de ellas.

Ante la detección de incumplimientos, el Responsable/Supervisor Ambiental deberá establecer una fecha para una segunda verificación, asesorar en el momento y previo a la segunda visita con propuestas de mejoramiento, y en caso de reincidencia, deberá notificar al Promovente, quien deberá establecer las sanciones administrativas pertinentes.

Sistema de indicadores y mejora continua

El Responsable/Supervisor Ambiental realizará una medición de la afectividad de las medidas propuestas para la disminución de los impactos ambientales, a través de un sistema de indicadores

Capacitación al personal y concientización ambiental

Los técnicos y todo el personal involucrado tendrán capacitación continua para conocer el funcionamiento adecuado de los mecanismos que conforman el sistema de transporte poner en marcha todas las medidas de seguridad y en caso de algún riesgo o incidente.

Este programa de capacitación en seguridad incluirá, por mencionar algunos ejemplos:

- Procesos internos y de seguridad
- Siniestralidad y control de riesgos
- Simulacros de brigada contra incendios, primeros auxilios,

- Levantamiento de cargas y comisiones mixtas,
- Otros temas que se consideren necesarios

Por su parte, se realizarán pláticas de concientización a todo el personal involucrado con el objetivo de incrementar el nivel de conciencia social respecto a los recursos naturales. Los temas mínimos que deberán ser abordados son:

- Manejo adecuado de residuos (incluyendo los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos).
- Contaminación del recurso hídrico y edáfico

Reportes internos e Informes para autoridad

Se propone la presentación de reportes de las actividades que se realicen por parte del Responsable Ambiental, todo esto como parte de las actividades del Programa de Vigilancia Ambiental. Se deberá detallar en el reporte, las actividades realizadas, así como las acciones implementadas y los hallazgos adicionales que pudieron detectarse. También deberá llevarse un registro fotográfico, el llenado de los formatos y bitácoras, así como de todo lo indispensable que documente la implementación oportuna de las medidas de prevención y mitigación. También será actividad del Responsable Ambiental la realización y presentación de los informes solicitados por la ASEA desde la fecha de aprobación del proyecto, hasta el término del periodo autorizado, así como el seguimiento durante el periodo de tiempo que la autoridad determine.

A continuación se presenta la tabla del plan de vigilancia ambiental

Tabla 25 Programa de Vigilancia Ambiental

Medida a emplear	Duración	Factor	Elemento de comprobación	Calendario de comprobación	Punto de comprobación	Cumplimiento Si	Cumplimiento No
Etapa. Preparación del sitio y Construcción							
Programa de mantenimiento de maquinaria y vehículos de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, el cual deberá ser registrado en una bitácora.	Preparación del sitio/construcción	Aire	Bitácora / comprobante de mantenimiento	Al inicio de los trabajos/6 meses	Frente de trabajo		
Los vehículos automotores y camiones pesados deberán apegarse a los límites máximos permisibles de emisión establecidos en los programas de verificaciones vehiculares federales, estatales y/o municipales, en su caso, ya que es previsible la interacción vehicular entre municipios.	Preparación del sitio/construcción	Aire	Comprobante de Verificación de emisiones (estatal)	Al inicio de los trabajos/6 meses	Frente de trabajo		
Para evitar la dispersión de polvos fugitivos, se deberán humedecer los caminos de acceso que no se encuentren pavimentados.	Preparación del sitio/construcción	Aire	Supervisión en sitio	Diario	Frente de trabajo		
Todos los vehículos automotores deberán circular a baja velocidad (20 km/h máximo) dentro de las instalaciones del proyecto.	Preparación del sitio/construcción	Aire	Supervisión en sitio	Diario	Frente de trabajo		
Mantenimiento periódico y utilizando silenciadores en aquellos equipos que lo permitan.	Preparación del sitio/construcción	Ruido	Bitácora / comprobante de mantenimiento	Al inicio de los trabajos/6 meses	Frente de trabajo		
Los vehículos deberán sujetarse a programas de mantenimiento periódico para evitar que se rebasen los niveles de ruido establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994.	Preparación del sitio/construcción	Ruido	Bitácora / comprobante de mantenimiento	Al inicio de los trabajos/6 meses	Frente de trabajo		
Operación de maquinaria en horario diurno	Preparación del sitio/construcción	Ruido	Supervisión en sitio	Diario	Frente de trabajo		
Verificación de que la limpieza del terreno se realice únicamente sobre las áreas definidas y proyectadas	Preparación del sitio	suelo	Supervisión en sitio	Al inicio de la limpieza del terrero/ final de la actividad	Frente de trabajo		
Reacondicionamiento del suelo	Preparación del	Suelo	Supervisión en sitio	Inicio/fin de la actividad	Frente de trabajo		

Medida a emplear	Duración	Factor	Elemento de comprobación	Calendario de comprobación	Punto de comprobación	Cumplimiento Si	Cumplimiento No
	sitio/construcción						
Supervisión en sitio para asegurar que no se brinda mantenimiento a maquinaria en sitio	Preparación del sitio / construcción	suelo	Supervisión en sitio	Diario	Frente de trabajo		
Manejo de residuos sólidos y de manejo especial (separación, disposición)	Preparación del sitio / construcción	suelo	Supervisión en sitio	Diario	Frente de trabajo		
Por seguridad, y para evitar una disposición final inadecuada, todos los materiales de desperdicio bajo ninguna circunstancia deberán ser depositados en la zanja de la tubería o mezclados con el relleno.	Preparación del sitio / construcción	suelo	Supervisión en sitio	Diario	Frente de trabajo		
Para garantizar que no quedarán residuos sólidos producto de las obras de construcción enterrados en la zanja y su Derecho de Vía, que podrían en un momento dado afectar las características del suelo, se utilizará adecuadamente en el Derecho de Vía de la construcción una rastra de discos o una herramienta de subsuelo donde sea aplicable para romper bajo la superficie el suelo compactado por la construcción y para asegurar la remoción de todos los polines, latas de pintura y otros desechos, limpiando por completo el Derecho de Vía.	Preparación del sitio / construcción	suelo	Supervisión en sitio	semanal	Frente de trabajo		
Los materiales requeridos para la construcción se obtendrán de casas de materiales de la zona, no directamente de bancos de materiales.	construcción	suelo	supervisión en oficinas	Al inicio de actividades	oficinas		
Realizar la supervisión del manejo de residuos peligrosos durante su almacenaje y disposición	Preparación del sitio / construcción	suelo	supervisión en sitio / revisión de bitácora de entrada y salida de Rp, manifiestos de salida	mensual / semestral	Frente de trabajo		
Capacitación manejo integral de residuos	Preparación del sitio / construcción	suelo	listas de asistencia	mensual	Frente de trabajo		
Racionalización en lo posible del consumo de agua potable.	Preparación del sitio / construcción	agua	control de inventarios de adquisición de agua	semanal	Frente de trabajo		

Medida a emplear	Duración	Factor	Elemento de comprobación	Calendario de comprobación	Punto de comprobación	Cumplimiento Si	Cumplimiento No
			potable				
Uso de agua tratada en aquellas actividades que lo permitan, como el riego del terreno para evitar la generación de polvos fugitivos.	Preparación del sitio / construcción	agua	Recibos de compra de agua tratada	semanal	Frente de trabajo		
Uso de cabinas sanitarias portátiles tipo Sanirent, que no requieren agua para su funcionamiento y previenen la contaminación del suelo y agua.	Preparación del sitio / construcción	agua	contrato de prestación de servicios	Inicio/fin de la actividad	Frente de trabajo		
En cuanto a los desechos sanitarios, éstos no serán descargados en corrientes de agua ni en ningún lecho de río. El contratista deberá proporcionar recipientes para la basura y letrinas portátiles tipo Sanirent o similar (1 por cada 25 trabajadores) que convengan en los principales puntos de operación. Estas instalaciones deberán cumplir con la normatividad ecológica y sanitaria en vigor, retirando periódicamente dichos desechos y dándoles una disposición final adecuada.	Preparación del sitio / construcción	agua	Permiso de descarga de empresa contratista / bitácoras de salida de residuos sanitarios	semanal	Frente de trabajo		
Las acciones necesarias para efectuar la limpieza del terreno, el desmonte y despalme y el trazo y nivelación se restringirán únicamente a la superficie requerida para alojar la zanja y el cuerpo del gasoducto, evitándose daños mayores en el entorno del mismo; al requerir maquinaria o equipo pesado se utilizará únicamente la franja considerada por el trazo del gasoducto, respetando los límites del mismo	Preparación del sitio	vegetación	Supervisión en sitio	diario	Frente de trabajo		
Se capacitará el personal para evitar la sustracción de especies vegetales.	Preparación del sitio / construcción	vegetación	listas de asistencia	mensual	Frente de trabajo		
Verificar que no se usen herbicidas	Preparación del sitio	vegetación	Supervisión en sitio	semanal	Frente de trabajo		
Durante el desarrollo de las obras de construcción del gasoducto, en caso de encontrarse cualquier tipo de fauna, no se permitirá la captura de ejemplares para ser	Preparación del sitio / construcción	fauna	supervisión en sitio	diario	Frente de trabajo		

Medida a emplear	Duración	Factor	Elemento de comprobación	Calendario de comprobación	Punto de comprobación	Cumplimiento Si	Cumplimiento No
utilizados como mascotas.							
Durante el desarrollo de las obras se realizarán trabajos de ahuyentamiento de fauna el cual consistirá en generar ruido y cambios físicos en las zonas donde animales de alta movilidad pudiesen habitar, principalmente las aves y pequeños mamíferos, buscando su dispersión a otras zonas donde encontraran refugio temporal, estos trabajos serán realizados por personal del área ambiental.	Preparación del sitio / construcción	fauna	supervisión en sitio	diario	Frente de trabajo		
Se capacitará el personal para evitar la sustracción de especies faunísticas	Preparación del sitio / construcción	vegetación	listas de asistencia	mensual	Frente de trabajo		
Recolección inmediata de los residuos y su disposición en contenedores rotulados con tapa y/o su disposición en camiones de volteo para ser transportados hacia el sitio de tiro autorizado por el municipio.	Preparación del sitio / construcción	paisaje	supervisión en sitio	diario	Frente de trabajo		
El material de desecho y residuos en general que se generen durante los trabajos de preparación del terreno y construcción, serán colocados temporalmente en la Franja de Desarrollo de manera que no representen riesgos de incendio y que no impida el acceso a la Franja de Desarrollo o a los accesos a calles existentes.	Preparación del sitio / construcción	paisaje	supervisión en sitio	diario	Frente de trabajo		
El área será restaurada como sea práctico a la condición actual.	Preparación del sitio / construcción	paisaje	Supervisión en sitio/informe final	al fin de los trabajos	Frente de trabajo		
En este sentido se tomarán fotografías del área antes del inicio de obras para que al término de las mismas el terreno quede igual o en mejores condiciones que al inicio del proyecto.	Preparación del sitio / construcción	paisaje	Informe final	al inicio y fin de los trabajos	Frente de trabajo		
Las actividades correspondientes a la preparación del sitio se limitarán a las franjas de afectación propuestas para el gasoducto y las instalaciones superficiales	Preparación del sitio / construcción	socioeconómico	supervisión en sitio	diario	Frente de trabajo		
Contratación de una empresa que recolecte los desechos	Preparación del sitio	socioeconómico	contrato de servicios de	diario	Frente de trabajo		

Medida a emplear	Duración	Factor	Elemento de comprobación	Calendario de comprobación	Punto de comprobación	Cumplimiento Si	Cumplimiento No
generados durante esta etapa para que los disponga en el sitio que autorice el municipio.	/ construcción		recolección de RSU				
La medida de mitigación considera la instalación de silenciadores y una revisión mecánica de los motores, vehículos y máquinas que generen ruido. Como medida adicional se trabajará en horario diurno para no alterar a los habitantes de la región	Preparación del sitio / construcción	socioeconómico	verificación visual (Chek list)	diario	Frente de trabajo		
Uso de equipos de protección personal.	Preparación del sitio / construcción	socioeconómico	verificación visual (Chek list)	diario	Frente de trabajo		
Establecimiento de rutas adecuadas para el movimiento de materiales	preparación del sitio/ construcción	socioeconómico	Estudio técnico justificativo de rutas de transporte de materiales	Al inicio de las actividades	Oficinas/frente de trabajo		
Con el propósito de evitar la ocurrencia de accidentes peatonales y vehiculares, durante las obras, se tiene programada la implementación de un sistema de señalización preventivo,	preparación del sitio/ construcción	socioeconómico	evidencia fotográfica	Al inicio y fin de los trabajos con supervisión semanal	Oficinas/frente de trabajo		
Etapa: operación y mantenimiento							
Supervisión estricta y continua, además de un mantenimiento periódico del equipo de generación de energía eléctrica de emergencia	Operación y mantenimiento	aire	Programa de Mantenimiento y evidencias del mismo	semestral	Frente de trabajo		
Elaborar y cumplir con el manual de operación y mantenimiento de instalaciones y equipos para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos y evitar el Sobrepresionamiento por la fallas de estos.	Operación y mantenimiento	aire	Programa anual de mantenimiento y Evidencias del cumplimiento	anual	oficinas y frente de trabajo		
Elaborar y cumplir el programa de inspección del ducto, cumplir con el programa de comunicación al personal y la comunidad para evitar daño a la estructura del ducto que pueda ocasionar Sobrepresionamiento de la línea del ducto	Operación y mantenimiento	aire	programa de inspección y evidencias del cumplimiento de este / programa y evidencias de	semestral /anual	oficina y frente de trabajo		

