

**ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL
CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.
“GAS CELESTÚN, S.A. DE C.V.”
EN EL MUNICIPIO DE TIZIMÍN, ESTADO DE YUCATÁN**

INDICE

CAPÍTULO I. DATOS GENERALES.	10
I.1. Nombre o razón social de la empresa u organismo.	10
I.2. Registro Federal de Contribuyentes de la empresa.	10
I.3. Número de registro del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) (opcional).	10
I.4. Cámara o asociación a la que pertenece, indicando el número de registro y la fecha de afiliación (opcional).	10
I.5. Actividad productiva principal del establecimiento.	10
I.6. Clave del Catálogo MAP.	10
I.7. Código ambiental (CA).	10
I.8. Domicilio del establecimiento (Anexar croquis).	10
I.9. Domicilio para oír y recibir notificaciones.	10
I.10. Fecha de inicio de operación.	10
I.11. Número de trabajadores equivalente (opcional).	10
I.12. Total de horas semanales trabajadas en planta (opcional).	10
I.13. Número de trabajadores promedio, por día y por turno laborado.	10
I.14. ¿Es maquiladora de régimen de importación temporal? (opcional)	10
I.15. ¿Pertenece a alguna corporación? (opcional)	10
I.16. Participación de capital.	11
I.17. Número de empleos indirectos a generar.	11
I.18. Inversión estimada (M.N.)	11
I.19. Nombre del gestor o promovente.	11
I.20. Registro Federal de Contribuyentes del gestor o promovente.	11
I.21. Departamento proponente del estudio de riesgo.	11
I.22. Nombre completo, firma y puesto de la persona responsable de la instalación (Representante Legal).	11
I.23. Nombre completo y firma del representante legal de la empresa, bajo protesta de decir la verdad.	11
I.24. Nombre de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo (en su caso).	11
I.25. Domicilio de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo (Indicando Calle, Número Interior y Exterior, Colonia, Municipio o Delegación, Código Postal, Entidad Federativa, Teléfono, Fax).	12
CAPITULO II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.	13
II.1. Nombre de la instalación, haciendo una breve descripción de la actividad.	13
II.1.1. Planes de crecimiento a futuro, señalando la fecha estimada de realización.	15
II.1.2. Fecha de inicio de operaciones.	15
II.2. Ubicación de la instalación.	15
II.2.1. Planos de localización a escala adecuada y legibles, marcando puntos importantes de interés cercanos a la instalación o proyecto en un radio de 500 m.	15
II.2.2. Coordenadas geográficas de la instalación (no aplica para zonas urbanas).	15
II.2.3. Describir y señalar en los planos de localización, las colindancias de la instalación y los usos del suelo en un radio de 500 metros en su entorno, así como la ubicación de zonas vulnerables,	

tales como: asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, etc.; señalando claramente los distanciamientos a las mismas.	16
II.2.4. Superficie total de la instalación y superficie requerida para el desarrollo de la actividad (m2 o Ha).....	16
II.2.5. Descripción de accesos (marítimos, terrestres y/o aéreos).	16
II.2.6. Infraestructura necesaria. Para el caso de ampliaciones, deberá indicar en forma de lista, la infraestructura actual y la proyectada.	17
II.3. Actividades que tengan vinculación con las que se pretendan desarrollar en la instalación (industriales, comerciales y/o de servicios).	19
II.4. Número de personal necesario para la operación de la instalación.....	20
CAPITULO III. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONOMICO.....	21
III.1. Describir las características del entorno ambiental a la instalación en donde se contemple: Flora, fauna, suelo, aire y agua.....	21
FLORA.....	21
FAUNA.	26
SUELO.	28
AIRE.	35
AGUA.	35
III.2 Describir detalladamente las características climáticas entorno a la instalación, con base en el comportamiento histórico de los últimos 10 años (temperatura máxima, mínima y promedio; dirección y velocidad del viento; humedad relativa; precipitación pluvial).....	38
CLIMA	38
TEMPERATURA MÁXIMA, MÍNIMA Y PROMEDIO.....	40
DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DEL VIENTO.....	46
HUMEDAD RELATIVA.	50
PRECIPITACIÓN PLUVIAL.	50
III.3. Indicar la densidad demográfica de la zona donde se ubica la instalación.	57
III.4. Indicar los giros o actividades desarrolladas por terceros entorno a la instalación.	59
III.5. Indicar el deterioro esperado en la flora y fauna por la realización de actividades de la instalación, principalmente en aquellas especies en peligro de extinción.....	60
III.6. ¿El sitio de la instalación de la planta, está ubicado en una zona susceptible a:.....	60
III.7. Sí es de su conocimiento que existe un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área de las instalaciones, proporcione la información correspondiente.....	63
CAPITULO IV. INTEGRACIÓN DEL PROYECTO A LAS POLITICAS MARCADAS EN EL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO LOCAL.	64
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO.	64
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE. (POEMyRGMyMC)	69
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE YUCATÁN (POETY).	80
PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO.....	89
REGIONES PRIORITARIAS O DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN.....	90
CAPITULO V. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	91
V.1. Mencionar los criterios de diseño de la instalación con base a las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos.....	91
V.2. Descripción detallada del proceso por líneas de producción, reacción principal y secundaria en donde intervienen materiales considerados de alto riesgo (debiendo anexar diagramas de	

bloques).....	94
V.3. Listar todas las materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas, especificando: Sustancia, cantidad máxima de almacenamiento en kg, flujo en m ³ /h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD), concentración, capacidad máxima de producción, tipo de almacenamiento (granel, sacos, tanques, tambores, bidones, cuñetes, etc.) y equipo de seguridad.	104
V.4. Presentar las hojas de datos de seguridad (MSD), de acuerdo a la NOM-114-STPS-1994, "Sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo" (formato Anexo No. 2), de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica CRETl.	104
V.5. Tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento, especificando: Características, código o estándares de construcción, dimensiones, cantidad o volumen máximo de almacenamiento por recipiente, indicando la sustancia contenida, así como los dispositivos de seguridad instalados en los mismos.....	105
V.6. Describir equipos de proceso y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización. Asimismo, anexar plano a escala del arreglo general de la instalación.	106
V.7. Condiciones de operación.	107
V.7.1. Balance de materia.....	107
V.7.2. Temperaturas y Presiones de diseño y operación.	107
V.7.3. Estado físico de las diversas corrientes del proceso.....	107
V.8 Características del régimen operativo de la instalación (continuo o por lotes).	107
V.9 Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente.	108
CAPITULO VI. ANÁLISIS Y EVALUACION DE RIESGOS.	109
VI.1. Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares, describiendo brevemente el evento, las causas, sustancias involucradas, nivel de afectación y en su caso, acciones realizadas para su atención.....	109
VI.2 Con base en los DTI's de la ingeniería de detalle, identificar los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte, mediante la utilización de alguna de las siguientes metodologías: Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP); Análisis de Modo Falla y Efecto (FMEA) con Árbol de Eventos; Árbol de Fallas, o alguna otra con características similares a las anteriores y/o la combinación de éstas, debiéndose aplicar la metodología de acuerdo a las especificaciones propias de la misma. En caso de modificar dicha aplicación, deberá sustentarse técnicamente..	117
VI.3 Determinar los radios potenciales de afectación, a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación, del o los eventos máximos probables de riesgo identificados en el punto VI.2, e incluir la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, debiendo justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en dichas determinaciones.	137
VI.4 Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.).	171
VI.5. Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.	178
VI.6. Indicar claramente las recomendaciones técnico operativas resultantes de la aplicación de la(s) metodología(s) para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos, señalados en los puntos VI.2 y VI.3.	179
VI.7. Presentar reporte del resultado de la última auditoría de seguridad practicada a la instalación,	

anexando en su caso, el programa calendarizado para el cumplimiento de las recomendaciones resultantes de la misma.	180
VI.8. Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuenta o contará la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.	180
VI.9. Indicar las medidas preventivas o programas de contingencias que se aplicarán, durante la operación normal de la instalación, para evitar el deterioro del medio ambiente (sistemas anticontaminantes), incluidas aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente.	186
CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	200
VII.1. Presentar un Resumen Ejecutivo del Estudio de Riesgo, que deberá incorporar los datos generales de la empresa (Anexo No. 1), y la relación de sustancias peligrosas manejadas, capacidad y tipo de almacenamiento.	200
VII.2. Presentar el Informe Técnico del Estudio de Riesgo (Anexo No. 3).	200
VII.3. Hacer un resumen de la situación general que presenta la instalación en materia de riesgo ambiental, señalando las desviaciones encontradas y posibles áreas de afectación.	200
VII.3.1. Con base en el punto anterior, señalar todas las recomendaciones derivadas del análisis de riesgo efectuado, incluidas aquellas determinadas en función de la identificación, evaluación e interacciones de riesgo y las medidas y equipos de seguridad y protección con que contará la instalación para mitigar, eliminar o reducir los riesgos identificados.	201
VII.4. Señalar las conclusiones del estudio de riesgo.	201
CAPITULO VIII. ANEXO FOTOGRAFICO.	203
VIII.1. Presentar anexo fotográfico o video del sitio de ubicación de la instalación, en el que se muestren las colindancias y puntos de interés cercanos al mismo. Así como de las instalaciones, áreas o equipos críticos.	203
Bibliografía.	204

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas UTM del predio general.....	15
Tabla 2. Coordenadas UTM del polígono del proyecto.	15
Tabla 3. Colindancias del predio.....	16
Tabla 4. Vegetación y uso de suelo en el municipio de Tizimín.	22
Tabla 5. Listado de vegetación del predio del proyecto.....	26
Tabla 6. Especies de fauna registradas en el área del proyecto y en sus colindancias inmediatas.	28
Tabla 7. Características geológicas y geomorfología en el sitio del proyecto.....	28
Tabla 8. Clasificación geológica de la zona del proyecto. Fuente: INEGI. Apartado de Geografía.	30
Tabla 9. Geomorfología en el sitio del proyecto. Fuente: Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tizimín 2014.	30
Tabla 10. Características edafológicas del municipio de Tizimín.....	33
Tabla 11. Tipos de suelo presentes en el municipio de Tizimín.	35
Tabla 12. Regiones hidrológicas del estado de Yucatán.....	35
Tabla 13. Microcuenca del proyecto de acuerdo al SIGEIA.	37
Tabla 14. Tipos de climas presentes en el municipio de Tizimín.....	39
Tabla 15. Temperaturas promedio máximas para el estado de Yucatán. Fuente: Datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional “Temperaturas mensuales por entidad federativa”	40
Tabla 16. Temperaturas medias para el estado de Yucatán. Fuente: Datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional “Temperaturas mensuales por entidad federativa”	40
Tabla 17. Temperaturas promedio mínimas para el estado de Yucatán. Fuente: Datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional “Temperaturas mensuales por entidad federativa”	41
Tabla 18. Temperaturas máximas y mínimas EC31074.....	42
Tabla 19. Temperaturas máximas y mínimas por mes.....	43
Tabla 20. Normales climatológicas 1981-2010.....	45
Tabla 21. Valores extremos de temperaturas máxima y mínimas.	46
Tabla 22. Precipitación mensual para el estado de Yucatán.	50
Tabla 23. Lluvia y evaporación por década-año.....	51
Tabla 24. Lluvia y evaporación por mes.....	52
Tabla 25. Normales climatológica 1981-2010. Precipitación.	55
Tabla 26. Valores extremos de precipitación.	56
Tabla 27. Población por principales localidades.....	57
Tabla 28. Proyección de la población 2015-2030, Fuente: CONAPO.	58
Tabla 29. Población económica por sector.	59
Tabla 30. Tabla de análisis por fenómeno.	60
Tabla 31. Análisis de fenómenos.	61
Tabla 32. Descripción de la Unidad Ambiental Biofísica generada por el SIGEIA.	64
Tabla 33. Descripción de la UAB 62.	66
Tabla 34. Estrategias dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio.....	67
Tabla 35. Estrategias dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.....	68
Tabla 36. Estrategias dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	68
Tabla 37. Descripción de la UGA 130 generada por el SIGEIA.....	69
Tabla 38. Descripción de la UGA 130	70
Tabla 39. Acciones y Criterios Específicos aplicables al proyecto según el POEMyRGMMyMC.....	71

Tabla 40. Tabla de Criterios y Acciones Generales para aplicar en toda el área.....	75
Tabla 41. Acciones y Criterios Específicos para la UGA 130 del POEMyRGMMyMC.....	79
Tabla 42. Descripción de la UGA 1.2M generada por el SIGEIA.....	80
Tabla 43. Descripción y ubicación general de las UGA's del Estado de Yucatán.....	82
Tabla 44. Políticas y usos principales de las Unidades de Gestión Ambiental del Estado de Yucatán	83
Tabla 45. Características de las Unidades de Gestión Ambiental para el establecimiento del modelo de ocupación del territorio del estado de Yucatán.	83
Tabla 46. Modelo de Ocupación del Territorio del Estado de Yucatán.	83
Tabla 47. Distancias mínimas de la tangente del recipiente de almacenamiento a:	92
Tabla 48. Distancias mínimas de la llenadera de recipientes transportables a:.....	92
Tabla 49. Distancias mínimas de la boca de toma de recepción, suministro o carburación más cercana a:.....	93
Tabla 50. Distancia mínima de bombas y compresores más cercanos a:	93
Tabla 51. Distancia mínima de los soportes de recepción, suministro o carburación a:	93
Tabla 52. Distancia mínima del paño exterior del dique del cubeto de retención al:.....	93
Tabla 53. Distancias mínimas externas de las tangentes de los recipientes de almacenamiento. .	94
Tabla 54. Etapas de la operación del proyecto.	94
Tabla 55. Listado de sustancias que se manejarán en el proyecto.	104
Tabla 56. Características de los recipientes de almacenamiento.	105
Tabla 57. Equipos de proceso y auxiliares del proyecto.....	107
Tabla 58. Accidentes de gas LP, gas natural o alguno de sus componentes.	111
Tabla 59. Continuación Accidentes de gas LP, gas natural o alguno de sus componentes.	112
Tabla 60. Continuación Accidentes de gas LP, gas natural o alguno de sus componentes 1970 – 2000 (UNEPc, 2001).....	113
Tabla 61. Tipo de eventos en donde se involucra gas LP (ACQUIM, 2000).....	114
Tabla 62. Causas de accidentes en caminos y carreteras, en donde se involucra gas LP (ACARMEX, 2000).....	116
Tabla 63. Clasificación de consecuencias de eventos y categorías de riesgo.....	118
Tabla 64. Clasificación de frecuencias de los eventos.	119
Tabla 65. Clasificación de frecuencia de ocurrencia de los eventos.....	120
Tabla 66. Tabla de ponderación de Frecuencia y Consecuencia.	120
Tabla 67. Factor vs valor del TLV.	126
Tabla 68. Categorías para el índice de toxicidad.	127
Tabla 69. Índice de mayor toxicidad y categoría.	128
Tabla 70. Categorías de carga de fuego.	131
Tabla 71. Categorías del índice de explosión.	131
Tabla 72. Categorías del índice de explosión aérea.....	131
Tabla 73. Categorías del índice de riesgo global.	132
Tabla 74. Resumen de índices de riesgo.	132
Tabla 75. Factores de riesgo reducidos.	133
Tabla 76. Nodos para análisis de eventos mediante la técnica de HAZOP.	135
Tabla 77. Resumen de la aplicación del HAZOP.	135
Tabla 78. Niveles de severidad.....	136
Tabla 79. Niveles de frecuencia.	136
Tabla 80. Niveles de riesgo.....	136

Tabla 81. Matriz de riesgos.....	137
Tabla 82. Distancias de interés obtenidos en las simulaciones por explosión de una nube de gas L.P.	143
Tabla 83. Radios de afectación por la explosión de una nube de gas ocasionada por la fuga en un orificio de 1 pulgada de diámetro.	147
Tabla 84. Radios de afectación por la explosión de una nube de gas ocasionada por la fuga en un orificio de 1/2 pulgada de diámetro en la manguera de recepción.....	152
Tabla 85. Radios de afectación por la explosión de un cilindro de gas L.P. de 30 kg de capacidad en el muelle de llenado.	156
Tabla 86. Radios de afectación de la simulación de fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. en un orificio de una pulgada de diámetro de la tubería del recipiente de almacenamiento.	162
Tabla 87. Radios de afectación de la simulación de fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. en un orificio de media pulgada de diámetro de la manguera de recibo de gas líquido..	165
Tabla 88. Radios de afectación de la simulación de fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. por un orificio de media pulgada de diámetro de un cilindro de 30 kg en el muelle de llenado.	168
Tabla 89. Programa de mantenimiento del proyecto.....	187

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Uso de suelo y vegetación INEGI 2017.....	21
Figura 2. Ubicación del sitio del proyecto en el mapa geológico del SIGEIA.....	29
Figura 3. Mapa del relieve en el municipio de Tizimín.....	31
Figura 4. Mapa de subprovincias fisiográficas.....	32
Figura 5. Mapa sistema de topomorfias.....	33
Figura 6. Mapa edafológico del municipio de Tizimín.....	34
Figura 7. Cuerpos de agua presentes en la zona del proyecto.....	36
Figura 8. Ubicación del sitio del proyecto dentro de las microcuencas en el estado de Yucatán....	37
Figura 9. Mapas de climas presente en el sitio del proyecto.....	38
Figura 10. Ubicación de la Estación Climatológica en la zona del proyecto.....	41
Figura 11. Registro diario de temperaturas mínima y máxima.....	43
Figura 12. Temperatura máxima.....	44
Figura 13. Temperatura mínima.....	44
Figura 14. Temperaturas mínima, media y máxima por estación del año.....	45
Figura 15. Rosa de los vientos en invierno.....	48
Figura 16. Rosa de los vientos para primavera.....	48
Figura 17. Rosa de los vientos para verano.....	49
Figura 18. Rosa de los vientos para otoño.....	49
Figura 19. Rosa de los vientos resumen anual.....	50
Figura 20. Lluvia por mes.....	52
Figura 21. Evaporación por mes.....	52
Figura 22. Promedio y máximo de lluvia, por década mes.....	53
Figura 23. Promedio diario de lluvia.....	53
Figura 24. Distribución de la lluvia en rangos de 5 mm.....	54
Figura 25. Promedio diario de lluvia y temperatura media, por mes.....	54
Figura 26. Lluvia promedio y máxima, por estación del año.....	55
Figura 27. Pírame de población en el municipio de Tizimín. <i>Fuente: Resultados censo intercensal INEGI 2015.</i>	57
Figura 28. Distribución territorial, fecundidad y mortalidad.....	57
Figura 29. Población económicamente activa del municipio de Tizimín.....	58
Figura 30. Indicadores de pobreza y vulnerabilidad.....	59
Figura 31. Unidad Ambiental Biofísica 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo, de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.....	64
Figura 32. Ubicación del proyecto dentro del POET general.....	65
Figura 33. Área sujeta al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC).....	69
Figura 34. Ubicación del proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.....	70
Figura 35. Ubicación del proyecto dentro del POETY.....	80
Figura 36. Diagrama de flujo de la operación del proyecto.....	103
Figura 37. Resultados del incendio y explosión de contenedores de gas LP en San Juan Ixhuatepec, México, el 19 de noviembre de 1984 (Tudelft, 2001).....	110
Figura 38. Distribución porcentual de tipo de eventos donde se involucra el gas LP.....	114

Figura 39. Distribución porcentual, por estado, de accidentes en fuentes fijas donde se involucra el gas LP (ACQUIM, 2000).	115
Figura 40. Distribución de accidentes en caminos y carreteras, en donde se involucra gas LP (ACARMEX, 2000).	116
Figura 41. Relación de la sobrepresión contra la distancia por la simulación de explosión de una nube de gas L.P. ocasionado por la fuga en un orificio de una pulgada de la tubería del recipiente de almacenamiento.	149
Figura 42. Radios de sobrepresión de la explosión de una nube de gas ocasionada por una fuga por un agujero de una pulgada de diámetro en la tubería del recipiente de almacenamiento.	150
Figura 43. Sobrepresión vs distancia de la simulación de explosión de una nube de gas ocasionada por una fuga en un agujero de 1/2" de diámetro en la manguera de recepción.	154
Figura 44. Radios de sobrepresión de la explosión de una nube de gas ocasionada por una fuga en un agujero de media pulgada de diámetro en la manguera de recepción.	155
Figura 45. Sobrepresión vs distancia de la simulación de explosión de un cilindro de 30 kg de capacidad de gas L.P.	158
Figura 46. Radios de sobrepresión de la explosión de un cilindro de 30 kg de gas L.P.	159
Figura 47. Radiación térmica contra la distancia a nivel del piso por el fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. por un orificio de una pulgada de diámetro de la tubería del recipiente de almacenamiento.	164
Figura 48. Radios de radiación térmica del fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. por un orificio de una pulgada de diámetro de la tubería del recipiente de almacenamiento.	164
Figura 49. Radiación térmica contra la distancia a nivel de piso del fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. por un orificio de media pulgada de diámetro de la manguera de recepción.	167
Figura 50. Radios de radiación térmica del fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. por un orificio de media pulgada de diámetro de la manguera de recepción.	167
Figura 51. Radiación térmica contra la distancia a nivel de piso del fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. por un orificio de media pulgada de diámetro de un cilindro de 30 kg en el muelle de llenado.	170
Figura 52. Radios de radiación térmica del fuego de chorro ocasionado una fuga de gas L.P. por un orificio de media pulgada de diámetro de un cilindro de 30 kg en el muelle de llenado.	170
Figura 53. Explosión de una nube de gas ocasionada por una fuga en un agujero de una pulgada de diámetro en la tubería del recipiente de almacenamiento.	172
Figura 54. Explosión de una nube de gas ocasionada por una fuga en un agujero de media pulgada de diámetro en la manguera de recepción de gas líquido.	173
Figura 55. Simulación de la explosión de un cilindro de 30 kg en el muelle de llenado.	174
Figura 56. Simulación de fuego de chorro ocasionada por una fuga de gas L.P. en un orificio de una pulgada de diámetro de la tubería del recipiente de almacenamiento.	175
Figura 57. Simulación de fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. en un orificio de media pulgada de diámetro de la manguera de recibo de gas líquido.	176
Figura 58. Simulación de fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. por un orificio de media pulgada de diámetro de un cilindro de 30 kg en el muelle de llenado.	177

CAPÍTULO I. DATOS GENERALES.

I.1. Nombre o razón social de la empresa u organismo.

Gas Celestún, S.A de C.V.

En el anexo No. 4 se incluye copia del Acta Constitutiva de la empresa.

I.2. Registro Federal de Contribuyentes de la empresa.

GCE181126HM6

I.3. Número de registro del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) (opcional).

No tiene.

I.4. Cámara o asociación a la que pertenece, indicando el número de registro y la fecha de afiliación (opcional).

La empresa "Gas Celestún, S.A. de C.V." se afiliaría a la Cámara de Comercio.

I.5. Actividad productiva principal del establecimiento.

Compraventa, transporte y distribución de gas licuado de petróleo.

I.6. Clave del Catálogo MAP.

623094 Comercio de gas licuado en tanques portátiles o estacionarios.

I.7. Código ambiental (CA).

Pendiente.

I.8. Domicilio del establecimiento (Anexar croquis).

El proyecto está ubicado en la carretera federal No. 295 Valladolid-Tizimín, parcela No. 354Z3P1/23 del ejido de Tizimín del municipio de Tizimín, estado de Yucatán.

En el anexo No. 3 se presenta figura de ubicación del proyecto.

I.9. Domicilio para oír y recibir notificaciones.

Domicilio, Teléfono y Correo Electrónico del Representante Legal, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

I.10. Fecha de inicio de operación.

No aplica, el proyecto no se ha construido.

I.11. Número de trabajadores equivalente (opcional).

1.56

I.12. Total de horas semanales trabajadas en planta (opcional).

60

I.13. Número de trabajadores promedio, por día y por turno laborado.

57 trabajadores, solo se tiene un turno.

I.14. ¿Es maquiladora de régimen de importación temporal? (opcional)

No.

I.15. ¿Pertenece a alguna corporación? (opcional)

No.

I.16. Participación de capital.

Capital 100% mexicano.

I.17. Número de empleos indirectos a generar.

47 empleos indirectos

I.18. Inversión estimada (M.N.)

Datos Patrimoniales de la Persona Física/Moral, Art. 113 fracción III de la LFTAIP y 116 cuarto párrafo de la LGTAIP.

I.19. Nombre del gestor o promovente.

Ing. Miguel García Rivera

En el anexo No. 4 se presenta copia del poder notarial.

I.20. Registro Federal de Contribuyentes del gestor o promovente.

Registro Federal de Contribuyentes del Representante Legal, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

I.21. Departamento proponente del estudio de riesgo.

Gerencial General

I.22. Nombre completo, firma y puesto de la persona responsable de la instalación (Representante Legal).

ING. MIGUEL GARCÍA RIVERA
REPRESENTANTE LEGAL
GAS CELESTÚN, S.A. DE C.V.

En el anexo No. 4 se presenta copia del poder notarial.

I.23. Nombre completo y firma del representante legal de la empresa, bajo protesta de decir la verdad.

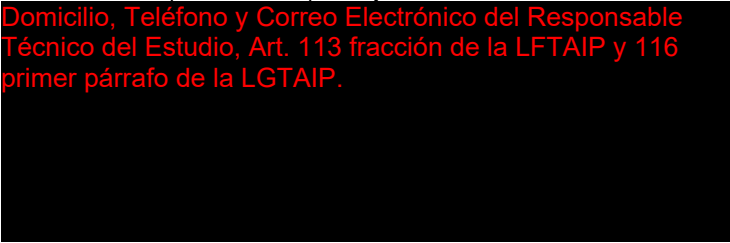
ING. MIGUEL GARCÍA RIVERA
REPRESENTANTE LEGAL
GAS CELESTÚN, S.A. DE C.V.

I.24. Nombre de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo (en su caso).

Consultores en Ecosistemas, S.C.

I.25. Domicilio de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo (Indicando Calle, Número Interior y Exterior, Colonia, Municipio o Delegación, Código Postal, Entidad Federativa, Teléfono, Fax)

Domicilio, Teléfono y Correo Electrónico del Responsable Técnico del Estudio, Art. 113 fracción de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

A large black rectangular box redacting the contact information of the responsible person.

I.26. Nombre completo, puesto y firma de la persona responsable de la elaboración del estudio de riesgo.

**M.C. FRANCISCO JOSÉ ANTONIO MENDOZA MILLÁN
GERENTE GENERAL
CONSULTORES EN ECOSISTEMAS, S.C.**

CAPITULO II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.

II.1. Nombre de la instalación, haciendo una breve descripción de la actividad.

El proyecto se encuentra localizado en la carretera federal No. 295 Valladolid-Tizimín en la parcela 354Z3P1/23 del ejido de Tizimín, municipio de Tizimín, estado de Yucatán.

La actividad principal que se realizará la distribución de Gas L.P. en la ciudad de Tizimín y localidades aledañas.

Para efectuar su actividad se efectuarán diversas acciones iniciando con el recibo del Gas L.P. en semirremolques de 35,000 a 45,000 litros de capacidad, desde las instalaciones de Petróleos Mexicanos en la población de Cactus en el estado de Chiapas.

Los semirremolques recibidos serán descargados por medio de un compresor a los dos recipientes de almacenamiento: recipiente No. 1 con capacidad de 52,550 litros de agua al 100% y recipiente No. 2 de 46,939 litros de agua al 100 %. Desde estos recipientes, por medio de una bomba de Gas L.P. se trasiega el energético hasta el muelle de llenado de cilindros con capacidades de 20, 30 y 45 kg respectivamente, en donde serán cargados en camiones repartidores especialmente adaptados para ello y llevarlos a la venta a los clientes que los solicitan.

Esta Planta contará con dos recipientes de almacenamiento del tipo intemperie cilíndrico-horizonta, especiales para contener Gas L.P., que se localizarán de tal manera que cumpla con las distancias mínimas reglamentarias.

Los recipientes de almacenamiento estarán diseñados para ser colocados sobre bases de sustentación tipo cuna para ser asentados en su placa de apoyo, las cuales estarán asentadas en bases de concreto armado de tal forma que puedan desarrollar sus movimientos de contracción y dilatación.

Los recipientes de almacenamiento estarán protegidos en una plataforma de concreto armado con altura de 0.20 metros y muretes de concreto armado 0.20 x 0.20 metros y altura de 0.60 metros, espaciados a no más de 1.00 entre caras internas de cada uno.

Los recipientes tendrán una altura de mínima de 1.63 metros (recipiente I) y 1.60 metros (recipiente II), medido de la parte inferior de los mismos al nivel del piso terminado.

A un costado de los recipientes se tendrá una escalera metálica terminada en pasarela para tener acceso a la parte superior del mismo, y proporcionar mantenimiento y revisión de las válvulas y accesorios. También se contará con una escalerilla al frente, terminada en pasarela, misma que será usada para mayor facilidad en el uso y lectura del instrumental.

El recipiente y escaleras metálicas, contará con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc Marca Carboline Tipo R.P. 480 y pintura de enlace primario epóxico catalizador Tipo R.P. 680.

El gas también se suministrará a los clientes que tienen en sus hogares o comercios tanques estacionarios, para esto se contará con pipas repartidoras con capacidades de 12,500 litros, las cuales serán llenadas por medio de una bomba, desde el recipiente de almacenamiento. También se podrá utilizar una de la bomba de llenado de cilindros para llenar los autotankes.

En la Planta se efectuarán trabajos de mantenimiento a los cilindros de gas, consistentes en cambio de válvulas y pintura.

Para llevar el control de las ventas del gas, se contará con un departamento administrativo en donde se elaboran notas de venta, facturas y se llevan a cabo los cobros por el producto vendido.

En la Planta de Distribución de Gas L.P. no se efectuará ningún proceso, solamente se llevarán a cabo las actividades consistentes en distribución de Gas L.P.

La operación de la Planta de Distribución de Gas L.P. **SE CONSIDERA COMO UNA ACTIVIDAD ALTAMENTE RIESGOSA**, según el segundo listado de actividades altamente riesgosas publicado en el D.O.F. el 4 de mayo de 1992, ya que el volumen de gas L.P. que se manejará será de 99,489 litros al 100% de agua equivalentes a 56,609.24 kg y la cantidad del reporte es de 50,000 kg, por lo tanto, el volumen supera la cantidad de reporte consignada en dicho listado. Por lo que en conjunto con esta MIA se realizará un Estudio de Riesgo Ambiental y Programa para la Prevención de Accidentes.

Se contará a la entrada a la planta con caseta de vigilancia y a un costado se contará con edificio de oficinas y servicios donde se construirán la oficina de gerencia, recepción de pedidos, servicios sanitarios, área contable, cómputo y archivo, caja de cobro y liquidaciones. También se contará con cuarto del sistema fijo contra incendio con bombas centrifugas y motor de combustión interna y eléctrico, así como cisterna de agua contra incendio.

Se generarán aguas residuales de los servicios sanitarios y se enviarán para su tratamiento a un biodigestor autolimpiable y posteriormente las aguas se infiltran al subsuelo por medio de un pozo de absorción.

También se contará con estacionamiento momentáneo para empleados y visitantes, así como estacionamiento para las unidades de reparto.

Se contará con áreas verdes de acuerdo a la reglamentación municipal. Todas las aguas pluviales se absorben en el interior de la Planta.

Para la construcción de la Planta de Distribución de Gas L.P. se contarán con las obras civiles, mecánicas, eléctricas, hidráulicas y sistema contra incendio, cumpliendo con los lineamientos emitidos en la NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación, publicado en el D.O.F. el 22 de octubre de 2014 y cumplirá asimismo con las Normas Oficiales Mexicanas vigentes aplicables al proyecto.

Según el **PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT)**, el predio del proyecto se ubica en la **Región Ecológica 17.33** denominada **Unidad Ambiental Biofísica 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo**, con una política ambiental de **Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable**, de acuerdo al análisis efectuado el proyecto cumple con las Estrategias Sectoriales.

El predio del proyecto se localiza en la **UGA 130 Tizimín** de acuerdo al **PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE** y cumple con las Acciones y Criterios tanto Generales como Específicas.

El proyecto se localiza en la **UGA 1.2M** con una **POLITICA AMBIENTAL DE APROVECHAMIENTO**, de acuerdo al **PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE YUCATÁN (POETY)** y cumple con los criterios de ordenamiento.

El gas L.P. es un energético de gran importancia y es utilizado como combustible para vehículos, como para uso doméstico y comercial, donde reside su importancia y es utilizado principalmente

para cocinar alimentos. La ciudad de Tizimín se encuentra en pleno crecimiento por lo que demanda contar con la infraestructura y equipamiento adecuado para su desarrollo tal es el caso el presente proyecto, que dotará de Gas L.P. a la ciudad de Tizimín y localidades circunvecinas.

II.1.1. Planes de crecimiento a futuro, señalando la fecha estimada de realización.

No se tienen contemplado planes de crecimiento a futuro.

II.1.2. Fecha de inicio de operaciones.

No aplica, el proyecto se encuentra en la etapa de obtención de servicios.

II.2. Ubicación de la instalación.

El proyecto está ubicado en la carretera federal No. 295 Valladolid-Tizimín, parcela No. 354Z3P1/23 del ejido de Tizimín del municipio de Tizimín, estado de Yucatán.

II.2.1. Planos de localización a escala adecuada y legibles, marcando puntos importantes de interés cercanos a la instalación o proyecto en un radio de 500 m.

En el anexo No. 3 se incluyen figuras de ubicación.

II.2.2. Coordenadas geográficas de la instalación (no aplica para zonas urbanas).

Carretera federal No. 295 Valladolid-Tizimín parcela 354Z3P1/23 del ejido de Tizimín, del municipio de Tizimín, estado de Yucatán.

CUADRO DE CONSTRUCCION PREDIO GENERAL								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
ESTE (X)	NORTE (Y)							
1-2	191°17'56.48"	359.811	379,474.1990	2,333,872.1739	-0°25'4.215470"	0.99977951	21°6'7.082382" N	88°9'37.535518" W
2-3	281°23'16.36"	312.137	379,403.7015	2,333,519.3370	-0°25'4.845980"	0.99977972	21°5'55.590964" N	88°9'39.889429" W
3-4	04°49'54.67"	295.972	379,097.7097	2,333,580.9684	-0°25'8.706836"	0.99978063	21°5'57.522597" N	88°9'50.509128" W
4-5	61°28'22.77"	66.136	379,122.6400	2,333,875.8890	-0°25'8.604513"	0.99978056	21°6'7.119700" N	88°9'49.719920" W
5-6	13°0'24.47"	17.630	379,180.7470	2,333,907.4740	-0°25'7.901849"	0.99978039	21°6'8.160701" N	88°9'47.714194" W
6-7	100°42'9.55"	198.339	379,184.7150	2,333,924.6520	-0°25'7.864489"	0.99978037	21°6'8.720293" N	88°9'47.581033" W
7-1	99°23'26.04"	95.880	379,379.6040	2,333,887.8180	-0°25'5.406783"	0.99977979	21°6'7.568703" N	88°9'40.817716" W
AREA = 116,075.036 m2								

Tabla 1 Coordenadas UTM del predio general.

CUADRO DE CONSTRUCCION PROYECTO								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
ESTE (X)	NORTE (Y)							
8-9	281°17'56.48"	114.795	379,460.2587	2,333,802.4034	-0°25'4.340171"	0.99977955	21°6'4.810052" N	88°9'38.000991" W
9-10	191°17'56.48"	67.700	379,347.6891	2,333,824.8950	-0°25'5.760546"	0.99977989	21°6'5.514794" N	88°9'41.907825" W
10-11	101°17'56.48"	114.795	379,334.4247	2,333,758.5072	-0°25'5.879148"	0.99977993	21°6'3.352631" N	88°9'42.350712" W
11-8	11°17'56.48"	67.700	379,446.9943	2,333,736.0156	-0°25'4.458815"	0.99977959	21°6'2.647891" N	88°9'38.443893" W
AREA = 7,771.592 m2								

Tabla 2. Coordenadas UTM del polígono del proyecto.

II.2.3. Describir y señalar en los planos de localización, las colindancias de la instalación y los usos del suelo en un radio de 500 metros en su entorno, así como la ubicación de zonas vulnerables, tales como: asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, etc.; señalando claramente los distanciamientos a las mismas.

Actualmente en el sitio del proyecto se observa un terreno baldío que fue utilizado como finca. A continuación, se presentan las colindancias del proyecto.

Norte:	Terreno sin uso propiedad de Gas Celestún
Sur:	Terreno sin uso propiedad de Gas Celestún
Este:	Derecho de vía de la carretera Tizimín-Valladolid
Oeste:	Terreno sin uso propiedad de Gas Celestún

Tabla 3. Colindancias del predio.

El predio del proyecto se encuentra fuera de la zona urbana de Tizimín y se observan mayormente terrenos baldíos y ranchos.

En el anexo No. 3 se presentan figuras de ubicación donde se observan los usos de suelo existentes en la zona y los usos permitidos de acuerdo a los siguientes instrumentos de planeación:

- **PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT)**, el predio del proyecto se ubica en la **Región Ecológica 17.33** denominada **Unidad Ambiental Biofísica 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo**, con una política ambiental de **Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable**.
- El predio del proyecto se localiza en la **UGA 130 Tizimín** de acuerdo al **PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE**.
- El proyecto se localiza en la **UGA 1.2M** con una **POLITICA AMBIENTAL DE APROVECHAMIENTO**, de acuerdo al **PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE YUCATÁN (POETY)**.

En los tres casos, el uso de suelo es compatible para la Planta de Distribución de Gas L.P.

En un radio de 500 metros a la redonda de la planta no se observan asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, escuelas, ni zona de reserva ecológica o cuerpos de agua; sin embargo, a 431 metros la norte se encuentra una fábrica de materiales de construcción, igualmente se observa en la zona ranchos, milpas y fincas.

II.2.4. Superficie total de la instalación y superficie requerida para el desarrollo de la actividad (m2 o Ha).

El predio general tiene una superficie de 116,075.036m² y la superficie requerida para la construcción del proyecto es de 7,771.592m² que representa el 6.69% de la superficie total del predio.

II.2.5. Descripción de accesos (marítimos, terrestres y/o aéreos).

El acceso al sitio del proyecto será por medio de la carretera federal No. 295 Valladolid-Tizimín colindante al este del predio.

II.2.6. Infraestructura necesaria. Para el caso de ampliaciones, deberá indicar en forma de lista, la infraestructura actual y la proyectada.

La Planta de Distribución de gas L.P. contará con la siguiente infraestructura:

Obra civil.

- Barda de malla ciclónica.
- Cuarto de bombas del sistema contra incendio.
- Cisterna de agua para el sistema contra incendio.
- Caseta de vigilancia.
- Oficina de gerencia.
- Oficina de recepción y pedidos.
- Servicios sanitarios.
- Oficina de contabilidad.
- Oficina de cómputo y archivo.
- Caja de cobro.
- Área para liquidaciones.
- Cuarto de tableros eléctricos.
- Estacionamiento con pavimento de concreto armado.
- Área de pintura de cilindros.
- Área de cambio de válvulas de cilindros.
- Biodigestor autolimpiable con pozo de absorción.
- Camino de circulación interior para vehículos de concreto armado.
- Cobertizo para toma de recepción de gas L.P., con techo de lámina galvanizada con estructura metálica, soportada con columnas de concreto y plataforma de concreto de 0.20 metros de altura.
- Cobertizo para la toma de suministro con techo de lámina galvanizada con estructura metálica, soportada con columnas de concreto y plataforma de concreto de 0.20 metros de altura.
- Cobertizo para toma de carburación de gas L.P., con techo de lámina galvanizada con estructura metálica, soportada con columnas de concreto y plataforma de concreto de 0.20 metros de altura.
- Área de los recipientes de almacenamiento con piso de concreto armado con una altura de 0.20 metros y muretes de concreto armado de 20x20x60 cm de altura para protección y a una distancia no mayor de 1 m.
- Muelle de llenado de cilindros con plataforma de concreto armado y techo de lámina galvanizada con estructura metálica, soportada con columnas de concreto armado.
- Escalera de concreto para acceso al muelle de llenado de cilindros.
- Bases de concreto armado para sustentación de los recipientes de almacenamiento.
- Bases de concreto para soporte de las bombas y compresores.
- Portón metálico de 6.50 metros de ancho para entrada/salida de vehículos.
- Portón metálico de 6.50 metros de ancho para salida de emergencia.
- Cisterna con capacidad de 45 m³.
- Pozo profundo para extracción de agua.
- Pozo de la red de tierra física.

Equipo electromecánico.

- Recipiente No. 1 tipo intemperie cilíndrico-horizontal para almacenamiento de gas L.P. de acero, con capacidad de 52,550 litros al 100 % de agua, con accesorios, válvulas de corte, válvulas de seguridad y sistema de enfriamiento por medio de agua a base de aspersion, en la parte superior.

- Recipiente No. II tipo intemperie cilíndrico-horizontal para almacenamiento de gas L.P. de acero, con capacidad de 46,969 litros al 100 % de agua, con accesorios, válvulas de corte, válvulas de seguridad y sistema de enfriamiento por medio de agua a base de aspersión, en la parte superior.
- Compresor No. 1 para recepción de Gas L.P. marca Corken, con capacidad de 667 L.P.M. (176 G.P.M.), acoplado a motor eléctrico de 15 C.P. marca Remsa a prueba de explosión.
- Una bomba para llenado de cilindros marca Blackmer modelo LGLD3E con capacidad de 409 L.P.M. (108 G.P.M.), acoplada a motor eléctrico de 10 C.P. marca Siemens a prueba de explosiones. Esta bomba puede ser utilizada también para llenado de autotanques.
- Una bomba para suministro (llenado) de autotanques marca Blackmer modelo LGLD3E con capacidad de 409 L.P.M. (108 G.P.M.), acoplada a motor eléctrico de 10 C.P. marca Siemens a prueba de explosiones.
- Una bomba para carburación de las unidades de reparto marca Blackmer modelo LGLD2E, con capacidad de 190 L.P.M. (50 G.P.M.), acoplada a motor eléctrico de 10 C.P. marca Baldor Eléc. A prueba de explosiones.
- Equipo para colocación de sellos de garantía de cilindros.
- Bomba para agua del sistema contra incendio marca Crane Deming y un gasto de 1,630 LPM con motor de combustión interna de 42 H.P.
- Bomba para agua del sistema contra incendio marca Crane Deming y un gasto de 1,630 LPM con motor eléctrico de 30 H.P.
- Una báscula con carátula electrónica para repeso de recipientes portátiles.
- 4 caudalímetros másicos.
- Recipiente para recuperación de residuos y vaciado de cilindros con fuga.
- Instalaciones con tuberías, mangueras y válvulas para recibo y despacho de gas L.P.
- Transformador comercial tipo distribución de 45 kVA. con voltaje de operación de 13200/220-127 Volts.
- Alumbrado a prueba de explosión en áreas peligrosas.
- Alumbrado en patios de la Planta.
- Tableros eléctricos de control para alumbrado y fuerza.
- Tres pararrayos.

Sistema contra incendio y seguridad.

- 1 extintores de carretilla de P.Q.S. de 50 kg.
- 1 extintor de CO₂ de 4.5 kg.
- 17 extintores de PQS de 9 kg.
- Tres pararrayos.
- Una cisterna para agua con capacidad de 45,000 litros.
- Una bomba para agua marca Crane Dewing con gasto de 1,630 L.P.M. a una presión de 5 kg/cm² y motor de combustión interna de 42 H.P.
- Una bomba para agua marca Crane Dewing con gasto de 1,630 L.P.M. a una presión de 5 kg/cm² y motor eléctrico de 30 H.P.
- Red distribuidora de agua de tubo de acero con accesorios y conexiones.
- Dos hidrantes con mangueras de 2 pulgadas y 30 metros de longitud, con accesorios.
- Sistema de enfriamiento con agua, por medio de aspersión en recipientes de almacenamiento.
- Sistema de alarma sonora con apoyo visual, con botones para accionarla instalados en el muelle de llenado, oficinas administrativas, área de recibo de Gas L.P. y caseta de bombas contra incendio.
- Anaquel con suficientes artefactos matachispas (A la entrada de la Planta).
- Toma Siamesa.
- Sistema de tierra física para el equipo electromecánico e instalaciones.

- Dos trajes de amianto para combate contra incendios.
- Letreros de seguridad con las siguientes leyendas: ALARMA CONTRA INCENDIO (interruptores de alarma), PROHIBIDO ESTACIONARSE (entrada, acceso a vehículos, salida de emergencia y toma siamesa), PELIGRO, GAS INFLAMABLE (varios), SE PROHIBE EL PASO A VEHICULOS Y PERSONAS NO AUTORIZADAS (en los accesos a la Planta), SE PROHIBE ENCENDER FUEGO EN ESTA ZONA (almacenamiento, estacionamiento, toma de recepción, toma de suministro y toma de carburación), SE PROHIBE EL PASO A ESTA ZONA A CUALQUIER PERSONA NO AUTORIZADA (zona de almacenamiento, trasiego y estacionamiento de vehículos), LETREROS QUE INDIQUEN LOS DIFERENTES PASO DE MANIOBRA (muelle de llenado, toma de recepción, toma de suministro y toma de carburación), TABLA DE CÓDIGO DE COLORES DE LAS TUBERÍAS (en la entrada de la Planta y zona de almacenamiento), SALIDA DE EMERGENCIA (en ambos lados), PROHIBIDO EFECTUAR REPARACIONES A VEHÍCULOS EN ESTA ZONA (varios), RUTA DE EVACUACIÓN (verde con flechas y letras blancas) y VELOCIDAD MAXIMA 10 KPH (en la entrada de la Planta).

Servicios

- Eléctrico.
- Teléfono normal y celular.
- Radio.
- Internet.
- Recoja de basura.

En el anexo No 5 se incluyen planos del proyecto civil, mecánico, eléctrico, del sistema contra incendio y un planométrico.

II.3. Actividades que tengan vinculación con las que se pretendan desarrollar en la instalación (industriales, comerciales y/o de servicios).

Transportación del gas L.P., en cilindros por medio de camiones repartidores y autotanques hacia los clientes que tengan tanques estacionarios y suministro de gas L.P. a vehículos utilizados para la distribución de gas L.P.

II.4. Número de personal necesario para la operación de la instalación.

En la Planta laborarán un total de 61 personas distribuidas de la siguiente manera:

Puesto	No.
Gerente de planta	1
Gerente de operaciones	1
Administrador de ventas	1
Contador	1
Auxiliares administrativoS, egresos e ingresos	3
Crédito y cobranza	1
Liquidador	1
Cajero	2
Telefonista	3
Mensajero	1
Supervisor	1
Jefe de andén	1
Llenador	2
Técnico en fugas	1
Chofer vendedor reparto	18
Ayudante vendedor estacionario	8
Chofer vendedor estacionario	9
Vigilante	2
Total	57

II.5. Especificar las autorizaciones oficiales con que cuentan para realizar la actividad en estudio (licencia de funcionamiento, permiso de uso del suelo, permiso de construcción, autorización en materia de Impacto Ambiental, etc.). Anexar comprobantes (opcional).

El proyecto cuenta con los siguientes permisos:

- Factibilidad de uso de suelo expedido por la Dirección de Obras Públicas y Desarrollo Urbano del H. Ayuntamiento de Tizimín de fecha 5 de diciembre de 2019.
- Licencia de uso de suelo expedido por la Dirección de Obras Públicas y Desarrollo Urbano del H. Ayuntamiento de Tizimín con número de folio 1047.

Se están presentando los siguientes estudios ante la ASEA para la obtención de los resolutivos correspondientes:

- Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular.
- Estudio de Riesgo Ambiental.

CAPITULO III. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONOMICO.

III.1. Describir las características del entorno ambiental a la instalación en donde se contemple: Flora, fauna, suelo, aire y agua.

FLORA.

Descripción de la vegetación a nivel macro.

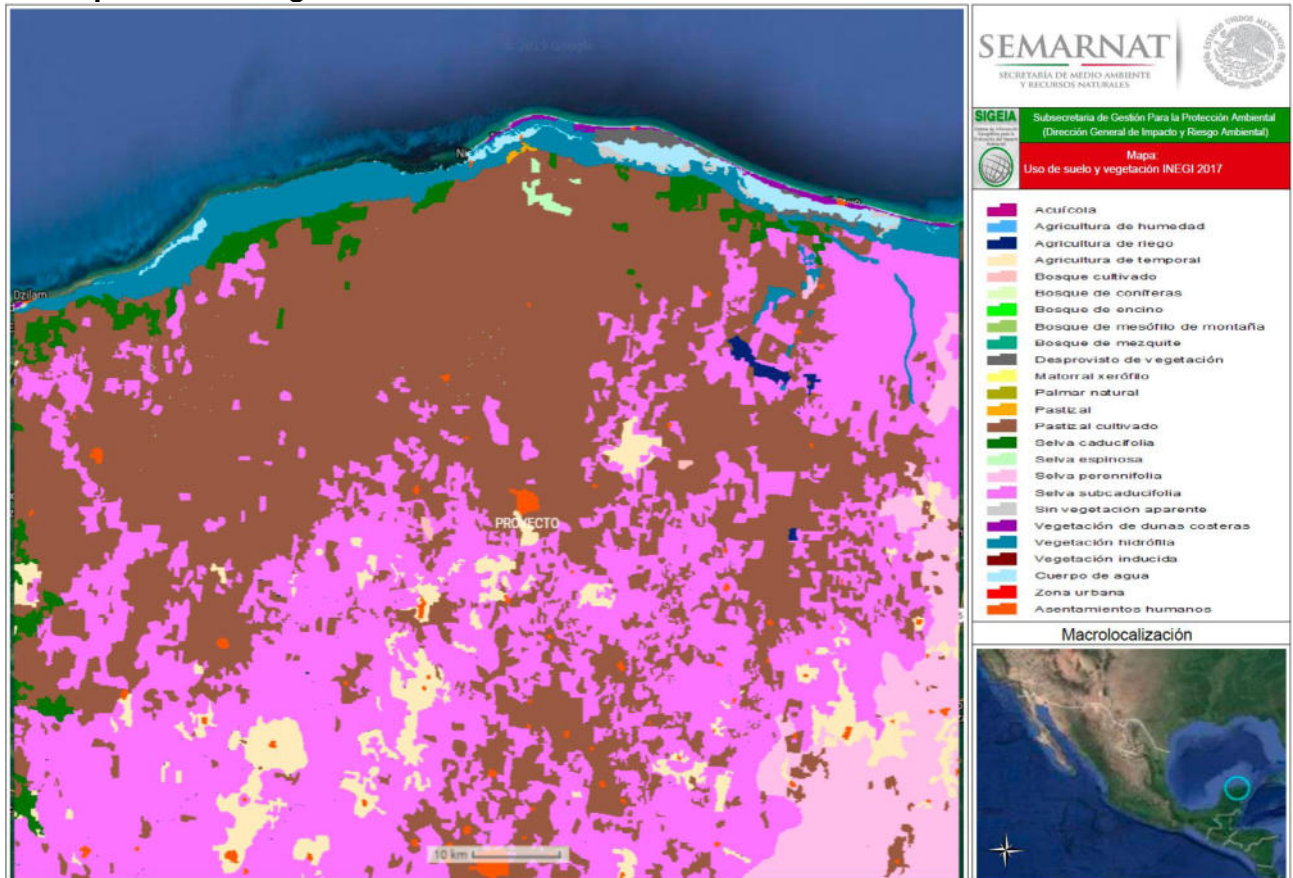


Figura 1. Uso de suelo y vegetación INEGI 2017.

El municipio de Tizimín cuenta con una extensión de 2.62% de Agricultura de temporal, vegetación secundaria de Selva baja caducifolia (101.49 km²), 0.52% de área sin vegetación (20.11 km²), 0.35% de área urbana (13.45 km²), 1.68% de cuerpo de agua perenne interior (65.18 km²), 0.14% de manglar (5.36 km²), 43.24% de pastizal cultivado (1,678.02 km²), 5.79% de pastizal cultivado, vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia (224.82 km²), 0.86% de popal (33.3 km²), 25.06% de selva mediana subcaducifolia (972.65 km²), 4.35% de selva mediana subperennifolia (168.66 km²), 0.33% de vegetación de dunas costeras (12.73 km²), 2.85% de vegetación secundaria de selva baja caducifolia, pastizal cultivado (110.49 km²), 0.37% de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, agricultura de temporal (14.29 km²), 8.2% de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, pastizal cultivado (318.29 km²) y 3.66% de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, agricultura de temporal (142.16 km²).

De acuerdo al SIGEIA, en el área del proyecto se observa el siguiente tipo de vegetación:

Clave (uso del suelo y/o tipo de vegetación)	Tipo de información	Grupo de vegetación	Grupo de sistema agropecuario	Tipo de agricultura	Tipo de vegetación	Desarrollo de la vegetación	Fase de vegetación secundaria
PC	Agrícola-Pecuario- Forestal	Pastizal cultivado	Pecuario	Pastizal cultivado	No aplica	No aplicable	No aplicable
Clave de fotointerpretación	Tipo de vegetación/ Vegetación Secundaria	Tipo de plantación	Tipo de cultivo 1	Componente vv	Descripción	Superficie de la geometría (m ²)	Superficie de incidencia (m ²)
PC	Pastizal cultivado	Ninguno	Permanente	Predio	Proyecto	7771.592	7771.592

Tabla 4. Vegetación y uso de suelo en el municipio de Tizimín.

Descripción de la vegetación a nivel micro (predio).

La vegetación presente en el predio corresponde a secundaria con presencia de algunos ejemplares arbóreos de menor tamaño. A continuación, se presenta el listado de la vegetación observada en el predio general del proyecto.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA
ACANTACEAE	<i>Blechum brownei</i>	Ts'akalbak	Hierba
ACANTHACEAE	<i>Decliptera assurgens</i>	Poklampix, xp'oklampix	Hierba
ACANTHACEAE	<i>Elytraria imbricata</i>	Kambal xa'an	Hierba
ACANTHACEAE	<i>Henrya insularis</i>	Akan xiw / ya'ax ak'ab xiw	Hierba
ACANTHACEAE	<i>Ruellia nudiflora</i>	Kambal xa'anil	Hierba
ACANTHACEAE	<i>Ruellia tuberosa</i>	Kambal ya'axnik	Hierba
AGAVACEAE	<i>Agave angustifolia</i> var. <i>margarita</i>	kitam kih / henequén silvestre	Hierba
AGAVACEAE	<i>Agave fourcroydes</i>	Kahum / kahum kih	Hierba
AGAVACEAE	<i>Agave sisalana</i> *	Kih / henequen	Hierba
AMARANTHACEAE	<i>Alternanthera ramosissima</i>	Sak pool tees	Hierba
ANACARDIACEAE	<i>Mangifera indica</i> *	Mango	Arbol
ANACARDIACEAE	<i>Metopium brownei</i>	cheechem / chechen	Arbol
ANACARDIACEAE	<i>Spondias purpurea</i> *	Abal aak	Arbusto
ANNONACEAE	<i>Annona primigenia</i>	oopi k'aax	Arbol
ANNONACEAE	<i>Malmea depressa</i>	ele'muy	Arbusto
ANNONACEAE	<i>Sapranthus campechianus</i>	sak e'le'emuy, chaak max	Arbusto
ANNONACEAE	<i>Xylopia frutescens</i>	anonillo	Arbusto
APOCYNACEAE	<i>Cascabela gaumeri</i>	Ak'its / narciso silvestre	Arbusto
APOCYNACEAE	<i>Echites yucatanensis</i>	Kakalis ak' / kalis ak' / guitarra ak'	Trepadora
APOCYNACEAE	<i>Urechites andrewsii</i>	biperol / contra yerba	Trepadora
ARECACEAE	<i>Acrocomia mexicana</i>	Tuk/cocoyol	Palma
ARECACEAE	<i>Sabal japa</i> *	sak xa'an	Palma
ASCLEPIADACEAE	<i>Cynanchum schlechtendalii</i>	am ak'	Trepadora
ASCLEPIADACEAE	<i>gonolobus barbatus</i>	k'umche' ak'	Bejuco
ASCLEPIADACEAE	<i>Gonolobus cteniophorus</i>	Ensul ak'	Trepadora
ASTERACEAE	<i>Bidens pilosa</i>	Maskab ch'ik bu'ul	Hierba
ASTERACEAE	<i>Calea urticifolia</i>	Tu xiikin	Hierba
ASTERACEAE	<i>Erechtites hieracifolia</i>	Diente de leon	Hierba

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA
ASTERACEAE	<i>Eupatorium leubicaule</i>	Sak xtok' aban	Arbusto
ASTERACEAE	<i>Eupatorium odoratum</i>	Xtok' aban	Hierba
ASTERACEAE	<i>Isocarpa oppositifolia</i>	Sak sahum	Hierba
ASTERACEAE	<i>Melanthera nivea</i>	Top'lanxiix	Hierba
ASTERACEAE	<i>Pluchea odratum</i>	chalche' / xchalche'	
ASTERACEAE	<i>Porophyllum punctatum</i>	Pech'ukil	Hierba
ASTERACEAE	<i>Trixis inula</i>	Ya'ax kan ak'	Bejuco
ASTERACEAE	<i>Viquiera dentata</i>	Tah / tajonal	Hierba
ASTERACEAE	<i>Wedelia hispida</i>	Sahum	Hierba
BIGNONIACEAE	<i>Arrabidaea floribunda</i>	Xbilin kook	Bejuco
BIGNONIACEAE	<i>Arrabidaea patellifera</i>	Anilkab	Bejuco
BIGNONIACEAE	<i>Cydista heterophylla</i>	Sak ak'	Bejuco
BIGNONIACEAE	<i>Cydista potosina</i>	Ek' k'iix	Bejuco
BIGNONIACEAE	<i>Parmentiera millspaughiana</i>	Xkat ku'uk	Arbusto
BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i>	Bohom	Arbol
BORAGINACEAE	<i>Cordia gerascanthus</i>	Bakalche' / baka che'	Arbol
BORAGINACEAE	<i>Ehretia tinifolia</i>	Beek / roble	Arbol
BORAGINACEAE	<i>Heliotropium curassavicum</i>	Cola de mico	Hierba
BORAGINACEAE	<i>Tournefortia volubilis</i>	Ya'ax anal ak'	Bejuco
BROMELIACEAE	<i>Bromelia karatas</i>	Ch'am , ch'om / piñuelas	Hierba
BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj	Arbol
CANNACEAE	<i>Canna indica</i>	Chank'ala' / platanillo	Hierba
CARICACEAE	<i>Carica mexicana</i>	Puut ch'iich'	Hierba
CECROPIACEAE	<i>Cecropia peltata</i>	k'oochle'/guarumbo	Arbol
COCHLOSPERMACEAE	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Chun / ch'oy	Hierba
COMMELINACEAE	<i>Commelina diffusa</i>	Xpahts'iw	Hierba
COMMELINACEAE	<i>Commelina erecta</i>	Xpahts'a	Hierba
COMMELINACEAE	<i>Roheo discolor*</i>	Maguey morado	Hierba
CONVOLVULACEAE	<i>Bonamia brevipedicellata</i>	Solen ak'	Trepadora
CONVOLVULACEAE	<i>Bonamia sp.</i>	Ho' sak'abil	Trepadora
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea coccinea</i>	Xkal p'ul	Trepadrea
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea crinita</i>	Is ak'il	Trepadora
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea nil</i>	Tsots k'abil	Trepadora
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea tuxtlensis</i>	Xkelil	Trepadora
CUCURTACEAE	<i>Doyerea emetocathartica</i>	Kis kan	Rastrera
CUCURTACEAE	<i>Melotria pendula</i>	Sandia xtulub	Rastrera
CYPERACEAE	<i>Scleria lithosperma</i>	ok nom	Pasto
DIOSCOREACEAE	<i>Dioscorea convolvulacea</i>	Makal k'uuch ak'	Trepadora
EBENACEAE	<i>Diospyros albens</i>	Silil	Arbol
EBENACEAE	<i>Diospyros anisandra</i>	K'ak'che'	Arbusto
EBENACEAE	<i>Diospyros cuneata</i>	Uchulche'	Arbol
EUPHORBIACEAE	<i>Acalypha unibracteata</i>	ch'ilibtux	Arbusto
EUPHORBIACEAE	<i>Cnidoscolus acotinifolius</i>	Xtsah / chaya de monte	Hierba
EUPHORBIACEAE	<i>Cnidoscolus multilobus</i>	Chay keh /chaya de monte	Hierba
EUPHORBIACEAE	<i>Croton chichenensis</i>	Xikin burro / xikin ch'amak	Hierba
EUPHORBIACEAE	<i>Croton flavens</i>	Xikin ch'amak / eek' balam	Hierba

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA
EUPHORBIACEAE	<i>Croton humilis</i>	Ik a'ban	Hierba
EUPHORBIACEAE	<i>Croton reflexyfolius</i>	P'e'eskuuts / sim kuuts	Arbusto
EUPHORBIACEAE	<i>Dalechampia scandens</i>	Xmolkoh	Trepadora
EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Xobón k'aak'	Hierba
EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomolche / piñon	Arbusto
EUPHORBIACEAE	<i>Manihot carthagenensis</i>	Akche' / yuca silvestre	Arbusto
EUPHORBIACEAE	<i>Tragia yucatanenses</i>	P'op'ox / ortiga	Trepadora
FABACEAE	<i>Acacia cornigera</i>	subin	Arbusto
FABACEAE	<i>Acacia gaumeri</i>	Box kaatsin	Arbol
FABACEAE	<i>Acacia glomerosa</i>	Sak piich	Arbol
FABACEAE	<i>Acacia pennatulata</i>	Ch'imay	Arbol
FABACEAE	<i>Acacia riparia</i>	Xlets' / Ya'ax kaatsin	Arbusto
FABACEAE	<i>Aeschynomene fascicularis</i>	Salat ik'	Hierba
FABACEAE	<i>Bauhinia divaricata</i>	Ts'ulubtok'	Arbusto
FABACEAE	<i>Bauhinia jeningsii</i>	Chaak ts'ulubtok'	Arbusto
FABACEAE	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche'	Arbol
FABACEAE	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Xpakum	Arbol
FABACEAE	<i>Centrosema schotii</i>	Xeet'	Trepadora
FABACEAE	<i>Chamaecrista glandulosa</i>	Tamarindo xiw	Hierba
FABACEAE	<i>Cracca greemmanii</i>	Chikam t'uul	Trepadora
FABACEAE	<i>Dalbergia glabra</i>	siits' muk	Bejuco
FABACEAE	<i>Desmodium brownei</i>	Mehen bu'ul xiw	Hierba
FABACEAE	<i>Desmodium glabrum</i>	Bu'ul xiw	Hierba
FABACEAE	<i>Diphyssa carthagenensis</i>	Ts'uts'uk / ruda de monte	Arbol
FABACEAE	<i>Galactica striata</i>	Xk'axab yuk	Trepadora
FABACEAE	<i>Gliricidia sepium</i>	Sak ya'ab / madre cacao	Arbol
FABACEAE	<i>Havardia albicans</i>	chukum	Arbol
FABACEAE	<i>Leucaena leucocephala</i>	Waxim	Arbusto
FABACEAE	<i>Lisyloma latisiliquun</i>	Tsalam	Arbol
FABACEAE	<i>Lonchocarpus longistylus</i>	balche	Arbol
FABACEAE	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'analsin	Arbol
FABACEAE	<i>Macroptilium antropurpureum</i>	Bu'ul ch'o'	Trepadora
FABACEAE	<i>Mimosa bahamensis</i>	Sak kaatsim	Arbol
FABACEAE	<i>Mucuna pruriens</i>	Tsapaltsap / pic pica	Trepadora
FABACEAE	<i>Nisolia fruticosa</i>	Xk'ant'ul	Trepadora
FABACEAE	<i>Piscidia piscipula</i>	Ha'abin	Arbol
FABACEAE	<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	Arbol
FABACEAE	<i>Platymisium yucatanum</i>	xsubin che'	Arbol
FABACEAE	<i>Rhynchosia longeracemosa</i>	Hul k'ini' / ib ch'o'	Arbol
FABACEAE	<i>Rhynchosia minima</i>	Ib ch'o'	Arbol
FABACEAE	<i>Senna otomaria</i>	Xtuha'abin	Arbol
FABACEAE	<i>Senna racemosa</i>	K'anlool	Arbol
FLACOURTIACEAE	<i>Casearia nítida</i>	iximche'	Arbol
FLACOURTIACEAE	<i>Samida yucatanenses</i>	Mukuyche'	Arbusto
FLACOURTIACEAE	<i>Zuelania guidonia</i>	Tamay / palo volador	Arbol
HIPPOCRATAACEAE	<i>Hippocratea excelsa</i>	Sak boob	Arbol

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA
LABIATAE	<i>Hiptis suaveolens</i>	Solté xnuk	Hierba
LABIATAE	<i>Salvia coccinea</i>	Chak sil	Hierba
LOASACEAE	<i>Gronovia scandens</i>	Xlaal muuch	Hierba
LOASACEAE	<i>Mentzelia aspera</i>	Xpak'um pak'	Hierba
LYTHRACEAE	<i>Ammannia latifolia</i>	Xk'uch'el	Arbusto
MALPIGHIACEAE	<i>Bunchosia glandulosa</i>	Siipche	Arbusto
MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Chi' / nance	Arbol
MALPIGHICEAE	<i>Heteroptheris glabra</i>	Pepen ak'	Bejuco
MALVACEAE	<i>Abutilon trisulcatum</i>	Sak miisib	Arbusto
MALVACEAE	<i>Hampea trilobata</i>	hool / majagua	Arbusto
MALVACEAE	<i>Hibiscus clypeatus</i>	taman ch'iich'	Arbusto
MALVACEAE	<i>Malvaviscus rosa-sinensis*</i>	tulipán	Hierba
MALVACEAE	<i>Malvaviscus tubiflorus</i>	Chinchinpool ojo	Hierba
MALVACEAE	<i>Sida acuta</i>	Chichibeh	Hierba
MALVACEAE	<i>Sida spinosa</i>	boxmalva	Hierba
MELIACEAE	<i>Trichilia havanensis</i>	ch'oben che'	Arbusto
MENISPERMACEAE	<i>Cisampelos pareira</i>	Petektun	Trepadora
MORACEAE	<i>Ficus acotinifolius</i>	Koopo' / amate / alamo	Arbol
MYRTACEAE	<i>Eugenia mayana</i>	Sak ok loob che'	Arbol
MYRTACEAE	<i>Eugenia standleyana</i>	Sak ok loob	Arbol
NICTAGYNACEAE	<i>Boerhavia glabra</i>	Sak hawai	Arbol
NICTAGYNACEAE	<i>Neae psycchotrioides</i>	Xtahts'i	Arbol
NIGTAGYNACEAE	<i>Pisonia aculeata</i>	Beeb	Bejuco
PASSIFLORACEAE	<i>Pasiflora ciliata</i>	Uvas so'ots' / poch' k'aak'	Trepadora
PASSIFLORACEAE	<i>Pasiflora foetida</i>	Xpoch' / poch' ak'il	Trepadora
POACEAE	<i>Cenchrus brownei</i>	Ek'mul	Pasto
POACEAE	<i>Cenchrus echinathus</i>	Mul	Pasto
POACEAE	<i>Cynodon dactylon</i>	Chimes su'uk	Pasto
POACEAE	<i>Digitaria bicornis</i>	Pakab keh / su'uk ti pak'lu'um	Pasto
POACEAE	<i>Lasciasis divaricata</i>	Siit	Bambú
POACEAE	<i>Lasciasis ruscelifolia</i>	Kamba siit / Kambal siit	Bambú
POACEAE	<i>Olyra yucatanenses</i>	Tok' su'uk	Pasto
POACEAE	<i>Panicum maximum*</i>	Guinea veracruzana	Pasto
POACEAE	<i>Schizachyrium microtachyum</i>	neh mula / cola de mula	Pasto
POACEAE	<i>Setaria parviflora</i>	Neh mis su'uk	Pasto
POACEAE	<i>Sporobolus domingensis</i>	Ya'ax su'uk	Pasto
POACEAE	<i>Sporobolus virginicus</i>	Mejen ya'ax su'uk	Pasto
POACEAE	<i>Urochloa fasciculata</i>	Xk'anchim	Pasto
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba cozumelensis</i>	boob	Arbol
POLYGONACEAE	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'its'ilche'	Arbol
POLYGONACEAE	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	Sak itsab	Arbol
ORCHIDACEAE	<i>Catasetum integerrimum</i>	Chit kuk	Hierba
RANUNCULACEAE	<i>Clematis dioica</i>	mex noxib	Trepadora
RHAMNACEAE	<i>Goiania lupuloides</i>	Sakan ak'	Bejuco
RHAMNACEAE	<i>Karwinsckya humboldtiana</i>	Luunche'	Arbol
RHAMNACEAE	<i>Colubrina greigii</i>	Pimienta che'	Arbusto

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA
RUBIACEAE	<i>Borreria verticillata</i>	Nih so'o'ts'	Hierba
RUBIACEAE	<i>Chioccoca alba</i>	Kanchakche'	Arbusto
RUBIACEAE	<i>Guettarda elypticum</i>	Kib che'	Arbusto
RUBIACEAE	<i>Hamelia patens</i>	Xk'anan	Hierba
RUBIACEAE	<i>Morinda yucatanenses</i>	Piña kan	Bejuco
RUBIACEAE	<i>Randia aculeata</i>	Pechkitam	Arbusto
RUBIACEAE	<i>Psychoctria nervosa</i>	Ya'ax k'anan	Arbusto
RUTACEAE	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Hok'obche' / naraja che'	Arbol
RUTACEAE	<i>Zantoxylum caribaeum</i>	Sina'an che'	Arbusto
SAPINDACEAE	<i>Paulinia cururu</i>	Ch'em ak'	Bejuco
SAPINDACEAE	<i>Serjania adiantoides</i>	Xp'ak ak'	Bejuco
SAPINDACEAE	<i>Touinia paucidentata</i>	K'anchunub	Arbol
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum mexicana</i>	Chi' keh / cayumito silvestre	Arbol
SAPOTACEAE	<i>Sideroxylum retusa</i>	Pu'uts' mukuy	Arbusto
SCROPHULARIACEAE	<i>Capraria biflora</i>	Chokuil xiw	Arbol
SIMAROUBACEAE	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Belsinikche'	Arbol
STERCULIACEAE	<i>Walteria americana</i>	Sak xiw	Arbusto
STERCULIACEAE	<i>Helicteres barwensis</i>	Suput	Arbusto
STERCULIACEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pixoy / guazimo	Arbol
TILIACEAE	<i>Corchorus siliquosus</i>	Sak chichibaji	Hierba
ULMACEAE	<i>Celtis iguanaea</i>	Ich'ak mis / bolon ak'	Hierba
VERBENACEAE	<i>Calycarpa acuminata</i>	Xpukim	Arbusto
VERBENACEAE	<i>Duranta repens</i>	K'amp'ok'olche	Arbusto
VERBENACEAE	<i>Lantana cámara</i>	Ich ch'o' / pet k'in	Arbusto
VERBENACEAE	<i>Petrea volúbilis</i>	Op' tzimin	Bejuco
VERBENACEAE	<i>Priva lappulacea</i>	Xpak'	Hierba
VERBENACEAE	<i>Tamonea curassavica</i>	Cha'an koh xnuuk / muela de vieja	Hierba
VERBENACEAE	<i>Vitex gaumeri</i>	ya'axnik / xya'axnik	Arbol
VIOLACEAE	<i>Hybanthus yucatanensis</i>	Sak bakekan	Arbol

Tabla 5. Listado de vegetación del predio del proyecto.

* Plantas silvestres que se pueden encontrar cultivados en los patios de las casas en la ciudad y pueblos.

En el predio del proyecto no se observaron ejemplares catalogados en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

FAUNA.

Fauna a nivel macro.

Selva húmeda: faisán, loro, guacamaya, colibrí, zenzontle, cardenal, ruiseñor, tejón, martucha, zorrillo, pecarí, mapache, serpiente y nutria. En el manglar: flamingo, pato, golondrina y lagarto. En matorral: víbora de cascabel. En ambientes acuáticos: tortuga blanca, caguama, mero, rubia, caracol, pulpo, delfín, langosta, tiburón, pargo y huachinango. En los bosques: murciélagos zapotero y dos líneas, pájaro Toh, halcón, codorniz, chachalaca, boa ratonera, rana y sapo. Animales en peligro de extinción: armadillo, puerco espín, manatí, mono araña, saraguato negro, tortuga carey y oso hormiguero.

Fauna a nivel micro.

1. Antecedentes y descripción general

El sitio y la zona general en la cual se pretende implementar el proyecto se compone de vegetación secundaria predominante con ejemplares frutales y ornamentales debido a la ubicación de ranchos y milpas en la zona.

A partir de los usos de suelo existentes en la zona, se desarrolla la vegetación actual, configurando el paisaje local y en consecuencia, la comunidad de fauna. Como resultado, el sitio del proyecto y su área de influencia directa no conforman ninguna zona de reproducción y/o alimentación significativa de fauna terrestre relevante o en riesgo, debido a la perturbación previa y actual, así como las actividades que tienen lugar en el área y sus colindancias.

Se reconoce que la fauna silvestre se distribuye conforme a características del hábitat tales como la heterogeneidad y complejidad vegetal, las características del sustrato, la presencia de competidores y depredadores, así como en respuesta al grado de perturbación (entendida como la modificación al entorno natural causada por las actividades antropogénicas).

Durante los recorridos de campo por los sitios de influencia directa del proyecto, se realizó el muestreo de fauna presente en el área específica y en las colindancias.

Técnicas de muestreo y registro

Los recorridos en el sitio y áreas de influencia del proyecto, se realizaron durante 4 días, de 7 a 16 hrs. Las técnicas aplicadas para el muestreo y registro de los grupos faunísticos se describen a continuación:

Anfibios y Reptiles. Para el registro mediante observación directa de estos grupos se realizaron recorridos por el área de afectación y sus colindancias, tanto en áreas de vegetación como en áreas sin cobertura significativa. Se removieron piedras y herbáceas y se revisaron troncos y ramas de vegetación en pie para el registro de estas especies.

Aves. Se realizaron recorridos para observación directa de especies. Para un registro más completo se consideraron las especies detectadas en las colindancias inmediatas ya que dado el área de actividad de las mismas, su presencia en el área de afectación es muy probable. Se consideraron todos los organismos en vuelo, perchados y en el suelo. En general se siguieron las mismas rutas del muestreo para anfibios y reptiles.

Mamíferos. El objetivo de los recorridos aplicados a este grupo animal, fue el lograr la observación directa de especies o bien, su registro indirecto mediante rastros tales como madrigueras, pelos, excretas y cráneos. En general se siguieron las rutas de muestreo utilizadas para los otros grupos animales, verificando la presencia de mastofauna en el sustrato o en vegetación.

Listado faunístico

Como resultado de los muestreos realizados, se logró el registro (con evidencia directa de la ocurrencia) de las siguientes especies.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
REPTILES		
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i> *	Iguana rayada
Teiidae	<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija
	<i>Cnemidophorus angusticeps</i>	Lagartija
AVES		
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita
Columbidae	<i>Zenaida asiática</i>	Paloma de alas blancas
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garra patero
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Mosquitero o chatilla
MAMÍFEROS		
Didelphidae	<i>Didelphis</i> sp.	Tlacuache, zorro

Tabla 6. Especies de fauna registradas en el área del proyecto y en sus colindancias inmediatas.

Del listado anterior podemos destacar a la iguana rayada *Ctenosaura. similis*, la cual se observó en los predios colindantes al polígono de estudio. Por su parte, la lagartija *A. undulata* fue frecuentemente avistada durante los recorridos, principalmente reposando en rocas y troncos secos.

En lo que respecta a las aves registradas, la mayor parte de ellas se observaron en las áreas con árboles. No obstante, hubo algunas especies como *Q. mexicanus* y *D. dives*, que fueron más abundantes en la zona donde la vegetación era menos densa, lo cual les permitía avistar insectos para su alimentación.