Medida a emplear	Duración	Factor	Elemento de comprobación	Calendario de comprobación	Punto de comprobación	Cumplimiento Si	Cumplimiento No
			comunicación con la comunidad				
Realizar el mantenimiento de las instalaciones en estricto apego a los manuales y procedimiento para evitar la emisión de gas	Operación y mantenimiento	aire	programa anual de mantenimiento y evidencias del mismo / evidencias de capacitación del personal que realiza el mantenimiento	semestral /anual	oficinas y frente de trabajo		
Realizar el monitoreo constante y eficiente de la operación del ducto, realizar y aplicar el programa de inspección de las instalaciones incluyendo la franja de afectación de la línea del ducto, a fin de evitar condiciones de riesgo que contribuyan a la generación de un evento no deseado.	Operación y mantenimiento	aire	programa de vigilancia e instalaciones y franja de afectación, reportes	anual/ semanal	oficinas y frente de trabajo		
Los residuos generados se manejarán de acuerdo a su caracterización. Evitar que se dispongan residuos en suelo	Operación y mantenimiento	suelo	plan de manejo de residuos / evidencias de su aplicación de acuerdo al plan establecido	de acuerdo a lo establecido en el plan de manejo	oficinas y frente de trabajo		
Los residuos sólidos urbanos que se generen durante esta etapa del proyecto, serán separados de acuerdo al tipo de residuo y recolectados periódicamente con la finalidad de evitar que su acumulación favorezca la creación de un foco de contaminación y generación de fauna nociva que afecte notoriamente la calidad ambiental, posteriormente los residuos serán dispuestos en el sitio autorizado por el municipio.	Operación y mantenimiento	suelo	plan de manejo de residuos / evidencias de su aplicación de acuerdo al plan establecido/ pago de derechos al municipio por disposición final de RSU	de acuerdo a lo establecido en el plan de manejo	oficinas y frente de trabajo		
Por la generación de residuos peligrosos. Como medida de mitigación se deberán almacenar en forma adecuada los	Operación y mantenimiento	suelo	plan de manejo de residuos / evidencias	de acuerdo a lo establecido en el plan de	oficinas y frente de trabajo		

Medida a emplear	Duración	Factor	Elemento de comprobación	Calendario de comprobación	Punto de comprobación	Cumplimiento Si	Cumplimiento No
residuos generados, para su posterior envío a confinamiento o reciclaje.			de su aplicación de acuerdo al plan establecido/ bitácora de ATRP y manifiestos de residuos peligrosos	manejo			
Para abatir los riesgos de posibles accidentes en general, se cuenta con planes, programas, cursos de capacitación continua, equipos de combate contra incendios (dentro de las plantas industriales de las diferentes empresas contratantes) y mantenimiento periódico de los sistemas y equipos, así como un programa de capacitación en seguridad que incluye: procesos internos y seguridad, siniestralidad/control de riesgos, simulacros de brigada contra incendios, primeros auxilios, manejo de residuos, levantamiento de cargas y comisiones mixtas.	Operación y mantenimiento	suelo	Programa de capacitación anual y evidencias de su cumplimiento	anual	oficinas y frente de trabajo		
Brindar mantenimiento oportuno y continuo al sistema de transporte, realizar y observar el programa de vigilancia de franja de afectación a fin de evitar eventos indeseado	Operación y mantenimiento	agua, vegetación y fauna	Programa anual de mantenimiento preventivo de instalaciones, evidencias de su cumplimiento	anual	oficinas y frente de trabajo		
	Operación y mantenimiento				oficinas y frente de trabajo		
Elaborar un Plan de Emergencias, Brindar capacitación de personal especializado para llevar a cabo las acciones necesarias durante y después de la contingencia.	Operación y mantenimiento	socioeconómico	elaboración del PRE y PPA, capacitación anual a las brigadas de emergencia	la elaboración será única con actualizaciones cada que marque los resolutivos en materia de riesgo/ capacitación anual	oficinas y frente de trabajo		
Dar mantenimiento a señalamientos (marcadores) a lo largo del Derecho de Vía para indicar la ubicación del gasoducto, incluyendo los números telefónicos de	Operación y mantenimiento	socioeconómico	de acuerdo programa de mantenimiento/ evidencias de su	anual	oficinas y frente de trabajo		

Medida a emplear	Duración	Factor	Elemento de comprobación	Calendario de comprobación	Punto de comprobación	Cumplimiento Si	Cumplimiento No
emergencia.			cumplimiento				
Se realizarán recorridos de inspección diarios en el Derecho de Vía del gasoducto (franja de afectación).	Operación y mantenimiento	socioeconómico	Evidencias de inspección del ducto	reportes mensuales	oficinas y frente de trabajo		
Establecer un programa de coordinación con la comunidad y autoridades.	Operación y mantenimiento	socioeconómico	Programa de comunicación con autoridades de la zona	anual	oficinas y frente de trabajo		
En caso de un evento no deseado se hará la rehabilitación de áreas afectadas y la indemnización por daños ocasionados.	Operación y mantenimiento	socioeconómico	de acuerdo a programa de rehabilitación	a determinar de acuerdo a programa	oficinas y frente de trabajo		
Etapa: Abandono							
Elaborar y aplicar el procedimiento especifico de inertización del ducto. Contar con personal capacitado para llevar a cabo el procedimiento	etapa de abandono	aire	procedimiento de inertizado de ducto, evidencias de capacitación o capacidad técnica del personal que realizará el procedimiento	antes del inicio de los trabajos	oficinas y frente de trabajo		
Elaborar y someter a aprobación el programa de CDA de sector hidrocarburos aprobado por la autoridad competente, en el cual se especifique el procedimiento de vaciado y limpieza. Aplicar el procedimiento en estricto apego a lo manifestado por la autoridad	etapa de abandono	aire	programa CDA aprobado por la autoridad competente	antes del inicio de la etapa de abandono	oficinas		
Se minimizarán las emisiones contaminantes provenientes de los vehículos de traslado de materiales y por el uso de maquinaria y equipo, exigiendo a los contratistas el uso de camiones en buenas condiciones y bien afinados, el uso de combustibles de Diésel sin plomo, restringiendo el uso de combustibles de gasolina (en los casos en que esto no sea posible, se obligará el uso de gasolina sin plomo), y prohibiendo la entrada de cualquier	etapa de abandono	Aire	Comprobante de verificación de emisiones (estatal)	Al inicio de los trabajos/6 meses	Frente de trabajo		

Medida a emplear	Duración	Factor	Elemento de comprobación	Calendario de comprobación	Punto de comprobación	Cumplimiento Si	Cumplimiento No
vehículo en general a las plantas industriales de las empresas contratantes que contamine ostensiblemente. Se buscará disminuir estas emisiones a través de la implementación de un mantenimiento, así como el cumplimiento de verificación vehicular.							
Verificar que el vaciado se realice en horario diurno	etapa de abandono	ruido	verificación en sitio	durante la actividad	Frente de trabajo		
Mantenimiento periódico y utilizando silenciadores en aquellos equipos que lo permitan. Asimismo, se evitará recorrer innecesariamente por las zonas urbanas con los vehículos o maquinaria, cerrando en su caso los escapes de los vehículos.	etapa de abandono	ruido	Bitácora / comprobante de mantenimiento	Al inicio de los trabajos/6 meses	Frente de trabajo		
Realizar la correcta instalación de equipos y accesorios para el vaciado, evitando la generación de fugas hacia el suelo.	etapa de abandono	suelo	supervisión en sitio	durante la actividad	Frente de trabajo		
Racionalización en lo posible del consumo de agua potable.	etapa de abandono	agua	control de inventarios de adquisición de agua potable	semanal	Frente de trabajo		
Uso de agua tratada en aquellas actividades que lo permitan, como el riego del terreno para evitar la generación de polvos fugitivos.	etapa de abandono	agua	Recibos de compra de agua tratada	semanal	Frente de trabajo		
Uso de cabinas sanitarias portátiles tipo Sanirent, que no requieren agua para su funcionamiento y previenen la contaminación del suelo y agua.	etapa de abandono	agua	contrato de prestación de servicios	Inicio/fin de la actividad	Frente de trabajo		
En cuanto a los desechos sanitarios, éstos no serán descargados en corrientes de agua ni en ningún lecho de río. El contratista deberá proporcionar recipientes para la basura y letrinas portátiles tipo Sanirent o similar (1 por cada 25 trabajadores) que convengan en los principales puntos de operación. Estas instalaciones deberán cumplir con la normatividad ecológica y sanitaria en vigor,	etapa de abandono	agua	Permiso de descarga de empresa contratista / bitácoras de salida de residuos sanitarios	semanal	Frente de trabajo		

Medida a emplear	Duración	Factor	Elemento de comprobación	Calendario de comprobación	Punto de comprobación	Cumplimiento Si	Cumplimiento No
retirando periódicamente dichos desechos y dándoles una disposición final adecuada.							
Las acciones necesarias para efectuar el desmantelamiento y demolición se restringirán únicamente a la superficie requerida para alojar la zanja y el cuerpo del gasoducto, evitándose daños mayores en el entorno del mismo.	etapa de abandono	vegetación	supervisión en sitio	diario	Frente de trabajo		
Durante el desarrollo de las obras de abandono del gasoducto, en caso de encontrarse cualquier tipo de fauna, no se permitirá la captura de ejemplares para ser utilizados como mascotas.	etapa de abandono	fauna	supervisión en sitio	Diario	Frente de trabajo		
Durante el desarrollo de las obras se realizarán trabajos de ahuyentamiento de fauna el cual consistirá en generar ruido y cambios físicos en las zonas donde animales de alta movilidad pudiesen habitar, principalmente las aves y pequeños mamíferos, buscando su dispersión a otras zonas donde encontraran refugio temporal, estos trabajos serán realizados por personal del área ambiental.	etapa de abandono	fauna	supervisión en sitio	diario	Frente de trabajo		
El personal del Área Ambiental realizará pláticas y presentaciones en PowerPoint para la capacitación en aspectos ambientales del personal involucrado en el desarrollo de las Obras, en esta capacitación se hará énfasis de la prohibición de capturar, cazar, colectar, comercializar, traficar y perjudicar especies de flora y fauna silvestres que habitan en la zona, en el manejo adecuado de residuos, etc.	**etapa de abandono**	**vegetación**	**listas de asistencia**	**mensual**	**Frente de trabajo**		

VI.5. Seguimiento y control (monitoreo)

Las medidas de prevención, mitigación y compensación que han sido propuestas en este estudio comprenden las acciones que se deben tomar en cuenta para minimizar los impactos negativos estimados e identificados que el proyecto pueda tener en su entorno durante sus etapas de Operación y Mantenimiento y de Abandono del Sitio, esto incluye acciones sobre los componentes ambientales tales como aire, ruido, agua, suelo, paisaje, así como al componente socioeconómico y de riesgo.

De tal forma que, para asegurar el monitoreo de la implementación de estas medidas se deberá contar con un supervisor o responsable ambiental, el cual se encargará de desarrollar, dar seguimiento y vigilar el cumplimiento de cada una de las actividades propuestas en este documento mediante la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental.

Todas estas medidas se han planteado con base en un profundo conocimiento de las características que se prevé tendrán los impactos que se generarán en estas etapas del proyecto, lo que constituye la clave para establecer medidas que resulten efectivas con relación al control de estos y que permitan obtener resultados concretos.

En caso de suceder algún tipo de impacto no previsto, el supervisor ambiental tendrá la responsabilidad de desarrollar y ejecutar medidas apropiadas que mitiguen o compensen el impacto generado.

VI.6. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

A continuación de la información sobre la estimación de costos de cada una de las obras y actividades del proyecto.

Tabla 26 Costos de Sistemas de seguridad del ducto EMR

A) Sistemas de seguridad del ducto y sus casetas	Cantidad	Unidad	P.U. pesos	Total
Protección catódica/interconexión	-	lote		**Existente**
Válvula slam shut	-	pza		
Reguladores en monitor	-	pza		
Odorizador	-	pza		
Válvula de seguridad	-	pza		
Señalamientos	-	lote		
Cinta metálica de localización y advertencia	6755	m		
Computador con alarmas	-	lote		
Sistema de tierras	7	lote		

DATOS PATRIMONIALES DE LA PERSONA MORAL (MONTO DE INVERSIÓN, CUENTA BANCARIA), ART. 116 CUARTO PÁRRAFO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP.

Tabla 27 Costos de Supervisión Ambiental en la Etapa de Construcción

B) Supervisión ambiental y de seguridad en la etapa de construcción	Cantidad	Unidad	P.U. pesos	Total
Supervisión	480	día		
Viáticos	480	día		
Señalización y equipo de seguridad	24	lote		
Botes de basura	24	lotes		

DATOS PATRIMONIALES DE LA PERSONA MORAL (MONTO DE INVERSIÓN, CUENTA BANCARIA), ART. 116 CUARTO PÁRRAFO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP.

B) Supervisión ambiental y de seguridad en la etapa de construcción	Cantidad	Unidad	P.U. pesos	Total
Retiro de basura	72	viaje	[redacted]	
Sanirent	12	pza		
Traslado y disposición de escombro	42	viaje		
Supervisión ambiental	480	viaje		
Seguimiento de condicionantes	6	lote		
Elaboración de reportes	6	lote		
Limpieza final	6	lote		

DATOS PATRIMONIALES DE LA PERSONA MORAL (MONTO DE INVERSIÓN, CUENTA BANCARIA), ART. 116 CUARTO PÁRRAFO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP.