Por lo que respecta al grupo de mamíferos, todas las identificaciones fueron realizadas con base en muestras indirectas a través de excretas, rastros, echaderos, entre otras, dando como resultado que la única especie detectada es *Didelphis* sp. muy común en la zona.

La mayor parte de las especies observadas son comunes en la región. De manera general, el predio alberga fauna tolerante a las acciones antropogénicas y que se ha adaptado al impacto producido en el sitio.

SUELO.

De acuerdo al SIGEIA, el sitio del proyecto presenta las siguientes características geológicas.

Agrupación Leyenda	Entidades	Era geológica	Clase	Tipo de roca	Sistema	Clave geológica
Caliza	Unidad cronoestratigráfica	Cenozoico	Sedimentaria	Caliza	Neógeno	Ts(cz)
Componente vv	Descripción	Superficie de la geometría (m ²)	Superficie de incidencia (m ²)			
PREDIO	PROYECTO	7771.592	7771.592			

Tabla 7. Características geológicas y geomorfología en el sitio del proyecto.

En el estado de Yucatán la roca sedimentaria cubre 95.8% (37,863.992 km²) de su territorio. La roca sedimentaria del Periodo Terciario abarca 82.6% (32,646.82 km²), se localiza en todo el

estado excepto en su parte norte; donde aflora la roca sedimentaria del Cuaternario con 13.2% (5,217.16 km²) y paralelamente a la línea de costa, se ubica el suelo. Toda la superficie estatal queda comprendida en la Era del Cenozoico con una edad aproximada de 63 millones de años.

El origen Geológico del Municipio de Tizimín corresponde al periodo del Neógeno en un 93.52% (3,642.98 km²) y en un 4.23% (164.77 km²) al periodo Cuaternario. La Geología se considera que tiene una estructura similar en toda la península.

Con base en los conocimientos sobre la península yucateca, en general podemos decir que proceden de una base calcárea Lacustres es un 2.56% (99.72 km²) y un Litoral de 0.48% (18.69 km²), distribuidos sin grandes accidentes geográficos y de formación reciente, Miranda (1958) los describe con elevaciones de 0 a 275 msnm, siendo en la Sierrita de Ticúl, donde alcanzan su mayor altitud.

Aguilera (1958) atribuye al origen marino que la influencia climática no ha provocado diferencias edáficas notables, considera importante en la información de los suelos peninsulares los siguientes factores: organismos, relieve, roca madre y edad. El material basal o roca madre está constituido por arenisca calcárea con o sin material conchífero en el cordón litoral, vastos territorios cubiertos de margas calizas y calcíferas con inclusiones de dolomitas, óxido de hierro y arcillas de origen volcánico en el interior de la península.

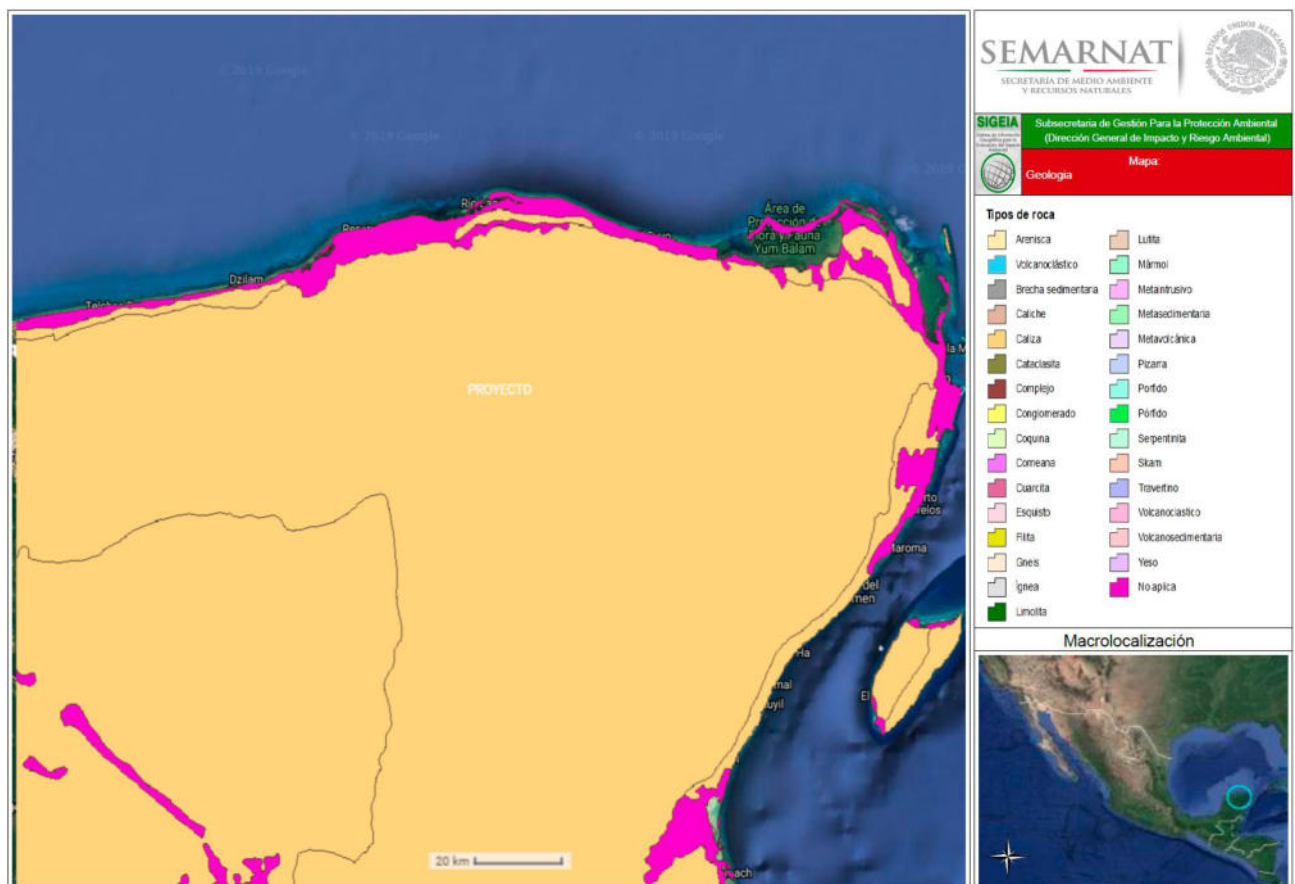


Figura 2. Ubicación del sitio del proyecto en el mapa geológico del SIGEIA.

Geología					
Clave	Entidad	Tipo	Sistema	%	Km ²
H20	Cuerpo de Agua Perenne	N/A	N/A	1.76	0.05
Q(cz)		Caliza	Cuaternario	28.27	0.73
Q(s)	Suelo	N/A	Cuaternario	133.55	3.49
Te(cz)		Caliza			
Ts(cz)		Caliza	Neógeno	3,716.93	95.74

Tabla 8. Clasificación geológica de la zona del proyecto. Fuente: INEGI. Apartado de Geografía.

Características geomorfológicas del área.

Como en casi toda la Península de Yucatán, la superficie del territorio de Tizimín es plana, aceptada la denominación de Loma de Yucatán, se trata de una masa compacta a la que no se le han encontrado fracturas tectónicas (llanura rocosa de piso cementado), se considera que está formada por rocas sedimentarias cretácicas, que descansan en formaciones terciarias y que no han recibido movimientos orogénicos notables, sus características son diferentes a las del resto del país, tanto en lo que hace a la uniformidad de su superficie como a las persistentes formaciones cársticas (calizas) que le cubren y a la total ausencia de corrientes de aguas superficiales.

En cuanto a la orografía se puede distinguir que toda la superficie municipal es plana, cuenta con llanura rocosa con hondonadas someras de piso rocoso o cementado 8.41% (326.45 km²), llanura rocosa de piso rocoso o cementado 75.94% (2,948.38 km²), llanura rocosa con hondonadas de piso rocoso o cementado 1.89% (73.34 km²), llanura rocosa de piso rocoso o cementado y salino 1.73% (67.23 km²), llanura rocosa de transición de piso rocoso o cementado 6.05% (235 km²), Playa o barra inundable y salina en un 4.89% (189.89 km²) así como cuerpos de agua en un 1.09% (42.22 km²).

Geomorfología		
	%	Km ²
Llanura rocosa con hondonadas someras de piso rocoso o cementado	8.41	326.45
Llanura rocosa de piso rocoso o cementado	75.94	2,948.38
Llanura rocosa con hondonadas de piso rocoso o cementado	1.89	73.34
Llanura rocosa de piso rocoso o cementado y salino	1.73	67.23
Llanura rocosa de transición de piso rocoso o cementado	6.05	235
Playa o barra inundable y salina en un	4.89	189.89
Cuerpos de Agua	1.09	42.22

Tabla 9. Geomorfología en el sitio del proyecto. Fuente: Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tizimín 2014.

Características de relieve.

Presencia de fallas y fracturamientos.

Susceptibilidad de la zona a: sismicidad, derrumbes e inundaciones.

Sismicidad / nula.

Derrumbes / nulos.

Inundaciones / nulas

Fisiografía.

31

El Municipio de Tizimín, fisiográficamente pertenece a la Provincia de la Península de Yucatán en un 99.64% (3,751.60 km²) y cuerpos de agua en un 0.36% (143.8 km²), su Subprovincia se encuentra 98.91% (3,840.29 km²) en el Carso Yucateco y 1.09% (42.22 km²) cuerpos de agua. En cuanto al sistema de Topoformas, cuenta con llanura rocosa con hondonadas someras de piso rocoso o cementado 8.41% (326.45 Km²), llanura rocosa de piso rocoso o cementado 75.94% (2,948.38 km²), llanura rocosa con hondonadas de piso rocoso o cementado 1.89% (73.34 km²), llanura rocosa de piso rocoso o cementado y salino 1.73% (67.23 km²), llanura rocosa de transición de piso rocoso o cementado 6.05% (235 km²), Playa o barra inundable y salina en un 4.89% (189.89 km²) así como cuerpos de agua en un 1.09% (42.22 km²).

Con base en los conocimientos e información disponible sobre los suelos de la Península Yucateca, en general podemos señalar que las características del suelo de Tizimín comparten particularidades con distintos municipios del Estado pero son diferentes a las del resto del país. Aceptada la denominación de Losa de Yucatán, se trata de una masa compacta a la que no se le han encontrado fracturas tectónicas.



Figura 4. Mapa de subprovincias fisiográficas.

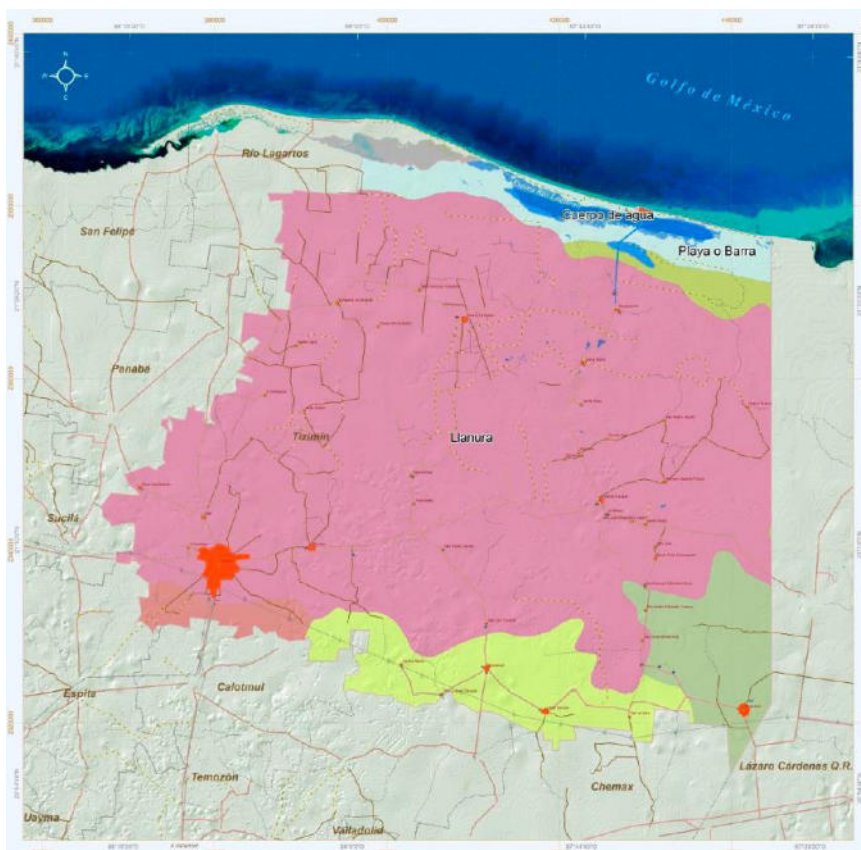


Figura 5. Mapa sistema de topomorfas.

Suelos.

De acuerdo al SIGEIA, las características del suelo en el área del proyecto son las siguientes:

Calificador 1 del suelo. Adjetivos de Unidades	Tercer grupo de suelo	"Tercer calificador del suelo, propiedades del suelo "	Calificador 2 del suelo. Adjetivos de Unidades	"Calificador del grupo de suelo, propiedades del suelo "	"Segundo calificador del suelo, propiedades del suelo"	Calificador 3 del suelo. Adjetivos de Unidades
Crómico (cr)	Leptosol (LP)	Réndzico (rz)	Calcárico (ca)	Húmico (hu)	Epiléptico (lep)	Húmico (hu)
Clave edafológica	Primer grupo de suelo	Fragmentos de roca	Segundo grupo de suelo	Componente vv	Superficie de la geometría (m²)	Superficie de incidencia (m²)
CMcrhu+PHcalep+LPhurz/3	Cambisol (CM)	No	Phaeozem (PH)	Predio	7771.592	7771.592

Tabla 10. Características edafológicas del municipio de Tizimín.

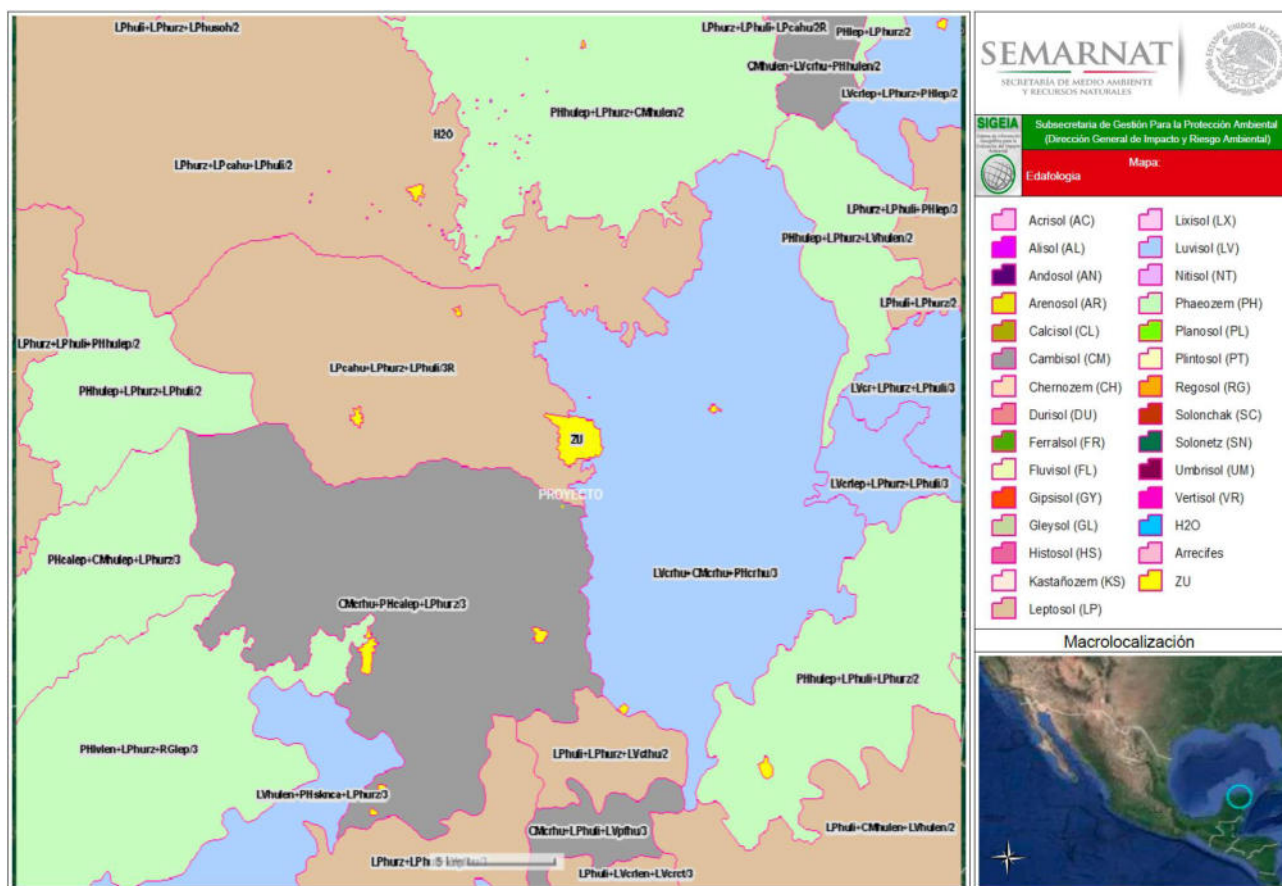


Figura 6. Mapa edafológico del municipio de Tizimín.

La composición del suelo en el Municipio de Tizimín corresponde en su mayoría al Rendzina, el cual representa el 88.07% (3,417.57 km²), es de suelos someros que producen ruido con el arado por su pedregosidad. Estos suelos se presentan en climas semiáridos, tropicales o templados. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos –por debajo de los 25 cm- pero llegan a soportar vegetación de selva alta perennifolia. Cuando se interrumpen los flujos de agua, los Histosoles se degradan y se convierten en suelos salinos o Solonchak, vulgarmente denominados “blanquizales” por el color blanco de las sales y sin cubierta vegetal, los cuales se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país. Tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo, abarca el 3.32% (125.38 mm²). En ese mismo sentido, el Luvisol se caracteriza por ser suelo con acumulación de arcilla. Se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas, aunque en algunas ocasiones también pueden encontrarse en climas más secos, abarca el 6.59% (260.79 km²) y finalmente los cuerpos de agua representan el 2.02% (78.79 km²).

A nivel municipal, la zona urbana de la ciudad se asienta únicamente sobre Rendzina en las tres cuartas partes suroccidentales y luvisol en la cuarta parte nororiental.

Tabla 11. Tipos de suelo presentes en el municipio de Tizimín.

Yucatán cuenta con un sistema de monitoreo de la calidad del aire conformado, hasta ahora, por una sola estación que se ubica en la colonia Centro de la Ciudad de Mérida, la cual inició su operación en el año 2012. La información que ha generado indica que existen problemas de calidad del aire por partículas suspendidas $PM_{2.5}$, ya que se registraron concentraciones superiores al límite normado de este contaminante en el periodo 2014 a 2016. De acuerdo con el inventario estatal de emisiones del año 2016, al considerar sólo las emisiones de origen antropogénico, las partículas suspendidas (tanto PM_{10} como $PM_{2.5}$) son generadas principalmente por la combustión doméstica, generación de energía eléctrica e incendios forestales; el SO_2 y los NO_x por la generación de energía eléctrica y el CO por los vehículos automotores. A nivel de municipio las mayores contribuciones al total estatal provienen de: Mérida, Valladolid, Tizimín, Hunucmá y Kanasín en el caso de las PM_{10} y $PM_{2.5}$; Mérida y Valladolid en el caso del SO_2 ; y, Mérida, Valladolid, Progreso y Tizimín en el caso de los NO_x y CO.

CONSULTORES EN ECOSISTEMAS, S.C.
ENERO 2020

De acuerdo al SIGEIA el municipio de Tizimín no cuenta con cuerpos de agua importantes, solamente se observan algunas zonas sujetas a inundación en épocas de lluvias, como se puede apreciar en la siguiente imagen generada en el SIGEIA.

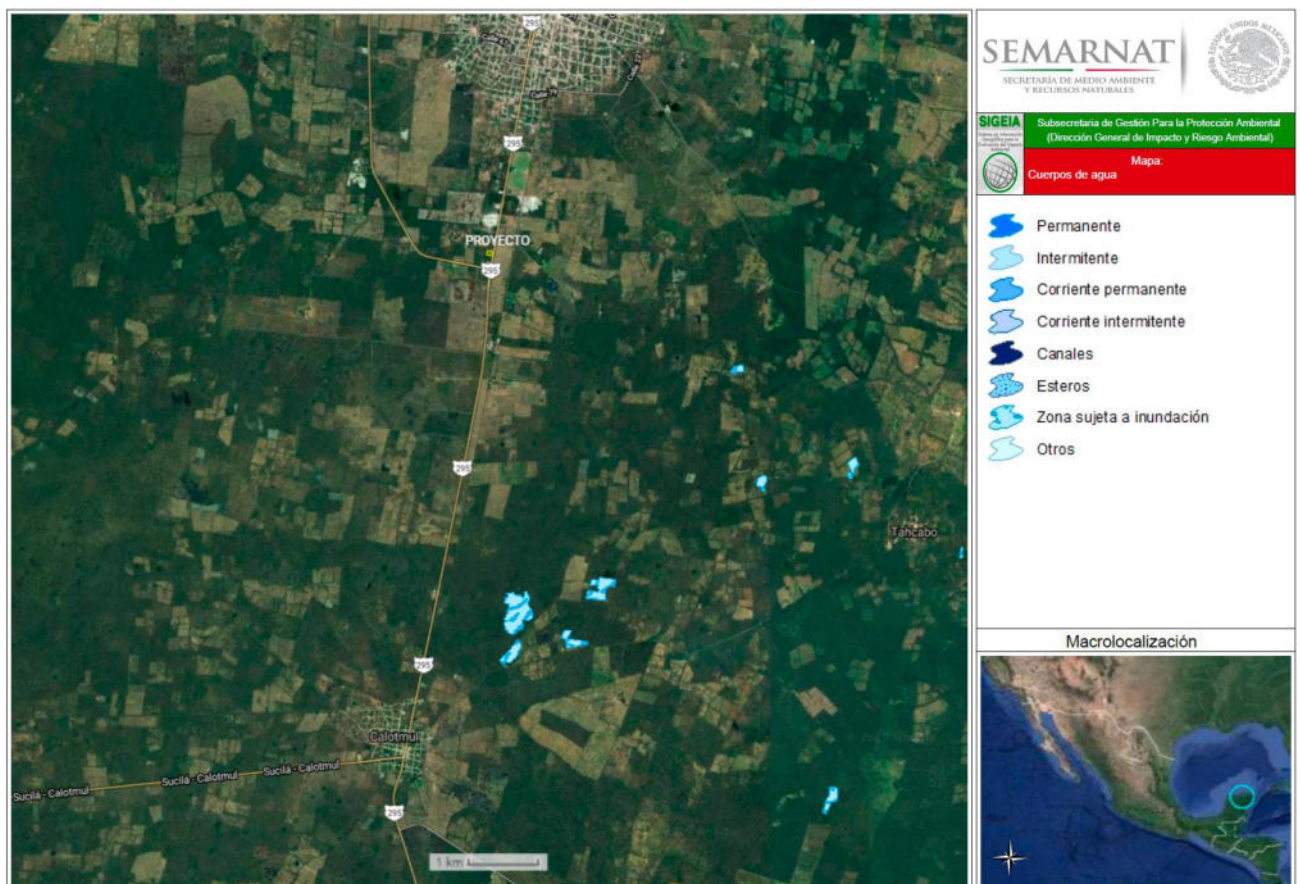


Figura 7. Cuerpos de agua presentes en la zona del proyecto.

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.

Yucatán corresponde a una cuenca hidrológica abierta, con un acuífero cárstico de tipo libre, donde los niveles de agua varían alrededor de más de 120m de profundidad en la parte de lomeríos (sur del estado), 30m en la parte de la planicie y hasta menos de 5m en una franja de 15 km de ancho paralelo a la costa.

Tizimín se localiza en la región hidrológica Yucatán Norte, en la cuenca de Yucatán al 100%, no existe alguna Subcuenca en el territorio municipal, en cuanto a los cuerpos de agua cuenta con intermitentes en un 0.06% que corresponden a la Laguna Ali y Laguna Xhuaca (2.33 km²). Así mismo, cuenta con Perennes 1.67% (65.05 km²) correspondientes a Flamingos y al Estero Río Lagartos.

Predominan acuíferos subterráneos, no se localizan cuerpos de agua superficiales en todo el municipio. Sin embargo, en el subsuelo se forman depósitos comúnmente conocidos como cenotes. En algunos casos los techos de estos se desploman y forman las aguadas.

En algunas comisarías se encuentran los llamados jaltuno'ob o Sartenejas, hoquedades naturales de la roca caliza que existen en el suelo pedregoso y reciben anualmente el agua de la lluvia. El jaltún está normalmente al aire libre y el agua depositada por la lluvia puede ser retenida incluso por algunos meses. Su utilidad es relativa.

Existen también un considerable número de pozos a cielo abierto que sirven para regar pequeñas superficies de tierra, solares de traspatio principalmente y en los últimos años se incrementó el número de pozos profundos para usos agropecuarios y ganaderos.

De acuerdo al SIGEIA, el predio del proyecto se encuentra dentro de la Cuenca Yucatán, Subcuenca Mérida 1, Microcuenca Tizimín, con una superficie de 2,396,888,778m².

A continuación, se presentan los datos del SIGEIA.

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Superficie de la microcuenca (m ²)	Componente vv	Descripción	Superficie de la geometría (m ²)	Superficie de incidencia (m ²)
Yucatán	Mérida 1	Tizimín	2396888778	Predio	Proyecto	7771.592	7771.592

Tabla 13. Microcuenca del proyecto de acuerdo al SIGEIA.

A continuación, se muestra el mapa de la microcuenca generado por el SIGEIA.

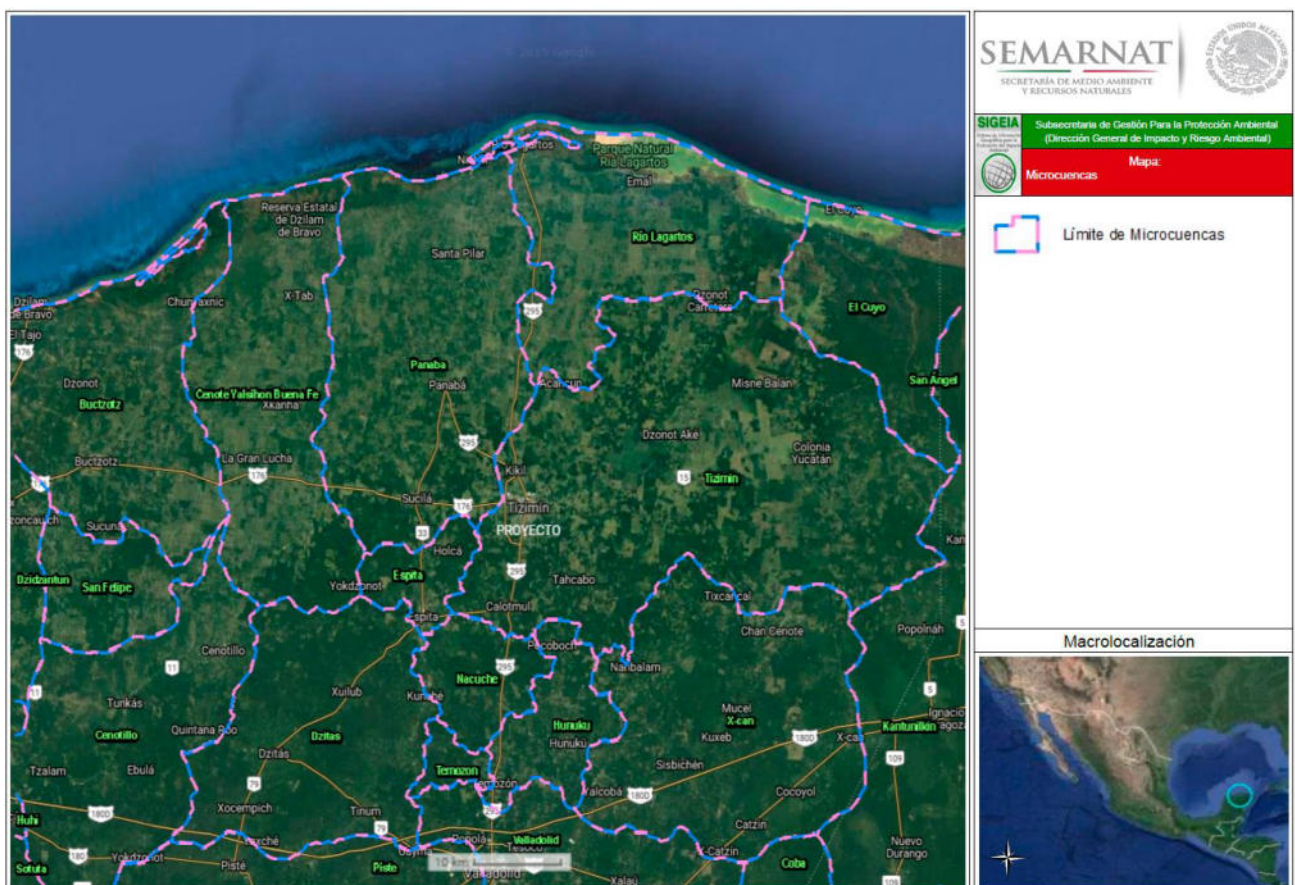


Figura 8. Ubicación del sitio del proyecto dentro de las microcuencas en el estado de Yucatán.

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

En lo que respecta a aguas subterráneas, dentro de la Península de Yucatán se localizan cuatro acuíferos o unidades geohidrológicas (CONAGUA, 2010). Los flujos de aguas dulces subterráneas fluyen hacia el mar con caudales de descarga promedio anual estimadas en 8.6 millones de m³ por kilómetro de costa quintonarroense al año, en los paralelos superiores a los 20° de Latitud Norte (Back, 1985).

III.2 Describir detalladamente las características climáticas entorno a la instalación, con base en el comportamiento histórico de los últimos 10 años (temperatura máxima, mínima y promedio; dirección y velocidad del viento; humedad relativa; precipitación pluvial).

CLIMA

El clima de Tizimín es caluroso en la mayor parte del año, es decir de marzo a septiembre las temperaturas máximas oscilan alrededor de los 42 °C., con la entrada de los nortes, la temperatura baja, siendo la mínima anual de 4°C y el rango promedio anual oscila entre los 24°C y 26°C. Dentro del municipio, se pueden encontrar dos tipos de climas: el 97.66% del territorio municipal está abarcado por el Cálido subhúmedo con lluvias en verano (3,791.43 km²) y el 2.3% por el Semiseco muy cálido (89.31 km²).

A continuación, se presenta el mapa de climas generado por el SIGEIA.

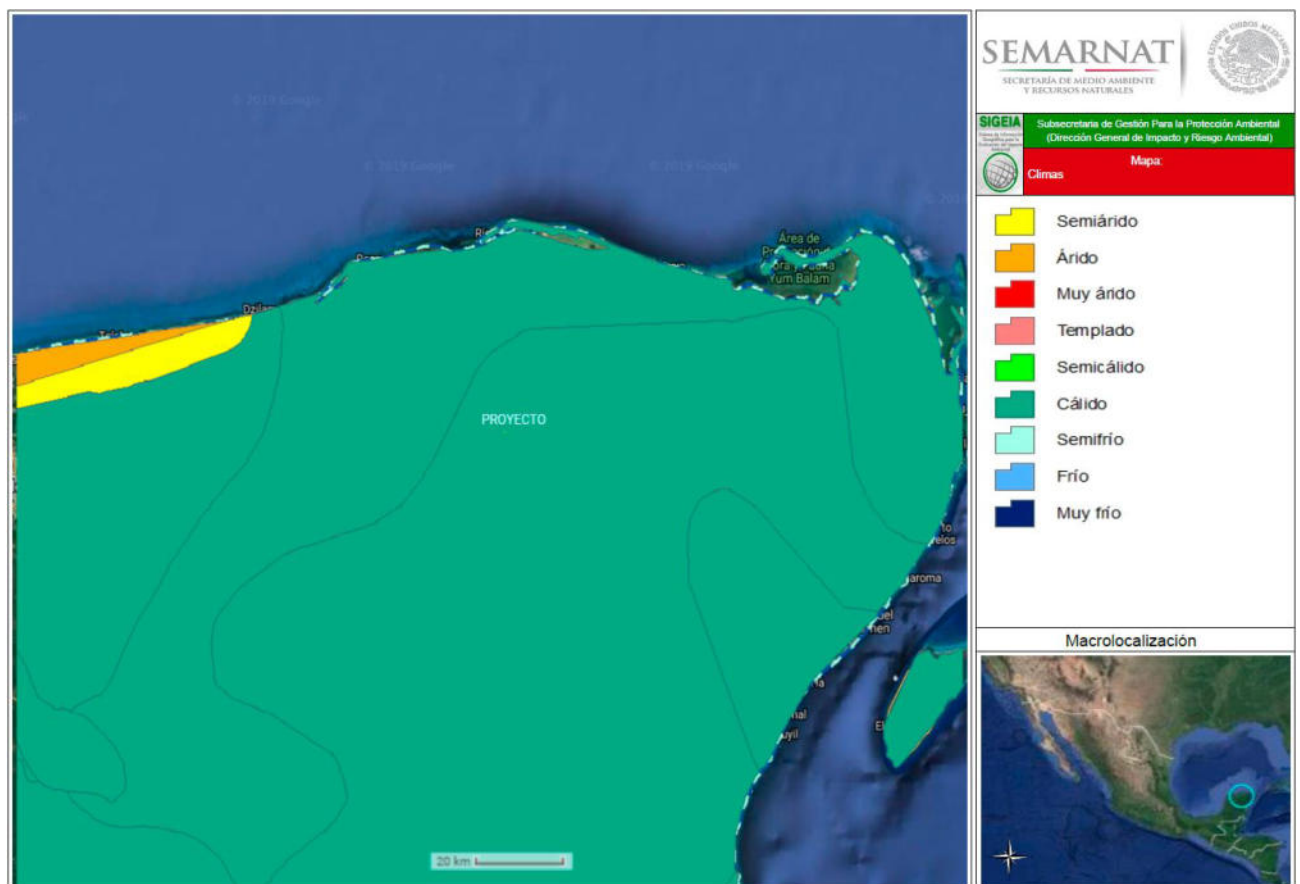


Figura 9. Mapas de climas presente en el sitio del proyecto.

La temporada de lluvias es variable, pero predomina en los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y parte de octubre, el rango de precipitación regularmente es de 500 - 1500 milímetros y la media de precipitación pluvial anual es de 1,293.7 milímetros. Los vientos dominantes provienen en dirección este.

Tipos de Clima en el Municipio de Tizimín			
Clave	Descripción	% Municipal	Km ²
Aw0(x')	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% total anual.	45.79	1,777.61
BS1(h')w(x')		2.3	89.31
Aw1(x')	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco menor de 60mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% total anual.	38.06	1,477.87
Aw0	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	5.73	222.4
Aw2(x')	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.	7.31	283.62
Aw1	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	0.77	29.93

Tabla 14. Tipos de climas presentes en el municipio de Tizimín.

TEMPERATURA MÁXIMA, MÍNIMA Y PROMEDIO.

TEMPERATURAS PROMEDIO MÁXIMAS PARA EL ESTADO DE YUCATÁN.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	29.8	31.7	34.4	35.6	36.1	33.9	35.1	34.1	33.8	31.7	31.9	29.0	33.1
2001	29.4	31.8	32.9	35.0	33.7	34.7	34.2	34.2	33.7	31.3	29.2	29.1	32.4
2002	29.1	29.2	32.0	34.9	35.6	32.8	33.2	33.8	31.7	31.7	29.8	28.4	31.8
2003	27.0	32.5	35.6	33.6	38.0	36.7	33.2	34.5	33.9	32.5	30.4	27.3	32.9
2004	29.7	30.4	32.9	33.8	33.8	35.7	34.9	35.4	33.8	32.5	31.1	29.8	32.8
2005	30.0	32.8	34.6	35.3	36.4	34.5	34.3	34.6	34.1	31.0	29.8	29.8	33.1
2006	29.5	30.2	33.2	36.4	35.6	34.7	34.5	34.3	34.7	33.1	29.7	28.3	32.9
2007	29.5	30.4	32.0	35.4	35.7	35.3	35.3	33.9	33.3	31.9	29.7	30.3	32.7
2008	29.6	31.8	32.0	34.4	37.0	33.0	32.9	35.5	34.2	31.0	29.4	29.3	32.5
2009	29.4	31.4	33.1	36.4	37.1	35.9	33.9	35.4	35.2	34.0	30.2	29.8	33.5
2010	27.8	28.5	30.8	34.4	35.2	35.4	32.9	33.8	32.8	31.4	30.7	27.4	31.8
2011	29.4	31.2	33.6	36.9	37.4	33.3	33.0	33.5	33.0	29.7	29.3	28.5	33.5
2012	28.7	29.6	33.5	33.4	34.9	33.0	33.1	33.5	33.4	31.5	28.8	30.8	32.0
2013	29.2	32.2	31.6	36.1	35.9	34.1	33.6	33.7	32.4	32.6	30.5	29.4	32.6
2014	27.9	31.9	34.0	36.0	34.1	33.7	35.1	35.0	33.2	31.9	29.3	29.4	32.6
2015	29.4	30.0	34.0	37.2	36.9	34.3	35.5	35.4	35.0	32.6	31.4	31.0	33.6
2016	29.0	29.4	33.4	35.7	37.1	35.0	35.4	34.2	34.2	32.9	31.6	31.7	33.3
2017	31.0	33.0	33.2	35.1	36.5	34.1	34.0	34.2	33.7	31.7	30.0	29.5	33.0
2018	27.3	32.3	33.6	35.1	34.6	33.9	35.1	34.4	33.8	32.8	31.1	29.7	32.8
2019	28.8	33.0	33.6	35.8	37.4	36.6	35.7	35.6	34.7	33.4	30.5	29.9	33.8

Tabla 15. Temperaturas promedio máximas para el estado de Yucatán. Fuente: Datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional “Temperaturas mensuales por entidad federativa”

El mes más caluroso fue mayo del 2003 con una temperatura promedio de 38°C.

TEMPERATURAS MEDIAS PARA EL ESTADO DE YUCATÁN.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	22.7	23.7	26.4	27.4	28.6	27.5	28.0	27.5	27.5	25.5	25.1	22.4	26.0
2001	22.3	25.7	25.9	28.0	27.6	28.9	28.3	28.5	27.7	26.3	23.2	23.1	26.3
2002	22.6	23.5	25.4	27.4	28.4	27.3	27.2	27.6	26.8	26.3	24.3	23.0	25.8
2003	20.4	25.3	27.6	26.2	30.3	30.0	27.6	28.2	28.2	27.0	25.1	21.2	26.4
2004	22.8	23.8	25.8	26.5	27.7	29.1	28.2	28.7	27.8	27.0	24.9	23.2	26.3
2005	22.2	24.9	27.2	27.7	29.1	28.6	28.6	28.6	28.2	25.8	24.2	23.8	26.6
2006	23.2	23.7	25.5	28.3	28.7	28.6	28.5	28.4	28.5	27.6	24.0	23.7	26.6
2007	24.1	24.4	25.1	27.6	28.6	28.9	28.7	28.0	27.8	26.6	24.0	24.1	26.5
2008	23.5	25.3	25.6	27.0	29.7	27.7	27.2	29.0	28.5	25.9	22.7	22.9	26.3
2009	22.9	23.8	25.4	28.3	29.5	29.2	27.7	29.0	28.9	28.0	24.8	24.5	26.8
2010	22.0	22.2	22.8	27.5	28.7	29.3	27.4	28.0	27.9	25.2	24.5	20.5	25.5
2011	22.5	24.1	26.2	28.9	29.7	27.6	27.35	27.5	27.7	24.9	23.7	23.1	26.9
2012	22.8	24.3	26.0	26.8	28.4	27.6	27.4	27.9	27.5	26.1	22.5	24.2	26.0
2013	23.5	25.4	24.4	28.8	29.0	28.4	27.9	28.2	27.6	27.4	26.0	24.9	26.8
2014	22.3	25.4	26.9	28.7	28.2	28.4	28.8	28.9	27.8	26.8	23.6	23.2	26.6
2015	23.4	23.1	27.0	29.8	29.7	28.7	29.0	29.1	29.0	27.4	26.6	26.0	27.4
2016	23.1	22.8	27.1	28.7	30.1	29.2	29.3	28.8	28.5	27.1	25.4	26.0	27.2
2017	24.2	25.7	25.9	28.3	29.7	28.7	28.3	28.6	28.4	26.6	24.1	23.5	20.7
2018	21.7	25.5	26.3	27.7	28.1	28.2	28.8	28.3	28.2	27.3	25.4	23.7	26.6
2019	22.5	25.9	26.3	28.3	30.4	30.2	29.1	29.2	28.9	28.1	25.1	23.6	27.3

Tabla 16. Temperaturas medias para el estado de Yucatán. Fuente: Datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional “Temperaturas mensuales por entidad federativa”

TEMPERATURAS PROMEDIOS MÍNIMAS PARA EL ESTADO DE YUCATÁN

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	15.5	15.8	18.3	19.2	21.1	21.0	20.8	20.9	21.3	19.2	18.3	15.8	18.9
2001	15.3	19.5	18.9	21.1	21.5	23.0	22.5	22.9	21.7	21.3	17.2	17.2	20.2
2002	16.1	17.9	18.8	19.8	21.2	21.9	21.2	21.4	22.0	20.9	18.7	17.6	19.8
2003	13.7	18.1	19.5	18.7	22.5	23.4	22.0	21.9	22.5	21.4	19.9	15.1	19.9
2004	15.9	17.1	18.6	19.2	21.7	22.4	21.6	22.0	21.8	21.4	18.7	16.6	19.7
2005	14.4	16.9	19.8	20.2	21.8	22.7	22.9	22.7	22.4	20.6	18.7	17.8	20.1
2006	17.0	17.2	17.7	20.2	21.8	22.5	22.5	22.4	22.3	22.0	18.3	19.1	20.2
2007	18.7	18.4	18.3	19.8	21.4	22.5	22.4	22.4	22.3	21.3	18.5	17.9	20.3
2008	17.3	18.9	19.1	19.7	22.3	22.3	21.6	22.5	23.1	20.8	15.9	16.5	20.0
2009	16.3	16.1	17.5	20.3	21.9	22.6	21.1	22.6	22.6	21.9	19.3	19.2	20.1
2010	15.4	16.2	15.0	20.6	22.6	23.4	22.5	22.2	22.5	19.3	18.1	13.3	19.2
2011	15.4	17.1	18.3	20.7	21.9	22.1	22.4	21.5	22.2	19.9	18.4	17.1	20.2
2012	17.2	18.5	18.9	20.1	22.0	22.4	21.5	22.5	21.7	20.7	15.9	17.5	19.9
2013	17.8	18.5	17.0	21.4	22.2	22.8	22.3	22.6	22.8	22.1	21.5	20.5	21.0
2014	16.7	18.9	19.7	21.4	22.2	23.1	22.4	22.7	22.4	21.7	17.9	17.0	20.5
2015	17.5	16.3	20.1	22.4	22.5	23.1	22.4	22.8	22.9	22.3	21.9	21.1	21.3
2016	17.1	16.3	20.8	21.6	23.1	23.4	23.2	23.4	22.8	21.4	19.2	20.2	21.0
2017	17.4	18.3	18.6	21.4	22.9	23.3	22.7	23.1	23.1	21.5	18.1	17.5	20.7
2018	16.1	18.7	18.9	20.4	21.6	22.5	22.5	22.2	22.5	21.9	19.8	17.7	20.4
2019	16.1	18.8	19.0	20.7	23.4	23.9	22.6	22.9	23.0	22.7	19.7	17.3	20.8

Tabla 17. Temperaturas promedio mínimas para el estado de Yucatán. Fuente: Datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional “Temperaturas mensuales por entidad federativa”

ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS EN LA ZONA DEL PROYECTO

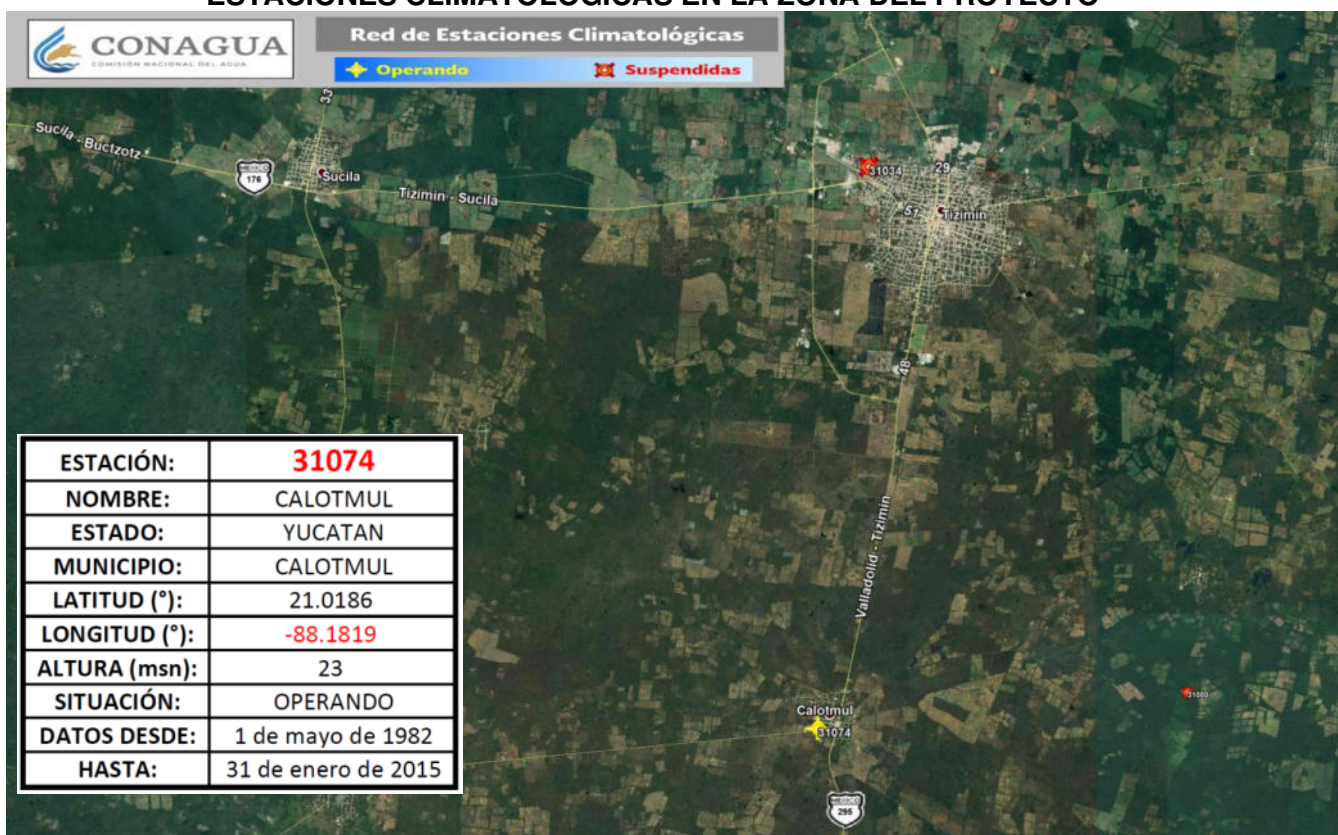


Figura 10. Ubicación de la Estación Climatológica en la zona del proyecto.

El municipio de Tizimín cuenta con la EC31034 sin embargo, esta no se encuentra operando actualmente, por lo que se tomarán los datos de la EC31074 ubicada en la localidad de Calotmul a 9 km al sur del predio del proyecto.

TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS.



ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS

Estacion	31074
NOMBRE	CALOTMUL
ESTADO	YUCATAN

		Temp Min (°C)				
Década	Año	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.	
1980	1982	10.0	19.2	27.5	3.6	
	1983	9.0	18.4	25.0	3.1	
	1984	10.0	18.0	23.0	2.9	
	1985	10.1	16.2	21.3	2.2	
	1986	11.0	17.6	24.5	2.7	
	1987	11.0	18.4	24.0	2.4	
	1988	11.0	18.4	24.1	2.8	
	1989	10.0	18.7	22.3	2.6	
	1990	11.0	19.0	22.4	2.1	
	Total 1980	9.0	18.2	27.5	2.8	
1990	1991	10.0	19.2	22.0	1.9	
	1992	12.0	19.3	22.0	2.2	
	1993	12.0	20.0	23.0	2.4	
	1994	13.0	20.2	23.1	2.4	
	1995	13.0	20.1	23.0	2.6	
	1996	12.0	19.0	23.0	2.9	
	1997	13.0	19.8	27.0	2.7	
	1998	10.0	19.7	24.0	2.7	
	1999	11.0	18.6	27.4	2.6	
	2000	11.0	17.4	23.0	2.4	
	Total 1990	10.0	19.3	27.4	2.6	
2000	2001	9.0	18.3	23.0	2.9	
	2002	9.0	19.2	23.4	2.9	
	2003	10.0	19.3	25.0	3.5	
	2004	10.0	19.3	25.0	3.2	
	2005	9.0	19.2	24.0	3.5	
	2006	9.0	19.6	24.0	3.1	
	2007	10.0	19.7	24.0	2.6	
	2008	10.0	19.4	24.0	3.0	
	2009	10.0	19.4	24.0	3.2	
	2010	9.0	18.5	24.5	3.8	
	Total 2000	9.0	19.2	25.0	3.2	
2010	2011	10.0	19.0	24.0	3.1	
	2012	10.0	19.3	24.0	3.1	
	2013	10.0	19.9	24.0	2.8	
	2014	10.0	20.4	25.0	3.1	
	2015	11.0	16.4	23.0	3.2	
Total 2010		10.0	19.6	25.0	3.1	
Total general		9.0	19.0	27.5	3.0	

Estacion	31074
NOMBRE	CALOTMUL
ESTADO	YUCATAN

		Temp Max (°C)				
Década	Año	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.	
1980	1982	22.1	31.7	39.0	2.8	
	1983	20.2	32.8	39.7	3.7	
	1984	24.2	33.2	40.3	2.9	
	1985	27.2	34.6	39.5	2.7	
	1986	26.3	34.4	39.5	2.9	
	1987	26.3	33.8	39.6	2.8	
	1988	22.3	33.9	39.5	3.0	
	1989	20.1	33.2	39.5	3.1	
	1990	24.2	33.3	39.4	2.7	
	Total 1980	20.1	33.6	40.3	3.1	
1990	1991	23.2	33.9	38.5	2.4	
	1992	24.4	33.4	38.4	2.6	
	1993	24.2	32.9	37.4	2.7	
	1994	24.0	34.0	39.2	2.7	
	1995	25.2	34.7	39.5	3.4	
	1996	25.2	33.5	38.5	3.0	
	1997	26.2	34.5	38.5	2.7	
	1998	25.3	34.8	40.5	3.4	
	1999	24.3	33.5	38.4	3.0	
	2000	24.3	32.2	39.3	2.6	
	Total 1990	23.2	33.7	40.5	3.0	
2000	2001	21.0	32.2	38.4	2.9	
	2002	22.0	32.7	39.4	3.3	
	2003	22.0	33.0	39.5	3.8	
	2004	24.2	32.7	38.5	3.1	
	2005	24.5	32.9	38.5	3.3	
	2006	23.0	32.9	39.5	3.3	
	2007	22.0	33.0	39.4	2.9	
	2008	22.5	32.5	37.5	3.2	
	2009	24.5	32.8	38.5	3.3	
	2010	20.1	31.6	37.5	3.6	
	Total 2000	20.1	32.6	39.5	3.3	
2010	2011	23.5	32.9	39.5	3.7	
	2012	24.5	33.0	39.5	3.1	
	2013	23.0	33.3	39.5	3.2	
	2014	24.5	33.6	40.5	3.9	
	2015	24.5	29.0	34.5	2.7	
Total 2010		23.0	33.1	40.5	3.5	
Total general		20.1	33.3	40.5	3.2	

Tabla 18. Temperaturas máximas y mínimas EC31074.

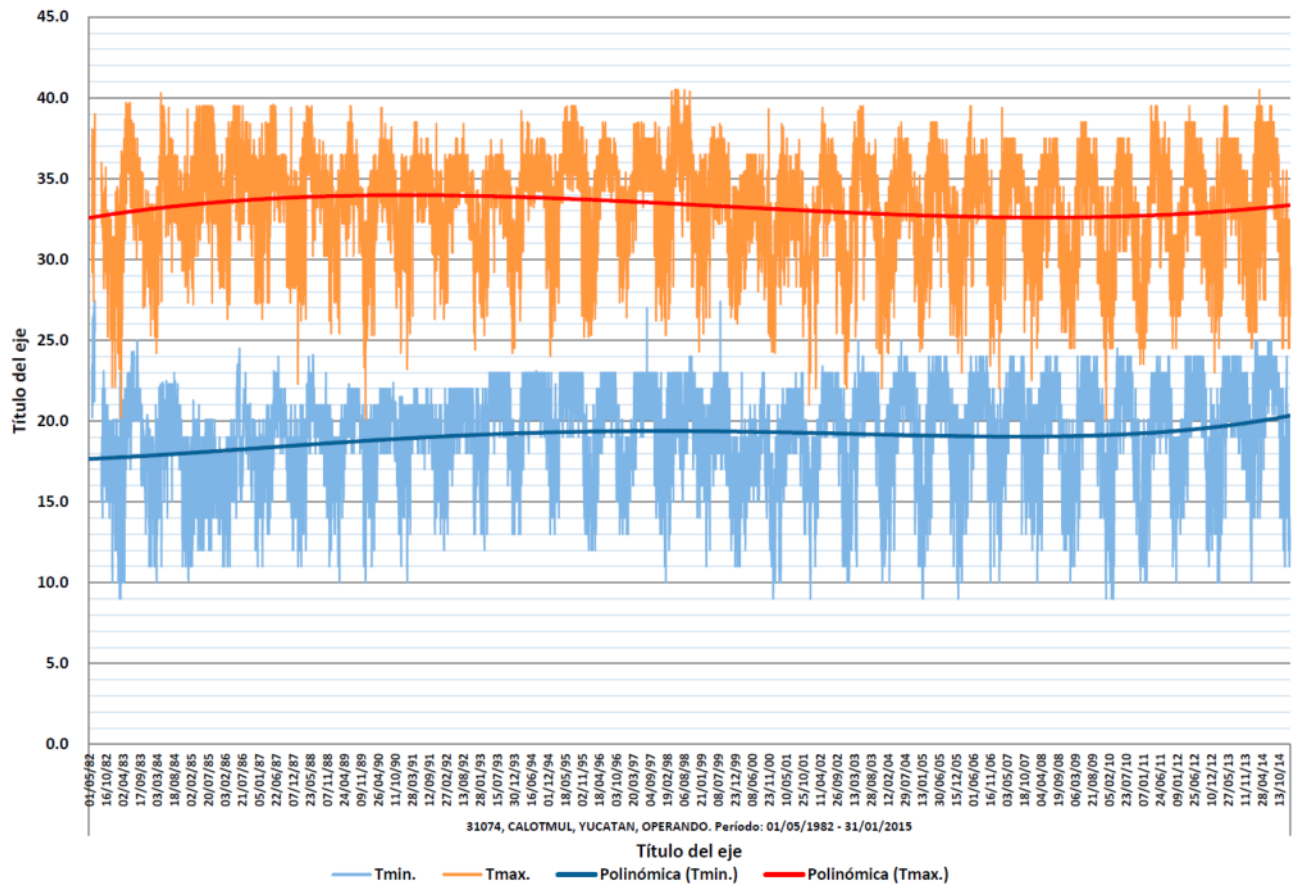


Figura 11. Registro diario de temperaturas mínima y máxima.



ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS

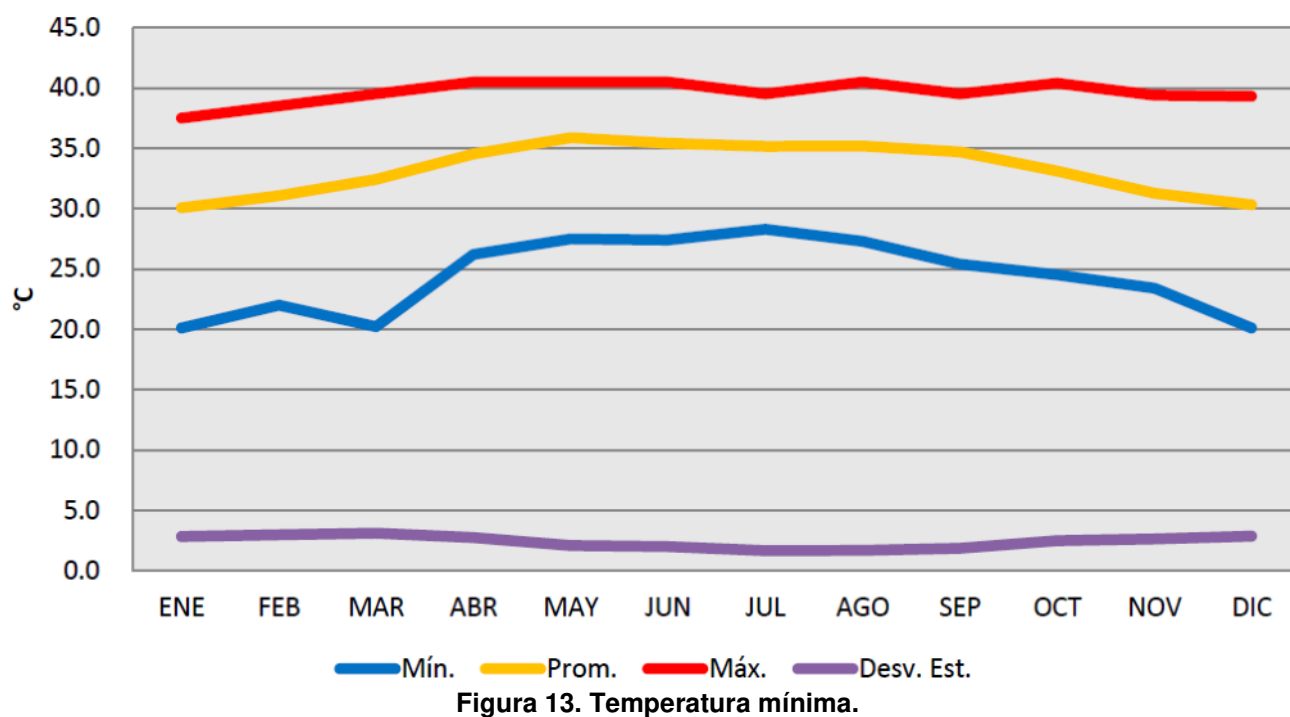
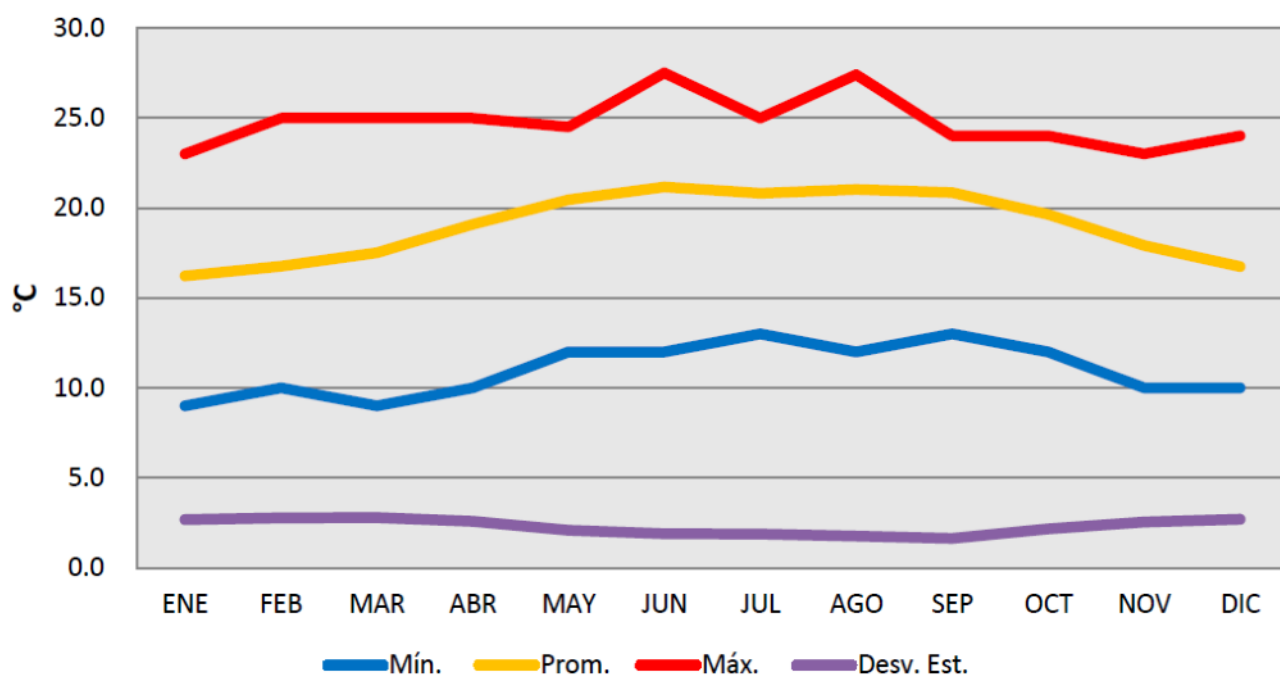
Estacion	31074
NOMBRE	CALOTMUL
ESTADO	YUCATAN

Estacion	31074
NOMBRE	CALOTMUL
ESTADO	YUCATAN

Temp Min (°C)				
Mes	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.
ENE	9.0	16.2	23.0	2.7
FEB	10.0	16.8	25.0	2.8
MAR	9.0	17.5	25.0	2.8
ABR	10.0	19.1	25.0	2.6
MAY	12.0	20.5	24.5	2.1
JUN	12.0	21.2	27.5	1.9
JUL	13.0	20.8	25.0	1.9
AGO	12.0	21.0	27.4	1.8
SEP	13.0	20.9	24.0	1.6
OCT	12.0	19.6	24.0	2.2
NOV	10.0	17.9	23.0	2.5
DIC	10.0	16.7	24.0	2.7
Total general	9.0	19.0	27.5	3.0

Temp Max (°C)				
Mes	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.
ENE	20.1	30.1	37.5	2.8
FEB	22.0	31.1	38.5	3.0
MAR	20.2	32.4	39.5	3.1
ABR	26.2	34.5	40.5	2.8
MAY	27.5	35.9	40.5	2.1
JUN	27.4	35.4	40.5	2.0
JUL	28.3	35.2	39.5	1.7
AGO	27.3	35.2	40.5	1.7
SEP	25.4	34.7	39.5	1.9
OCT	24.5	33.1	40.4	2.5
NOV	23.4	31.3	39.4	2.6
DIC	20.1	30.3	39.3	2.9
Total general	20.1	33.3	40.5	3.2

Tabla 19. Temperaturas máximas y mínimas por mes.



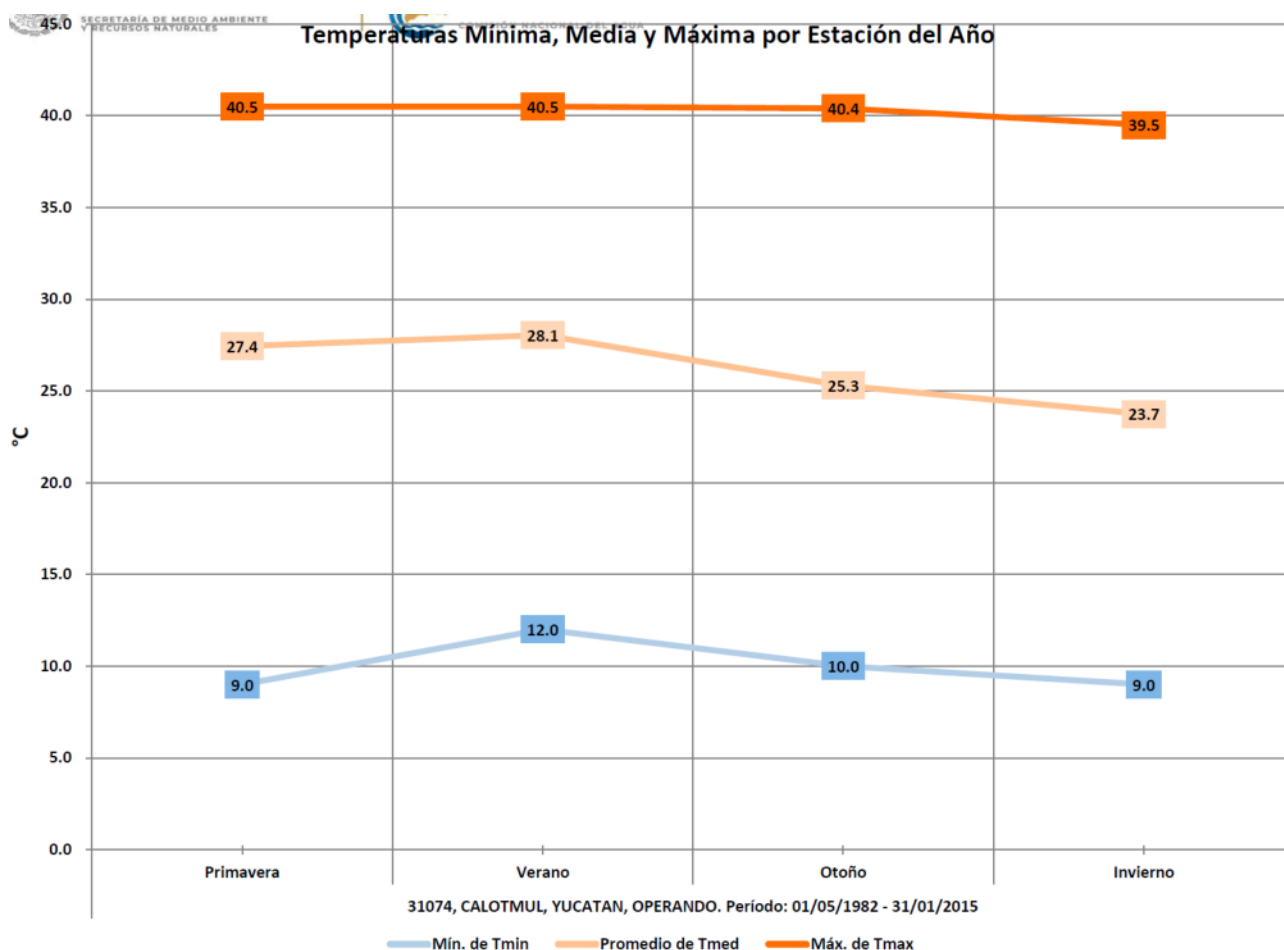


Figura 14. Temperaturas mínima, media y máxima por estación del año.

SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL

NORMALES CLIMATOLÓGICAS

ESTADO DE: YUCATAN

ESTACION: 00031074 CALOTMUL

LATITUD: 21°01'07" N. LONGITUD: 088°10'55" W. ALTURA: 23.0 MSNM.

PERIODO: 1981-2010

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA													
NORMAL	30.3	31.0	32.4	34.3	35.8	35.4	35.1	35.2	34.8	33.2	31.4	30.3	33.3
MAXIMA MENSUAL	33.5	33.1	34.6	36.5	38.0	37.6	37.1	37.8	37.0	36.1	34.2	33.0	
AÑO DE MAXIMA	1991	1985	1987	1986	1998	1998	1995	1995	1995	1995	1986	1991	
MAXIMA DIARIA	37.5	38.4	39.5	40.4	40.5	40.5	39.5	40.5	39.5	40.4	39.4	39.3	
FECHA MAXIMA DIARIA	11/1987	04/1987	31/1985	09/1998	09/1998	05/1998	02/1985	12/1998	12/1998	04/1998	20/1987	31/1984	
AÑOS CON DATOS	28	28	28	28	28	29	28	28	29	28	28	29	
TEMPERATURA MEDIA													
NORMAL	23.3	23.8	24.9	26.6	28.1	28.3	27.9	28.1	27.8	26.4	24.7	23.5	26.1
AÑOS CON DATOS	28	28	28	28	28	29	28	28	29	28	28	29	
TEMPERATURA MINIMA													
NORMAL	16.2	16.6	17.4	18.9	20.3	21.1	20.7	20.9	20.8	19.6	18.0	16.7	18.9
MINIMA MENSUAL	13.2	15.1	14.6	16.2	15.5	16.2	16.6	16.5	17.4	16.2	15.6	13.7	
AÑO DE MINIMA	2001	2010	2010	2000	1985	1985	1985	1985	1985	1985	1984	2010	
MINIMA DIARIA	9.0	10.0	9.0	10.0	12.0	12.0	13.0	12.0	13.0	13.0	10.0	10.0	
FECHA MINIMA DIARIA	06/2001	14/1983	02/1983	18/1983	05/1985	09/1985	28/1985	01/1985	29/2007	26/2005	23/2006	20/1982	
AÑOS CON DATOS	28	28	28	28	28	29	28	28	29	28	28	29	

Tabla 20. Normales climatológicas 1981-2010.

SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL
PROYECTO BASES DE DATOS CLIMATOLOGICOS

00031074

CALOTMUL, CALOTMUL

TEMPERATURA MAXIMA

Mes	Año	Año	Núm.	Valor	Fecha	Se ha	Valor	Fecha	Se ha	Valor	Desv.
Inicio	Fin	Años		Máximo	Máxima	Repetido	Mínimo	Mínima	Repetido	Medio	Estándar
Ene	1983	2015	33	37.5	1987-01-11	No	20.1	2010-01-10	No	30.1	2.8
Feb	1983	2014	32	38.5	2014-02-22	Sí	22.0	2007-02-18	No	31.1	3.0
Mar	1983	2014	32	39.5	1985-03-31	Sí	20.2	1983-03-17	No	32.4	3.1
Abr	1983	2014	32	40.5	2014-04-06	No	26.2	2003-04-10	No	34.5	2.8
May	1983	2014	32	40.5	1998-05-09	Sí	27.5	2014-05-16	No	35.9	2.1
Jun	1982	2014	33	40.5	1998-06-05	Sí	27.4	1982-06-17	No	35.4	2.0
Jul	1983	2014	32	39.5	1985-07-02	Sí	28.3	2005-07-22	No	35.2	1.7
Ago	1983	2014	32	40.5	1998-08-12	No	27.3	1985-08-31	No	35.2	1.7
Sep	1982	2014	33	39.5	1998-09-12	Sí	25.4	2002-09-24	No	34.7	1.9
Oct	1982	2014	31	40.4	1998-10-04	Sí	24.5	2003-10-25	No	33.1	2.5
Nov	1982	2014	32	39.4	1987-11-20	No	23.4	2006-11-21	No	31.3	2.6
Dic	1982	2014	33	39.3	1984-12-31	No	20.1	1989-12-25	No	30.3	2.9

TEMPERATURA MINIMA

Mes	Año	Año	Núm.	Valor	Fecha	Se ha	Valor	Fecha	Se ha	Valor	Desv.
Inicio	Fin	Años		Máximo	Máxima	Repetido	Mínimo	Mínima	Repetido	Medio	Estándar
Ene	1983	2015	33	23.0	1995-01-05	Sí	9.0	2001-01-06	Sí	16.2	2.7
Feb	1983	2014	32	25.0	2014-02-23	No	10.0	1983-02-14	Sí	16.8	2.8
Mar	1983	2014	32	25.0	2014-03-14	No	9.0	1983-03-02	Sí	17.5	2.8
Abr	1983	2014	32	25.0	2003-04-27	No	10.0	1983-04-18	No	19.1	2.6
May	1983	2014	32	24.5	2010-05-01	No	12.0	1985-05-05	Sí	20.5	2.1
Jun	1982	2014	33	27.5	1982-06-24	No	12.0	1985-06-09	No	21.2	1.9
Jul	1983	2014	32	25.0	2014-07-20	No	13.0	1985-07-28	No	20.8	1.9
Ago	1983	2014	32	27.4	1999-08-02	No	12.0	1985-08-01	Sí	21.0	1.8
Sep	1982	2014	33	24.0	2005-09-15	Sí	13.0	2007-09-29	No	20.9	1.6
Oct	1982	2014	31	24.0	1998-10-03	Sí	12.0	2012-10-31	No	19.6	2.2
Nov	1982	2014	32	23.0	1993-11-09	Sí	10.0	2006-11-23	No	17.9	2.5
Dic	1982	2014	33	24.0	2014-12-31	No	10.0	1982-12-20	Sí	16.7	2.7

Tabla 21. Valores extremos de temperaturas máxima y mínimas.

DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DEL VIENTO.

El movimiento principal del aire, a que queda sometida la región está regida por el centro anticiclónico de las Bermudas-Azores. Los vientos dominantes provienen del sureste y forman parte de las corrientes de los alisios. El anticiclón sigue hacia el norte y hacia el sur los movimientos del sol, lo cual provoca que las masas de aire sufran un debilitamiento en invierno y una acentuación en el estío, en consecuencia los vientos dominantes cambian también y da lugar para que intervenga la corriente occidental, donde grandes masas de aire se desplazan del centro de alta presión al norte de Estados Unidos y Canadá con aire frío y seco se humedecen al pasar por el Golfo de México formando los nortes, con vientos del noroeste que se dejan sentir a partir del mes de julio. Los vientos que acompañan a los nortes alcanzan velocidades de 26 m/s, las principales formaciones nubosas son los cirros y estratocirros y dan origen a la precipitación con origen frontal o ciclónico. Estos vientos, junto con los denominados Chikin'ik (vientos raros del

noroeste). Los vientos provenientes del norte y del noroeste llegan a viajar a velocidades de casi 7 m/s promedio a una altura de 2.5 m sobre el suelo y alcanzan velocidades de 3.8 a 5.5 m/s a solo 10 cm del suelo. Las masas de aire sufren un debilitamiento en invierno con velocidades promedio de hasta 1.56 m/s y una acentuación en el estío (mayo) con 4.2 m/s. La región se encuentra ubicada también en el trayecto de tormentas tropicales y huracanes que tienen origen en el Atlántico y el Caribe Oriental. Estos fenómenos atmosféricos son estacionales y se inician en el mes de julio y terminan en noviembre, algunos ejemplos son el huracán Gilberto en 1988 e Isidoro en 2002.

Los vientos de mayor intensidad en México son los que se producen durante los huracanes; por tanto, las zonas costeras, y en particular las que tienen una incidencia más frecuente de huracanes, son las que están expuestas a un mayor peligro por efecto del viento. Sin embargo, otros fenómenos atmosféricos son capaces de producir fuertes vientos, por lo que aún en el interior del territorio existen zonas con peligro de vientos intensos.

La forma más refinada de regionalización del peligro por viento es la que se usa para fines de ingeniería, en las normas para diseño de edificios y de otras estructuras. Se emplea como parámetro la velocidad máxima del viento para un cierto periodo de retorno, y con ella se preparan mapas de curvas llamadas isotacas que corresponden a los sitios con una misma velocidad máxima de viento. El país se divide en cuatro zonas que representan bandas de velocidad máxima de viento que ocurren en promedio una vez cada 50 años.

El municipio de Tizimín se encuentra en la zona A que es bajo con vientos de 100 a 130 km/h, de acuerdo a la zonificación eólica de la CFE.

Vientos Alisios y Ondas del Este

Los vientos Alisios ó del Este, son desplazamientos de grandes masas de aire provenientes de la Celda Anticiclónica o de Alta Presión Bermuda-Azores, localizada en la porción centro-norte del océano Atlántico, dichos vientos giran en el hemisferio norte en el sentido de las manecillas del reloj por efecto del movimiento de rotación del planeta, recorren la porción central del Atlántico y el Mar Caribe cargándose de humedad. El sobrecalentamiento del mar en el verano ocasiona que estos vientos se saturen de nubosidad y se enfrien relativamente al chocar contra los continentes, y gracias a este efecto, se generan las lluvias de verano.