Tabla 28 Costos de Actividades previas al arranque del gasoducto

C) Actividades previas al arranque del gasoducto	Cantidad	Unidad	P.U. pesos	Total
Elaboración PRE	1	lote	[redacted]	
Dictamen Unidad Verificadora/Acta circunstanciada	2	lote		
Seguro de responsabilidad civil	1	lote		
Odorizante	1	lote		
Cursos de capacitación	1	lote		

DATOS PATRIMONIALES DE LA PERSONA MORAL (MONTO DE INVERSIÓN, CUENTA BANCARIA), ART. 116 CUARTO PÁRRAFO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP.

[redacted]

Es importante mencionar que este monto es una estimación ya que, para la determinación de seguros y fianzas se deberá realizar el Estudio Técnico Económico correspondiente.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Ampliación de la Red de Gas Natural del Parque Industrial Querétaro

Capítulo 7

Gas Natural Santa Rosa, S de R. L. de C.V.

Contenido

VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas. VII-3

VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto VII-3

VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto..... VII-5

VII.2.1. Emisiones de CO2..... VII-6

VII.2.2. Emisiones de NOx..... VII-6

VII.2.3. Emisiones SO2 ..... VII-7

VII.2.4. Emisiones de CH4..... VII-7

VII.2.5. Partículas sólidas..... VII-8

VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección..... VII-8

VII.4. Pronóstico ambiental..... VII-9

VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas.

VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

Es claro que el Plan Maestro de Desarrollo del Municipio de Querétaro tiene como un eje regulador velar por la estabilidad de las finanzas públicas y del sistema financiero para generar condiciones favorables para el crecimiento económico y el empleo de la entidad. Lo anterior sustentado en un acelerado crecimiento poblacional, que, si no se atiende con puntualidad, puede resultar en un deterioro de las relaciones sociales o la contaminación ambiental.

El Plan Maestro de Desarrollo del Municipio de Querétaro, establece dentro de sus objetivos primordiales un crecimiento industrial sostenible, que evite incidir de manera negativa en el medio ambiente y no agote los recursos naturales. Asimismo, estima que el 19.9% de los trabajadores se emplee en el sector de la industria manufacturera.

La vocación industrial y empresarial del municipio de Querétaro es sólida y cuenta con la infraestructura para el desarrollo de diversas empresas y fábricas, donde el Parque Industrial Querétaro destaca con la mayor participación de industria en el estado con 20.4%. Es por estos motivos que el crecimiento de la industria en la entidad es una realidad.

Ahora bien, la industria de manera general consume tanta energía como el transporte y puede emplear cualquier tipo disponible en el mercado. Sin embargo, en esta misma medida que consume energía genera sustancias contaminantes e impactos sobre el medio ambiente.

La industria utiliza toda clase de energía comercial, aunque en la práctica es la principal usuaria de la electricidad y el gas natural. Siguen en importancia los derivados del petróleo. En los tiempos actuales, parte de la actividad primaria es responsable de la contaminación de aguas, de suelos y atmósfera.

Si se considera que, en México la generación de electricidad se lleva a cabo, principalmente, a partir de la combustión de energéticos fósiles; lo cual contribuye a la emisión de contaminantes tales como SOx, NOx, CO, PM10, PM2.5 y

compuestos orgánicos volátiles (COV) que afectan la calidad del aire de acuerdo con la siguiente gráfica:

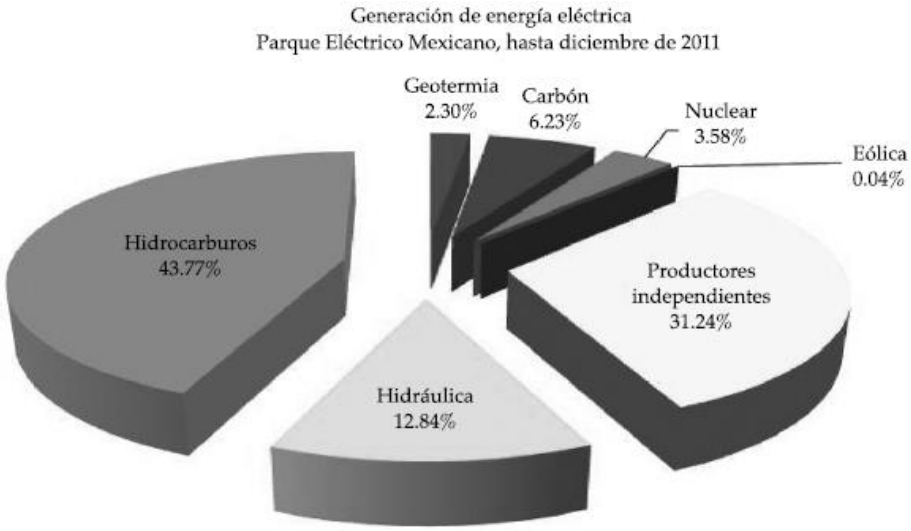


Figura 1 Generación de energía eléctrica en México

Además de considerar que la principal fuente de combustible para las termoeléctricas es el combustóleo ─el combustóleo es el residuo de los procesos de destilación y craqueo del petróleo. El uso del combustóleo genera emisiones de monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO2) y óxidos de nitrógeno, que influyen directamente en el deterioro de la calidad del aire─.

Y que el transporte y distribución de la energía eléctrica causa pérdidas energéticas que reducen la eficiencia del combustible para el usuario final, es claro que la industria puede ser fuente importante de contaminantes si no se llevan a cabo las medias correctas.

En caso de no desarrollarse el proyecto es claro que la industria continuará en crecimiento y que requerirá de fuentes energéticas para su desarrollo. Estas fuentes energéticas no siempre tendrán la mayor eficiencia, además de ser fuentes importantes de contaminantes. Por lo que de no desarrollarse el proyecto se esperaría un crecimiento igual de la industria, pero con un mayor impacto al medio ambiente.

VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto

El proyecto tiene por objetivo distribuir de Gas Natural a los diferentes usuarios del Parque Industrial Querétaro.

En sí, el Gas Natural es una fuente mucho mas eficiente que otros hidrocarburos para la generación de energía, ya que:

1) Es fácil de transportar y existen pocas pérdidas en la entrega para el usuario final
2) Es fácil de almacenar
3) Las nuevas tecnologías mejoran sustancialmente la eficiencia del combustible para la generación de energía, lo que se traduce en mas energía por menos combustible.

Asimismo, el Gas Natural es menos contaminante que el carbón, el petróleo o el combustóleo. Por lo que el empleo directamente de este energético en la industria disminuye considerablemente la huella contaminante de la industria que opte por este tipo de energético.

El gas natural es el combustible fósil con menor impacto medioambiental de todos los utilizados, tanto en la etapa de extracción, elaboración y transporte, como en la fase de utilización.

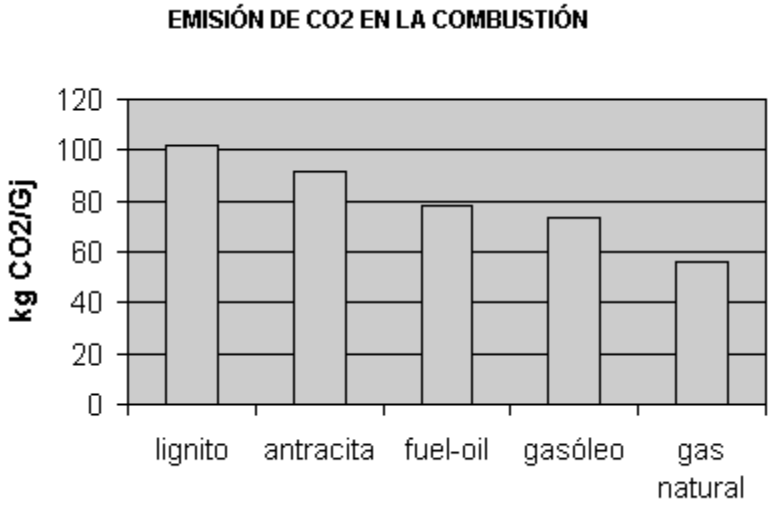
Respecto a la fase de extracción, la única incidencia medioambiental está ligada a los pozos en los que el gas natural se encuentra ligado a yacimientos de petróleo que carecen de sistemas de reinyección. En esos casos el gas se considera como un subproducto y se quema en antorchas (ver foto). Por otro lado, la transformación es mínima, limitándose a una fase de purificación y en algunos casos, eliminación de componentes pesados, sin emisión de efluentes ni producción de escorias.

Las consecuencias atmosféricas del uso del gas natural son menores que las de otros combustibles por las siguientes razones:

- La menor cantidad de residuos producidos en la combustión permite su uso como fuente de energía directa en los procesos productivos o en el sector terciario, evitando los procesos de transformación como los que tienen lugar en las plantas de refino del crudo.

- La misma pureza del combustible lo hace apropiado para su empleo con las tecnologías mas eficientes: Generación de electricidad mediante ciclos combinados, la producción simultánea de calor y electricidad mediante sistemas de cogeneración, climatización mediante dispositivos de compresión y absorción.

Menores emisiones de gases contaminantes (SO2, CO2, NOx y CH4) por unidad de energía producida.



VII.2.1. Emisiones de CO2

El gas natural como cualquier otro combustible produce CO2; sin embargo, debido a la alta proporción de hidrógeno-carbono de sus moléculas, sus emisiones son un 40-50% menores de las del carbón y un 25-30% menores de las del fuel-oil.

VII.2.2. Emisiones de NOx

Los óxidos de nitrógeno se producen en la combustión al combinarse radicales de nitrógeno, procedentes del propio combustible o bien, del propio aire, con el oxígeno de la combustión. Este fenómeno tiene lugar en reacciones de elevada temperatura, especialmente procesos industriales y en motores alternativos, alcanzándole

proporciones del 95-98% de NO y del 2-5% de NO2. Dichos óxidos, por su carácter ácido contribuyen, junto con el SO2 a la lluvia ácida y a la formación del "smog" (término anglosajón que se refiere a la mezcla de humedad y humo que se produce en invierno sobre las grandes ciudades).

La naturaleza del gas (su combustión tiene lugar en fase gaseosa) permite alcanzar una mezcla más perfecta con el aire de combustión lo que conduce a combustiones completas y más eficientes, con un menor exceso de aire.

La propia composición del gas natural genera dos veces menos emisiones de NOx que el carbón y 2,5 veces menos que el fuel-oil. Las modernas instalaciones tienen a reducir las emisiones actuando sobre la temperatura, concentración de nitrógeno y tiempos de residencia o eliminándolo una vez formado mediante dispositivos de reducción catalítica.

VII.2.3. Emisiones SO2

Se trata del principal causante de la lluvia ácida, que a su vez es el responsable de la destrucción de los bosques y la acidificación de los lagos. El gas natural tiene un contenido en azufre inferior a las 10ppm (partes por millón) en forma de odorizante, por lo que la emisión de SO2 en su combustión es 150 veces menor a la del gas-oil, entre 70 y 1.500 veces menor que la del carbón y 2.500 veces menor que la que emite el fuel-oil.

VII.2.4. Emisiones de CH4

El metano, que constituye el principal componente del gas natural es un causante del efecto invernadero más potente que el CO2, aunque las moléculas de metano tienen un tiempo de vida en la atmósfera más corto que el del CO2.De acuerdo con estudios independientes, las pérdidas directas de gas natural durante la extracción, trasporte y distribución a nivel mundial, se han estimado en 1% del total del gas transportado.

La mayor parte de las emisiones de metano a la atmósfera son causadas por la actividad ganadera y los arrozales, que suponen alrededor del 50% de las emisiones causadas por el hombre.

VII.2.5. Partículas sólidas

El gas natural se caracteriza por la ausencia de cualquier tipo de impurezas y residuos, lo que descarta cualquier emisión de partículas sólidas, hollines, humos, etc. y además permite, en muchos casos el uso de los gases de combustión de forma directa (cogeneración) o el empleo en motores de combustión interna.

Ahora bien, en el entendido de que la industria seguirá en crecimiento y que es necesario atender las necesidades energéticas del sector, el Gas Natural se convierte en una excelente alternativa para satisfacer estas necesidades mediante un producto más eficiente y que, además, cuenta con un impacto ambiental menor del que se produce mediante la generación eléctrica con otros métodos.

Por lo que en un escenario de proyecto sin medidas de mitigación se tiene un beneficio directo en materias ambiental y económica.

Sin embargo, no existe actividad exenta de impacto ambiental; por lo que es necesario establecer medidas preventivas de impactos ambientales generados por la distribución del Gas Natural.

VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección.

Antes de iniciar el capítulo, es importante destacar que el proyecto solo contempla la ampliación del sistema mediante la conexión del sistema a un ducto de Transcanada ubicado en la porción noreste del parque y el tendido de una nueva red de ductos para conexión con posibles nuevos usuarios.

Derivado de lo anterior se consideran los impactos ambientales directos del proyecto, además de aquellos sinérgicos que se puedan dar por las actividades comerciales e industriales del PIQ-

Por lo tanto se considera que el que las industrias migren a un tipo de energía como es el gas natural es benéfico para el medio ambiente, ya que la generación de energía por este medio ha resultado ser benéfica, además de mostrar claras ventajas establecidas a lo largo de esta MIA.

En este sentido, si se da el proyecto y además de implementan las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales presentadas en el capítulo anterior permitirá disminuir sustancialmente el impacto que el tendido de ductos y transporte de Gas Natural puede generar hasta un punto considerado como poco perceptible. De manera que el proyecto resulta viable para el medio ambiente y disminuye los impactos ambientales generados de otros métodos de generación de contaminantes.