Los vientos alisios penetran con fuerza en la Península de Yucatán entre los meses de mayo a octubre y son la principal contribución de lluvia estival.

El diagrama de “% de Frecuencias” representa la frecuencia en porcentaje, que el viento incide en cierta dirección, el viento que sopla con mayor frecuencia se le denomina “Viento reinante”.

En el diagrama “nv”, se grafican los productos de las frecuencias, que representan el número de veces (n) con que el viento incide de cierta dirección, por las velocidades (m/s) medias de representación. Este es conocido como el diagrama de Lenz.

El diagrama de velocidad máxima cuadrática “V2max”, representa los valores obtenidos del cuadrado de la velocidad máxima de representación, el viento que sopla con mayor intensidad se le llama “Viento dominante”.

Vientos en invierno.

En el invierno se observa que, el viento con mayor porcentaje de incidencia es desde las direcciones SE, E Y NE, así mismo el viento dominante es de la dirección S.

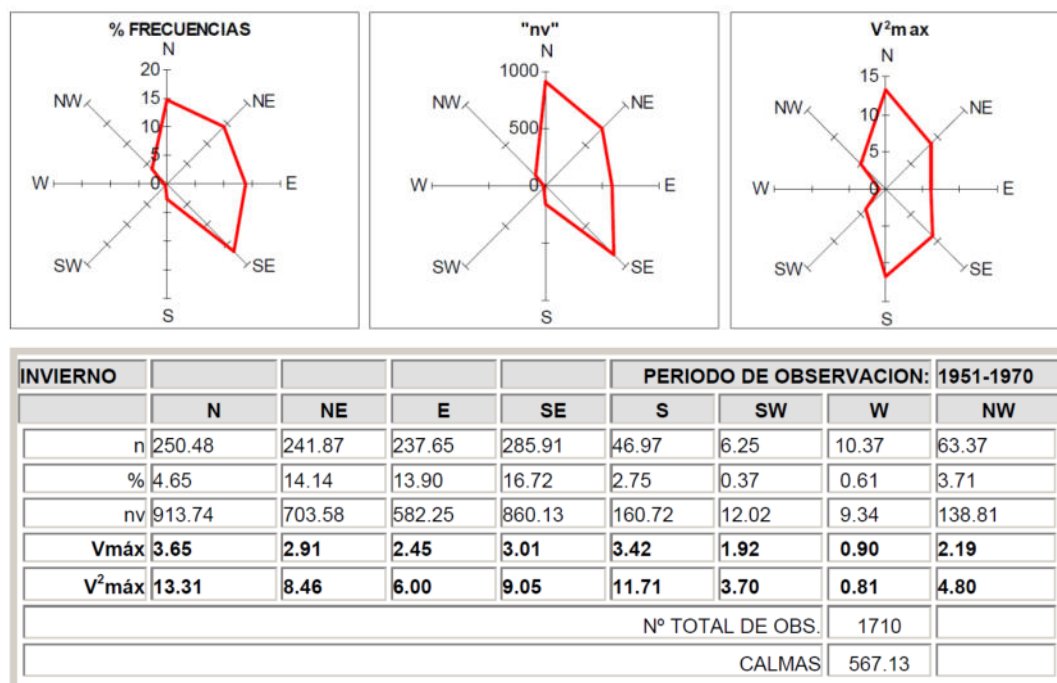


Figura 15. Rosa de los vientos en invierno.

Vientos en primavera.

Se observa para la primavera, en las gráficas correspondientes, que el viento con mayor porcentaje de incidencia es desde la dirección SE, así mismo el viento dominante es el proveniente de las direcciones SE, S y NE.

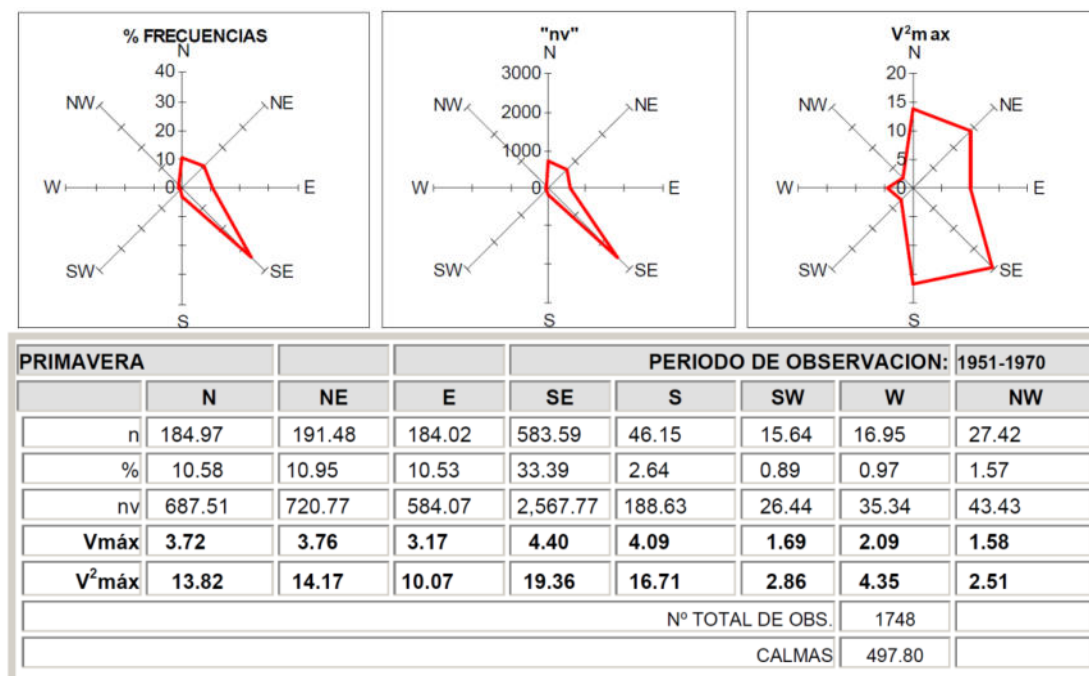


Figura 16. Rosa de los vientos para primavera.

Vientos en verano.

Durante el verano se observa en las gráficas correspondientes que el viento con mayor porcentaje de incidencia es desde las direcciones SE y E, así mismo el viento dominante es el proveniente de las direcciones SE, NW y E.

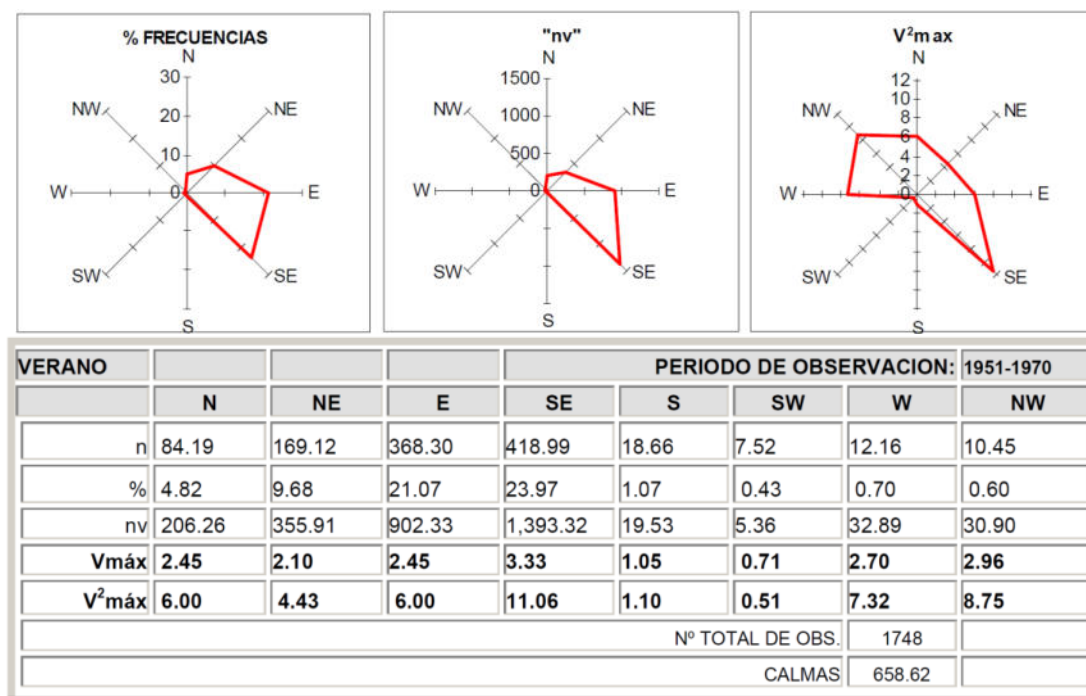


Figura 17. Rosa de los vientos para verano.

Vientos en otoño.

Para el otoño se observa en las gráficas correspondientes que el viento con mayor porcentaje de incidencia es desde las direcciones N, NE y E, así mismo el viento dominante es el proveniente de las direcciones SE, NW y SE.

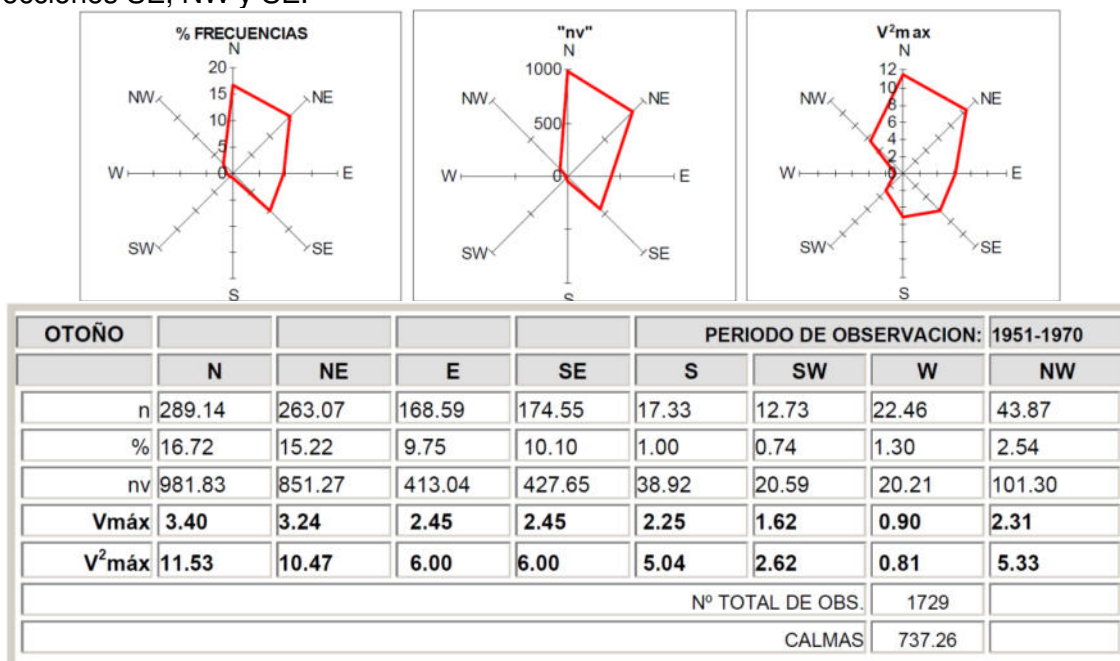


Figura 18. Rosa de los vientos para otoño.

Resumen anual

En un resumen anual de los registros, se observa en las gráficas correspondientes que el viento con mayor porcentaje de incidencia es desde las direcciones E, NE y N, así mismo el viento dominante es el proveniente de las direcciones SE, S y NE.

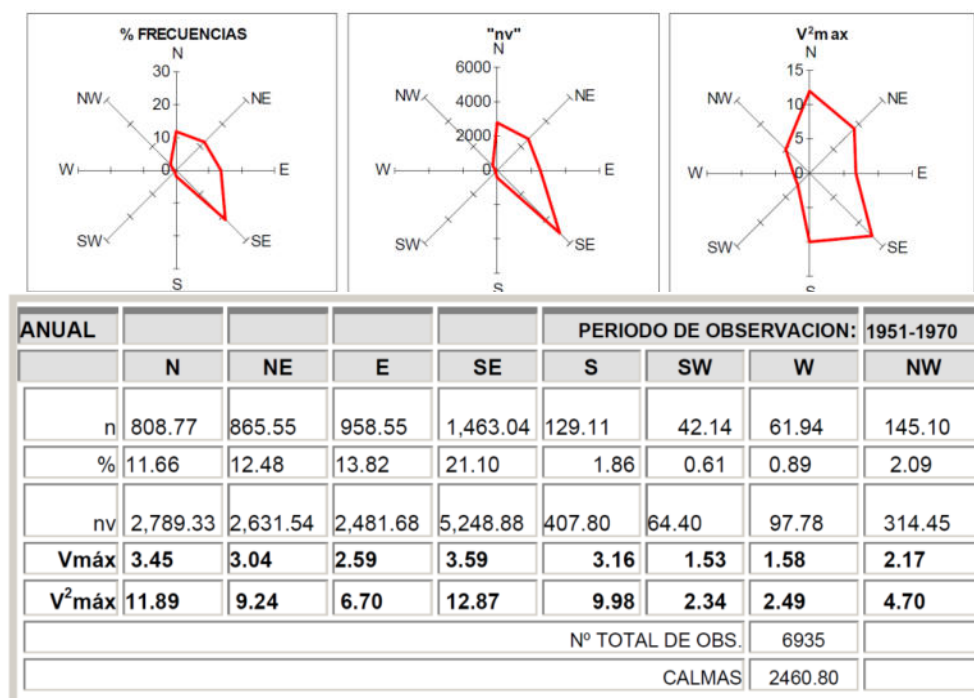


Figura 19. Rosa de los vientos resumen anual.

HUMEDAD RELATIVA.

La humedad relativa del ambiente es de un 50% a 80%, debido a la influencia de las brisas y vientos húmedos provenientes del mar.

PRECIPITACIÓN PLUVIAL.

 SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA COORDINACIÓN DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL LAMINA DE LLUVIA ESTATAL													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM. ANUAL
2001	10.5	38.6	10.8	30.3	57.5	82.0	143.1	151.3	148.5	114.5	40.6	49.9	877.6
2002	24.7	89.3	22.8	6.6	56.1	185.2	76.0	85.7	297.8	82.2	22.0	27.9	976.3
2003	5.1	11.1	56.2	28.7	40.0	175.8	122.5	132.4	99.3	111.9	52.2	16.3	851.5
2004	7.8	24.6	11.2	69.9	104.9	134.6	197.1	151.1	215.5	88.3	24.9	9.0	1038.9
2005	3.0	6.1	40.8	26.9	112.1	222.1	134.4	134.1	149.9	201.2	44.9	32.0	1107.5
2006	50.1	1.2	39.6	0.6	103.8	128.8	118.6	135.4	107.6	81.5	64.9	59.1	891.2
2007	40.0	90.7	34.6	15.6	112.3	99.3	113.9	218.9	230.5	125.0	27.0	9.6	1117.4
2008	29.9	87.1	45.9	24.0	44.3	208.1	110.5	67.4	199.1	67.6	2.9	12.5	899.3
2009	21.9	7.7	13.3	6.3	32.8	111.1	84.6	124.6	115.4	39.9	132.3	46.4	736.3
2010	26.4	14.3	11.4	53.8	96.6	180.0	228.7	219.0	182.5	39.8	16.8	2.3	1071.6
2011	48.0	34.4	24.6	4.8	10.1	223.7	163.8	119.7	189.8	100.7	36.4	16.8	973.0
2012	65.8	15.6	6.7	112.4	71.0	168.8	110.7	122.4	141.4	100.6	17.5	15.4	948.3
2013	56.7	12.8	10.7	37.0	72.5	216.9	154.7	205.6	270.1	177.1	135.6	69.1	1,418.7
2014	92.3	31.0	10.5	19.0	175.1	83.6	111.3	177.0	193.9	203.6	36.0	14.8	1,148.1
2015	46.9	43.5	32.5	11.1	31.9	137.5	72.6	158.3	172.8	117.1	129.9	24.3	978.4
2016	32.3	16.5	47.6	23.7	50.6	169.7	103.9	159.0	166.8	45.3	19.5	50.8	885.2
2017	19.5	2.1	7.5	51.7	48.4	229.9	141.7	160.3	228.1	154.8	37.9	38.7	1,120.5
2018	55.2	5.8	15.1	57.1	118.8	170.0	97.3	159.2	137.3	87.0	67.4	28.5	998.7
2019	48.4	42.7	19.0	21.5	68.7	148.9	127.2	102.1	153.5	141.2	95.5	65.5	1,034.2

Tabla 22. Precipitación mensual para el estado de Yucatán.

PRECIPITACIÓN



ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS

Estacion	31074
NOMBRE	CALOTMUL
ESTADO	YUCATAN

Estacion	31074
NOMBRE	CALOTMUL
ESTADO	YUCATAN

		Lluvia (mm)				
Década	Año	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.	
1980	1982	0.0	4.1	68.3	9.9	
	1983	0.0	4.1	100.7	11.5	
	1984	0.0	2.8	60.7	7.9	
	1985	0.0	1.6	42.7	5.1	
	1986	0.0	1.2	32.4	4.0	
	1987	0.0	3.0	60.7	9.2	
	1988	0.0	2.9	45.7	7.7	
	1989	0.0	3.0	100.8	10.3	
	1990	0.0	4.3	60.8	10.5	
	Total 1980	0.0	3.0	100.8	8.8	
1990	1991	0.0	4.2	50.4	9.6	
	1992	0.0	3.2	60.3	8.2	
	1993	0.0	3.8	80.5	10.7	
	1994	0.0	4.2	65.7	10.8	
	1995	0.0	5.0	85.7	12.0	
	1996	0.0	5.2	60.8	11.1	
	1997	0.0	9.3	80.8	17.0	
	1998	0.0	7.5	85.7	16.3	
	1999	0.0	8.0	85.0	17.1	
	2000	0.0	5.0	80.5	13.6	
	Total 1990	0.0	5.5	85.7	13.1	
2000	2001	0.0	3.9	98.5	11.8	
	2002	0.0	5.1	140.8	16.0	
	2003	0.0	3.6	130.8	12.2	
	2004	0.0	2.6	60.7	7.9	
	2005	0.0	4.3	160.8	14.8	
	2006	0.0	3.2	65.8	9.0	
	2007	0.0	3.0	100.9	9.0	
	2008	0.0	3.4	100.6	10.6	
	2009	0.0	2.8	90.7	9.6	
	2010	0.0	3.5	65.7	8.8	
	Total 2000	0.0	3.5	160.8	11.3	
2010	2011	0.0	4.6	220.7	17.9	
	2012	0.0	4.0	140.5	12.5	
	2013	0.0	6.2	100.5	14.0	
	2014	0.0	5.3	160.0	17.5	
	2015	0.0	1.2	17.0	4.1	
	Total 2010	0.0	4.9	220.7	15.4	
Total general		0.0	4.2	220.7	11.9	

		Evap (mm)				
Década	Año	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.	
1980	1982	1.0	4.8	10.8	2.0	
	1983	1.1	4.5	12.1	1.9	
	1984	0.6	4.2	9.6	1.6	
	1985	1.2	4.6	11.1	1.7	
	1986	1.1	4.6	12.3	1.6	
	1987	1.3	4.9	10.4	1.6	
	1988	1.0	4.8	9.0	1.3	
	1989	1.1	4.6	8.6	1.6	
	1990	1.1	5.0	10.9	1.3	
	Total 1980	0.6	4.7	12.3	1.6	
1990	1991	1.7	4.9	9.1	1.2	
	1992	0.9	5.1	8.4	1.2	
	1993	1.1	4.5	7.8	1.1	
	1994	0.6	4.8	7.7	1.1	
	1995	0.8	5.0	10.7	1.2	
	1996	1.2	5.0	9.1	1.1	
	1997	1.9	5.0	8.4	0.7	
	1998					
	1999					
	2000	0.2	3.5	12.2	2.1	
	Total 1990	0.2	4.8	12.2	1.3	
2000	2001	0.0	3.7	11.3	1.9	
	2002	0.0	3.8	12.2	2.0	
	2003	0.2	3.9	8.5	1.4	
	2004	0.0	3.7	14.2	1.9	
	2005	0.0	3.8	11.2	1.9	
	2006	0.1	3.7	13.9	2.0	
	2007	0.0	3.5	11.3	1.9	
	2008	0.1	3.7	15.8	1.9	
	2009	0.2	3.9	9.4	1.4	
	2010	0.1	3.7	6.9	1.4	
	Total 2000	0.0	3.7	15.8	1.8	
2010	2011	0.0	4.5	7.7	0.9	
	2012	1.9	4.8	6.1	0.6	
	2013	0.8	5.0	6.0	0.5	
	2014	0.7	4.4	15.0	1.7	
	2015	0.4	2.4	6.1	1.4	
	Total 2010	0.0	4.6	15.0	1.2	
Total general		0.0	4.4	15.8	1.6	

Tabla 23. Lluvia y evaporación por década-año.

Estación	31074
NOMBRE	CALOTMUL
ESTADO	YUCATAN

Estación	31074
NOMBRE	CALOTMUL
ESTADO	YUCATAN

Lluvia (mm)				
Mes	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.
ENE	0.0	2.3	220.7	10.2
FEB	0.0	1.4	50.4	5.6
MAR	0.0	1.1	60.7	4.9
ABR	0.0	2.5	140.0	10.7
MAY	0.0	4.1	160.0	13.6
JUN	0.0	7.1	180.7	16.4
JUL	0.0	6.6	100.8	13.6
AGO	0.0	6.6	140.0	13.6
SEP	0.0	7.5	140.8	14.6
OCT	0.0	5.9	160.8	13.4
NOV	0.0	2.4	90.7	8.7
DIC	0.0	2.2	130.8	8.2
Total general	0.0	4.2	220.7	11.9

Evap (mm)				
Mes	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.
ENE	0.1	3.5	8.4	1.4
FEB	0.0	3.8	10.1	1.4
MAR	0.0	4.5	12.3	1.3
ABR	0.0	5.0	11.5	1.3
MAY	0.1	5.3	12.1	1.6
JUN	0.1	5.1	15.8	1.7
JUL	0.1	4.9	14.2	1.7
AGO	0.2	4.8	11.4	1.6
SEP	0.0	4.3	12.2	1.7
OCT	0.0	4.0	12.2	1.7
NOV	0.0	3.8	12.3	1.5
DIC	0.0	3.6	15.0	1.6
Total general	0.0	4.4	15.8	1.6

Tabla 24. Lluvia y evaporación por mes.

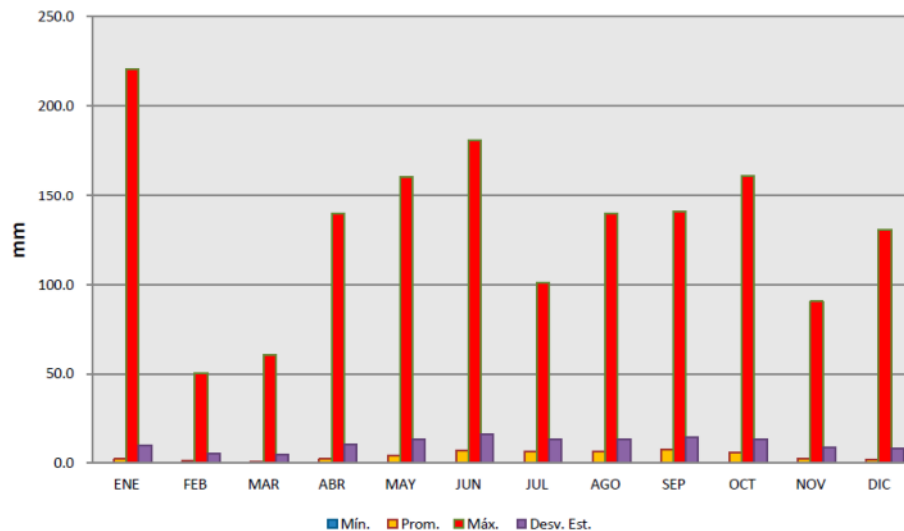


Figura 20. Lluvia por mes.

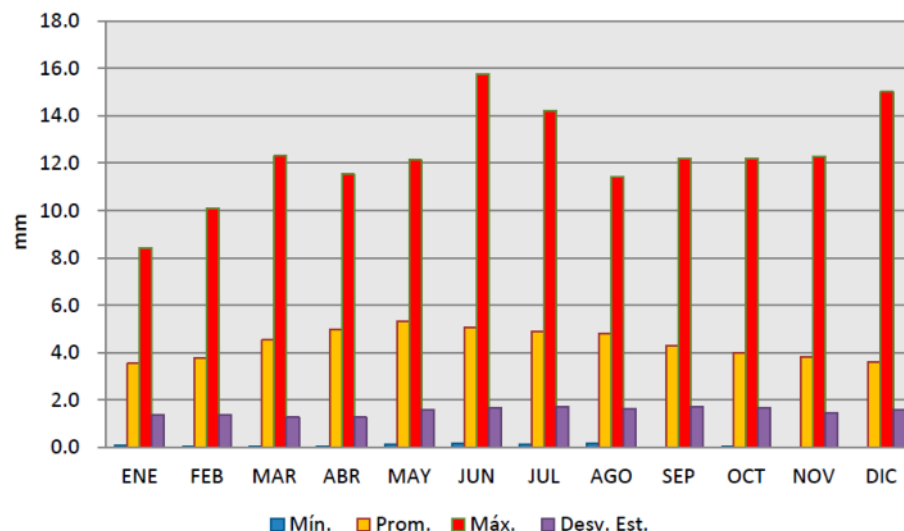


Figura 21. Evaporación por mes.

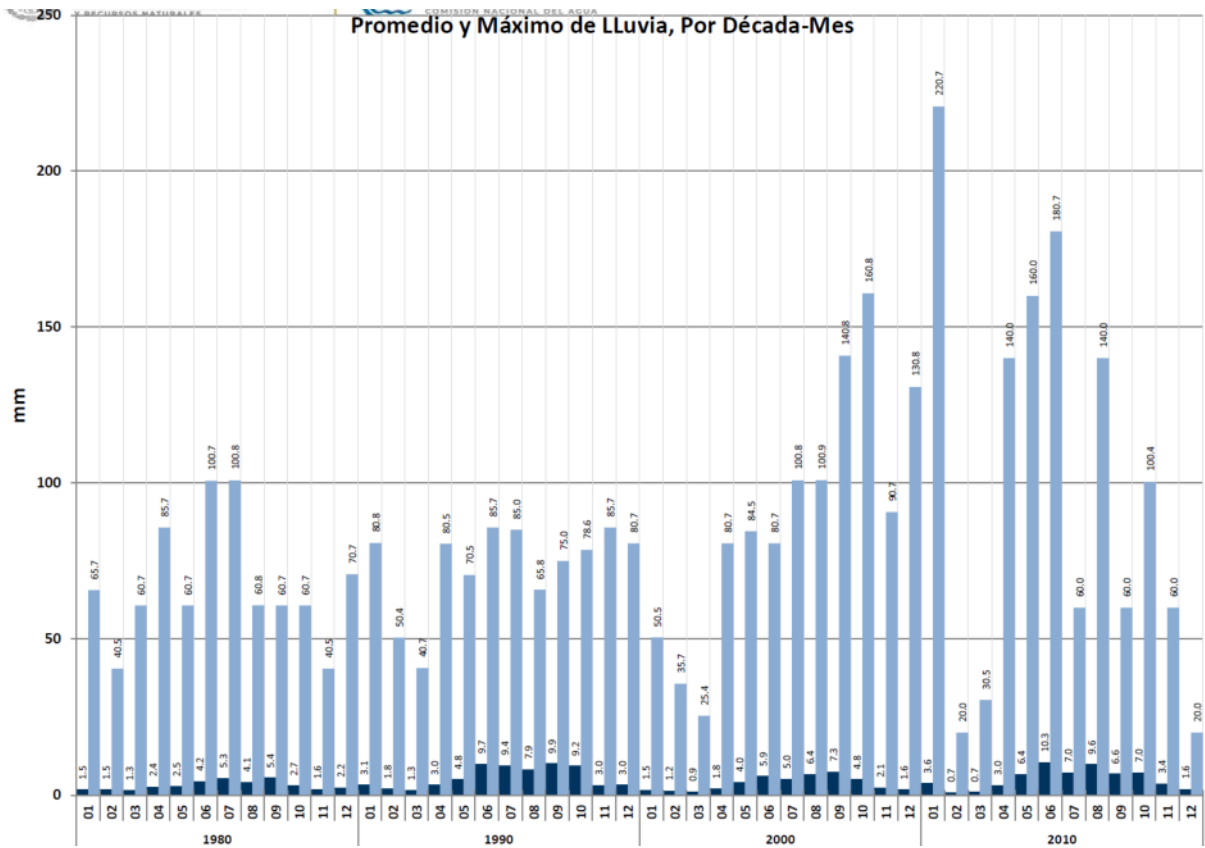


Figura 22. Promedio y máximo de lluvia, por década mes.

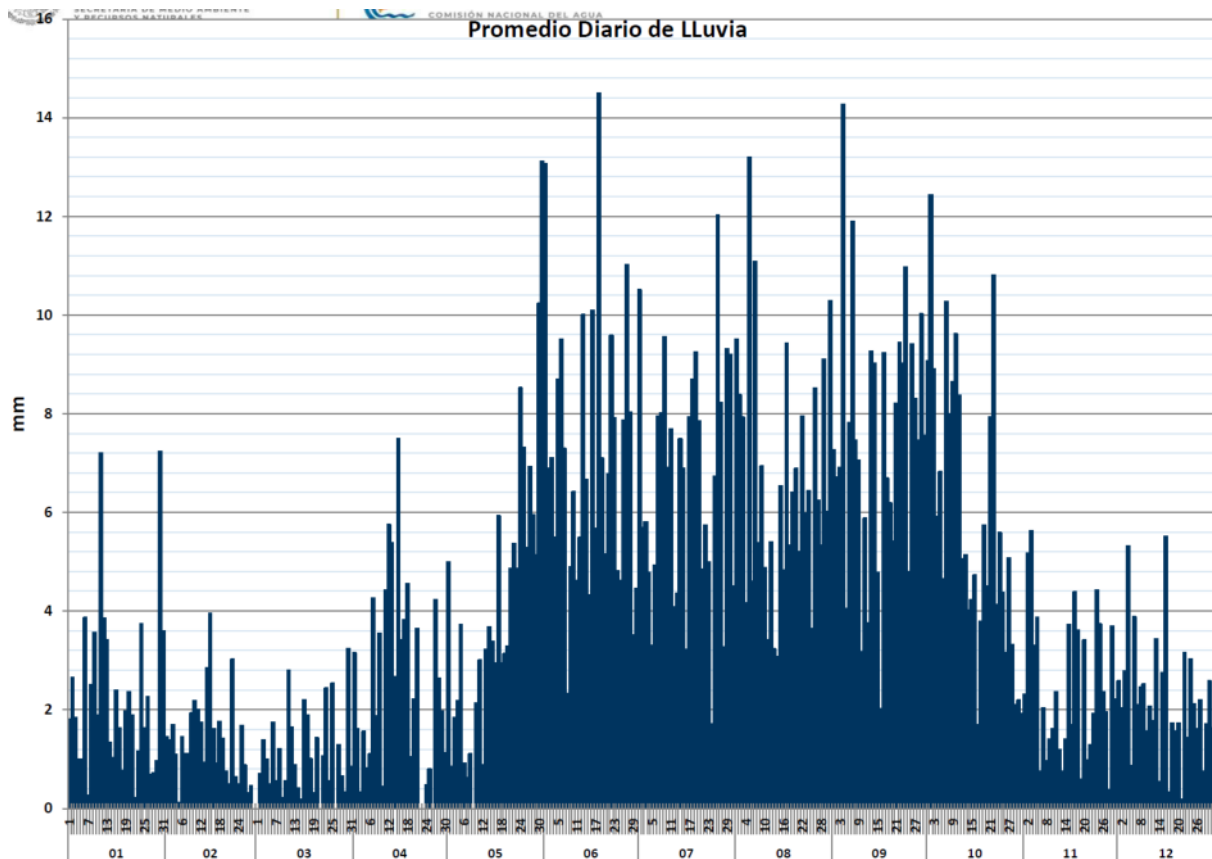


Figura 23. Promedio diario de lluvia.

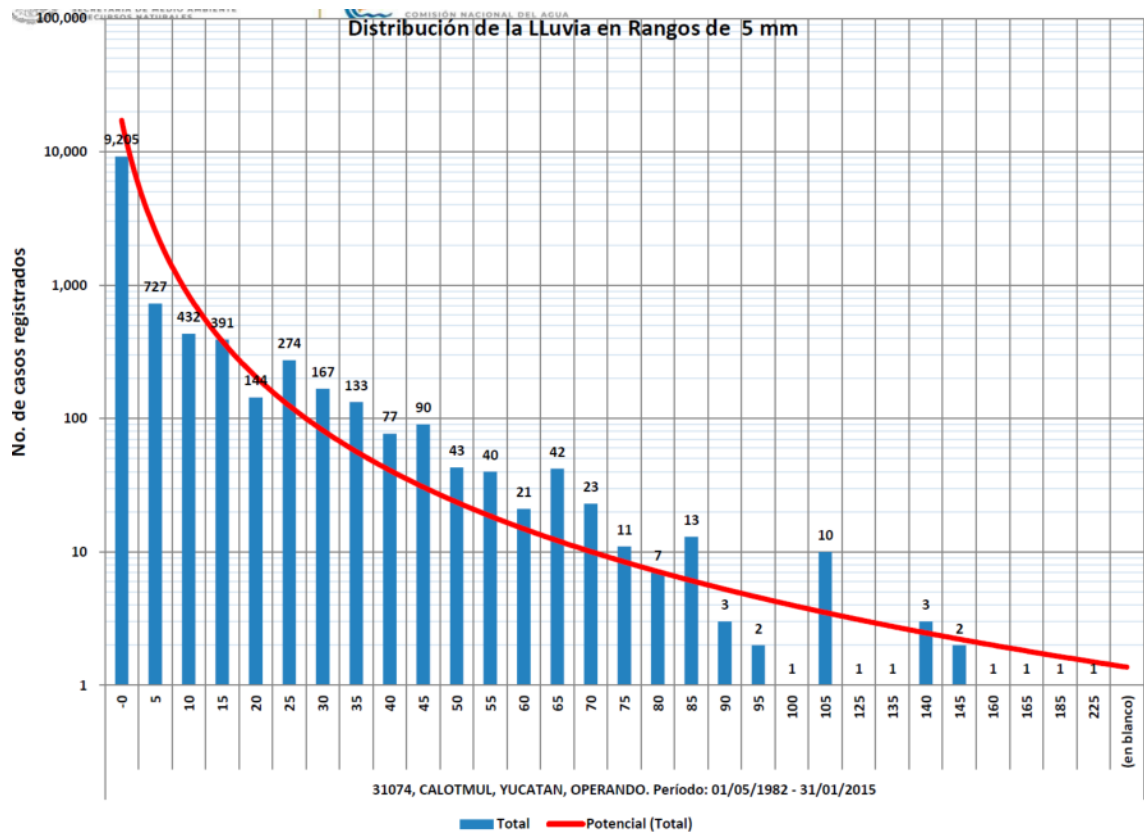


Figura 24. Distribución de la lluvia en rangos de 5 mm.

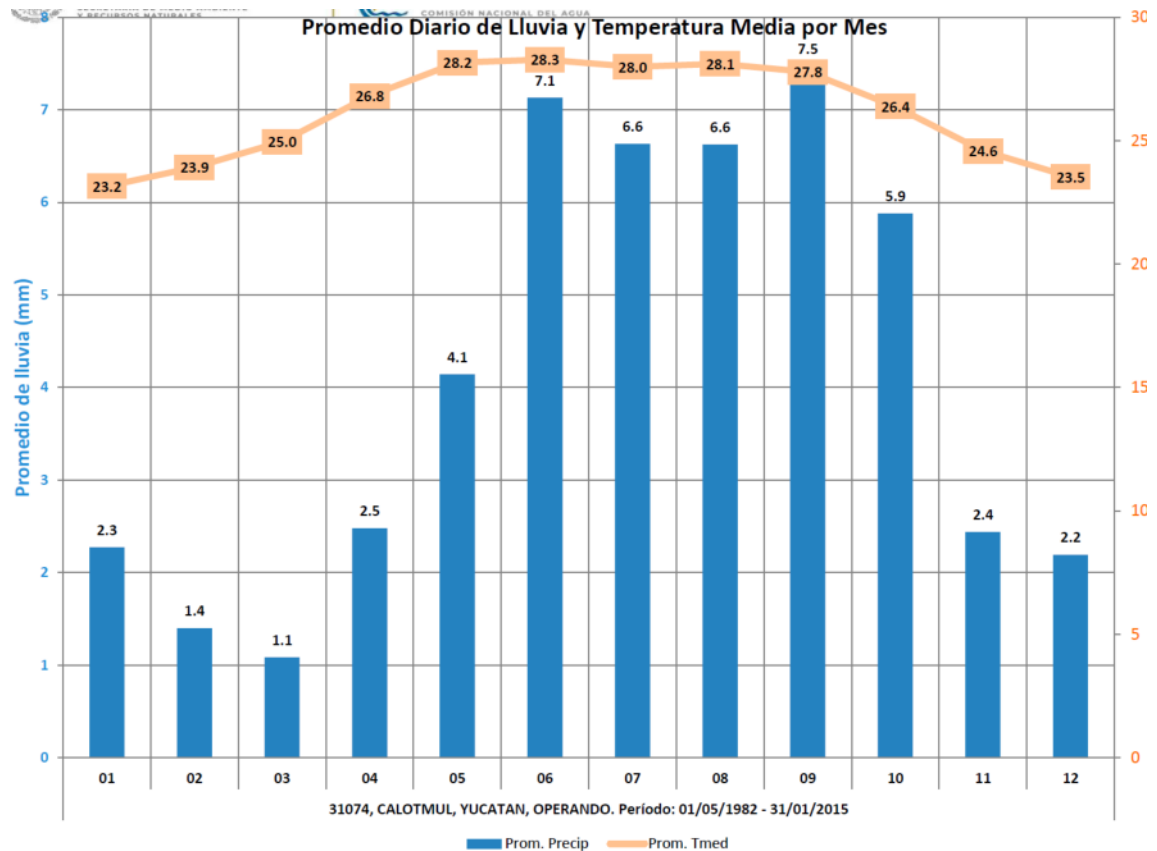


Figura 25. Promedio diario de lluvia y temperatura media, por mes.

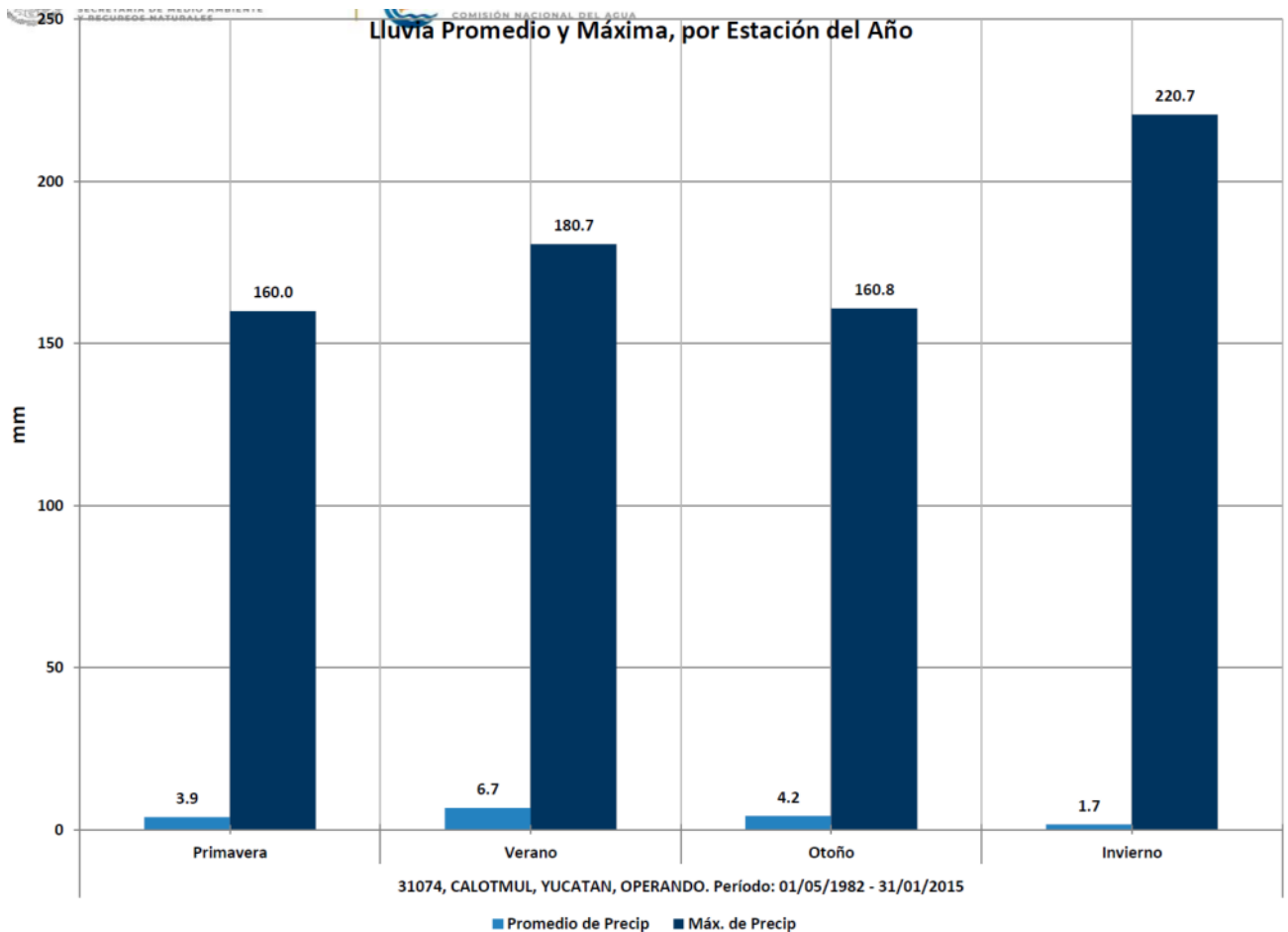


Figura 26. Lluvia promedio y máxima, por estación del año.

SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLÓGICAS													
ESTADO DE: YUCATAN													
PERIODO: 1981-2010													
ESTACION: 00031074 CALOTMUL				LATITUD: 21°01'07" N.				LONGITUD: 088°10'55" W.				ALTURA: 23.0 MSNM.	
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
PRECIPITACION													
NORMAL	63.2	42.3	35.2	72.2	118.7	200.8	203.9	192.6	227.5	178.5	68.9	70.4	1,474.2
MAXIMA MENSUAL	198.6	151.7	96.6	267.7	366.6	662.8	635.1	362.4	673.3	480.5	301.8	181.1	
AÑO DE MAXIMA	1998	1997	1990	1989	1997	1999	1999	1999	2002	2005	1997	1983	
MAXIMA DIARIA	80.8	50.4	60.7	85.7	84.5	100.7	100.8	100.9	140.8	160.8	90.7	130.8	
FECHA MAXIMA DIARIA	12/1997	15/1997	25/1990	15/1983	31/2009	13/1983	29/1989	05/2007	07/2002	22/2005	24/2009	16/2003	
AÑOS CON DATOS	28	28	28	28	29	29	29	29	29	28	28	29	
EVAPORACION TOTAL													
NORMAL	104.2	100.9	137.2	145.6	161.7	145.4	147.5	143.9	124.1	115.9	108.2	105.1	1,539.7
AÑOS CON DATOS	25	25	25	25	25	25	24	21	22	21	23	26	
NUMERO DE DIAS CON LLUVIA													
NORMAL	3.5	3.0	2.4	3.1	5.1	9.3	10.7	11.4	11.9	10.0	4.7	4.7	79.8
AÑOS CON DATOS	28	28	28	28	29	29	29	29	29	28	28	29	
NIEBLA													
NORMAL	0.6	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.6	0.7	0.2	0.2	0.1	0.4	3.5
AÑOS CON DATOS	26	26	26	26	27	27	27	26	27	26	26	26	
GRANIZO													
NORMAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AÑOS CON DATOS	26	26	26	26	27	27	27	26	27	26	26	26	
TORRENTA E.													
NORMAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AÑOS CON DATOS	26	26	26	26	27	27	27	26	27	26	26	26	

Tabla 25. Normales climatológica 1981-2010. Precipitación.

SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL
PROYECTO BASES DE DATOS CLIMATOLOGICOS

00031074

CALOTMUL, CALOTMUL

PRECIPITACION

Mes	Año	Año	Núm.	Valor	Fecha	Se ha	Valor	Fecha	Se ha	Valor	Desv.
Inicio	Fin	Años		Máximo	Máxima	Repetido	Mínimo	Mínima	Repetido	Medio	Estándar
Ene	1983	2015	33	220.7	2011-01-11	No	0.0	1983-01-01	Sí	2.3	10.2
Feb	1983	2014	32	50.4	1997-02-15	Sí	0.0	1983-02-01	Sí	1.4	5.6
Mar	1983	2014	32	60.7	1990-03-25	No	0.0	1983-03-01	Sí	1.1	4.9
Abr	1983	2014	32	140.0	2014-04-12	No	0.0	1983-04-01	Sí	2.5	10.7
May	1982	2014	33	160.0	2014-05-01	No	0.0	1982-05-01	Sí	4.1	13.6
Jun	1982	2014	33	180.7	2011-06-27	No	0.0	1982-06-02	Sí	7.1	16.4
Jul	1982	2014	33	100.8	1989-07-29	Sí	0.0	1982-07-01	Sí	6.6	13.6
Ago	1982	2014	33	140.0	2014-08-22	No	0.0	1982-08-01	Sí	6.6	13.6
Sep	1982	2014	33	140.8	2002-09-07	No	0.0	1982-09-01	Sí	7.5	14.6
Oct	1982	2014	31	160.8	2005-10-22	No	0.0	1982-10-02	Sí	5.9	13.4
Nov	1982	2014	32	90.7	2009-11-24	No	0.0	1982-11-01	Sí	2.4	8.7
Dic	1982	2014	33	130.8	2003-12-16	No	0.0	1982-12-01	Sí	2.2	8.2

EVAPORACION

Mes	Año	Año	Núm.	Valor	Fecha	Se ha	Valor	Fecha	Se ha	Valor	Desv.
Inicio	Fin	Años		Máximo	Máxima	Repetido	Mínimo	Mínima	Repetido	Medio	Estándar
Ene	1983	2015	30	8.4	2005-01-13	No	0.1	2010-01-09	No	3.5	1.4
Feb	1983	2014	29	10.1	2007-02-07	No	0.0	2002-02-22	Sí	3.8	1.4
Mar	1983	2014	29	12.3	1986-03-15	No	0.0	2011-03-07	No	4.5	1.3
Abr	1983	2014	29	11.5	1983-04-30	No	0.0	2001-04-24	No	5.0	1.3
May	1982	2014	29	12.1	1983-05-29	No	0.1	2008-05-21	No	5.3	1.6
Jun	1982	2014	29	15.8	2008-06-18	No	0.1	2010-06-19	No	5.1	1.7
Jul	1982	2014	28	14.2	2004-07-11	No	0.1	2008-07-15	No	4.9	1.7
Ago	1982	2014	28	11.4	2002-08-26	No	0.2	2002-08-10	No	4.8	1.6
Sep	1982	2014	28	12.2	2002-09-01	No	0.0	2002-09-02	No	4.3	1.7
Oct	1982	2014	26	12.2	2000-10-07	No	0.0	2007-10-29	No	4.0	1.7
Nov	1982	2014	27	12.3	2014-11-17	No	0.0	2004-11-15	No	3.8	1.5
Dic	1982	2014	30	15.0	2014-12-07	No	0.0	2007-12-14	No	3.6	1.6

Tabla 26. Valores extremos de precipitación.

III.3. Indicar la densidad demográfica de la zona donde se ubica la instalación.

De acuerdo a la Encuesta Intercensal 2015, la población total del municipio es de 77,621 habitantes, de los cuales 37,859 son hombres y 39,762 son mujeres. La población total del municipio representa el 3.70 por ciento, con relación a la población total del estado. (INEGI)

096 Tizimín**Composición por edad y sexo****Población total***

77 621 Representa el 3.7% de la población estatal.

Relación hombres-mujeres

95.2 Existen 95 hombres por cada 100 mujeres.

Edad mediana

26 La mitad de la población tiene 26 años o menos.

Razón de dependencia por edad

60.4 Existen 60 personas en edad de dependencia por cada 100 en edad productiva.

*En viviendas particulares habitadas.

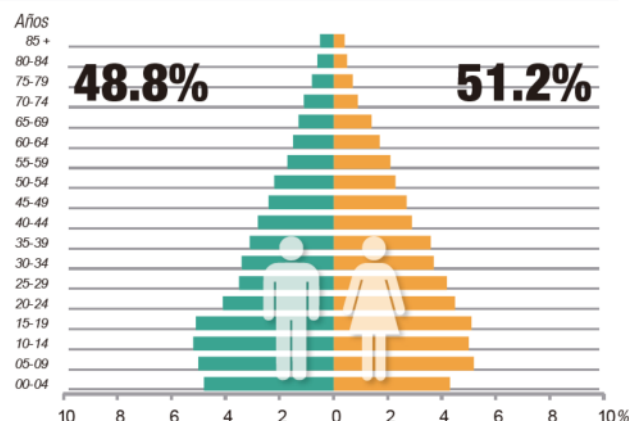
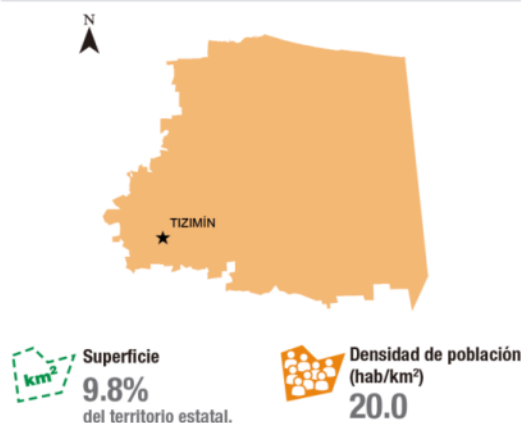


Figura 27. Pírame de población en el municipio de Tizimín. Fuente: Resultados censo intercensal INEGI 2015.

NOMBRE	POBLACIÓN	PORCENTAJE DE POBLACIÓN MUNICIPAL
Tizimín (cabecera)	46,971	64.22
Colonia Yucatán	1,264	1.73
El Cuyo	1,567	2.14
Dzonot Carretero	2,184	2.99
Popolnáh	3,276	4.48
Sucopó	1,517	2.07
Tixcancal	2,165	2.96
Chan Cenote	2,225	3.04

Tabla 27. Población por principales localidades.

Distribución territorial**Nacionalidad y acta de nacimiento****Inscripción en el registro civil**

0.0% de la población total no tiene nacionalidad mexicana.

**Fecundidad y mortalidad**

Promedio de hijos nacidos vivos*

1.8

Porcentaje de hijos fallecidos*

2.9%

*Mujeres de 15 a 49 años.

Figura 28. Distribución territorial, fecundidad y mortalidad.

Proyección de la población 2015-2030.

AÑO	TOTAL	0-19 AÑOS	20-39 AÑOS	40-64 AÑOS	65 Y MAS
2015	78,785	31,683	23,635	17,503	5,964
2016	79,600	31,554	23,964	17,933	6,149
2017	80,385	31,384	24,264	18,380	6,357
2018	81,170	31,223	24,550	18,825	6,572
2019	81,951	31,065	24,816	19,271	6,799
2020	82,742	30,915	25,068	19,722	7,037
2021	83,521	30,765	25,295	20,177	7,284
2022	84,298	30,621	25,496	20,639	7,542
2023	85,082	30,479	25,675	21,115	7,813
2024	85,862	30,342	25,825	21,602	8,093
2025	86,647	30,214	25,947	22,103	8,383
2026	87,429	30,093	26,036	22,619	8,681
2027	88,210	29,984	26,091	23,148	8,987
2028	88,996	29,884	26,121	23,690	9,301
2029	89,782	29,794	26,122	24,245	9,621
2030	90,567	29,712	26,095	24,811	9,949

Tabla 28. Proyección de la población 2015-2030, Fuente: CONAPO.

Población económicamente activa.

De acuerdo con cifras al año 2015 presentadas por el INEGI, la población económicamente activa del municipio asciende a 27,454 personas, de las cuales 27,083 se encuentran ocupadas y se presenta de la siguiente manera:

Características económicas



Población de 12 años y más

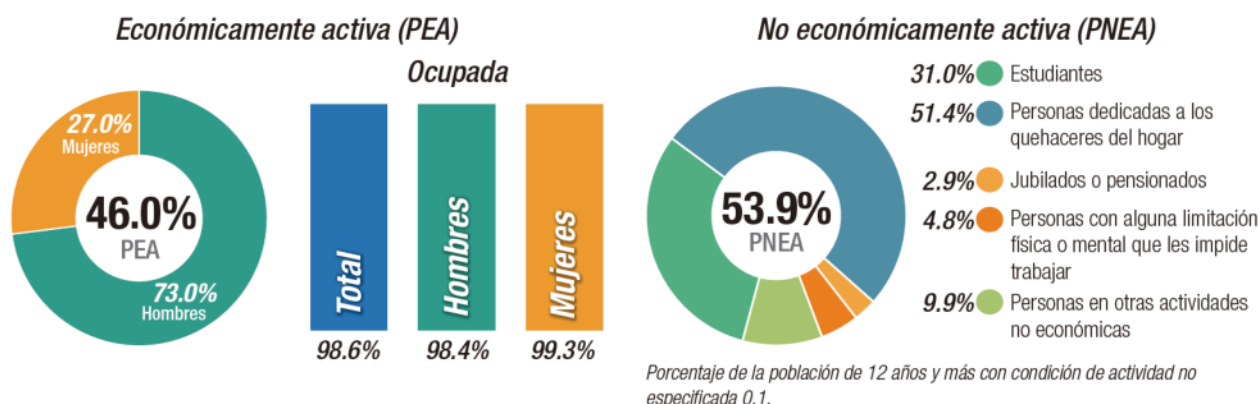


Figura 29. Población económicamente activa del municipio de Tizimín.

SECTOR	PORCENTAJE
Primario (agricultura, ganadería, caza y pesca)	29.87
Secundario (minería, petróleo, industria manufacturera, construcción y electricidad)	16.46
Terciario (comercio, turismo y servicios)	53.83
Otros	0.83

Tabla 29. Población económica por sector.

Indicadores de pobreza y vulnerabilidad

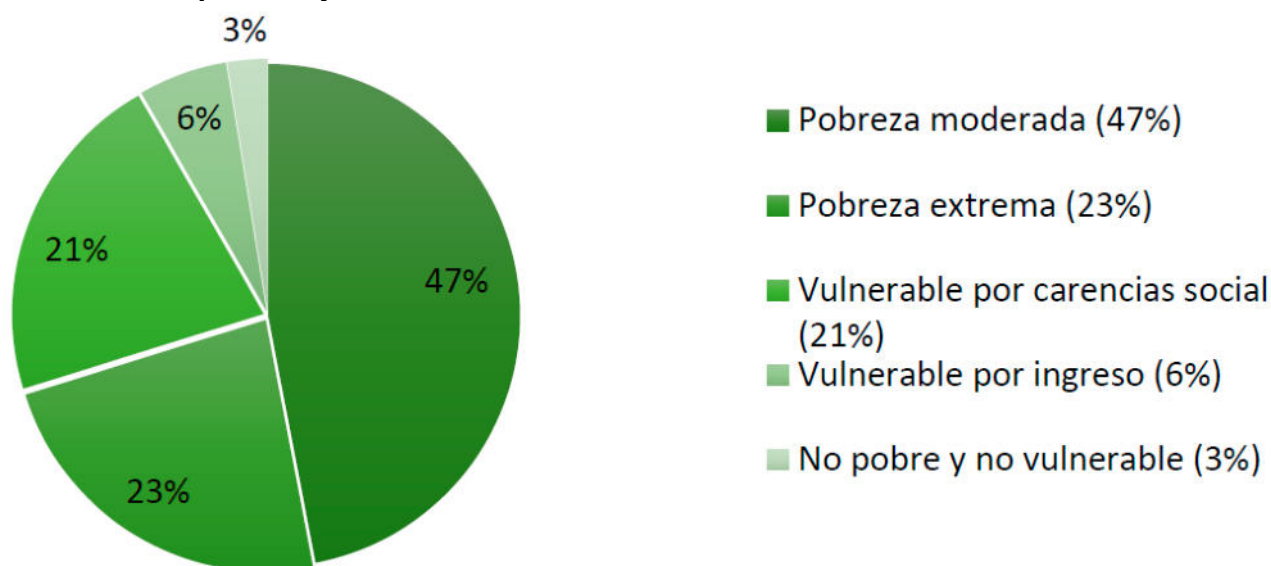


Figura 30. Indicadores de pobreza y vulnerabilidad.

En 2010, 46,715 individuos (70.2% del total de la población) se encontraban en pobreza, de los cuales 31,274 (47%) presentaban pobreza moderada y 15,441 (23.2%) estaban en pobreza extrema. (Coneval)

Indicadores Sociodemográficos

En el año 2010 había en el municipio 17,648 hogares (3.5% del total de hogares en la entidad), de los cuales 3,605 estaban encabezados por jefas de familia (3.2% del total de la entidad). El tamaño promedio de los hogares en el municipio fue de 4.1 integrantes, mientras que en el estado el tamaño promedio fue de 3.9 integrantes. El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años más en el municipio era en 2010 de 6.5, frente al grado promedio de escolaridad de 8.2 en la entidad. (Coneval)

Grupos Étnicos

De acuerdo a la Encuesta Intercensal 2015, efectuado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) la población de 3 años y más, hablante de lengua indígena en el municipio asciende a 28,565 personas. Su lengua indígena es el maya. (Secretaría de Fomento Económico) (INEGI)

III.4. Indicar los giros o actividades desarrolladas por terceros entorno a la instalación.

En un radio de 500 metros a la redonda de la planta no se observan asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, escuelas, ni zona de reserva ecológica o cuerpos de agua; sin embargo, a 431 metros la norte se encuentra una fábrica de materiales de construcción, igualmente se observa en la zona ranchos, milpas y fincas.

III.5. Indicar el deterioro esperado en la flora y fauna por la realización de actividades de la instalación, principalmente en aquellas especies en peligro de extinción.

El deterioro esperado por la realización del proyecto es la remoción de la vegetación presente en la zona de aprovechamiento, que consiste en vegetación secundaria con ejemplares arbóreos de menor tamaño.

En el caso de la fauna esta ha sido ahuyentada del sitio primeramente por las actividades que se llevaron a cabo como cultivo y por la operación de la vía de comunicación, sin embargo, solamente el 6.69% de la superficie total del predio se utilizará para el proyecto, por lo que la posible fauna podrá refugiarse en la superficie restante del predio que no será utilizada.

III.6. ¿El sitio de la instalación de la planta, está ubicado en una zona susceptible a:

- () Terremotos (sismicidad)?
- () Corrimientos de tierra?
- () Derrumbamientos o hundimientos?
- () Efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.)?
- (X) Inundaciones (historial de 10 años)?
- () Pérdidas de suelo debido a la erosión?
- () Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión?
- () Riesgos radiológicos?
- (X) Huracanes?

El municipio de Tizimín se ubica en una zona tropical, de modo que se ve afectado por diversidad de fenómenos climatológicos casi todo el año, excepto abril y mayo, considerados meses de “temporada de secas”. Los principales fenómenos climatológicos que afectan al municipio son los **meteoros tropicales** y los **frentes fríos**. Las precipitaciones y la fuerza de impacto y succión que provocan las ráfagas de viento son los factores que más afectan al municipio. Entre los fenómenos hidrometeorológicos de menor incidencia se encuentran las turbonadas o trombas, granizadas y las tormentas eléctricas.

De acuerdo al Atlas de Riesgos Naturales de Tizimín Yucatán 2014, se observan que los fenómenos climatológicos con afectación a la localidad son los ciclones tropicales y las inundaciones.

Tabla de Análisis por Fenómeno		
Fenómeno	Nivel de Análisis	Escala
Ciclones tropicales	Nivel 2	1: 500,000
Tormentas Eléctricas	Nivel 1	1: 500,000
Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres	Nivel 2	1: 125,000
Vientos Fuertes o Nortes	Nivel 1	1: 500,000
Ondas cálidas y gélidas	Nivel 1	1: 500,000
Sequías	Nivel 1	1: 500,000
Lluvias extremas	Nivel 1	1:500.000

Tabla 30. Tabla de análisis por fenómeno.

Fenómeno	Nivel de presentación	Nivel conforme a las bases
<i>Erupciones volcánicas</i>	NA	NA
<i>Sismos</i>	NA	NA
<i>Tsunamis</i>	NA	NA
<i>Inestabilidad de laderas</i>	NA	NA
<i>Flujos</i>	NA	NA
<i>Caídas o derrumbes</i>	NA	NA
<i>Hundimientos</i>	NA	NA
<i>Subsidencia</i>	NA	NA
<i>Agrietamientos</i>	NA	NA
<i>Ondas cálidas y gélidas</i>	1	MUNICIPAL
<i>Sequías</i>	1	MUNICIPAL
<i>Heladas</i>	NA	NA
<i>Tormentas de granizo</i>	1	MUNICIPAL
<i>Tormentas de nieve</i>	NA	NA
<i>Ciclones tropicales</i>	1	REGIONAL
<i>Tornados</i>	NA	NA
<i>Tormentas de polvo</i>	NA	NA
<i>Tormentas eléctricas</i>	1	MUNICIPAL
<i>Lluvias extremas</i>	1	REGIONAL
<i>Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres</i>	1	MUNICIPAL

Tabla 31. Análisis de fenómenos.

En los últimos 30 años, el municipio resultó afectado principalmente por dos fenómenos de tipo hidrometeorológico, los cuales las autoridades y población hacen referencia a los huracanes Gilberto en 1988 e Isidoro en el 2002. Este último fue el que mayor impacto causó, lo cual se debió al comportamiento errático que presentaba el fenómeno, lo que no permitió a las autoridades prever con anticipación la contingencia y emitir una alerta con tiempo y, en consecuencia, que se tomaran las acciones pertinentes para disminuir las afectaciones potenciales en el municipio.

Los fenómenos mencionados con anterioridad, no sólo afectan por la lluvia y las posibles inundaciones, los vientos ocasionados por estos fenómenos derriban árboles y afectan la vegetación del entorno provocando que ésta se seque con el paso del tiempo y en consecuencia aumente el riesgo de ser afectados por incendios forestales, y si le agregamos el factor de la contaminación por basura con materiales como vidrio, cartón, plástico, etc. que con el paso del tiempo en combinación con las condiciones climatológicas y ambientales se convierten en detonante, alimento y/o combustible de incendios forestales o rurales, los cuales ocurren en Yucatán generalmente en los meses de marzo a junio afectando seriamente el medio ambiente, a la población y sus actividades.

Respecto a los ciclones tropicales, en el periodo de 1960 al 2012 se generaron en el atlántico 592 sistemas ciclónicos, de los cuales 62 han impactado a la Península. En el 2005 hubo 27 fenómenos, pero fue de 2010 al 2012 cuando se registró el mayor número de ciclones tropicales. El promedio de generación anual de ciclones en la zona es de 11 eventos, aunque a la península le afectan sólo de uno a dos, siendo septiembre el mes con mayor riesgo de impacto de meteoros. El año que más ciclones se formaron fue 2005, con 27, mientras que el mínimo fue de 4 ciclones, en 1983.

Las regiones de mayor incidencia o impacto, son el Norte y Oriente de la entidad. Entre las zonas más vulnerables se encuentran los municipios de Celestún, Hunucmá, Progreso, Dzemu, Telchac Puerto, Ixil, Sinanché, Dzizantun, Dzilam de Bravo, Yobaín, San Felipe, Río Lagartos y Tizimín.

En los años 1966, 1967, 1988, 2002, 2005 y 2007 los huracanes Inés, Beulah, Florence, Gilberto, Isidoro, Emily y Dean respectivamente, también afectaron directa o indirectamente el Municipio de Tizimín, aumentando de forma considerable la incidencia de incendios forestales.

Además de los ciclones tropicales, existen otros Fenómenos Naturales Hidrometeorológicos que afectan al Municipio como son los Frentes Fríos, Tormentas Eléctricas, Sequías, Incendios forestales, inundaciones y encharcamientos por lluvias.

Por lo que se refiere a los incendios forestales, la incidencia de estos en el Estado de Yucatán es alta sobre todo durante la época de quemados agrícolas que abarca de febrero a mayo. Estos incendios forestales van desde conatos de incendios menores a una hectárea que son principalmente arbustos y pastizales, cuya mayoría se localiza a orillas de las carreteras, siendo controlados y extinguidos por el Cuerpo de Bomberos y brigadistas de los Municipios afectados, es importante resaltar que el control realizado oportunamente evita que se conviertan en incendios de grandes dimensiones. Entre los eventos más significativos en los últimos años en Yucatán debido a la extensión de vegetación consumida se encuentran Conkal–Xcuyun con 625; Motul–Telchac Pueblo, con 890; Mérida–Sitpach, con 285; Tixkokob–Tixpeual, con 275 y Conkal–Kantoina con 250 hectáreas.

En atención a lo expuesto, de acuerdo a información de Protección Civil de Tizimín, en el 2014 dentro del municipio se registró 42 conatos e incendios, lo que se tuvo como consecuencia la afectación de 558 hectáreas. En el mes de marzo se registraron 3 eventos, en mayo 14 y en abril 25 eventos, notándose un incremento en la incidencia de marzo a abril.

Las principales causas de los incendios forestales son las colillas de cigarros y botellas de vidrio y aluminio que son arrojadas a la vera de las carreteras. Luego le siguen los provocados por el hombre, principalmente porque no respetan el calendario de las quemados agrícolas y éstas se salen de control. Cuando se juntan los factores, aire, fuego y calor extremo sufrimos las consecuencias en el estado de Yucatán.

Abordando el tema de las sequías, Yucatán registra en su territorio cada vez mayores índices de sequías que ya afectan la producción del campo y también impactan en las actividades cotidianas de la población en general.

En los últimos años, la falta de lluvia en la región se ha extendido hasta un 30% en la Península de Yucatán, debido a los efectos de la canícula y aunque no se ha presentado una sequía en la zona se consideró como una temporada anormalmente seca. En referencia al estado de Yucatán, solamente un 18.6% del territorio está teniendo una condición anormalmente seca, centradas en la zona sur y del oriente del estado, donde se encuentra ubicado Tizimín.

La Península de Yucatán es una región natural, cultural y económica que no está libre de la influencia del cambio climático, a pesar de que no ha sido un gran contribuyente al calentamiento global. Sin embargo, es de considerar que las condiciones geográficas que la conforman la hacen sensible a que sufra tales consecuencias, por lo siguiente:

- Está en una zona de transición entre los climas secos y húmedos.
- Tiene una alta influencia marítima.
- Está sujeta al embate de fenómenos hidrometeorológicos (nortes, ondas tropicales y ciclones), los que pueden intensificarse en número, frecuencia e intensidad como producto del calentamiento de la superficie oceánica.
- Está en una zona de altas presiones, lo que además puede ocasionar procesos de desertización.

En la Península de Yucatán se han recibido diferentes tipos de señales al respecto en los ciclos: Térmicos, Hidrológicos y Biológicos.

III.7. Sí es de su conocimiento que existe un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área de las instalaciones, proporcione la información correspondiente.

No se tiene conocimiento de que en el área en donde se ubica el proyecto exista historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas.

CAPITULO IV. INTEGRACIÓN DEL PROYECTO A LAS POLITICAS MARCADAS EN EL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO LOCAL.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO.

Según el ACUERDO por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, publicado el Viernes 7 de septiembre de 2012 en el DOF, el predio del proyecto se encuentra en la **REGIÓN ECOLÓGICA: 17.33**, denominada **Unidad Ambiental Biofísica 62**. Karst de Yucatán y Quintana Roo. Se localiza en el Oeste, centro, norte y este de Yucatán. Centro, norte y noreste de Quintana Roo. Tiene una superficie de 59,542.35 Km². Población Total: 2,982,494 hab. Población Indígena: Maya.

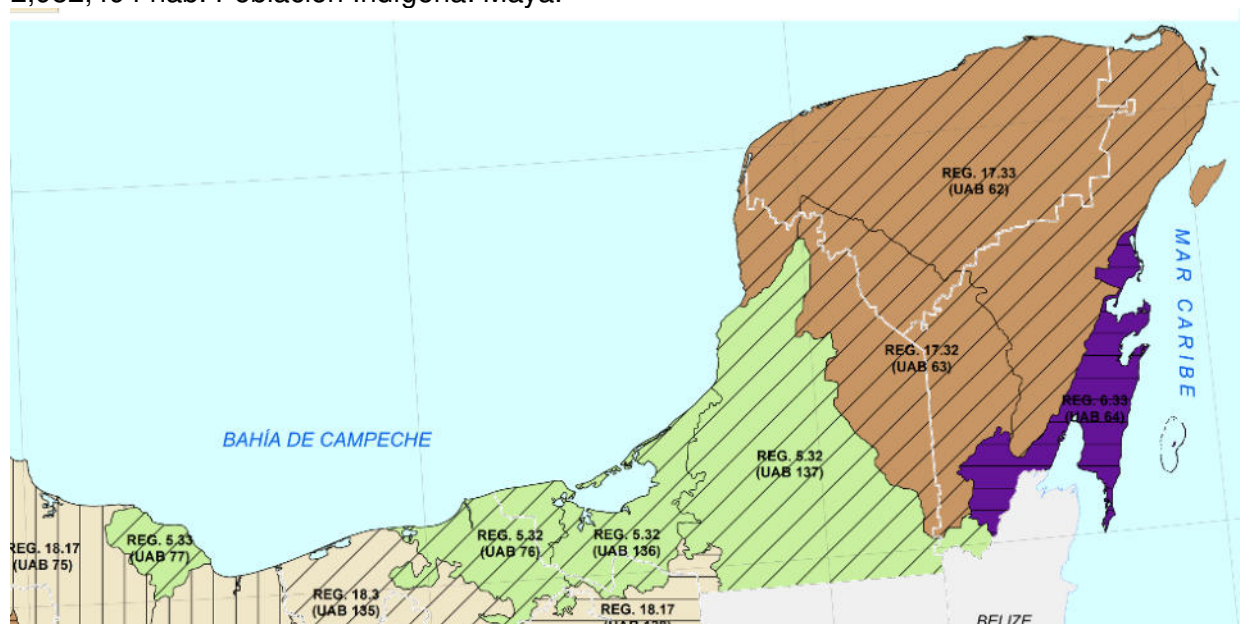


Figura 31 Unidad Ambiental Biofísica 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo, de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio .

De acuerdo al SIGEIA, el predio del proyecto se encuentra en la Unidad Ambiental Biofísica UAB 62, que presenta las siguientes características:

Region Ecológica	Unidad Biofísica Ambiental (UAB)	Nombre de la UAB	Clave de la política	Política ambiental	Nivel de atención prioritaria	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo
17.33	62	Karst de Yucatán y Quintana Roo	17	Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable	Alta	Preservación de Flora y Fauna - Turismo	Desarrollo Social - Forestal	Agricultura - Ganadería
Otros sectores de interés	Población 2010	Región indígena	Corto Plazo 2012	Mediano Plazo 2023	Largo Plazo 2033	Superficie de la Región/UAB (Ha)	Estrategias	
Pueblos Indígenas	2,982,494	Maya	Inestable	Inestable a crítico	Inestable a crítico	3133580.903	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	
Componente vv	Descripción	Superficie de la geometría (m2)	Superficie de incidencia (m2)					
Predio	Proyecto	7771.592	7771.592					

Tabla 32. Descripción de la Unidad Ambiental Biofísica generada por el SIGEIA.

Estado Actual del Medio Ambiente 2008:

Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km²): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuário. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

A continuación, se presenta el mapa generado por el SIGEIA.

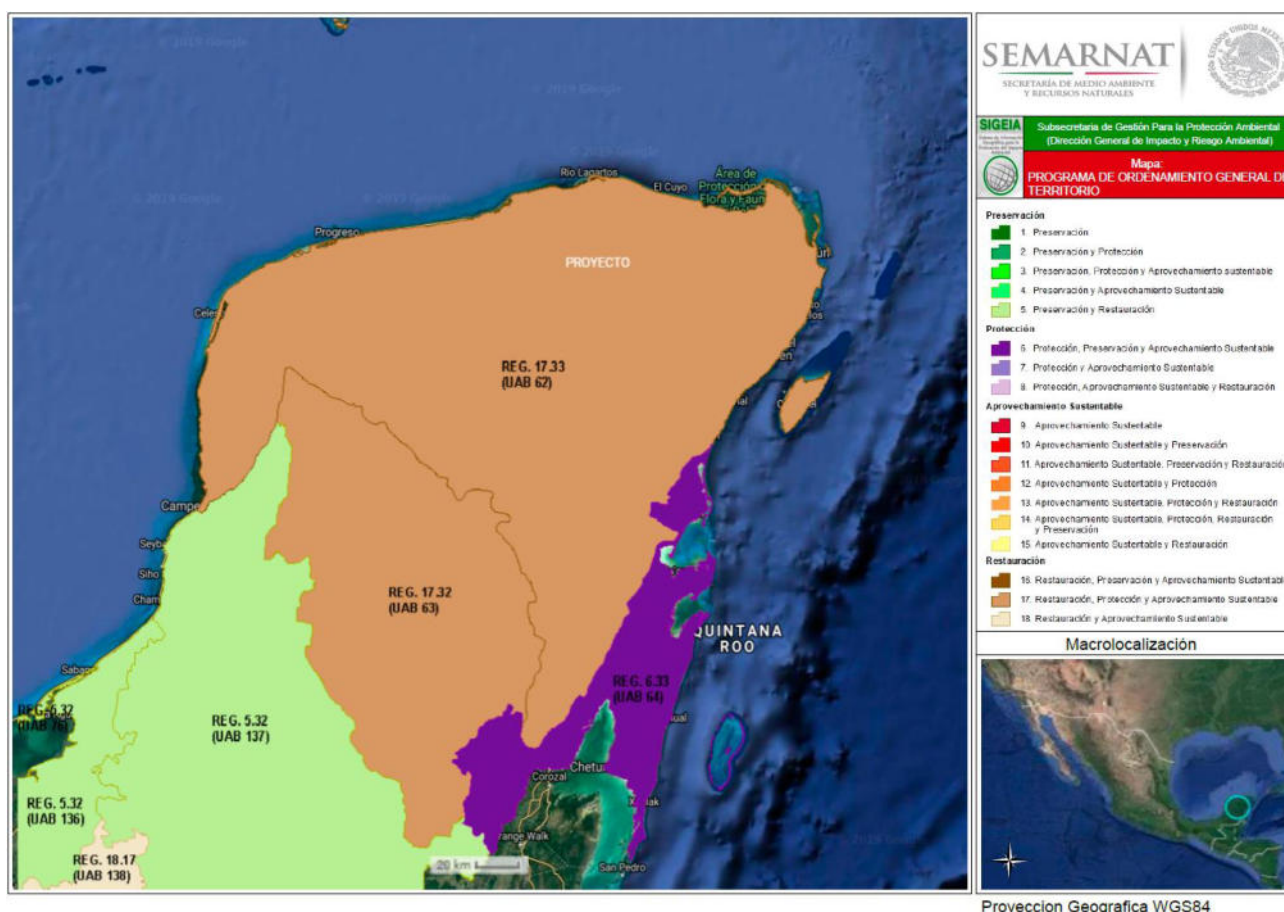


Figura 32. Ubicación del proyecto dentro del POET general.