VII.4. Pronóstico ambiental

El proyecto finalmente se evalúa desde el punto de vista de la sostenibilidad, que se refiere a que un proyecto es soportable en lo ecológico, viable en lo económico y equitativo en lo social se puede concluir que:

Ecológico

- El transporte de Gas Natural no generará desequilibrios perceptibles al medio ambiente.
- La migración de la industria al consumo de Gas Natural es una actividad benéfica al medio ambiente en materia de generación de gases de efecto invernadero.
- El proyecto se da en un área completamente urbanizada y que se ha sometido a diferentes condiciones de manejo sustentable y medidas de mitigación de contaminación e impactos ambientales; por lo tanto, la inclusión de nuevos ductos en el PIQ, no tiene previstos impactos ambientales perceptibles en el medio ambiente.

Económico

- El transporte de Gas Natural permitirá a la industria obtener energía de manera más eficiente, por lo que podrá mejorar sus procesos, obteniendo mayores utilidades que le permitirá un mayor crecimiento económico que permeará en los diferentes niveles socioeconómicos de la región.

Social

- La presente Manifestación de Impacto Ambiental se encuentra acompañada de un Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos, mismos que considera distintos escenarios de peligro, exposición y riesgo que permitirá preveer que la construcción del proyecto no tendrá impactos negativos sobre la población.
- El incremento en la producción y crecimiento de la industria en la región permeará positivamente e la economía de la región, situación que favorecerá la equidad social mediante el aumento del poder adquisitivo y en general el bienestar de la sociedad.

Por lo tanto, no existen evidencias de que el proyecto no atienda a las condiciones de sostenibilidad o que causen desequilibrios importantes al medio ambiente. Por lo que el proyecto resulta viable en materia ambiental.

Fuentes

Gobierno de México (24/07/2018). Diferencia entre sustentable y sostenible. Recuperado de https://www.gob.mx/semarnat/articulos/diferencia-entre-sustentable-y-sostenible fecha de consulta 11/09/2021

Gobierno de España (s.f.), El Gas Natural. Recuperado de: https://energia.gob.es/gas/Gas/Paginas/gasnatural.aspx Fecha de consulta 11/09/2021.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Ampliación de la Red de Gas Natural del Parque Industrial Querétaro

Capítulo 8

Gas Natural Santa Rosa, S de R. L. de C.V.

Contenido

VIII. Capítulo 8 ..... VIII-5

VIII.1. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información presentada en la manifestación de impacto ambiental VIII-5

VIII.1.1.1. Cartografía VIII-5

VIII.1.1.2. Fotografías VIII-6

VIII.1.1.3. Campaña de levantamiento de datos de flora silvestre VIII-6

VIII.1.1.1. Campaña de levantamiento de datos de fauna silvestre VIII-8

VIII.1.1.1. Imágenes panorámicas del predio VIII-12

VIII.1.1.2. Imágenes panorámicas del Sistema Ambiental Regional (SAR) VIII-15

VIII.2. Otros anexos VIII-16

VIII.2.1. Fuentes de consulta de cartografía VIII-16

VIII.2.2. Metodología del levantamiento de datos de flora silvestre VIII-16

VIII.2.2.1. Metodología para el cálculo de las curvas de acumulación de especies para flora y fauna silvestre VIII-19

VIII.2.2.1.1. Metodología para el cálculo de índices de diversidad de flora y fauna VIII-22

VIII.2.3. Metodología de levantamiento de información de fauna silvestre VIII-26

VIII.2.4. Metodología de la evaluación de impacto ambiental VIII-28

VIII.2.4.1. Descripción de la metodología VIII-28

VIII.3. Bibliografía VIII-32

Tablas

Tabla VIII-1 Categorías de diversidad de Shannon (Caviedes, 1999) VIII-23
Tabla VIII-2 Calificación de Impactos de los Índices Calculados VIII-30

Figuras

Figura VIII-1 Ejemplo del diseño y representación de cartográfica VIII-6
Figura VIII-2 condiciones de la selva baja caducifolia en el SAR VIII-7
Figura VIII-3 individuo de biznaga burra (Echinocactus platyacanthus), la cual se encuentra protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010 ..... VIII-7
Figura VIII-4 Frutos de huizache (Acacia schaffneri) VIII-7
Figura VIII-5 Individuo de biznaga (Ferocactus recurvus) VIII-7
Figura VIII-6 Biznaga partida parada (Coryphantha erecta) VIII-7
Figura VIII-7 Cylindropuntia imbricata en floración VIII-7
Figura VIII-8 Hembra de Capulinero negro (Phainopepla nitens) VIII-9
Figura VIII-9 Cascabel (Crotalus aquilus) VIII-9
Figura VIII-10 Nido de Matraca del desierto (Campylorhynchus brunneicapillus) VIII-9
Figura VIII-11 Chorlo tildío (Charadrius vociferus) VIII-9
Figura VIII-12 Lagartija (Sceloporus minor) VIII-9
Figura VIII-13 Ratón de meseta (Peromyscus melanophrys) VIII-9
Figura VIII-14 Tortolita pico rojo (Columbina passerina) VIII-10
Figura VIII-15 Pinzón mexicano (Haemorhous mexicanus) VIII-10
Figura VIII-16 Zorra gris (Urocyon cinereoargenteus) VIII-10
Figura VIII-17 Conejo serrano (Sylvilagus floridanus) VIII-10
Figura VIII-18 Golondrina tijereta (Hirundo rustica) VIII-10
Figura VIII-19 Chipe grande (Icteria virens) VIII-10
Figura VIII-20 Junco ojos de lumbre (Junco phaeonotus) VIII-11
Figura VIII-21 Serpiente ciega (indotyphlops braminus) VIII-11
Figura VIII-22 Lagartija (Sceloporus dugesii) VIII-11
Figura VIII-23 Cráneo de Coyote (Canis latrans) VIII-11
Figura VIII-24 Instalación de cámaras trampa VIII-11

Figura VIII-25 Búsqueda y registro de aves VIII-11
Figura VIII-26 Imágenes aéreas del área aledaña al proyecto VIII-12
Figura VIII-27 Imágenes aéreas de los terrenos agrícolas VIII-13
Figura VIII-28 Imágenes aéreas de las instalaciones existentes VIII-14
Figura VIII-29 Condiciones del matorral crausicale en el Sistema Ambiental Regional VIII-15
Figura VIII-30 Condiciones de la selva baja caducifolia al interior del sistema ambiental regional VIII-16
Figura VIII-31 Tipo de unidades de muestreo empleadas para el muestreo de flora VIII-18

VIII. Capítulo 8

VIII.1. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información presentada en la manifestación de impacto ambiental

En atención a este numeral, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto "Ampliación de la Red de Gas Natural del Parque Industrial Querétaro" en un ejemplar impreso y tres en medio magnético, considerando que uno de ellos se destinará para la eventual consulta pública.

VIII.1.1.1. Cartografía

La cartografía que se incluye en la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional (MIA-R), para el proyecto en comento, considera los aspectos cartográficos indicados en la Guía de elaboración, como: georreferencia, fuente de información de los vectores que se utilizaron, escala, título, simbología y orientación, entre otros.

Así mismo, la cartografía fue elaborada en el software de Sistemas de Información Geográfica QGis, el cual es un sistema de código abierto licenciado bajo la GNU (General Public License). QGis es un proyecto de Open source Geospatial Foundation (OSGeo), que es operable en diversos sistemas operativos y que soporta diversos formatos de datos, tales como vectores, ráster y bases de datos en general.

Para realizar la cartografía se realizó previamente una base de datos, que contenía todos los datos que se pretendían representar gráficamente; obtenidos mediante la campaña de campo, descarga mediante páginas oficiales como INEGI, CONABIO, CONAGUA y otras fuentes de información como los organismos estatales y municipales, para el caso de los ordenamientos ecológicos y planes de desarrollo urbano.

Posteriormente, se diseñó el formato del mapa asignando la proyección Universal Transversa de Mercator (UTM) Zona 14 N, considerando una escala adecuada y representativa, tanto para el área del proyecto como del Sistema Ambiental Regional (SAR). Posteriormente, se añadieron los vectores o ráster dependiendo del

tema a representar. Asimismo, se eligió la simbología adecuada, a fin de que el lector identifique el tema y significado de cada una de las capas.

A continuación, se presenta un ejemplo de la cartografía que se incluye en el estudio:

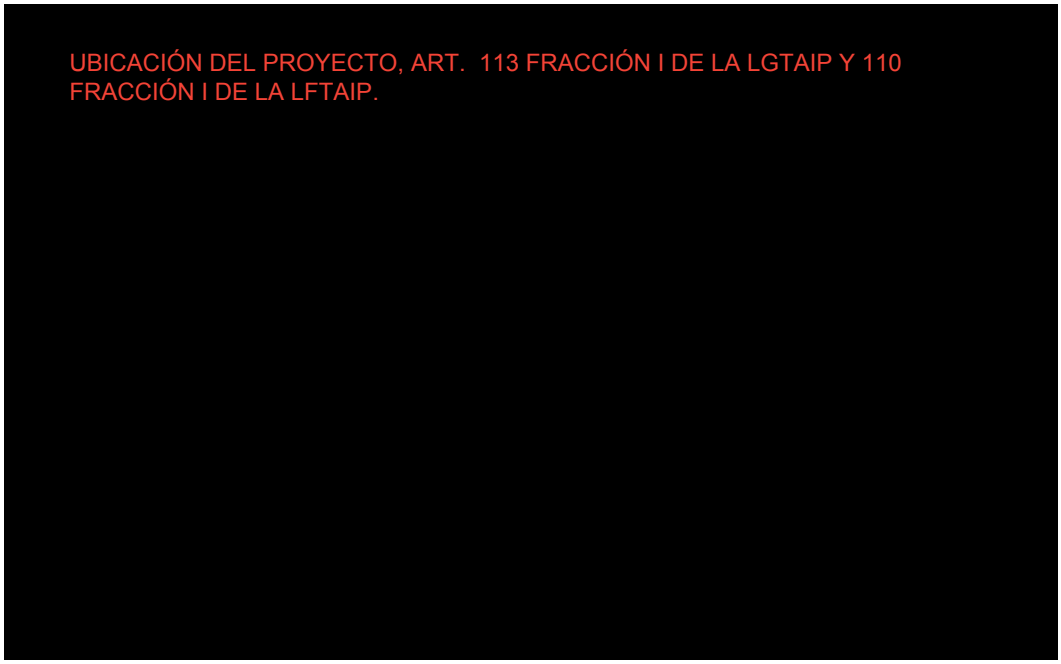


Figura VIII-1 Ejemplo del diseño y representación de cartográfica

La cartografía es un factor importante, ya que su tarea es representar geoespacialmente los aspectos físicos y bióticos del lugar en donde se inserta el proyecto, por lo que una correcta selección de datos y diseño del mismo mapa ayudará a la comprensión del proyecto y sus características.

VIII.1.1.2. Fotografías

A continuación, se presenta una serie fotográfica de los siguientes aspectos: campaña de campo para el muestreo de flora y fauna silvestre e imágenes panorámicas del predio donde se pretende la ejecución del proyecto, del Sistema Ambiental Regional (SAR) para la visualización del estado actual.

VIII.1.1.3. Campaña de levantamiento de datos de flora silvestre

Figura VIII-2 condiciones de la selva baja caducifolia en el SAR

Figura VIII-3 individuo de biznaga burra (Echinocactus platyacanthus), la cual se encuentra protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010

Figura VIII-4 Frutos de huizache (Acacia schaffneri)

Figura VIII-5 Individuo de biznaga (Ferocactus recurvus)

Figura VIII-6 Biznaga partida parada (Coryphantha erecta)

Figura VIII-7 Cylindropuntia imbricata en floración

VIII.1.1.1. Campaña de levantamiento de datos de fauna silvestre

Figura VIII-8 Hembra de Capulinero negro (Phainopepla nitens)

Figura VIII-9 Cascabel (Crotalus aquilus)

Figura VIII-10 Nido de Matraca del desierto (Campylorhynchus brunneicapillus)

Figura VIII-11 Chorlo tildío (Charadrius vociferus)

Figura VIII-12 Lagartija (Sceloporus minor)

Figura VIII-13 Ratón de meseta (Peromyscus melanophrys)

Figura VIII-14 Tortolita pico rojo (Columbina passerina)

Figura VIII-15 Pinzón mexicano (Haemorhous mexicanus)

Figura VIII-16 Zorra gris (Urocyon cinereoargenteus)

Figura VIII-17 Conejo serrano (Sylvilagus floridanus)

Figura VIII-18 Golondrina tijereta (Hirundo rustica)

Figura VIII-19 Chipe grande (Icteria virens)

Figura VIII-20 Junco ojos de lumbre (Junco phaeonotus)

Figura VIII-21 Serpiente ciega (indotyphlops braminus)

Figura VIII-22 Lagartija (Sceloporus dugesii)

Figura VIII-23 Cráneo de Coyote (Canis latrans)

Figura VIII-24 Instalación de cámaras trampa

Figura VIII-25 Búsqueda y registro de aves

VIII.1.1.1. Imágenes aéreas del predio

Imágenes de áreas con vegetación

Figura VIII-26 Imágenes aéreas del área aledaña al proyecto

Imágenes en terrenos agrícolas

Figura VIII-27 Imágenes aéreas de los terrenos agrícolas

Imágenes aéreas de las instalaciones existentes

Figura VIII-28 Imágenes aéreas de las instalaciones existentes

VIII.1.1.2. Imágenes panorámicas del Sistema Ambiental Regional (SAR)

Figura VIII-29 Condiciones del matorral crausicale en el Sistema Ambiental Regional

Figura VIII-30 Condiciones de la selva baja caducifolia al interior del sistema ambiental regional

VIII.2. Otros anexos

VIII.2.1. Fuentes de consulta de cartografía

Para el caso de la cartografía, se consultaron únicamente fuentes oficiales. A continuación, se enlistan las páginas consultadas:

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) https://www.inegi.org.mx/
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) https://www.gob.mx/conabio
- Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) https://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia/#/pub/sigeia
- Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/

VIII.2.2. Metodología del levantamiento de datos de flora silvestre

Con el fin de caracterizar las áreas que sustentan vegetación forestal al interior del sistema ambiental regional se realizó un muestreo aleatorio estratificado, tanto en las zonas cubiertas por matorral crasicaule como en la selva baja caducifolia.