Escenario al 2033:		Inestable a Crítico			
Política Ambiental:		Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable			
Prioridad de Atención:		Alta			
UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
62	Preservación de Flora y Fauna - Turismo	Desarrollo Social - Forestal	Agricultura Ganadería	Pueblos Indígenas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Tabla 33. Descripción de la UAB 62.

A continuación se presentan las estrategias sectoriales aplicables a la UAB 62.

Estrategias. UAB 62		
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
		VINCULACIÓN
A) Preservación	1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.	El predio general tiene una superficie de 116,075.036m ² de los cuales solo el 6.69% será utilizado para el proyecto. La superficie restante será conservada, además de que se contará con un vivero y se realizará un programa de rescate de ejemplares
	2. Recuperación de especies en riesgo.	No aplica. No se observaron especies en riesgo.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	No aplica.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	No aplica
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	No aplica.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No aplica.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No aplica.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	No aplica.
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados	No aplica; la cuenca hidrológica no está sobreexplotada.
	10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	No aplica.
	11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	No aplica.
	12. Protección de los ecosistemas.	La Planta contará con sistema de tratamiento de las aguas residuales para la protección del ecosistema

Estrategias. UAB 62		
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
		VINCULACIÓN
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	En el mantenimiento de las áreas verdes no se utilizarán agroquímicos, para la fertilización se utilizará humus de lombriz
	14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No aplica.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	No aplica.
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	No aplica.
	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	No aplica

Tabla 34. Estrategias dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio

Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
		VINCULACIÓN
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 Planta de Distribución se establecen las condiciones necesarias para el desarrollo de la localidad al dotarla de gas L.P. que es de uso comercial y doméstico
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	No aplica.
E) Desarrollo Social	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.	No aplica.
	37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Se dará preferencia en la contratación a mujeres indígenas y de grupos vulnerables.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	No aplica.

Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
		VINCULACIÓN
	39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	No aplica.
	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 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.	No aplica.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	No aplica.

Tabla 35. Estrategias dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana

Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
		VINCULACIÓN
A) Marco Jurídico	42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	No aplica.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	No aplica.
	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.	El proyecto cumple con los ordenamientos estatales, federales y municipales.

Tabla 36. Estrategias dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE. (POEMyRGMyc)

El Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico Territorial está integrada por dos regiones: una costero-terrestre con 142 municipios con influencia costera (SEMARNAT-INE, 2007) en los Estados de Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas; y una región marina que comprende el Mar Patrimonial Mexicano del Golfo de México y Mar Caribe. En conjunto, tienen una extensión de 995,486.2km², correspondientes a 168,462.4km² de la región costero-terrestre y 827,023.8 km² de la región marina.



Figura 33. Área sujeta al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyc)

De acuerdo al SIGEIA, el predio del proyecto se encuentra en la UGA 130, que presenta las siguientes características:

Nombre del Ordenamiento	Tipo	Unidad(es) de Gestión Ambiental (UGA)	Estado	Componente vv	Descripción	Superficie de la geometría (m2)	Superficie de incidencia (m2)
Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe	Regional	130	gmmc	Predio	Proyecto	7771.592	7771.592

Tabla 37. Descripción de la UGA 130 generada por el SIGEIA.

A continuación, se presente mapa generado por el SIGEIA.

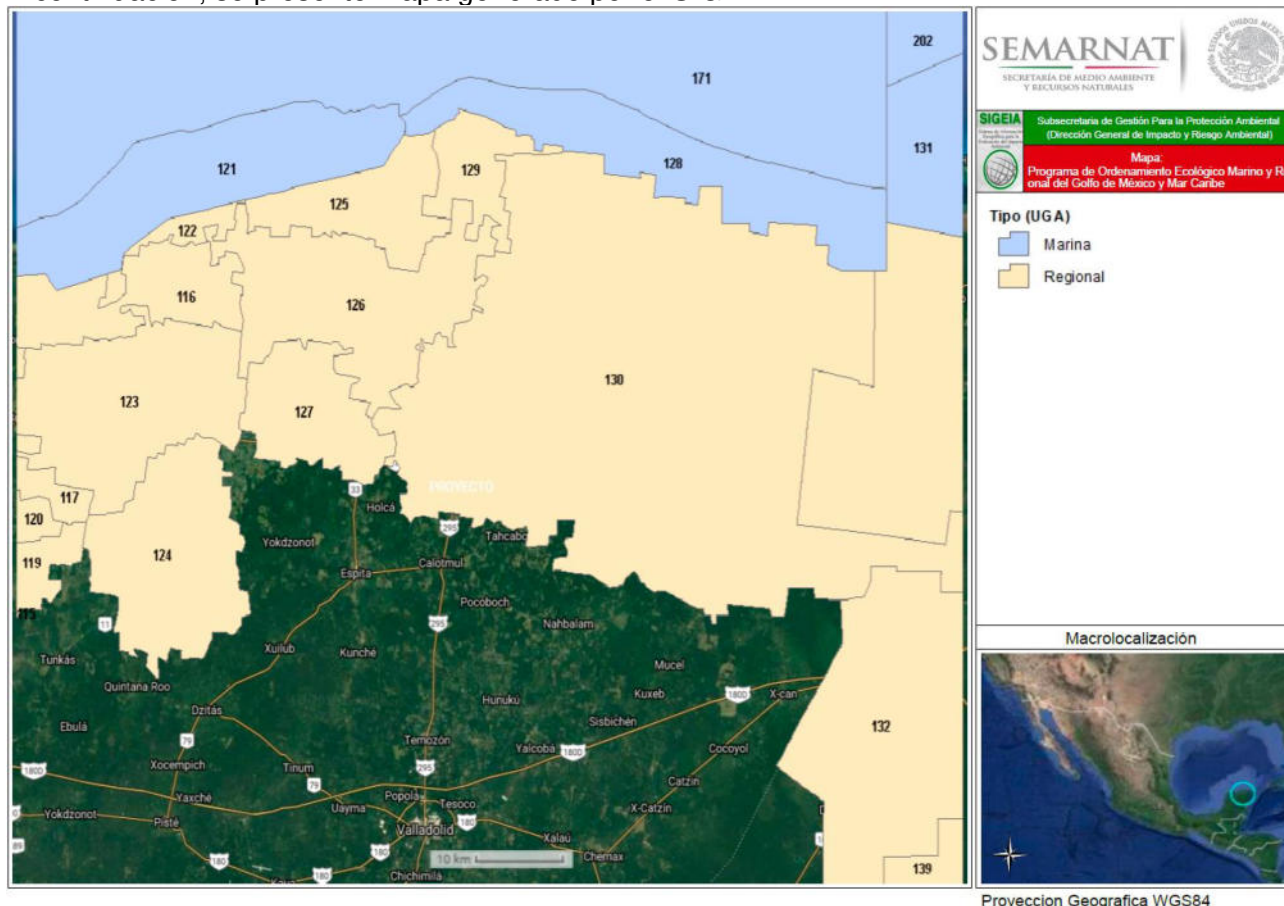


Figura 34. Ubicación del proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

De acuerdo a este ordenamiento, el predio del proyecto se encuentra en la **UGA 130**. Tiene una población de 67,743 habitantes en una superficie de 334,791.76 ha.

Tipo de UGA	Regional	Mapa
Nombre:	Tizimín	
Municipio:	Tizimín	
Estado:	Yucatán	
Población:	67,743 habitantes	
Superficie:	334,791.76 ha.	
Subregión:		
Islas:		
Puerto turístico		
Puerto comercial		
Puerto pesquero		
Nota:		

Tabla 38. Descripción de la UGA 130

A esta UGA se le aplican las Acciones Generales descritas en el anexo 4 además de las siguientes Acciones Específicas, excepto en el área que cubre el Ordenamiento Ecológico del Territorio

Costero del Estado de Yucatán (POETCY), en la cual, por sus características particulares y por cubrir la franja costera del Estado de Yucatán, aplican las disposiciones de ese programa:

Acciones y Criterios Específicos para la UGA 130 del POEMyRGMMyMC

ACCIONES ESPECÍFICAS							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	APLICA	A-027	APLICA	A-053	APLICA	A-079	NA
A-002	APLICA	A-028	APLICA	A-054	APLICA	A-080	NA
A-003	APLICA	A-029	APLICA	A-055	APLICA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	APLICA	A-056	APLICA	A-082	NA
A-005	APLICA	A-031	APLICA	A-057	APLICA	A-083	NA
A-006	APLICA	A-032	APLICA	A-058	APLICA	A-084	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	APLICA	A-085	NA
A-008	NA	A-034	NA	A-060	APLICA	A-086	NA
A-009	NA	A-035	NA	A-061	APLICA	A-087	NA
A-010	NA	A-036	NA	A-062	APLICA	A-088	NA
A-011	APLICA	A-037	APLICA	A-063	APLICA	A-089	NA
A-012	APLICA	A-038	APLICA	A-064	APLICA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	APLICA	A-065	APLICA	A-091	NA
A-014	APLICA	A-040	APLICA	A-066	NA	A-092	NA
A-015	APLICA	A-041	NA	A-067	NA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	NA	A-068	APLICA	A-094	NA
A-017	APLICA	A-043	NA	A-069	APLICA	A-095	NA
A-018	APLICA	A-044	NA	A-070	APLICA	A-096	NA
A-019	APLICA	A-045	NA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	APLICA	A-046	NA	A-072	APLICA	A-098	NA
A-021	APLICA	A-047	NA	A-073	NA	A-099	NA
A-022	NA	A-048	NA	A-074	NA	A-100	NA
A-023	APLICA	A-049	NA	A-075	NA		
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	NA		
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	NA		

NA= No aplica

Tabla 39. Acciones y Criterios Específicos aplicables al proyecto según el POEMyRGMMyMC

A continuación, se describe la vinculación del proyecto con los criterios aplicables a esta UGA.

Tabla de Criterios y Acciones Generales para aplicar en toda el área.

Clave	Acciones-Criterios	VINCULACIÓN.
G001	Implementar tecnologías/prácticas de manejo para el uso eficiente del agua.	Se contará con llaves e inodoros ahorradores de agua en los baños de la Planta
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos.	No aplica al proyecto
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	No aplica al proyecto
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la NOM-SEMARNAT-059 y las especies de captura comercial.	No aplica al proyecto
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	No aplica al proyecto
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	No aplica al proyecto

Clave	Acciones-Criterios	VINCULACIÓN.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	No aplica al proyecto
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	No aplica al proyecto
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	No aplica al proyecto
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	No aplica al proyecto
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	No aplica al proyecto
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	No aplica al proyecto
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	En las áreas verdes se utilizarán especies nativas.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	No aplica al proyecto
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	No aplica al proyecto
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación oriunda de la región.	No aplica al proyecto
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	No aplica al proyecto
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO.	No aplica al proyecto
G019	La actualización de los Planes de Desarrollo Urbano deberá incluir el análisis de riesgo frente a los efectos del cambio climático.	No aplica al proyecto
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	No aplica al proyecto
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	No aplica al proyecto
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	No aplica al proyecto
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	No aplica
G024	Crear nuevos reservorios de CO ₂ por forestación para incrementar la biomasa del material leñoso (madera).	No aplica al proyecto
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	Se utilizarán solamente especies nativas en las áreas verdes
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	No aplica al proyecto
G027	Promover e instrumentar el uso de combustibles no de origen fósil.	No aplica al proyecto

Clave	Acciones-Criterios	VINCULACIÓN.
G028	Promover e implementar el uso de energías renovables.	No aplica al proyecto
G029	Establecer mecanismos de control para promover un uso más eficiente de combustibles, para reducir el consumo energético.	Se utilizarán luces LED ahorradoras en las instalaciones.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	Se utilizarán luces LED ahorradoras en las instalaciones.
G031	Promover la sustitución de combustibles, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	No aplica al proyecto
G032	Fomentar la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	No aplica al proyecto
G033	Impulsar la investigación del recurso energético eólico, solar, mini hidráulica, mareomotriz, geotérmico, dendroenergía y generación y uso de hidrógeno.	No aplica al proyecto
G034	Incrementar la cobertura de electrificación en el ASO.	No aplica al proyecto
G035	Impulsar que los diseños de viviendas y edificaciones reduzcan el consumo de energía (Diseño bioclimático, nuevos materiales, energía solar pasiva).	No aplica al proyecto
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	No aplica al proyecto
G037	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	No aplica al proyecto
G038	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	No aplica al proyecto
G039	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	No aplica al proyecto
G040	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	No aplica al proyecto
G041	Fomentar la participación de las industrias en el Programa de Auditoría Ambiental.	No aplica al proyecto
G042	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	No aplica al proyecto
G043	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	No aplica al proyecto
G044	Establecer mecanismos para mantener actualizada la Carta Nacional Pesquera y el cumplimiento de las cuotas que establece.	No aplica al proyecto
G045	Construir y reforzar las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	No aplica al proyecto
G046	Regular la creación, impulso y consolidación de los asentamientos humanos en el ASO.	No aplica al proyecto
G047	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	No aplica al proyecto

Clave	Acciones-Criterios	VINCULACIÓN.
G048	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	No aplica al proyecto
G049	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	La operación de la Planta diversificará las actividades productivas
G050	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	Se contará con un Programa para la Prevención de Accidentes donde se considerarán medidas de actuación en caso de desastres naturales.
G051	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	Se participará en el Comité de Protección Civil del municipio.
G052	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	No aplica al proyecto
G053	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos.	Se contará con un plan de manejo de residuos y se concientizará a los empleados mediante carteles.
G054	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	Se contará con plan de manejo de residuos y se concientizará a los empleados acerca de la importancia de la separación de residuos
G055	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	Las aguas residuales serán tratadas en un biodigestor autolimpiable, los cuales pueden ser reutilizadas para el riego de las áreas verdes
G056	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento de residuos líquidos específicas para su rubro de actividad.	Se contará con dos sistemas de drenaje; pluvial para las descargas de lluvia mediante pozos de absorción y sanitario para los servicios de la planta por medio de biodigestor autolimpiable
G057	Se prohíbe la remoción de la vegetación forestal sin previa autorización otorgada por la autoridad competente y conforme a lo previsto en la legislación ambiental vigente u otras disposiciones reglamentarias aplicables.	No aplica, la zona de aprovechamiento no presenta vegetación forestal
G058	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos, de manejo especial o municipal de acuerdo a la normatividad vigente.	No aplica al proyecto
G059	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	No aplica al proyecto
G060	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación aplicable y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	No aplica
G061	Las obras y actividades petroleras se podrán llevar a cabo siempre que hayan sido evaluadas y autorizadas en materia de impacto ambiental o exista algún instrumento que regule los impactos derivados de estas.	Con la presentación de la MIA se obtendrá el resolutive en materia de impacto ambiental por parte de la ASEA para la realización del proyecto
G062	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	No aplica al proyecto

Clave	Acciones-Criterios	VINCULACIÓN.
G063	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	No aplica al proyecto
G064	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	No aplica al proyecto
G065	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	No aplica al proyecto
G066	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	No aplica al proyecto
G067	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	No aplica al proyecto
G068	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva	No aplica al proyecto

Tabla 40. Tabla de Criterios y Acciones Generales para aplicar en toda el área.

De acuerdo al análisis realizado, la construcción y operación de la Planta de Distribución de Gas L.P. es compatible con los criterios de aplicación general del POEMyRGMMyMC.

Además de los criterios de aplicación general del POEMyRGMMyMC, para la UGA130 se tienen los siguientes criterios de aplicación específica; se presenta su vinculación con el proyecto.

Acciones y Criterios Específicos para la UGA 130 del POEMyRGMMyMC.

Clave	Acciones-Criterios	Vinculación.
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	En la planta no se utilizarán agroquímicos
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	No aplica al proyecto
A003	Usar preferentemente fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	No aplica al proyecto.
A005	Instrumentar mecanismos y programas para reducir las pérdidas de agua durante los procesos de distribución de la misma.	No aplica al proyecto.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	Se tendrá una red de drenaje pluvial independiente para captación de agua de lluvia y las aguas tratadas en el biodigestor podrán ser utilizadas para riego
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación ó ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	No aplica al proyecto.

Clave	Acciones-Criterios	Vinculación.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	No aplica al proyecto.
A012	Evitar la modificación de las dunas costeras, así como eliminar la vegetación natural y construir sobre ellas	No aplica al proyecto.
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	No aplica al proyecto.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	No aplica al proyecto.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	No aplica al proyecto.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	No aplica al proyecto.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	Se contará con áreas verdes y solamente se aprovechará el 6.69% de la superficie total del predio
A018	Impulsar los programas y acciones de recuperación de especies bajo algún régimen de protección en la NOM-059 SEMARNAT.	No aplica
A019	Instrumentar programas de remediación de suelos de acuerdo a la LGPGIR, su reglamento y a la NOM-138-SEMARNAT, de ser aplicable, en suelos que sean aptos para conservación o preservación.	No aplica al proyecto.
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar la contaminación del aire producida en los periodos de zafra.	No aplica al proyecto.
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	Se contará con sistema de tratamiento de las aguas residuales para evitar la contaminación del agua del subsuelo
A023	Aplicar medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	Se prevendrá la contaminación del suelo y se contará con un programa para atención de accidentes para atender casos de contaminación.
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	No aplica al proyecto.
A025	Efectuar programas de remediación y de rehabilitación integral de sitios contaminados por actividades industriales, de conformidad con la LGPGIR y su Reglamento.	No aplica al proyecto.
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	No aplica al proyecto.

Clave	Acciones-Criterios	Vinculación.
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	No aplica al proyecto.
A028	Evitar la instalación de infraestructura permanente o de ocupación continua entre la playa y el primero o segundo cordón de dunas. Salvo aquellas que correspondan a proyectos prioritarios de beneficio público por parte de PEMEX, CFE y SCT y/o en casos de contingencia meteorológica o desastre natural, minimizando la alteración de esta zona.	No aplica al proyecto.
A029	Evitar la modificación del perfil de la costa o la modificación de los patrones de circulación de las corrientes alineadas a la costa. Salvo cuando correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por contingencia meteorológica o desastre natural.	No aplica al proyecto.
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	No aplica al proyecto.
A031	Evitar la modificación de las características de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	No aplica al proyecto.
A032	Evitar la modificación de las características físicas y químicas de playas y dunas costeras.	No aplica al proyecto.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	No aplica al proyecto.
A037	Fomentar la generación energética por medio de energía solar.	No aplica al proyecto.
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	No aplica al proyecto.
A039	Reducir el uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	En las áreas verdes se utilizará fertilizantes orgánicos para el mejoramiento del suelo.
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	No aplica al proyecto.
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	No aplica al proyecto.
A051	Construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para procesos de mejorar la comunicación.	No aplica al proyecto.
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	No aplica al proyecto.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	No aplica al proyecto.
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por sus correspondientes intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	No aplica al proyecto.

Clave	Acciones-Criterios	Vinculación.
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	No aplica al proyecto.
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	No aplica al proyecto.
A057	El establecimiento de zonas urbanas no debe realizarse en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales y zonas susceptibles de inundación y derrumbe. Tampoco deberá establecerse en zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras ni sobre manglares.	No aplica al proyecto.
A058	Hacer campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	No aplica al proyecto.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	La Planta de Distribución es una obra de equipamiento básico para actividades comerciales y domésticas
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	Se contará con un programa para acción en caso de eventos meteorológicos extraordinarios, como es el caso de los huracanes. Se seguirán las instrucciones de protección civil.
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	No aplica al proyecto.
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	No aplica, en el proyecto no se generarán residuos peligrosos
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	No aplica al proyecto.
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	No aplica al proyecto.
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	No aplica al proyecto.
A068	Promover e impulsar el desarrollo e instrumentación de planes de manejo para residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	Se contará con un programa de manejo de los residuos peligrosos que se generen en la planta cumpliendo con la NOM-052-SEMARNAT Y NOM-054-SEMARNAT
A069	Establecer planes de manejo que permitan el aprovechamiento, tratamiento o disposición final de los residuos para evitar su disposición al mar.	Se contratará los servicios del municipio para la disposición final de los residuos que se generarán.
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos en la zona costera para su disposición final.	No aplica al proyecto.

Clave	Acciones-Criterios	Vinculación.
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	No aplica al proyecto.
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	No aplica al proyecto.

Tabla 41. Acciones y Criterios Específicos para la UGA 130 del POEMyRGMMyMC.

De acuerdo al análisis realizado, el proyecto de construcción y operación de la Planta de Distribución de Gas L.P. en el municipio de Tizimín, Yucatán, es compatible con los criterios ecológicos específicos para la UGA 130 del POEMyRGMMyMC.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE YUCATÁN (POETY).

De acuerdo al SIGEIA, el predio del proyecto se encuentra en la UGA 1.2M, que presenta las siguientes características:

Nombre del Ordenamiento	Tipo	Unidad(es) de Gestión Ambiental (UGA)	Política Ambiental	Componente vv	Descripción	Superficie de la geometría (m2)	Superficie de incidencia (m2)
Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán	Regional	1.2M	Aprovechamiento	Predio	Proyecto	7771.592	7771.592

Tabla 42. Descripción de la UGA 1.2M generada por el SIGEIA.

A continuación, se presente el mapa generado por el SIGEIA.

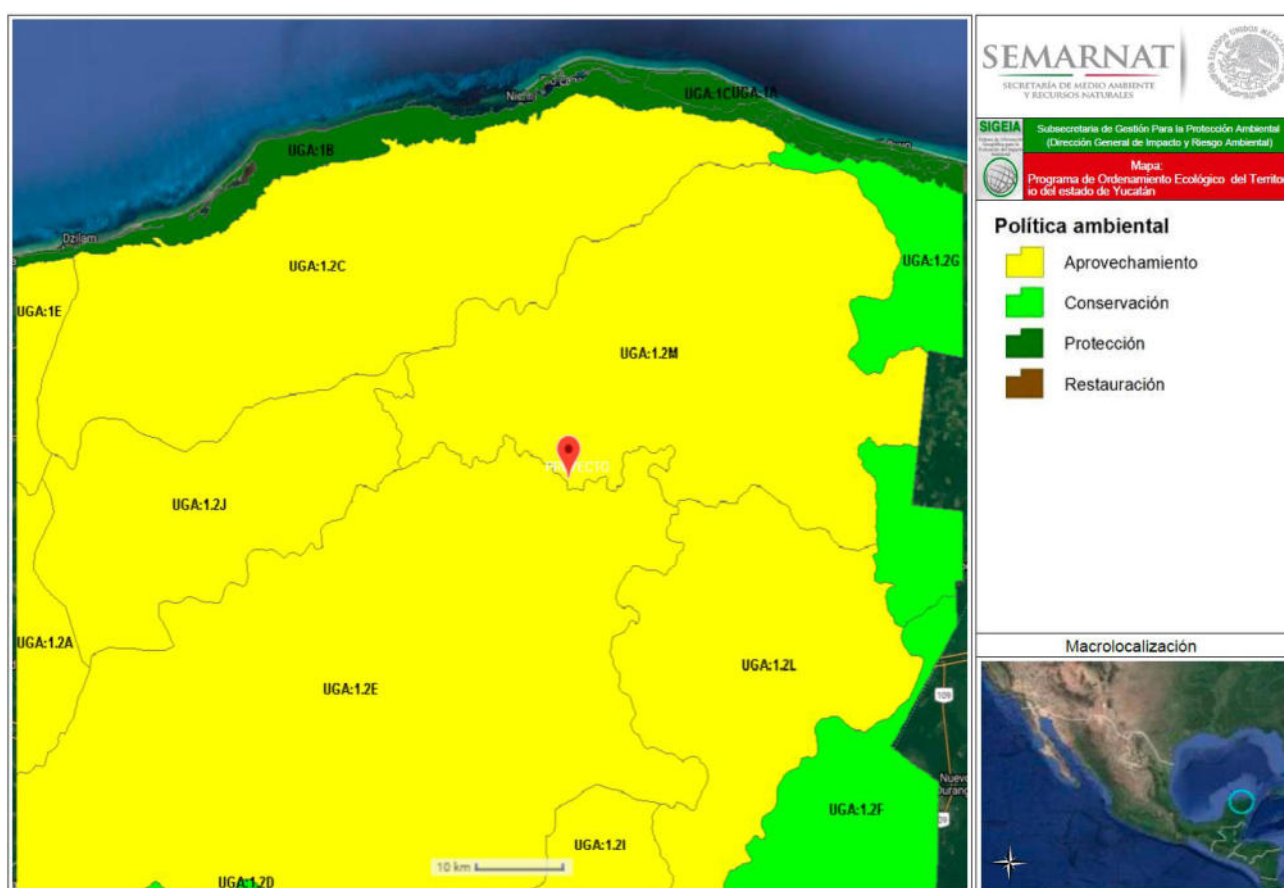


Figura 35. Ubicación del proyecto dentro del POETY.

De acuerdo al POETY el predio se localiza en la Unidad de Gestión Ambiental **1.2M** la cual tiene una **Política de Aprovechamiento** con un uso de suelo principal de **Ganadería**.

En el anexo No. 3 se presenta plano con la ubicación del sitio del proyecto dentro de las UGA's del POETY.

A continuación, se presentan fragmentos del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY), publicado en el Diario Oficial el 26 de Julio de 2007, aplicables al presente proyecto; donde se establece lo siguiente:

ARTÍCULO 5.- “El POETY” comprende el área total del Estado, con una superficie de 39,271.38 Km². Dicha área colinda al Norte con el Golfo de México; al Este con Quintana Roo; al Sur con Quintana Roo y Campeche; y al Oeste con Campeche y el Golfo de México. Se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas geográficas: al Norte 21°36'; al Sur 19°32' de latitud norte; al este 87°32'; y al Oeste 90°25' de longitud oeste (INEGI 2000).

ARTÍCULO 6.- Las dependencias y entidades de la administración pública federal, estatal y municipal, en el marco de sus respectivas competencias deberán observar el cumplimiento del presente programa, para la programación y ejecución de obras, servicios y acciones, así como para el otorgamiento de autorizaciones, permisos, licencias y concesiones.

ARTÍCULO 7.- Se describen a continuación las políticas ambientales, lineamientos, usos de suelo, criterios ecológicos, indicadores y las estrategias de gestión contenidos en este programa y sobre los cuales habrán de basarse las dependencias y entidades de la administración pública federal, estatal y municipal con la finalidad de dar cumplimiento a lo dispuesto por el artículo anterior:

2. Políticas de ordenamiento del Estado de Yucatán.

La elaboración del modelo de ordenamiento considera la propuesta de uso y aprovechamiento que se desea dar al territorio, y se expresa en los mapas de políticas y modelo de uso y aprovechamiento del mismo en donde ubican las unidades de gestión territorial.

Cada una de las unidades de gestión territorial reconocidas para el Estado de Yucatán tiene asignadas de manera explícita políticas territoriales y criterios de uso y manejo.

Las políticas asignadas son las siguientes:

- **Aprovechamiento.** (Política de ordenamiento aplicable al presente proyecto).
- Conservación
- Protección.
- Restauración.

Aprovechamiento.

La política de aprovechamiento se aplica cuando el uso del suelo es congruente con su aptitud natural, y prevalecerá en aquellas unidades espaciales destinadas a la producción agrícola estabilizada, agricultura de riego, agricultura tecnificada, ganadería semiextensiva, extracción de materiales pétreos, industria, suelo urbano, expansión urbana, y aprovechamiento racional del agua. Se busca fomentar el uso de los recursos naturales tomando como base la integridad funcional de los geosistemas. El aprovechamiento se realiza a partir de la transformación y apropiación del espacio y considerando que el aprovechamiento de los recursos resulta útil a la sociedad y no debe impactar negativamente al ambiente. Se utilizarán los recursos naturales a ritmos e intensidades ecológicamente aceptables y socialmente útiles.

UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL (UGA's).

Una UGA es la unidad mínima territorial en la que se aplican tanto lineamientos como estrategias ambientales de política territorial, aunados con esquemas de manejo de recursos naturales, es decir criterios o lineamientos del manejo de estos recursos, orientados a un desarrollo que transite a la sustentabilidad.

Este concepto tiene sus orígenes en la identificación de unidades homogéneas que compartan características naturales, sociales y productivas, así como una problemática ambiental actual. Esto con la finalidad de orientarlas hacia una aplicación de la política territorial. La identificación de unidades territoriales homogéneas enfocadas hacia la planeación territorial y el manejo de recursos naturales tienen su antecedente más directo en el proceso de regionalización (ambiental o ecológica) y en la ecología del paisaje.

Las unidades resultantes pueden ser segmentadas en función de las características económicas que encontremos en las comunidades, las características sociales y culturales de la población que ahí habita, o bien por la presencia de conflictos o problemas ambientales. También pueden ser subdivididas por cuestiones de competencias en la aplicación de la administración.

La construcción de este tipo de unidades parte de la identificación de unidades homogéneas y la vinculación con sus características socioeconómicas y culturales. En algunos casos esto significó la delimitación de dichas unidades de gestión, sin embargo, para otros fue necesario complementarlos con base en la problemática ambiental.

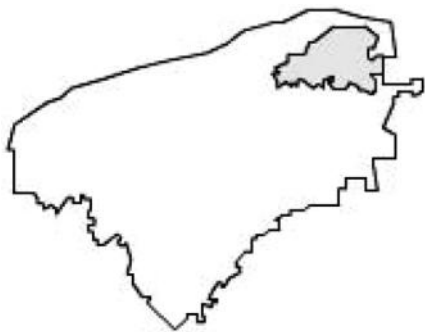
1.2M. Planicie Tizimín Planicie media (10 – 15 m) con suaves ondulaciones y depresiones kársticas aisladas, testigos de erosión diferencial con altura de 10m, karstificada. En depresiones y superficies planas < 0.5° se encuentran suelos cambisol y luvisol crómico, en superficies inclinadas (0.5 – 1°) suelos de tipo rendzina y litosol. Grandes extensiones de pastizal cultivado, milpas dispersas de agricultura de temporal (maíz), relictos de selva mediana subcaducifolia. Superficie 2,575.09 km²	
---	--

Tabla 43. Descripción y ubicación general de las UGA's del Estado de Yucatán.

Unidades de Gestión Ambiental que tienen como uso principal la Ganadería:

La mayor parte del Estado presenta potenciales bajos a medios para la ganadería, actividad que en el caso de rumiantes está asociada con la expansión de la frontera pecuaria en zonas forestadas y áreas naturales protegidas. En términos generales, los pastizales del Estado se caracterizan por su baja fertilidad y la alta degradación de los suelos. Unido esto al mal manejo ecológico que se ha realizado en la actividad ganadera en las últimas décadas, con cargas muy superiores a la capacidad de soporte, sólo tienen aptitud y se proponen para dicha actividad cuatro unidades de gestión ambiental (1.2C, 1.2J, 1.2L y **1.2M**), localizadas al Noreste del Estado. Estas áreas poseen 7,681.38 km² de superficie, lo que representa el 19.56 % del área estatal, en ellas habitan 118,816 personas (7.17% del total de la población estatal) y se ubican 1,168 localidades, principalmente pequeños asentamientos rurales, que representan el 34.74% de los asentamientos del Estado. La densidad de población de 15 hab/km² es muy inferior a la media para la Entidad.

Este tipo de uso debe marchar acompañado de las medidas necesarias para que el desarrollo de la ganadería no contribuya al deterioro y degradación de los ecosistemas de las referidas unidades. Por esto, se propone que el desarrollo de la actividad ganadera de rumiantes mayores y menores quede condicionado al establecimiento de medidas de rehabilitación y conservación de los suelos, y que se planteen nuevos esquemas de producción diversificada basados en criterios de sustentabilidad, que permitan ofrecer servicios ambientales a través de la conservación de la vegetación y la fauna.

Se propone, asimismo, la consolidación y/o desarrollo de la porcicultura en un esquema que busque reducir el impacto que produce la contaminación del acuífero, así como la producción de CO₂ que tiene una gran influencia en el calentamiento global, así como disminuir la dependencia de insumos externos.

La avicultura y la apicultura se deben promover en aquellas áreas apropiadas para su establecimiento. Este tipo de uso dependerá, en gran medida, del desarrollo forestal del Estado y no se debe limitar solamente a áreas de potencial ganadero. El mismo se verá favorecido en aquellos territorios que posean capacidad para el procesamiento y comercialización hacia otros Estados o su exportación.

Clave	Nombre	Sup. km ²	Localidades	Política	Uso principal
1.2M	Planicie Tizimín	2,575.10	550	Aprovechamiento	Ganadería

Tabla 44. Políticas y usos principales de las Unidades de Gestión Ambiental del Estado de Yucatán

UGAS	Aptitud Principal	Aptitud secundaria	Uso principal y tipo de vegetación	Conflicto	Pob. total	Densidad de población	Densidad de caminos
1.2M	Ganadería	Apicultura, asentamientos humanos	Pastizal cultivado	Compatible con restricciones	63,509	24.66	0.30

Tabla 45. Características de las Unidades de Gestión Ambiental para el establecimiento del modelo de ocupación del territorio del estado de Yucatán.

Modelo de ocupación para Yucatán.

El modelo de ocupación propuesto para el territorio del Estado, incluye la propuesta de los usos principales, así como las políticas y principales criterios y recomendaciones ecológicas fundamentados en el diagnóstico integral realizado. Al mismo tiempo, se destaca la existencia en la Entidad de áreas de protección en diversas categorías de manejo que deben ser respetadas, lo cual se reconoce en el modelo de ocupación propuesto para Yucatán.

UGA	Usos	Políticas *	Criterios y recomendaciones de manejo
1.2M	<u>Predominante</u> Ganadería <u>Compatible</u> Silvicultura, apicultura, agroforestería, turismo, actividades cinegéticas y asentamientos humanos. <u>Condicionado</u> Porcicultura e industria. <u>Incompatible</u> Extracción de materiales pétreos.	Protección (P)	1, 2, 5, 6, 9, 12, 13, 14, 16
		Conservación (C)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13
		Aprovechamiento (A)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 21, 22
		Restauración (R)	1, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Tabla 46. Modelo de Ocupación del Territorio del Estado de Yucatán.

Principales criterios y recomendaciones.

En el presente modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, se siguen los principios recomendados en la metodología del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México y experiencias tomadas de ordenamientos de otros Estados del país, dividiendo estos criterios en lineamientos generales que aplican a todas las UGA's y en cuatro políticas ambientales propuestas para el territorio.

Lineamientos generales del ordenamiento.

- Ajustarse a la legislación y disposiciones aplicables en la materia.
- Sujetarse a las disposiciones de los Decretos de creación y/o programas de manejo de las Áreas Naturales Protegidas Federales, Estatales y/o Municipales.
- En Áreas Naturales Protegidas, los criterios de protección, conservación, restauración y aprovechamiento, son los establecidos en los Decretos y/o programas de manejo y reglas administrativas.
- Asegurar el uso sustentable de los recursos naturales, mediante la aplicación de los instrumentos establecidos de política ambiental (agua, aire, suelos, forestal, vida silvestre y pesca, etc.).
- Garantizar el uso racional del recurso hídrico, la recarga de los acuíferos y la calidad del agua.
- Prevenir la erosión y degradación de los suelos.
- Asegurar el mantenimiento de la diversidad biológica y geográfica del territorio, así como el hábitat de especies vegetales y animales.
- Considerar las observaciones de los comités y/o consejos establecidos en la normatividad vigente.
- Incrementar los estudios que permitan aumentar el conocimiento de los recursos y valores naturales.
- Utilizar los instrumentos económicos para la protección del medio ambiente.
- Fortalecer y, en caso de ser necesario, reorientar las actividades económicas a fin de hacer más eficiente el uso de los recursos naturales y la protección al ambiente.
- Proteger la recarga de los acuíferos en las áreas de captación de los asentamientos humanos.
- Controlar la introducción y el uso de especies ferales e invasoras.
- Respetar la integridad funcional, la capacidad de carga, regeneración y funcionamiento de los geosistemas.
- Fomentar el uso sustentable de los recursos naturales mediante tasas que no excedan su capacidad de renovación.
- Reorientar la forma actual de aprovechamiento de los recursos naturales, para lograr su utilización sustentable.
- Desarrollar las actividades económicas en los diferentes sectores bajo criterios ambientales.
- Realizar la gestión y el manejo integral de los residuos, de acuerdo a la normatividad.
- Hacer compatibles los proyectos de desarrollo a los requerimientos y disposiciones de los programas de ordenamiento local del territorio y/o de manejo de las áreas protegidas.
- Controlar y minimizar las fuentes de emisión a la atmósfera.
- Incentivar la producción de bienes y servicios que respondan a las necesidades económicas, sociales y culturales de la población bajo criterios ambientales.
- En la construcción de cualquier tipo de infraestructura o equipamiento, se deberá contar con un estudio previo de afectación a zonas de valor histórico o arqueológico.
- No permitir el depósito de desechos sólidos y las descargas de drenaje sanitario y/o industrial sin tratamiento al mar o cuerpos de agua.
- Todo sitio para la ubicación de rellenos sanitarios locales o regionales deberá contar con un estudio específico que establezca criterios ecológicos para la selección del sitio, la construcción, la operación y la etapa de abandono del mismo, así como las medidas de mitigación del impacto al manto freático y la alteración de la vegetación presente.
- Promover zonas de vegetación natural dentro de las áreas urbanas.
- En el desarrollo de los asentamientos humanos deberá evitarse la afectación (tala, extracción, caza, captura, etc.) de selvas, manglares, ciénaga y dunas entre otros, excepto en aquellos casos en que de manera específica se permita alguna actividad; así como la afectación las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción. En su caso, se establecerán medidas de mitigación o compensación de acuerdo a la normatividad ambiental vigente.