Para este muestreo se emplearon un total de 16 sitios de muestreo, 8 unidades para cada uno de los tipos de vegetación. Este tuvo la finalidad de determinar la riqueza y estructura de los ecosistemas observados, así como su valor de diversidad.

Con el objetivo de recopilar los datos que permitieron la obtención de los índices de diversidad considerados se desarrollaron dos metodologías, una para cada tipo de vegetación:

- Con base en la metodología empleada por la Comisión Nacional Forestal para la ejecución de los trabajos concernientes con el Inventario Nacional Forestal en zonas áridas, se establecieron unidades de muestreo de 500 metros cuadrados para el matorral crasicaule. Para el caso de la selva baja caducifolia se empleó la utilizada para ecosistemas tropicales a través de unidades muestrales con forma rectangular y una superficie de 400 metros cuadrados.
- Las unidades de muestreo empleadas para la porción cubierta por matorral crasicaule cuentan con una superficie de 500 metros cuadrados (radio de 12.61 m), mientras que para la selva baja caducifolia de 400 metros cuadrados (40 x 20 m). Dentro de ambos tipos se recolectaron datos de abundancia y cobertura de copa de las especies de porte arbustivo, arbóreo, cactáceas y rosetas.
- Para el caso de las especies herbáceas, independientemente del tipo de ecosistema del que se tratara, se delimitó un subsitio de 4 metros cuadrados (4x4 m), en el que se contabilizaron los individuos y se midió su cobertura sobre el suelo.

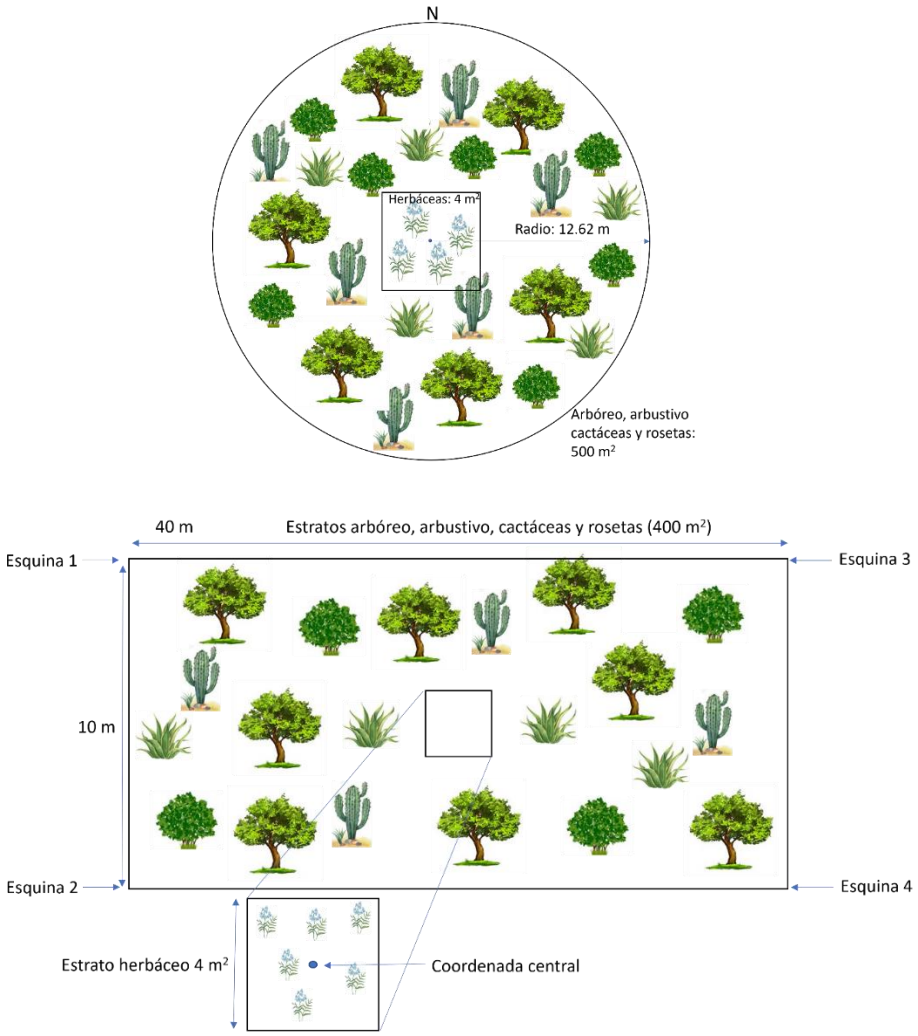


Figura VIII-31 Tipo de unidades de muestreo empleadas para el muestreo de flora

- Dentro de cada una de las unidades de muestreo se procedió a la referenciación espacial en coordenadas UTM del punto central del sitio de muestreo empleando un dispositivo de posicionamiento global marca Garmin eTrex 10, que presentó un error promedio de 5 metros y fue marcado con una cinta plástica color amarillo.
- Para el caso de los sitios levantados en selva, también se registraron las coordenadas de las cuatro esquinas que lo delimitan.
- Para todos los individuos, se registró únicamente el número de individuos por especie, así como el diámetro de copa o follaje, que permitiría determinar

la cobertura y dominancia para el índice de valor de importancia que será descrito posteriormente.

- Para el caso del área del proyecto, la cual se ubica principalmente en el área del Parque Industrial Querétaro, esta se encuentra sobre infraestructura ya establecida, así como en derechos de vía de caminos o sobre áreas agrícolas, por lo que únicamente se realizaron recorridos con el fin de conocer las especies establecidas que, en la mayoría de los casos, corresponde a especies ornamentales sobre jardineras, por lo que únicamente se registró el taxón al que corresponde.

VIII.2.2.1. Metodología para el cálculo de las curvas de acumulación de especies para flora y fauna silvestre

A continuación, se presenta la metodología empleada para la determinación de las curvas de acumulación de especies, tanto para la flora como para la fauna silvestre.

Las curvas de acumulación de especies son una herramienta en la que la incorporación de nuevas especies se relaciona con el esfuerzo del muestreo. Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será la cantidad de especies registradas. En un inicio se colectan de manera primordial especies comunes y la adición de nuevos registros se produce rápidamente.

A medida que se aumenta el número de unidades de muestreo, son las especies raras, así como los individuos de especies exóticas o introducidas las que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende.

En el momento en el que la pendiente desciende a cero (asintótica) corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la unidad de estudio, con los métodos utilizados y durante el tiempo en el que se llevó a cabo el muestreo[1].

[1] Jiménez V., A., *et al.* (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología. Vol. 8. Recuperado de: https://jhortal.com/pubs/2003-Jimenez-Valverde&Hortal_Rev_Ib_Aracnol.pdf

Es por ello que, con la finalidad de proporcionar una base técnica más sólida, la cantidad de sitios de muestreo resultantes se conjuntó con la estimación de las curvas de acumulación de especies. Para ello se empleó el software EstimateS Win910, el cual es una herramienta útil para la realización de las curvas y las estimaciones de la riqueza esperada de acuerdo con modelos. Este toma los datos provenientes de un sistema de muestreo estandarizado, aleatoriza toda la información y realiza cálculos del número de especies observado y esperado utilizando estimadores y considerando las desviaciones estándar provenientes del proceso de aleatorización.

Para el caso de la presente línea base ambiental se consideraron los siguientes estimadores no paramétricos:

Chao1

Es un estimador basado en la abundancia. Lo que significa que los datos requeridos se refieren al número de individuos que pertenecen a una determinada clase en una muestra. Para este caso se requiere conocer cuántas especies están representadas por un solo individuo en la muestra (singletone), y cuántas están representadas por exactamente dos individuos (doubletone) y se encuentra definida por la siguiente ecuación:

$$S_{est} = S_{obs} + \frac{{n_1}^2}{2n_2}$$

Donde:

S_{est}: Número de especies que se espera encontrar.

S_{obs}: Número de especies observadas en una muestra.

n_1: Número de singletones.

n_2: Número de doubletones.

Por otra parte, para aquellas muestras donde el número de doubletons es cero, se aplica el siguiente modelo:

$$S_{est} = S_{obs} + \left[\left(\frac{{n_1}^2}{2n_2 + 1}\right) + \left(\frac{n_1 n_2}{2(n_2 + 1)^2}\right)\right]$$

Chao 2

Es un estimador basado en la incidencia de cada especie dentro de los sitios de muestreo (frecuencia). Para este caso se requieren datos de presencia–ausencia de una especie en una muestra dada, es decir, sólo si la especie está presente y cuántas veces ocurre en un conjunto de muestras. El modelo se presenta a continuación:

$$S_{est} = S_{obs} + \frac{L^2}{2M}$$

Donde:

S_{est}: Número de especies que se espera encontrar.

S_{obs}: Número de especies observadas en una muestra.

L: Número de especies que ocurren sólo en una muestra (especies únicas)

M: Número de especies que ocurren en exactamente dos muestras (especies dobles o duplicadas).

$$S_{est} = S_{obs} + \left[\left(\frac{L^2}{2M+1}\right) + \left(\frac{LM}{2(M+1)^2}\right)\right]$$

Bootstrap

Este estimador de la riqueza de especies se basa en p_j, la proporción de unidades de muestreo que contienen cada especie j.

$$S_{est} = S_{obs} + \sum_{j=1}^{S_{obs}} (1 - p_j)^m$$

Donde:

S_{obs} = Especies observadas

L = Número de especies representadas en un solo sitio.

m = Número de muestras o sitios de muestreo.

P_j = Proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie j.

Posteriormente se determinó el índice de completitud mediante el cual se permite determinar la relación que existe entre la cantidad de especies que se espera encontrar, respecto a aquellas reportadas durante el muestreo. Para este caso, se consideró un porcentaje de completitud igual o mayor al 80% como aceptable. El modelo utilizado se presenta a continuación:

$$C = \frac{S_{obs}}{S_{est}}$$

Donde:

C = Índice de completitud

S_{est} = Número de especies que se espera encontrar.

S_{obs} = Número de especies observadas en una muestra.

VIII.2.2.1.1. Metodología para el cálculo de índices de diversidad de flora y fauna

A continuación, se presenta la metodología empleada para la determinación de los valores de diversidad, tanto para la flora, como para la fauna silvestre.

Con el fin de determinar la diversidad de la vegetación y la flora en las diferentes áreas de estudio, se empleó el índice de diversidad de Shannon Wiener, el cual expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra y mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido de forma aleatoria de un conjunto de individuos. Asimismo, asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra[2].

[2] Casto L., M. (2013) Registro de la riqueza herbácea y arbustiva en el bosque de *Abies religiosa* de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Izta – Popo y el Parque Nacional Zoquiapan. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} pi(\ln pi)$$

Donde:

H'= Índice de diversidad

S= Riqueza biológica o número de especies

Pi= Proporción total de la muestra que corresponde a la especie i

Ln= Logaritmo natural

Para la determinación de la escala empleada para este índice, se empleó la propuesta por Caviedes (1999)[3] y que se muestra a continuación.

Tabla VIII-1 Categorías de diversidad de Shannon (Caviedes, 1999)

Rango de valores	**Categoría**
<1	Muy baja
>1 – 1.8	Baja
>1.8 – 2.1	Media
>2.1 – 2.3	Alta
>2.3	Muy alta

Asimismo, se empleó el índice de Pielou, con el cual es posible medir la proporción de la diversidad observada para cada uno de los estrato o grupos con relación a la diversidad máxima esperada. Es posible obtener valores entre 0 y 1, de forma que el valor de la unidad corresponde a un escenario donde todas las especies son igualmente abundantes[4].

$$J' = \frac{H'}{H'max}$$

Donde:

[3] Caviedes, C. (1999) Manual de métodos y procedimientos estadísticos. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá

[4] Reyes, P., *et al.* (2009) Diversidad, distribución, riqueza y abundancia de condrictios de aguas profundas a través del archipiélago patagónico austral, Cabo de Hornos, Islas Diego Ramírez y el sector Norte del Paso Drake. Revista de Biología Marina y Oceanografía 44(1).

H'max= Ln(S)

J'= Equidad

S= Riqueza

Por otra parte, se procedió a la estimación de los siguientes parámetros e índices de diversidad:

Densidad. Este parámetro permite conocer la abundancia de una especie o una clase de plantas, principalmente cuando las formas de vida permiten el conteo independiente de cada individuo. La densidad absoluta se refiere al número de individuos de una especie "x" presente en un área determinada, para este caso se consideró al nivel de hectárea tipo. La densidad relativa se refiere a la proporción en número de individuos de una especie con relación al resto, en porcentaje; se estiman mediante las siguientes ecuaciones:

$$\text{Densidad (D)} = \frac{\text{No. de individuos de la especie } i}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Densidad relativa (DR)} = \frac{\text{Densidad de la especie } i}{\sum \text{Densidades de todas la especies}} \times 100$$

Frecuencia. Este parámetro se define como la probabilidad de encontrar una especie en una unidad de muestreo, es decir, es el número de unidades de muestro en las que una especie está presente, por tanto, la Frecuencia relativa pondera el número de veces que es encontrada una especie en relación con el resto de las especies y es una medida porcentual.

$$\text{Frecuencia (F)} = \frac{\text{Número de sitios en los que ocurre la especie } i}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Frecuencia relativa (FR)} = \frac{\text{Frecuencia de la especie } i}{\sum \text{Frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

Dominancia. Se refiere a la especie que sobresale en una comunidad, ya sea por el número de organismos, el tamaño, su capacidad defensiva, etc. La comunidad por lo general lleva el nombre de la especie que domina; en este caso se determinó la dominancia en función del área que proyecta la copa.

$$\text{Dominancia (Do)} = \frac{\sum \text{Área de copa de todos los individuos de la especie } i}{\text{Área muestreada}} \times 100$$

$$\text{Dominancia relativa (DoR)} = \frac{\text{Dominancia de la especie } i}{\sum \text{Dominancia de todas las especies}} \times 100$$

Por su parte, la estimación de los índices de diversidad se realizó mediante el índice de Shannon-Wiener y el Índice de Valor de Importancia (IVI), ya que contempla la cantidad de especies presentes en al área de estudio (riqueza de especies), la cantidad relativa de individuos de cada una de las especies (abundancia); así como la jerarquización de la dominancia de cada especie. Este análisis se realizó para determinar la estructura y composición florística, mediante las siguientes funciones:

Índice de valor de importancia (IVI)

Este índice define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema[5], es decir, el tipo de especies con los valores más altos definirán tanto la forma en la que, teóricamente el resto de las especies puede comportarse, ya que en ecosistemas perturbados, este índice será alcanzado por aquellas especies con una mayor resistencia a condiciones adversas, mientras que en ecosistemas bien conservados, las especies primarias serán las que destaquen por su valor.

$$\text{IVI} = \text{DR} + \text{FR} + \text{DoR}$$

Donde:

IVI = Índice de valor de importancia

DR = Densidad relativa

FR = Frecuencia relativa

DoR = Dominancia relativa

[5] Ávila, G., *et al.* (2017). Caracterización estructural del arbolado en un ejido forestal del Noroeste de México. Madera y Bosques 23(3).

VIII.2.3. Metodología de levantamiento de información de fauna silvestre

El muestreo se llevó a cabo del 6 al 9 de julio del 2021, en un horario de 7:00 am a 5:00 pm, aproximadamente. En general, el método de muestreo empleado fue la búsqueda intensiva de rastros y avistamientos de aves, mamíferos y herpetofauna en transectos de 500 m de longitud.

En total, se realizaron cuatro transectos en matorral crasicaule, cuatro en selva baja caducifolia y tres dentro del área del proyecto y sus inmediaciones, considerando las características del terreno para así obtener una muestra homogénea de cada grupo.

Si bien, para todos los grupos se empleó el método anteriormente mencionado, en el caso de las aves y los mamíferos se utilizaron especificaciones y técnicas adicionales.

Aves

Cada transecto tuvo una longitud de 500 m, en donde se definieron tres puntos de observación espaciados por 250 m[6], cada sitio fue evaluado por un lapso de 10 minutos. Para esta técnica se utilizaron binoculares de 7 x 35 mm, en donde, para aves grandes, la distancia entre el ave y el espectador fue de máximo 150 m y de hasta 25 m para aves pequeñas. No obstante, las aves que fueron observadas durante los recorridos dentro del transecto también fueron registradas.

Para la identificación de especies se recurrió a literatura especializada en México y Norteamérica de Corell Lab of Ornithology[7], van Perlo[8] y Howell[9].

---

[6] Ralph, C.J., *et al.* (1996) Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR- 159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.

[7] Corell Lab of Ornithology (2020) Merlin Bird Id (2.0) [Aplicación móvil]. Google play. https://play.google.com/store/apps/details?id=com.labs.merlinbirdid.app&hl=es_419&gl=US

[8] Van Perlo, B. (2006) Birds of Mexico and Central America. Princenton University Press.

[9] Howell, S.N.G. (1999) A bird-finding guide to Mexico. Cornell University Press. Ithaca, New York.

Mamíferos

Para este grupo se utilizaron tres métodos de monitoreo diferentes:

a) Rastreo de huellas, excretas, echaderos, rascaderos o cualquier indicio de presencia dentro del área del transecto[10]

b) Trampeo para mamíferos pequeños. A lo largo de los dos tipos de vegetación, se colocaron 10 trampas Sherman con sebo de avena y vainilla a una distancia mínima de 10 m entre ellas. Estuvieron activas durante la noche y se revisaron a la mañana siguiente[11]. Los organismos capturados fueron identificados y liberados en el mismo sitio de captura.

c) Fototrampeo, En total se colocaron tres cámaras a una altura de 40 cm sobre el suelo y con dirección Sur-Norte en sitios que representaran brechas de paso.

La literatura especializada para la identificación de especies de este grupo fue de Ceballos[12] y Hall[13].

Herpetofauna

Se realizó una búsqueda intensiva por encuentro visual a lo largo del transecto[14], levantando escombros, rocas y buscando en los recovecos en el suelo y troncos de

[10] Aranda, J. M. (2012). Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. México, D. F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
[11] González R., A. (2014) Métodos de captura y contención de mamíferos. Pp 117-126, In: Gallina–Tessaro, S. y C. López–González (Eds.). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Instituto de Ecología, A.C., Universidad Autónoma de Querétaro, INE–SEMARNAT. México, D.F. 377 pp.
[12] Ceballos, G. (Coord.) (2013) Mammals of Mexico. Johns Hopkins University Press.
[13] Hall, E.R. (1981) The Mammals of North America. John Wiley and Sons, New York, 2 vols.
[14] Aguirre L., G. (2011) Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. Pp 63-84, In: Gallina–Tessaro, S. y C. López–González (Eds.). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Instituto de Ecología, A.C., Universidad Autónoma de Querétaro, INE–SEMARNAT. México, D.F. 377 pp.

árboles en pie y caídos. Para la identificación de especies se recurrió a bibliografía de Dixon y Lemos-Espinal[15] y González-Hernández *et al.*[16].

VIII.2.4. Metodología de la evaluación de impacto ambiental

Para realizar la evaluación de los impactos ambientales, tanto directos e indirectos, derivados de las actividades y obras del proyecto se empleo el programa *Mind Manager,* para la generación de los diagramas de flujo; a partir de los cuales, se seleccionaron los factores ambientales y actividades del proyecto, que fueron evaluadas de manera semi cuantitativa usando una matriz de cribado.

VIII.2.4.1. Descripción de la metodología

Esta matriz se diseñó a partir de diagramas y el programa de obra del proyecto, a fin de considerar la mayor parte de las actividades que se desarrollarán en cada etapa en orden cronológico, y su efecto en los diferentes componentes del sistema ambiental. El Procedimiento de Evaluación se describe a continuación:

Se realizó la evaluación de impactos utilizando los criterios propuestos por Bojórquez *et al* (1998). De acuerdo con dicho esquema, los criterios de evaluación se dividieron en básicos y complementarios. Los criterios básicos son 1) magnitud o intensidad (M), 2) extensión espacial (E) y 3) duración (D); los criterios complementarios son: 1) sinergismo entre actividades (S), 2) efectos acumulativos (A) y 3) controversia (C).

Ambos tipos de criterios se evaluaron usando una escala ordinal de 0 a 9, con mínimos efectos sobre el ambiente denotados por el "0", y máximos efectos denotados por el 9. Durante la calificación de cada impacto, los valores de 0 - 9 se asignaron considerando en la medida de lo posible mediciones cuantitativas obtenidas a partir de los trabajos de campo y gabinete respectivos. Lo anterior se

[15] Dixon, J.R. & Lemos-Espinal, J.A. (2010) Anfibios y reptiles del estado de Querétaro, México. Texas A & M University, Universidad Nacional Autónoma de México y CONABIO.
[16] González-Hernández, A, *et al.* (2021) Manual de Identificación de la Herpetofauna de México. Dirección General de Divulgación de la Ciencia/Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 60pp

hizo con la finalidad de disminuir la subjetividad al asignar los valores de calificación de los criterios básicos y complementarios.

Asimismo, para cada efecto se determinó su naturaleza, esto es, si el impacto es benéfico o perjudicial para el ambiente. Se asignaron calificaciones positivas (+) para impactos benéficos y calificaciones negativas (-) para impactos adversos.

La definición utilizada para evaluar cada criterio fue la siguiente:

Naturaleza del impacto: benéfico (positivo +) o perjudicial (negativo -).

Magnitud (M): Se refiere a la intensidad del efecto de la actividad sobre el componente ambiental, independientemente del área afectada o duración del impacto. Se utilizaron criterios de evaluación fundamentados en los datos teóricos y de campo, listados de especies, clases de suelo, tipos de vegetación, etc.

Extensión espacial (E): Tamaño de la superficie afectada por una determinada acción. Esta se obtuvo a partir de los planos de los proyectos en el SIG. En el supuesto caso de que un efecto abarcara toda el área de estudio, se le asignaría la máxima calificación posible.

Duración (extensión temporal) (D): Tiempo en que un componente ambiental mostró los efectos de la actividad. Se asignó el número 9 a aquellos efectos de carácter irreversible, y tomando los demás valores (0 - 8) dentro del marco la vida útil de las obras del proyecto.

Sinergismo (S): Actividad que, al estar presente otra, los efectos sobre el ambiente se incrementen más allá de la suma de cada una de ellas.

Efecto acumulativo (A): Cuando como consecuencia de una actividad, el efecto sobre el componente ambiental se incrementa con el tiempo, aunque la actividad generadora haya cesado.

Controversia (C): Es una medida del grado en que la sociedad pudiese responder ante la ocurrencia de un cierto efecto de una actividad sobre un factor ambiental, de tal medida que lo "magnifique" con respecto a su valor real (aceptación o rechazo).

Con los valores obtenidos se calcularon los índices básicos (IB) y los complementarios (IC) y con ellos, el Índice Cuantitativo de Impacto (I) siguiendo el

procedimiento descrito por Bojórquez *et al* (1998), modificado por Sánchez-Colón y Flores-Martínez (en preparación) mediante la siguiente expresión:

$$I = IB^{(1-IC)}$$

Donde: $IB = \frac{\sqrt[3]{M * E * D}}{9}$ y $IC = \frac{S + A + C}{27}$

La clasificación del índice de impacto fue la siguiente:

Tabla VIII-2 Calificación de Impactos de los Índices Calculados

Valor del índice de Impacto	**Calificación del Impacto**
0.111 - 0.280	Muy bajo
0.281 – 0.460	Bajo
0.461 – 0.640	Moderado
0.641 – 0.820	Alto
0.821 – 1.000	Muy alto

La matriz de evaluación de impactos se construyó con los diferentes valores del índice cuantitativo de impacto calculados para cada interacción entre las actividades del proyecto y los factores ambientales. Asimismo, la integración de la evaluación en función de los índices cuantitativos de impacto a lo largo del tiempo de duración de las obras y la operación de la carretera se presentaron en una gráfica de escenario para facilitar su interpretación y la toma de medidas clave en los momentos de mayor incidencia de impactos.

Ejemplos de los Procedimientos Empleados

Ejemplo 1: Calificación Desglosada del Impacto Sobre un Factor Ambiental.

Capítulo VIII.- Cálculos para el Indice de impacto en el factor ambiental:

FACTOR AMBIENTAL: *GEOLOGIA - GEOMORFOLOGÍA*

Cambios en relieve original.

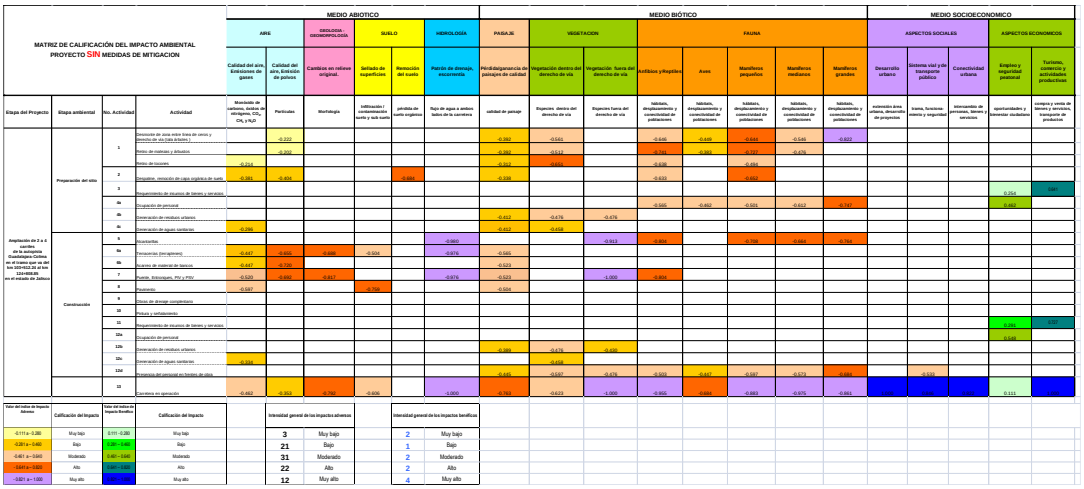
Etapa del Proyecto	Etapa ambiental	No. Actividad	Actividad	IMPACTOS SIN MITIGACIÓN										IMPACTOS CON MITIGACION									
				VALOR PONDERADO							INDICE DE IMPACTO			VALOR PONDERADO							INDICE DE IMPACTO		
				NATURALEZA	MAGNITUD	EXTENSIÓN	DURACIÓN	SINERGISMO	EFECTO ACUM	CONTROV	IB	IC	INDICE	NATURALEZA	MAGNITUD	EXTENSIÓN	DURACIÓN	SINERGISMO	EFECTO ACUM	CONTROV	IB	IC	INDICE
Ampliación de 2 a 4 carriles de la autopista Guadalajara-Colima en el tramo que va del km 103+512.24 al km 124+808.85 en el estado de Jalisco	Preparación del sitio	1	Desmonte de zona entre línea de ceros y derecho de vía (tala árboles)																				
		1a	Retiro de malezas y árbustos																				
		1b	Retiro de tocones																				
		2	Despalme, remoción de capa orgánica de suelo																				
		3	Requerimiento de insumos de bienes y servicios																				
		4a	Ocupación de personal																				
		4b	Generación de residuos urbanos																				
		4c	Generación de aguas sanitarias																				
	Construcción	5	Alcantarillas																				
		6a	Terracerías (terraplenes)	-1	5	4	8	2	3	2	0.603	0.259	-0.688	-1	3	4	8	1	3	2	0.509	0.222	-0.591
		6b	Acarreo de material de bancos																				
		7	Puente, Entronques, PIV y PSV	-1	6	7	7	4	3	2	0.739	0.333	-0.817	-1	3	3	7	1	2	1	0.442	0.148	-0.499
		8	Pavimento																				
		9	Obras de dreneje complentario																				
		10	Pintura y señalamiento																				
		11	Requerimiento de insumos de bienes y servicios																				
		12a	Ocupación de personal																				
		12b	Generación de residuos urbanos																				
		12c	Generación de aguas sanitarias																				
		12d	Presencia del personal en frentes de obra																				
	Operación	13	Caretera en operación	-1	6	5	9	2	3	3	0.718	0.296	-0.792	-1	4	4	9	2	1	1	0.582	0.148	-0.631

Ejemplo 2: Asignación de Valores de Evaluación.

Ejemplo de asignación de valores ordinales (0 a 9) con relación a valores cuantitativos obtenidos a partir de superficies afectadas, o de algún tipo de vegetación particular obtenidas a partir del SIG o clases de calidad del suelo para uso agrícola, establecidas a partir de diferentes criterios edafológicos. Esta asignación permite reducir la subjetividad al momento de realizar la evaluación de cada criterio (básico o complementario).

Para variables:	Valor ordinal (escala principal)	Efecto
Sinergismo Efecto Acumul. Controversia	0	Nulo
	1	Nulo A Bajo
	2	Muy Bajo
	3	Bajo
	4	Bajo a Moderado
	5	Moderado
	6	Moderado a Alto
	7	Alto
	8	Muy Alto
	9	Extr. Alto
Magnitud	0 = 0	Clase 6 (nulo)
	0 y 1 = 0.5	Clase 5 (muy bajo)
	2 y 3 = 2.5	Clase 4 (bajo)
	4 y 5= 4.5	Clase 3 (moderado)
	6 y 7= 6.5	Clase 2 (alto)
	8 y 9= 8.5	Clase 1 (muy alto)
Extensión	0 = 0.0 %	Nulo (no se pierde)
	1 = 10%	Nulo A Bajo
	2 = 20%	Muy Bajo
	3 = 30%	Bajo (se pierde poca)
	4 = 40%	Bajo a Moderado
	5 = 50%	Moderado (se pierde la mitad)
	6 = 60%	Moderado a Alto
	7 = 70%	Alto (se pierde mucha)
	8 = 80%	Muy Alto
	9 = 90-100%	Extr. Alto (se pierde prácticamente tod suelo de cierta calidad)
Duración	3	Bajo (se recupera rápidamente)
	5	Moderado (se recupera al corto plazo <5 a
	7	Alto (se recupera al largo plazo >10 años)
	9	Extremadamente alto (permanente)

Ejemplo 3: Matriz de Calificación de Impactos Ambientales



MATRIZ DE CALIFICACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACION

				MEDIO ABIOTICO						MEDIO BIÓTICO								MEDIO SOCIOECONOMICO				
				AIRE		GEOLOGIA GEOMORFOLOGIA	SUELO		HIDROLOGÍA	PAISAJE	VEGETACION		FAUNA					ASPECTOS SOCIALES			ASPECTOS ECONOMICOS	
				Calidad del aire, Emisiones de gases	Calidad del aire, Emisión de polvos	Cambios en relieve original.	Sellado de superficies	Remoción del suelo	Patrón de drenaje, escorrentía	Pérdida/ganancia de paisajes de calidad	Vegetación dentro del derecho de vía	Vegetación fuera del derecho de vía	Anfibios y Reptiles	Aves	Mamíferos pequeños	Mamíferos medianos	Mamíferos grandes	Desarrollo urbano	Sistema vial y/o transporte público	Conectividad urbana	Empleo y seguridad poestatal	Turismo, comercio y actividades productivas
Etapa del Proyecto	Etapa ambiental	No. Actividad	Actividad	Movilización de vehículos, Aumento de nitrógenos, CO_2, CH_4 y N_2O	Partículas	Morfología	Infiltración y contaminación suelo y sub suelo	pérdida de suelo orgánico	flujo de agua a ambos lados de la carretera	calidad del paisaje	Dispersión dentro del derecho de vía	Dispersión fuera del derecho de vía	hábitats, desplazamiento y conectividad de poblaciones	hábitats, desplazamiento y conectividad de poblaciones	hábitats, desplazamiento y conectividad de poblaciones	hábitats, desplazamiento y conectividad de poblaciones	hábitats, desplazamiento y conectividad de poblaciones	Aumento área urbana, desarrollo de proyectos	trans, funciones, estetic y seguridad	Alternativas de servicios, bienes y servicios	oportunidades y bienestar ciudadano	compra y venta de bienes y servicios, transporte de productos
Ampliación de 3 a 6 pulgadas de la autopista Guadalajara Colima, en el tramo que va del km 103+000 al km 114+000.00 en el estado de Jalisco	Preparación del sitio	1	Demolición de zona entre línea de cresta y derecho de vía (Vía Exist. 6 Carril.)		-0.222					-0.392	-0.641		-0.646	-0.449	-0.644	-0.546	-0.822					
			Retiro de materiales y desechos		-0.202					-0.392	-0.512		-0.791	-0.561	-0.727	-0.678						
			Retiro de luminarias	-0.244						-0.317	-0.641		-0.636		-0.484							
		2	Despalme, remoción de capa orgánica de suelo	-0.381	-0.404			-0.880		-0.339			-0.633		-0.662							
		3	Requerimiento de insumos de bienes y servicios																		0.253	0.641
		4a	Ocupación de personal										-0.565	-0.462	-0.501	-0.612	-0.747				0.492	
		4b	Generación de residuos urbanos							-0.412	-0.476	-0.476										
		4c	Generación de aguas sanitarias	-0.299						-0.412	-0.458											
	Construcción	5	Excavaciones						-0.960			-0.913	-0.804		-0.709	-0.864	-0.784					
		6a	Terracerías (terraplenes)	-0.647	-0.696	-0.668	-0.604		-0.974	-0.565												
		6b	Acarreo de material de bancos	-0.427	-0.720					-0.523												
		7	Pavim. Hidrosiguas, PV y PSV	-0.520	-0.692	-0.617			-0.976	-0.523		-1.000	-0.902									
		8	Pavimento	-0.697			-0.708			-0.554												
		9	Obras de drenaje complementario																			
		10	Pintura y señalamientos																			
		11	Requerimiento de insumos de bienes y servicios																		0.291	0.641
		12a	Ocupación de personal																		0.449	
		12b	Generación de residuos urbanos							-0.369	-0.476	-0.435										
		12c	Generación de aguas sanitarias	-0.324							-0.458											
		12d	Presencia del personal en frentes de obra							-0.449	-0.697	-0.476	-0.909	-0.447	-0.587	-0.573	-0.864					
		13	Carretera en operación	-0.462	-0.353	-0.760	-0.606		-1.000	-0.783	-0.623	-1.000	-0.955	-0.692	-0.893	-0.875	-0.864				0.111	

Valor del Índice de Impacto Adverso	Calificación del Impacto	Valor del Índice de Impacto Benéfico	Calificación del Impacto
-0.111 a -0.280	Muy bajo	0.111 - 0.280	Muy bajo
-0.281 a -0.460	Bajo	0.281 - 0.460	Bajo
-0.461 a -0.640	Moderado	0.461 - 0.640	Moderado
-0.641 a -0.820	Alto	0.641 - 0.820	Alto
-0.821 a -1.000	Muy alto	0.821 - 1.000	Muy alto

Intensidad general de los impactos adversos	
3	Muy bajo
21	Bajo
31	Moderado
22	Alto
12	Muy alto

Intensidad general de los impactos benéficos	
2	Muy bajo
1	Bajo
2	Moderado
2	Alto
4	Muy alto

VIII.3. Bibliografía

AccesGas (2018). Análisis y Evaluación de Riesgos. Recuperado el 30 de mayo de 2021 de E-09-DMA0048-05-18-DGGPI.pdf

Aguirre L., G. (2011) Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. Pp 63-84, In: Gallina–Tessaro, S. y C. López–González (Eds.). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Instituto de Ecología, A.C., Universidad Autónoma de Querétaro, INE–SEMARNAT. México, D.F. 377 pp.

Alanís, F. y Ramírez, R. (2001) Caracterización del hábitat de distribución de *Opuntia engelmannii* (Salm-Dick) Engelm en el Noreste de México y su importancia como forraje. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Almazán Vásquez, A. R. (2017). *Peligros geológicos por fallas y grietas en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca con base en un estudio morfoestructural.* Toluca, Estado de México: Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México.

Andrades, R.M. y Múñez, L.C. (2012). Fundamentos de climatología. España: Universidad La Rioja.

Aranda, J. M. (2012). Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. México, D. F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Arriola, V.P., Estrada, E.M. *et al.* (2015). Áreas Naturales Protegidas del centro de México: Degradación y recomendaciones. En Ortega, A.M., Pinkus, R.M., *et al., Las Áreas Naturales Protegidas y la investigación científica en México* (pág. 572). México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C., La Paz B.C.S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia.

Asociación Mexicana para la Conservación y Estudio de los Lagomorfos. (2003). Conejo Castellano (*Sylvilagus floridanus*). Recuperado de http://www.ibiologia.unam.mx/amcela/floridanus.html

Bautista Z., F. 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Segunda Edición. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 770 pp. Recuperado de https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/tmuestreo.pdf

BirdLife International. (2016). *Phainopepla nitens*. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Recuperado de https://www.iucnredlist.org/species/22708139/94150683

BirdLife International. (2018). *Haemorhous mexicanus*. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Recuperado de https://www.iucnredlist.org/species/22720563/132001810

BirdLife International. (2018). *Quiscalus mexicanus*. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Recuperado de https://www.iucnredlist.org/species/22724308/132174807

Booth, W. y Schuett, G. (2015). The emerging phylogenetic pattern of parthenogenesis in snakes. Biological Journal of the Linnean Society, 118: 172-186.

Breña, P.A. y Jacobo, V.M. (2006). *Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial.* Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana.

Castellanos, J. Z. (2000). *Manual de Interpretación de Análisis de Suelos, Aguas Agrícolas, Plantas y ECP.* México: INTAGRI.

Ceballos, G. (Coord.) (2013) Mammals of Mexico. Johns Hopkins University Press.

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2021). *Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México.* Ciudad de México: Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana.

Colegio de Bachilleres. (2004). Origen y evolución de la Tierra. En G. N. Arce del Río, C. Sánchez González, & M. Vargas Montaño, *Geografía* (pág. 7). México: Colegio de Bachilleres.

Comisión Estatal de Derechos Humanos de Nuevo León. (s.f.). Grupos en situación de vulnerabilidad. Recuperado el 7 de julio de Grupos en situación de vulnerabilidad (cedhnl.org.mx)

Comisión Nacional del Agua. (2021). Sistema de Seguridad de Presas. Recuperado el 6 de julio de 2021 de INICIO (conagua.gob.mx)

Comisión Nacional Forestal. (2015). *Inv*entario Municipal Forestal y de Suelos - Querétaro 2015. Querétaro: CONAFOR.

CONABIO. *Eysenhardtia polystachia.* Recuperado de: http://www.conabio.gob.mx/ conocimiento/info_especies/arboles/doctos/28-legum18m.pdf

CONABIO. Fichas técnicas de los agaves de Oaxaca. Proyecto NE012. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Recuperado de: http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/NE012_Anexo_Fichas_agave.pdf

CONABIO. Malezas de México: *Richardia scabra*. Recuperado de: http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/rubiaceae/richardia-scabra/fichas/ ficha.htm

CONABIO. (2019). Pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*). Recuperado de https://enciclovida.mx/especies/36713-haemorhous-mexicanus

CONABIO (2020). Serpiente ciega afroasiática (*Indotyphlops braminus*). Recuperado de https://enciclovida.mx/especies/238778-indotyphlops-braminus

CONAGUA. (2020). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle de Buenavista (2204), estado de Querétaro.* Ciudad de México.

CONAPO. (2020). Índice de marginación por municipio 2020. Recuperado el 8 de julio de 2021 de Datos Abiertos de México - Índice de marginación (carencias poblacionales) - Índice de marginación por municipio 2020

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, CONEVAL. (2018). Medición de pobreza 2018. Población según pertenencia étnica. Recuperado el 7 de julio de 2021 de POBLACION_PERTENENCIA_ETINICA.jpg (2502×2500) (coneval.org.mx)

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, CONEVAL. (2020). Medición de la pobreza, Índice de Rezago Social. Recuperado el 30 de junio de 2021 de Índice Rezago Social 2020 (coneval.org.mx)

Cortés C., H. (2013) Efecto de la temperatura en la germinación de *Acacia farnesiana* y *A. schaffneri* de diversas procedencias, y variación en vainas y semillas. Tesis de Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Corell Lab of Ornithology (2020) Merlin Bird Id (2.0) [Aplicación móvil]. Google play. https://play.google.com/store/apps/details?id=com.labs.merlinbirdid.app&hl=es_419&gl=US

Demant, A. (1978). Características del Eje Neovolcánico Transmexicano y sus problemas de interpretación. *Revista Instituto de Geología, 2*(2), 172-187.

Diario Oficial de la Federación. (20 de mayo de 2021). *Ley General de Protección Civil.* Ciudad de México, México. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPC_200521.pdf

Díaz, M.C. (2011). Alternativas para el control de la erosión mediante el uso de coberturas convencionales, no convencionales y revegetalización. *Ingeniería e Investigación, 31*(3), 80-90.

Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. (2021). Base de datos. Recuperado el 2 de julio de 2021 de DENUE (inegi.org.mx)

Dixon, J.R. & Lemos-Espinal, J.A. (2010) Anfibios y reptiles del estado de Querétaro, México. Texas A & M University, Universidad Nacional Autónoma de México y CONABIO.

FDI Intelligence (2020), American Cities of the Future 2019/20 - the winners. Recuperado el 6 de julio de 2021 de American Cities of the Future 2019/20 - the winners | fDi Intelligence – Your source for foreign direct investment information - fDiIntelligence.com

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2001). *Lecture notes on the major soils of the world.* Roma: FAO. Recuperado de http://www.fao.org/3/Y1899E/ Y1899E00.htm

Fraga, H.R., Polare, M.H., *et al.* (2017). *Rocas ígneas.* Argentina: Universidad Nacional de Rosario.

García N., R., *et al.* (2020) Identificación y caracterización morfológica de agaves en sistemas agroforestales con meteplante en tierras campesinas. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 11(4).

García V., F. (2013) Viabilidad del método de cuenca visual en las evaluaciones de impacto ambiental. Trabajo recepcional para la obtención de especialidad en Diagnóstico y Gestión Ambiental. Universidad Veracruzana.

Gobierno Federal. (s.f.). Directorio de Organismos de la Sociedad Civil: Querétaro. Recuperado el 29 de junio de 2021 de ORGANISMOS DE LA SOCIEDAD CIVIL (diputados.gob.mx)

González-Hernández, A, *et al.* (2021) Manual de Identificación de la Herpetofauna de México. Dirección General de Divulgación de la Ciencia/Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 60pp

González P., H. (2016) Estudio de la capacidad antioxidante de la tuna *Opuntia streptacantha* y *Opuntia robusta* en la intoxicación aguda con Acetaminofén. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Aguascalientes.

González R., A. (2014) Métodos de captura y contención de mamíferos. Pp 117-126, In: Gallina–Tessaro, S. y C. López–González (Eds.). Manual de técnicas para el

estudio de la fauna. Instituto de Ecología, A.C., Universidad Autónoma de Querétaro, INE–SEMARNAT. México, D.F. 377 pp.

H. Ayuntamiento de Querétaro. (2018). Plan Municipal de Desarrollo: 2018-2021. Recuperado el 30 de junio de 2021 de PMD_MPIO_QRO_2018-2021_final_compressed.pdf (municipiodequeretaro.gob.mx)

Hall, E.R. (1981) The Mammals of North America. John Wiley and Sons, New York, 2 vols.

Howell, S.N.G. (1999) A bird-finding guide to Mexico. Cornell University Press. Ithaca, New York.

IMCO. (2021). Índice de Competitividad Estatal 2021. Recuperado el 5 de julio de 2021 de ICE 2021 Reporte de resultados.pdf (imco.org.mx)

Instituto Geológico y Minero de España. (2019). *Vocabulario de rocas, sedimento y formaciones superficiales.* Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.

INECOL (1997) Flora del Bajío y de regiones adyacentes: Familia Leguminosae. Instituto de Ecología. Fascículo 51.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (15 de noviembre de 2007). *La geología y las provincias fisiográficas de México.* Obtenido de Capítulo II. Caracterización ambiental de México y su correlación con la clasificación y la nomenclatura de las comunidades vegetales: http://www2.inecc.gob.mx/ publicaciones2/libros/421/cap2.html

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2002). Fisiografía. En Instituto Nacional de Estadística y Geografía, *Síntesis de Información geográfica del estado de San Luis Potosí* (pág. 17). México: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2005). Guía para la interpretación de Cartografía Climatológica. Aguascalientes: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2011). Conjunto de datos vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas. Edición 1.0, Querétaro. Recuperado el 3 de julio de 2021 de Mapa (inegi.org.mx)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2011). *Diccionario de datos de erosión de suelo. Escala 1:250 000.* México: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). *Guía para la interpretación de cartografía. Edafología Escala 1:250 000. Serie III.* Aguascalientes: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). Anuario estadístico y geográfico de Querétaro 2017. Querétaro: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación: escala 1:250,000: serie VI. México: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2018). *Diccionario de datos topográficos. Escala 1:20 000. Versión 2.* México: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Recuperado el 30 de junio de 2021 de Panorama (inegi.org.mx)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). Marco Geoestadístico. Recuperado el 1 de julio de 2021 de Marco Geoestadístico (inegi.org.mx)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). Panorama sociodemográfico de México. Recuperado el 7 de julio de 2021 de Panorama (inegi.org.mx)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2021). Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo Primer trimestre de 2021. Recuperado el 6 de julio de 2021 de Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo. Nueva Edición. Principales indicadores laborales de las ciudades. (inegi.org.mx)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s.f.). *Sistema de topoformas*. Obtenido de Fisiografía: https://www.inegi.org.mx/temas/fisiografia/ #Documentacion

Jiménez S., C. L., *et al* (2014). México país megadiverso y la relevancia de las áreas naturales protegidas. Investigación y Ciencia, 22(60), 16-22.

Jiménez V., A., *et al.* (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología.

Vol. 8. Recuperado de: https://jhortal.com/pubs/2003-Jimenez-Valverde&Hortal_Rev_Ib_Aracnol.pdf

Lacher, T., *et al.* (2016). *Otospermophilus variegatus*. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Recuperado el 19 de julio de 2021 de https://www.iucnredlist.org/species/20495/22263993

López G., C. A., *et al.* (2016). Mamíferos del estado de Querétaro. En Universidad Autónoma de Querétaro, Historia Natural de Querétaro (pág. 283). México: Universidad Autónoma de Querétaro.

Luis, N.A. (2012). Esbozo histórico de la geomorfología y su papel como ciencia aplicada en el contexto de los peligros naturales y los planes reguladores. *Revista Geográfica de América Central, 1*(48), 15-34.

Mandujano, B.A., Pons, H.J. *et al.* (2018). Diversidad genética de maguey (*Agave* spp.) en las sierras y llanuras del norte de Guanajuato. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 9*(3), 511-523.

Martínez C., V., *et al.* (2020) Propagación de *Forestiera phillyreoides*: una especie potencial para la restauración en el Centro-Norte de México. Madera y bosques 26(2).

Martínez, M. *et al.* (2017) Guía ilustrada de la flora del Valle de Querétaro. Universidad Autónoma de Querétaro y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Monjarás-Vega, N.A., Briones-Herrera, C.I., Vega-Nieva, D.J. y Calleros-Flores, E. (2020). Predicting forest fire kernel density at multiple scales with geographically weighted regression in Mexico. *Science of The Total Environment*, 718(4):137313

Moreno F., V. (2012) Elaboración de vino de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Ocaña F., A., *et al* (2016). Guía de aves de Pinal de Amoles, Querétaro, del bosque templado al semidesierto. Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro.

Oliveira, E. *et al.* (2017). Impacts of Urban Areas and Their Characteristics on Avian Functional Diversity. Frontiers in Ecology and Evolution, 5(84):1–15.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2008). *Base referencial mundial del recurso suelo.* Roma: FAO.

Oxfam. (2018). Por mi raza hablará la desigualdad. Efectos de las características étnico-raciales en la desigualdad de oportunidades en México. Recuperado el 7 de julio de 2021 de Oxfam (oxfammexico.org)

Palacios R., A., *et al.* (2016) Distribución potencial de *Prosopis laevigata* (Humb. Et Bonpl. Ex Willd) M.C. Johnston basada en un modelo de nicho ecológico. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 7(34).

Pantoja, H.Y., Gómez, S.M., *et al.* (2017). Guía ilustrada de la flora del valle de Querétaro. México: Universidad Autónoma de Querétaro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).

Parque Industrial Querétaro. (s.f.). Parque Industrial Querétaro. Recuperado el 16 de julio de 2021, de https://www.piq.com.mx/

Plascencia, R. L., *et al.* (2011). La biodiversidad en México su conservación y las colecciones biológicas. Ciencias, 36-43.

PNUD México. (2019). Transformando México desde lo local (Versión en línea). Recuperado el 3 de julio de 2021 de Informe de Desarrollo Humano Municipal 2010-2015. Transformando México desde lo local | El PNUD en México (undp.org)

Ralph, C.J., *et al.* (1996) Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR- 159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.

Red Nacional de Caminos RNC. (2020). Vías de Comunicación. Recuperado el 3 de julio de 2021 de Mapa (inegi.org.mx)

Reynoso S., R., *et al.* (2012) Identificación taxonómica de agaves (*Agave* spp.) utilizados para la elaboración del licor comiteco en Chiapas, México. Revista Agro Productividad 5(4).

Rivas, S.A. (2020). Golondrina tijereta (*Hirundo rustica*). Recuperado de 2021 de https://enciclovida.mx/especies/36107

Ruíz B., C. (2012) Distribución y etonobotánica de *Echinocactus platyacanthus* Link & Otto (Cactaceae) en el Valle del Mezquital. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.

Sanjuan T., G., *et al.* (2021) Ensambles de artrópodos asociados a los frutos de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) en los localidades del Valle del Mezquital, Hidalgo, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 92.

Secretaría de Energía. (2016). Evaluación rápida del uso de la energía: Querétaro, Querétaro, México. Recuperado el 7 de julio de Microsoft Word - 20)Queretaro.docx (www.gob.mx)

Servicio Geológico Mexicano. (s.f.). *¿Qué es la geología?* Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/157537/Que-es-la Geologia.pdf

Servicio Meteorológico Nacional. (s.f.). Guanajuato. Recuperado de Normales climatológicas por estado: https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=gto

Servicio Meteorológico Nacional. (s.f.). Querétaro. Recuperado de Normales climatológicas por estado: https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por estado?estado=qro

SIAP. (2021). Anuario estadístico de producción agrícola: Cierre agrícola. Recuperado el 29 de junio de 2021 de https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/

SIAP. (2021). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) | Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera | Gobierno | gob.mx (www.gob.mx)

SIAP. (s.f.). Cierre agrícola. Obtenido el 16 de julio de 2021, de Anuario estadístico de producción agrícola: https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/

SIGEMA SA de CV. (2015). *Atlas de Riesgos del Municipio de Querétaro 2015.* Querétaro: Municipio de Querétaro.

Sistema Nacional de Información y Gestión Forestal. (2021). Sistema de Predicción de Peligro de Incendios Forestales de México. Recuperado el 30 de junio de 2021 de Sistema de Predicción de Peligro de Incendios Forestales de México (ujed.mx)

Suárez, J.D. (1998). Litología y Estructura Geológica. En J. Suárez Díaz, *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales* (pág. 151). Colombia: Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos.

Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas. (diciembre, 2020). Actualización de la Disponibilidad Media Anual de agua en el Acuífero Valle de Buenavista (2204), Estado de Querétaro. Recuperado el 6 de julio de 1 (conagua.gob.mx)

Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas. (diciembre, 2020). Actualización de la Disponibilidad Media Anual de agua en el Acuífero Valle de Querétaro (2201), Estado de Querétaro. Recuperado el 6 de julio de 1 (conagua.gob.mx)

Tarbuck, E.J., y Lutgens, F.K. (2005). *Ciencias de la Tierra. Una introducción a la geología física.* Madrid: Pearson Educación.

Timm, R. *et al*. (2016). *Procyon lotor*. Lista Roja de especies amenazadas de la UICN. Recuperado de https://www.iucnredlist.org/species/41686/45216638

UAQ. *Opuntia robusta*. Universidad Autónoma de Querétaro. Recuperado de: http://bio.uaq.mx/municipioQro/fichas.php?idA=37&n_img=1&F=1

UICN. (2007). *Sceloporus dugesii*. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Recuperado de https://www.iucnredlist.org/species/64100/12742710

UICN. (2007). *Sceloporus minor*. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Recuperado el 19 de julio de 2021 de https://www.iucnredlist.org/ species/64127/12747438

UICN. (2007). *Sceloporus spinosus*. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Recuperado de https://www.iucnredlist.org/species/64148/12749234

University of Texas. Plant Database: *Astrolepis sinuata*. Recuperado de: https://www.wildflower.org/plants/result.php?id_plant=ASSI9

Van Perlo, B. (2006) Birds of Mexico and Central America. Princenton University Press.

Velasco, J. M., *et al.* (2009) Ciencias de la Tierra y Medioambientales. Editorial Editex. España.

Vides, G.L. *et al.* (2017). Patrones de riqueza y diversidad de aves en áreas verdes del centro urbano de San Salvador, El Salvador. Revista Mexicana de Ornitología, 18(2): 272-280

Viguera, B. y Martínez, M.R *et al.* (2017). El clima, el cambio climático, la vulnerabilidad y acciones contra el cambio climático: Conceptos básicos. Turrialba, Costa Rica: Conservación Internacional (CI). Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza (CATIE).

Yeomans, W. (1986) Visual impact assessment: Changes in natural and rural environment. College of Environmental Science and Forestry. New York.

Zamora, F. (2017). On the role of plant nurseries introducing *Indotyhlops braminus* (Daudin 1083), in Spain. Heropetozoa, 30: 69 -72.