- Establecer programas educativos para incorporar a la ciudadanía en el manejo ambiental urbano (basura, ruido, erosión, etc.), a través de material educativo y cursos específicos.
- Fortalecer e integrar los programas para la recuperación de los valores naturales y culturales del territorio.
- Fomentar la creación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS).
- Elaborar programas de manejo forestal para la protección y uso de las selvas y recursos forestales.
- El crecimiento de los asentamientos humanos deberá limitarse a las áreas y criterios establecidos en los Programas de Desarrollo Urbano y al presente Ordenamiento.
- En la definición de nuevas reservas territoriales para asentamientos humanos deberá evaluarse las condiciones físicas, biológicas y socioeconómicas locales en congruencia con la propuesta de ordenamiento ecológico.
- Establecer viveros e invernaderos para producción de plantas nativas con fines comerciales y de restauración.
- El aprovechamiento intensivo de la fauna silvestre debe estar acorde a las aptitudes del ecosistema.
- Establecer medidas de rehabilitación en los cuerpos de agua afectados.
- Remediación y recuperación de suelos contaminados.
- Las actividades de restauración ecológica a realizarse en estas unidades tendrán especial énfasis en el restablecimiento y protección de las poblaciones afectadas de fauna y flora silvestre de importancia para los ecosistemas presentes.
- En el ámbito de sus competencias, el Estado y los Municipios deben establecer zonas prioritarias para la restauración ecológica, que coadyuven con el sistema de áreas naturales protegidas de Yucatán, para la restauración y conservación de los recursos naturales.
- La construcción de nuevas vialidades debe evitar la fragmentación del hábitat en áreas de conservación de flora y fauna y ANP's.

Criterios y recomendaciones por política.

Protección (P).

1. Promover la reconversión y diversificación productiva bajo criterios ecológicos de los usos del suelo y las actividades forestales, agrícolas, pecuarias y extractivas, que no se estén desarrollando conforme a los requerimientos de protección del territorio. **N.A.**
2. Crear las condiciones que generen un desarrollo socioeconómico de las comunidades locales que sea compatible con la protección. **En la etapa de preparación del sitio y construcción se generarán fuentes de empleos temporales y durante su etapa de operación se generarán fuentes de empleos permanentes, que beneficiarán a la población de la localidad.**
5. No se permite el confinamiento de desechos industriales, tóxicos y biológico- infecciosos. **En el proyecto no se generarán desechos tóxicos ni biológico-infecciosos, pero si se generarán residuos peligrosos como aceites lubricantes usados, solventes y solidos impregnados, que serán confinados en el almacén temporal de residuos peligrosos de la planta para ser enviados a su confinamiento ambiental por medio de una empresa autorizada por la SEMARNAT.**
6. No se permite la construcción a menos de 20 mts. de distancia de cuerpos de agua, salvo autorización de la autoridad competente. **N.A. En la zona del proyecto no existen cuerpos de agua.**
9. No se permite la quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes. **No se realizarán quemas de vegetación, desechos sólidos, ni se aplicarán herbicidas o defoliantes. Los residuos vegetales y basura que se generarán en la preparación del sitio y construcción serán enviados al relleno sanitario por medio de**

camiones de volteo y los desechos sólidos que se generen en la operación serán enviados al relleno sanitario por medio de los servicios que proporciona el Ayuntamiento.

12. Los proyectos a desarrollar deben garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre. **Solamente se utilizará el 6.69% de la superficie total del predio por lo que la superficie restante no se afectará garantizando la conectividad de la vegetación.**

13. No se permiten las actividades que degraden la naturaleza en las zonas que formen parte de los corredores biológicos. **N.A.**

14. Deben mantenerse y protegerse las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos. **En el proyecto se tiene contemplada la construcción de áreas verdes, a la cual se le proporcionará mantenimiento como riego y poda. Además de que solamente el 6.69% de la superficie total del predio será aprovechada.**

16. No se permite el pastoreo en áreas de corte forestal que se encuentren en regeneración. **N.A.**

Conservación (C).

1. Los proyectos de desarrollo deben considerar técnicas que disminuyan la pérdida de la cobertura vegetal y de la biodiversidad. **N.A.**

2. Prevenir la erosión inducida por las actividades antropogénicas. **N.A.**

3. Controlar y/o restringir el uso de especies exóticas. **No se utilizarán especies exóticas en las áreas verdes.**

4. En el desarrollo de proyectos, se debe proteger los ecosistemas excepcionales tales como selvas, ciénagas, esteros, dunas costeras entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, que se localicen dentro del área de estos proyectos. **En el predio del proyecto no se observaron ecosistemas excepcionales o poblaciones de flora o fauna en peligro de extinción.**

5. No se permite la instalación de bancos de préstamo de material en unidades localizadas en ANP's, cerca de cuerpos de agua y/o dunas costeras. **N.A. Los materiales necesarios para la construcción del proyecto se adquirirán de distribuidores locales.**

6. Los proyectos turísticos deben de contar con estudios de capacidad de carga. **N.A.**

7. Se debe establecer programas de manejo y de disposición de residuos sólidos y líquidos en las áreas destinadas al ecoturismo. **N.A.**

8. No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, zona federal marítimo terrestre, zonas inundables y áreas marinas. **Los materiales derivados de la obra se depositarán en los sitios autorizados.**

9. Las vías de comunicación deben contar con drenajes suficientes que permitan el libre flujo de agua, evitando su represamiento. **N.A.**

10. El sistema de drenaje de las vías de comunicación debe sujetarse a mantenimiento periódico para evitar su obstrucción y mal funcionamiento. **N.A.**

13. Los proyectos de desarrollo deben identificar y conservar los ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región. **N.A.**

Aprovechamiento (A).

1. Mantener las fertilidades de los suelos mediante técnicas de conservación y/o agroecológicas. **N.A.**

2. Considerar prácticas y técnicas para la prevención de incendios. **La Planta de Distribución contará con sistema contra incendio, extintores y capacitación del personal para la prevención de incendios.**

3. Reducir la utilización de agroquímicos en los sistemas de producción, favoreciendo técnicas ecológicas y de control biológico. **N.A.**
4. Impulsar el control integrado para el manejo de plagas y enfermedades. **N.A.**
5. Promover el uso de especies productivas nativas que sean adecuadas para los suelos, considerando su potencial. **N.A.**
6. Regular las emisiones y fuentes de contaminación de las granjas porcícolas, acuícolas o avícolas, de acuerdo a lo estipulado por la autoridad competente. **N.A.**
7. Permitir el ecoturismo de baja densidad en las modalidades de contemplación y senderismo. **N.A.**
8. En las actividades pecuarias debe fomentarse la rotación de potreros y el uso de cercos vivos con plantas nativas. **N.A.**
9. El desarrollo de infraestructura turística debe considerar la capacidad de carga de los sistemas, incluyendo las posibilidades reales de abastecimiento de agua potable, tratamiento de aguas residuales, manejo de residuos sólidos y ahorro de energía. **N.A.**
11. Promover la creación de corredores de vegetación entre las zonas urbanas e industriales. **N.A.**
12. Utilizar materiales naturales de la región en la construcción de instalaciones ecoturísticas. **N.A.**
13. En áreas agrícolas productivas debe promoverse la rotación de cultivos. **N.A.**
14. En áreas productivas para la agricultura deben integrarse los sistemas agroforestales y/o agrosilvícolas, con diversificación de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas. **N.A.**
16. Restringir el crecimiento de la frontera agropecuaria en zonas de aptitud forestal o ANP's. **N.A.**
21. Promover las actividades cinegéticas en las zonas de pastizales inducidos. **N.A.**
22. En la superficie destinada a la actividad ganadera debe establecerse vegetación forrajera en una densidad mayor a los pastos introducidos. **N.A.**

Restauración (R).

1. Recuperar las tierras no productivas y degradadas. **N.A.**
5. Recuperar la cobertura vegetal en zonas con proceso de erosión y perturbadas. **N.A.**
6. Promover la recuperación de poblaciones silvestres. **N.A.**
8. Promover la restauración del área sujeta a aprovechamiento turístico. **N.A.**
9. Restablecer y proteger los flujos naturales de agua. **N.A.**
11. Restaurar superficies dañadas con especies nativas. **En la jardinería del proyecto se utilizarán especies nativas.**
12. Restaurar zonas cercanas a los sitios de extracción para la protección del acuífero. **N.A.**
13. En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo, la reforestación debe llevarse a cabo con una densidad mínima de 1000 árboles por ha. **N.A.**
14. En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo se debe asegurar el desarrollo de la vegetación plantada y en su caso se repondrán los ejemplares que no sobrevivan. **N.A.**
15. En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo la reforestación debe incorporar ejemplares obtenidos del reforestación de vegetación en caso de desplante de los desarrollos turísticos, industriales o urbanos. **N.A.**
16. Establecer programas de monitoreo ambiental. **Se llevará a cabo un programa de monitoreo de las descargas de las aguas residuales.**
17. En áreas de restauración se debe restituir al suelo del sitio la capa vegetal que se retiró, para promover los procesos de infiltración y regulación de escurrimientos. **N.A.**

18. En la fase de restauración del área de extracción de materiales pétreos, el piso del banco debe estar cubierto en su totalidad por una capa de suelo fértil de un espesor igual al que originalmente tenía. **N.A.**

19. Los troncos, tocones, copas, ramas, raíces y matorrales deben ser triturados e incorporados al suelo fértil que será apilado en una zona específica dentro del polígono del banco en proceso de explotación, para ser utilizado en los programas de restauración del área. **N.A.**

20. En el banco de extracción el suelo fértil debe retirarse en su totalidad, evitando que se mezcle con otro tipo de material. La tierra vegetal o capa edáfica producto del despalle debe almacenarse en la parte más alta del terreno para su posterior utilización en las terrazas conformadas del banco y ser usada en la etapa de reforestación. **N.A.**

21. Una vez que se dé por finalizada la explotación del banco de materiales y se concluya la restauración del mismo, se debe proceder a su reforestación total de acuerdo a lo propuesto en el programa de recuperación y restauración del área impactada utilizando como base la vegetación de la región o según indique la autoridad competente. **N.A.**

El predio del proyecto se encuentra en la UGA 1.2M Planicie Tizimín y de acuerdo al análisis efectuado del POETY se concluye que la actividad que se realizará cumple con las disposiciones del programa.

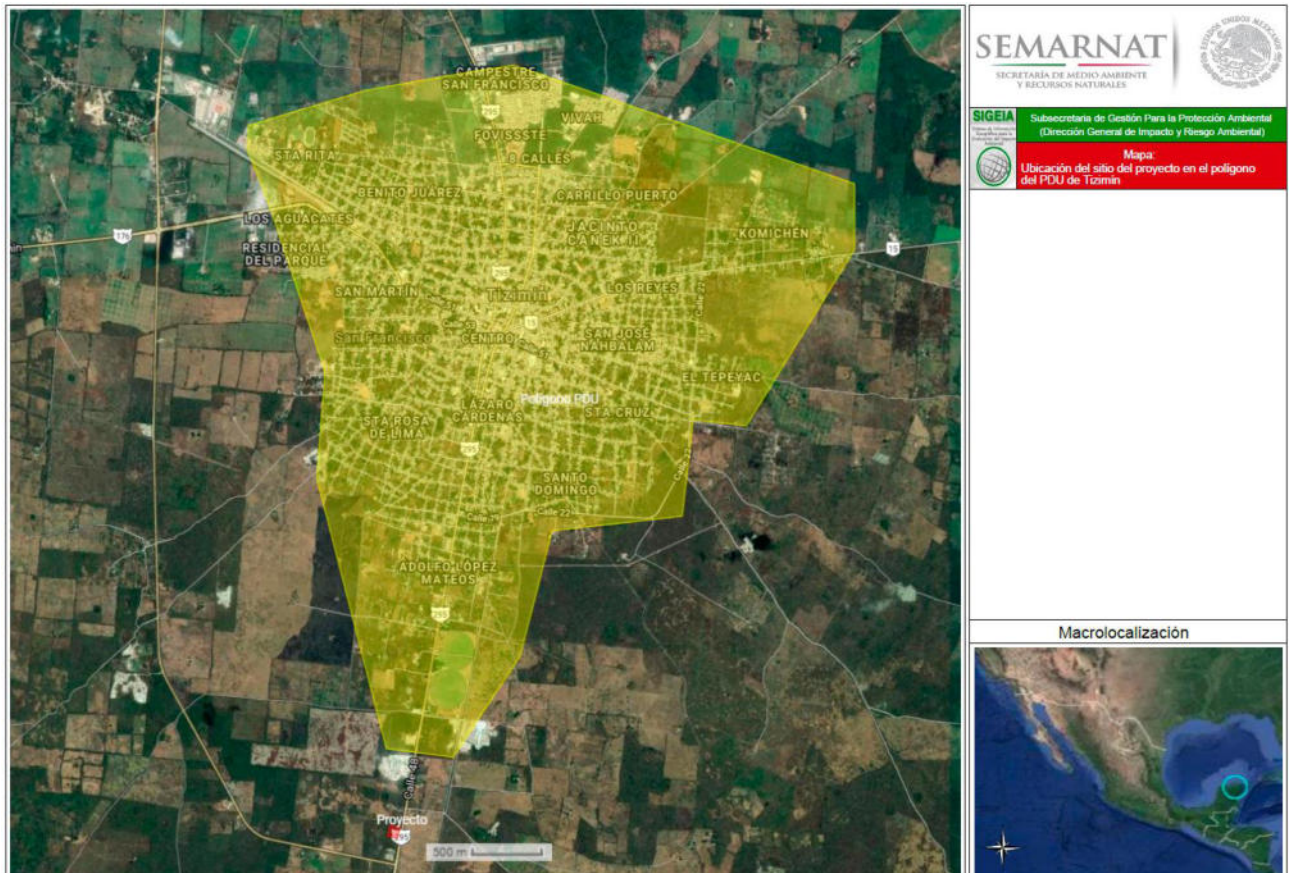
PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO.

El municipio de Tizimín cuenta con un Programa de Desarrollo Urbano 2006 que se encuentra publicado en su portal oficial, donde se analizan los criterios aplicables al sitio del proyecto.

A. INTRODUCCIÓN.

El Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Tizimín 2006 se basa en el análisis sistemático del territorio, en sus aspectos sociales, económicos y demográficos, describiendo las problemáticas y potencialidades, incluyendo la infraestructura, el equipamiento, los servicios, las vialidades... con base en normas aplicables. El trabajo no se limita a una descripción de problemáticas y metas, se proponen las estrategias para alcanzar los objetivos trazados. El PDUUP es producto de una visión híbrida, entre la autoridad, la ciudadanía y la realidad.

C. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.



El polígono que describe la mancha urbana del centro de población registra los siguientes puntos en sus vértices, en sentido contrario de las manecillas del reloj, partiendo del costado noroeste: 1) Coordenada X, 379175; coordenada Y, 2340550; 2) Coordenada X, 378047; coordenada Y, 2340240; 3) Coordenada X, 378027; coordenada Y, 2340020; 4) Coordenada X, 378251; coordenada Y, 2339460; 5) Coordenada X, 378472; coordenada Y, 2338830; 6) Coordenada X, 378764; coordenada Y, 2337990; 7) Coordenada X, 378681; coordenada Y, 2337010; 8) Coordenada X, 379246; coordenada Y, 2334900; 9) Coordenada X, 379340; coordenada Y, 2334550; 10) Coordenada X, 379994; coordenada Y, 2334460; 11) Coordenada X, 380650; coordenada Y, 2335380; 12) Coordenada X, 380971; coordenada Y, 2336520; 13) Coordenada X, 382235; coordenada Y, 2336640; 14) Coordenada X, 382351; coordenada Y, 2337520; 15) Coordenada X, 382869; coordenada Y, 2337460; 16) Coordenada X, 383928; coordenada Y, 2339060; 17) Coordenada X, 383928; coordenada Y, 2339660; 18) Coordenada X, 380625; coordenada Y, 2340770.

Del polígono resultante de las coordenadas proporcionadas se observa que el sitio del proyecto se encuentra fuera del área de estudio.

El sitio del proyecto se encuentra ubicado a la vera de la carretera federal Tizimín-Valladolid y el sitio fue seleccionado por encontrarse fuera de la zona urbana y estará conectada a vías de comunicación que permitan la fácil distribución del gas L.P. y el predio no colinda con casas habitación que pudieran verse afectadas por la operación de la Planta de Distribución.

Actualmente el gas L.P. es utilizado principalmente para el cocimiento de alimentos tanto a nivel comercial como doméstico, por lo que constituye un servicio básico tan importante como el agua y la energía eléctrica. Con la construcción y operación de la Planta de Distribución de Gas L.P. se dotará de dicho energético no solo a la ciudad de Tizimín si no hasta las localidades circunvecinas, contribuyendo al equipamiento de la región.

REGIONES PRIORITARIAS O DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN

El sitio del proyecto no se encuentra dentro de ninguna región prioritaria o de importancia para la conservación.

CAPITULO V. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

V.1. Mencionar los criterios de diseño de la instalación con base a las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos.

El diseño de la Planta de Distribución de Gas L.P., cumplirá con los lineamientos que señala la **Ley Reglamentaria del Artículo 27** Constitucional en el Ramo del Petróleo, y conforme al **Reglamento de Gas Licuado de Petróleo** publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de junio de 1999, así como a los lineamientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SESH-2014** "Plantas de distribución de gas L.P. diseño, construcción y condiciones seguras en su operación", emitida por la Secretaría de Energía y publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de octubre de 2014, que se analiza a continuación:

1. Objetivo y campo de aplicación

Establecer las especificaciones técnicas mínimas de seguridad que se deben cumplir en el territorio nacional para el diseño, construcción y operación de las plantas de distribución de Gas L.P., en las cuales la temperatura mínima de operación no es inferior a 258.15 K (-15 °C), así como el procedimiento para la evaluación de la conformidad con esta Norma Oficial Mexicana.

En las plantas de distribución de Gas L.P. donde se recibe el hidrocarburo por línea de recepción, esta Norma Oficial Mexicana aplica a partir de la delimitación de las fronteras de los sistemas, conforme a lo convenido por las partes y lo establecido en los títulos de los permisos correspondientes. En estos casos, las plantas de distribución de Gas L.P. deben cumplir, adicionalmente, con las especificaciones particulares a que se refiere el numeral 4.3 de esta Norma Oficial Mexicana.

Asimismo, en las plantas de distribución de Gas L.P., donde el o los recipientes de almacenamiento son compartidos con una estación de Gas L.P. para carburación, esta Norma Oficial Mexicana aplica hasta el punto de interconexión; en estos casos, el o los recipientes de almacenamiento formarán parte de la planta de distribución de Gas L.P., sin perjuicio de que la estación de Gas L.P. para carburación, deba cumplir en forma independiente, con los requisitos de la normativa que le resulte aplicable.

La Planta de Distribución cumple con las especificaciones de la Norma, ya que está basado en las especificaciones técnicas establecidas en dicha norma, así como por los usos de suelo autorizados por las autoridades municipales.

En esta norma en el inciso **4.2.1.25 Distancias mínimas entre elementos** se cumple con las siguientes distancias.

4.2.1.25.1 De la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano a:

Elemento	Medida mínima	Medida real
Límite del predio de la planta de distribución	15.00 m	56.87 m
Espuela de ferrocarril, riel más próximo	15.00 m	No aplica
Llenaderas de recipientes transportables	6.00 m	7.04 m
Plataforma del muelle de llenado	5.00 m	6.00 m
Lindero de la zona de revisión de recipientes transportables	5.00 m	6.02 m
Zona de venta al público	15.00 m	No aplica
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia	15.00 m	37.55 m
Otro recipiente de almacenamiento de Gas L.P., ubicado en el interior de la planta de distribución	1.5 m o 1/4 de la suma de los diámetros de ambos tanques, lo que resulte mayor	2.00 m
Piso terminado	1.50 m	2.20 m
Planta generadora de energía eléctrica	25.00 m	No aplica
Talleres, incluyendo los de equipos de carburación a Gas L.P.	25.00 m	No aplica
Zona de almacenamiento interno de diesel	25.00 m	No aplica
Boca de toma de carga y descarga de diesel	15.00 m	No aplica
Boca de toma de carburación de autoconsumo	5.00 m	5.00 m
Boca de toma de recepción de carro-tanque de ferrocarril	12.00 m	No aplica
Boca de toma de recepción y suministro	5.00 m	5.30 m
Vegetación de ornato	15.00 m	15.00 m
Cara exterior del medio de protección a los recipientes de almacenamiento	2.00 m	2.20 m
Fuente de calor del sistema de sellado que no es adecuada para áreas clasificadas Clase 1, División 1	12.00 m	17.05 m
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta de distribución	25.00 m	No aplica
A construcciones en cuyo interior existan estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo	15.00 m	No aplica
El cajón de estacionamiento para vehículos distintos de los de reparto, auto-tanques o semirremolques	10.00 m	31.13 m

Tabla 47. Distancias mínimas de la tangente del recipiente de almacenamiento a:

4.2.1.25.2 De llenadera de recipientes transportables a:

Elemento	Medida mínima	Medida real
Zona de venta al público	10.00 m	No aplica
Límite del predio de la planta de distribución	15.00 m	49.87 m
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia	15.00 m	31.95 m
Boca de toma de recepción, suministro y carburación	5.00 m	7.10 m
Fuente de calor del sistema de sellado que no es adecuada para áreas clasificadas Clase 1, División 1	12.00 m	14.70 m
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta de distribución	25.00 m	No aplica
A construcciones en cuyo interior existan estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo	15.00 m	No aplica

Tabla 48. Distancias mínimas de la llenadera de recipientes transportables a:

Para efectos de medición de las distancias, éstas se consideran a partir de la unión entre la manguera y la tubería rígida y hasta el perímetro más próximo de la instalación de que se trate.

4.2.1.25.3 De la boca de toma de recepción, suministro o carburación más cercana a:

Elemento	Medida mínima	Medida real
Límite del predio de la planta de distribución	8.00 m	54.32 m
Zona de venta al público	15.00 m	No aplica
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia	15.00 m	33.06 m
Talleres, incluyendo los de equipos de carburación a Gas L.P.	25.00 m	No aplica
Almacén interno de combustible diferente al Gas L.P.	20.00 m	No aplica
Fuente de calor del sistema de sellado que no es adecuada para áreas clasificadas Clase 1, División 1	12.00 m	26.37 m
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta de distribución	25.00 m	No aplica
A construcciones en cuyo interior existan estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo	15.00 m	No aplica

Tabla 49. Distancias mínimas de la boca de toma de recepción, suministro o carburación más cercana a:

4.2.1.25.4 De bombas y compresores más cercanos a:

Elemento	Medida mínima	Medida real
Límite de sus zonas de protección	0.8 m	1.12 m

Tabla 50. Distancia mínima de bombas y compresores más cercanos a:

4.2.1.25.5 De soportes de tomas de recepción, suministro o carburación de autoconsumo, o de la boca de toma del área de carga y descarga de diesel a:

Parámetro	Medida mínima	Medida real
Paño exterior del medio de protección contra impacto vehicular	0.5 m	0.5 m

Tabla 51. Distancia mínima de los soportes de recepción, suministro o carburación a:

4.2.1.25.6 Del paño exterior del dique del cubeto de retención al:

Parámetro	Medida mínima	Medida real
Paño exterior del medio de protección contra impacto vehicular	0.5 m	No aplica

Tabla 52. Distancia mínima del paño exterior del dique del cubeto de retención al:

4.2.1.26 Distancias mínimas externas de las tangentes de los recipientes de almacenamiento.

Las distancias mínimas entre elementos externos a la planta de distribución y la tangente de sus recipientes de almacenamiento deben ser las siguientes:

Elemento	Medida mínima	Medida real
a) Almacén de combustible externo	100.00 m	No aplica
b) Almacén de explosivos	100.00 m	No aplica
c) Casa habitación	100.00 m	Mayor de 100 m
d) Escuela	100.00 m	Mayor de 100 m
e) Hospital	100.00 m	Mayor de 100 m
f) Iglesia	100.00 m	Mayor de 100 m
g) Lugar de reunión	100.00 m	Mayor de 100 m
h) Recipientes de almacenamiento de otras plantas de distribución, depósito o suministro propiedad de terceros	30.00 m	Mayor de 100 m
i) Recipientes de almacenamiento de una estación de Gas L.P., para carburación	15.00 m	No aplica

Tabla 53. Distancias mínimas externas de las tangentes de los recipientes de almacenamiento.

Así mismo se cumple con las normas: **NOM-005-SESH-2010** “Equipos de carburación de Gas L.P. en motores de combustión interna. Instalación y mantenimiento. (D.O.F. 26/Noviembre/2010); **NOM-007-SESH-2010** “Vehículos para el transporte de Gas L.P.- Condiciones de seguridad, operación y mantenimiento (D.O.F. 11/Julio/2011); **NOM-011/1-SEDG-1999**, “Condiciones de seguridad de los recipientes portátiles para contener Gas L.P. en uso” (D.O.F. 30/Marzo/2000); **NOM-012/2-SEDG-2003**, “Recipientes a presión para contener gas L.P., tipo no portátil, destinados a ser colocados a la intemperie en plantas de almacenamiento, estaciones de gas L.P. para carburación e instalaciones de aprovechamiento. Fabricación (D.O.F. 23/Febrero de 2004);

El sitio del proyecto está ubicado en una zona susceptible de afectaciones anuales por huracanes. En el diseño de las instalaciones se tomó en cuenta la afectación de este fenómeno natural, así como la regulación del suelo municipal.

V.2. Descripción detallada del proceso por líneas de producción, reacción principal y secundaria en donde intervienen materiales considerados de alto riesgo (debiendo anexar diagramas de bloques).

La operación de la Planta de Distribución de Gas L.P., comprende 8 etapas las cuales son las siguientes:

ETAPA	ACTIVIDAD
1	Recepción de Gas L.P.
2	Almacenamiento de Gas L.P.
3	Muelle de llenado de cilindros
4	Suministro de Gas L.P.
5	Carburación para autoconsumo
6	Administración y ventas
7	Mantenimiento
8	Vigilancia

Tabla 54. Etapas de la operación del proyecto.

A continuación, se describen cada una de estas etapas:

1. Recepción de Gas L.P.

Para descargar los semirremolques se tendrá una de toma de recepción debidamente anclada y soportada firmemente, constará de una boca terminal de 51 mm (2") de diámetro para conducir gas líquido que se interconecta a la tubería general de 76 mm (3") de diámetro. Contará con válvula de cierre manual e indicador de flujo colocado a no más de 3 m de la boca de toma.

Para conducir gas vapor se tendrá una boca terminal de 51 mm (2") de diámetro que se interconectará a la tubería de 51 mm (2") de diámetro, contará con una válvula de exceso de flujo con diámetro de 51 mm (2"), válvula de cierre manual y válvula interna de 51 mm de acero con actuador neumático.

Las tomas de líquido y vapor contarán con separador mecánico y mangueras especiales para Gas L. P. de 32 y 51 mm (1 ¼" y 2").

La toma de recepción estará localizada por el lado suroeste de la zona de almacenamiento. Para la descarga del semirremolque se contará con un compresor.

La Planta de Distribución recibirá el gas por medio de semirremolques sencillos o dobles con tanques con capacidad de 40,000 o 45,000 litros y transportan el gas desde las instalaciones de Pemex Refinación en Cactus Chiapas.

Al ingresar el transporte al predio de la planta se efectuarán los siguientes pasos:

El operador del transporte al llegar a la Planta, entregará la carta porte de PEMEX del transporte al encargado de inventarios, el cual verifica que el destino sea el correcto, la cantidad marcada, el número de transporte, se anota la hora y la fecha de entrada, la presión y la temperatura y se le pone un sello con el nombre de la empresa, se revisa el sello del semiremolque, en caso de que se encuentre roto o violado se devuelve el transporte a su destino sin descargar.

En caso de que haya capacidad en los recipientes de almacenamiento, el operador de la descarga indicará al chofer del vehículo para que se estacione en el sitio de descarga indicado, en caso contrario se mandará al estacionamiento de vehículos para esperar descargarlo cuando sea conveniente.

Cuando entra el semirremolque a la Planta, sólo el conductor podrá ir dentro de la cabina y si existen más personas, éstas deberán aguardar fuera de las instalaciones.

Cuando el transporte esté en posición de descarga, el operador de la descarga deberá tomar los datos de presión, temperatura y volumen del líquido contenido por medio del termómetro, manómetro y medidor de nivel.

Para efectuar la descarga del combustible se deberán realizar las siguientes maniobras:

1. Apagar el motor.
2. Mantener estacionado el semiremolque el tiempo necesario para que el gas L.P. se estabilice.
3. Colocar calces en las ruedas, ganchos de seguridad y conectar a tierra el semirremolque.
4. Se conectan las mangueras de líquido y de vapor de descarga al tanque del semirremolque.
5. Se purgan tuberías de descarga para eliminar posibles contenidos de líquido en su interior.
6. Si la presión del transporte es menor que la del almacén, se abren las válvulas de vapor del tanque de almacenamiento para igualar presiones, pero si es mayor, se abren lentamente las válvulas de líquido para evitar cambios bruscos en la presión y que puedan ocasionar el cierre de la válvula de exceso de flujo, descargando así por gravedad hasta igualar presiones.
7. Una vez que se tiene igualdad de presiones tanto en el almacén como en el semirremolque, se procede a efectuar lo siguiente:

- Revisar que el nivel de aceite del compresor sea el correcto.
- Verificar la posición de las válvulas de 4 vías del compresor y las válvulas de cierre rápido en la línea de vapor, para igualar la presión del compresor al semirremolque a descargar.
- Hecho lo anterior, arrancar el compresor, para que mediante el aumento de presión por efecto del gas vapor que se está inyectando dentro del semirremolque se desplace el líquido hacia el recipiente de almacenamiento correspondiente.

Es importante que, al iniciar la descarga, con ayuda de las válvulas de aguja, las cuales se ubicarán en las líneas de líquido, se tome una muestra de gas con el hidrómetro, con el fin de verificar la temperatura, presión y densidad del gas L.P. de cada transporte que se descargue.

Al concluir la descarga se procederá a:

- Parar el compresor.
- Verificar que no exista gas en las tuberías de descarga, por medio de las válvulas de purga.
- Verificar el nivel del líquido gas L.P. remanente en el tanque del semirremolque por medio del medidor de nivel.
- Verificar el nivel del líquido del gas L.P. del recipiente de almacenamiento por medio del medidor de nivel, tomando asimismo la presión y la temperatura.

Cuando se termine de descargar el semirremolque se procederá a cerrar las válvulas de cierre rápido, apagar el compresor para invertir las palancas de flujo de vapor, volviendo a hacer funcionar el compresor, para sacar la presión existente en el transporte. Se desconectan las mangueras de líquido, se purgan las válvulas del líquido para verificar que sólo tienen presión. Cuando la presión en el tanque es de $2 \frac{1}{2}$ kg/cm², la operación de descarga ha terminado, desconectando la manguera de vapores, se quitan trancas y se desconecta la tierra del vehículo, procediendo el encargado de la descarga a poner su firma en la carta porte para certificar que se descargó el semirremolque.

Ya por último el encargado de la descarga anota el volumen del gas recibido, su presión y temperatura en la hoja de registro de la planta.

Al término de la jornada de trabajo el encargado de inventarios recolecta la carta porte de los semirremolques descargados.

Las mangueras que se usarán para conducir Gas L.P. son especiales para éste uso, construidas con hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y a la acción de Gas L.P., estarán diseñadas para una presión mínima de trabajo de 24.61 kg/cm² y una presión de ruptura de 140 kg/cm².

Las mangueras cuando no estén en servicio sus acopladores quedarán protegidas con tapón.

En la tubería de descarga de los semirremolques se encuentra instalado un indicador de flujo.

2. Almacenamiento de gas L.P.

El almacenamiento del gas L.P. se realizará a través de dos recipientes de tipo intemperie cilíndrico-horizontales con capacidades: recipiente No. I de 52,550 litros al 100% de agua y recipiente No. II de 46,939 litros al 100% de agua.

De estos tanques se tomará el gas para el llenado de cilindros portátiles, el llenado de autotanques que se utilizarán para venta al público que tienen tanques estacionarios y para carburación de vehículos propiedad de la empresa.

Se efectuará una revisión constante de la temperatura del líquido contenido en el tanque, en caso de que llegue a 37.8°C se procede a accionar el rociador de agua que se encuentra sobre los tanques para enfriarlos evitando así algún riesgo por la elevación de temperatura.

Los tanques de almacenamiento solo se llenarán hasta un máximo del 90 % de su capacidad, en la Planta el llenado se realizará hasta un 85 %.

Los recipientes de almacenamiento estarán diseñados para ser colocados sobre bases de sustentación tipo cuna para ser asentados en su placa de apoyo, las cuales estarán asentadas en bases de concreto armado de tal forma que puedan desarrollar sus movimientos de contracción y dilatación.

Entre la placa de apoyo y las bases de sustentación se colocará material impermeabilizante para minimizar los efectos de la corrosión por humedad.

Los recipientes de almacenamiento estarán protegidos en una plataforma de concreto armado con altura de 0.20 metros y muretes de concreto armado 0.20 x 0.20 metros y altura de 0.60 metros, espaciados a no más de 1.00 entre caras internas de cada uno.

Los recipientes tendrán una altura de mínima de 1.63 metros (recipiente I) y 1.60 metros (recipiente II), medido de la parte inferior de los mismos al nivel del piso terminado.

A un costado de los recipientes se instalará una escalera metálica terminada en pasarela para tener acceso a la parte superior del mismo, y proporcionar mantenimiento y revisión de las válvulas y accesorios y una escalerilla al frente, terminada en pasarela, misma que será usada para mayor facilidad en el uso y lectura del instrumental.

El recipiente y escaleras metálicas, contarán con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc Marca Carboline Tipo R.P. 480 y pintura de enlace primario epóxico catalizador Tipo R.P. 680.

3. Muelle de llenado de cilindros.

Se define a un recipiente portátil al envase destinado a contener gas L.P., con una carga máxima de 45 kg y que cumple con la normatividad vigente.

En el muelle se realizará el trasiego para llenar cilindros de diferente capacidad, principalmente de 20 kg y 30 kg.

El muelle de llenado consiste en una plataforma que estará construida en su totalidad con materiales incombustibles, con una escalera de acceso, techo de lámina galvanizada sobre estructura metálica y soportado por columnas de concreto armado, apropiado para que exista ventilación libre y que se divide en zona de revisión de cilindros, zona de vaciado de cilindros con fuga, llenado de cilindros, envalvulado y pintura.

El piso será de concreto armado, contará en sus bordes con protecciones de ángulo de fierro y con topes de hule para evitar la formación de chispas por impacto de los vehículos que tienen acceso al muelle. Sus múltiples de llenado, en todos sus elementos serán para alta presión y estarán conectados al sistema de tierra con conector especial.

Para el reparto de cilindros al público se utilizarán camiones que previamente serán cargados en el muelle de llenado, llevándose un registro del número de cilindros y sus capacidades que son entregados.

Para el control de los cilindros que venden al público los carreros, se utilizarán unas fichas numeradas que identifican la capacidad de los cilindros. El vendedor al entrar a la planta pasa a liquidar en la caja los cilindros vendidos, por cada cilindro se le entrega una ficha que deberá entregar en el muelle de llenado para que pueda ser llenado nuevamente.

El procedimiento es el siguiente:

- La ficha se le entrega al llenador.
- Se pesa el cilindro vacío.
- Se introduce el número de la ficha en el transductor de medida de los caudalímetros másico, en el cual se indica el número de llenadera en que se va a colocar el cilindro y su capacidad.
- Se coloca el cilindro a la llenadera y se procede al llenado.
- Se pesa el cilindro para verificación.
- Se procede a cargar al camión y colocarle los sellos en las válvulas de los cilindros y estos contienen la razón social y el logotipo de la empresa.
- Para el control de llenado de cilindros se cuenta con controles electrohidráulicos los cuales accionan por medio de una válvula solenoide la cual al llegar al peso deseado cierra una válvula neumática que permite el paso del líquido.

Al término de la jornada de trabajo el encargado de inventarios recolecta las fichas de los cilindros recargados.

Se instalarán 4 caudalímetros másicos además de una báscula de tipo plataforma con caratula electrónica para el repeso de recipientes portátiles y estará conectada a tierra.

Para el llenado de cilindros se contará con una bomba.

Múltiple de llenado.

Se contará con un múltiple de llenado, construido con tubería de acero cédula 80 sin costura, de 76 mm (3") de diámetro, contará con una válvula de operación manual y conexiones soldadas y roscadas para una presión mínima de trabajo de 140 kg/cm². Estará a una altura de 1.00 metro y estará soportado por tubulares metálicos empotrados al piso con cemento asegurando un buen soporte.

El múltiple constará de cuatro llenadoras con sistemas de llenado másicos.

El múltiple de llenado contará además con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (½") de diámetro y un manómetro con graduación de 0 a 21 Kg/cm² de 6.4 mm (¼") de diámetro en su entrada y carátula de 64 mm (2½") de diámetro.

Cada llenadera contará con una válvula de globo de cierre manual que permite efectuar el cambio de la manguera la cual estará provista con una válvula de cierre rápido y punta POL o pistola de llenado la cual no llega al piso.

Cada llenadera contará con un dispositivo automático de llenado que acciona una válvula de cierre al llegar al peso predeterminado.

El múltiple de llenado para su mejor protección contará con un sistema de "tierra física"

Vaciado de gas de cilindros.

Se contará con un sistema para el vaciado de gas de los cilindros transportables, el cual constará de un recipiente tipo no transportable o estacionario de capacidad apropiada ubicado junto al muelle de llenado contando con los aditamentos necesarios. Constará además de un múltiple de una salida

conectada al tanque antes mencionado y colocado sobre una estructura metálica adecuada para la extracción de Gas L. P., de dichos recipientes.

La tubería del sistema de vaciado de gas, será de acero cédula 80, para alta presión, con conexiones roscadas para una presión de trabajo de 140 kg/cm² como mínimo, teniéndose la tubería que va del múltiple de vaciado de gas al tanque estacionario de 32 mm (1¼") de diámetro. Los accesorios existentes son de diámetro igual al de las tuberías en que se encuentran instalados. Las mangueras que se usarán son especiales para Gas L.P., construidas de neopreno y doble malla de acero, resistente al calor y diseñada para una presión de trabajo de 24.47 kg/cm².

4. Suministro de Gas L.P.

Para el suministro o la carga de autos-tanques se contará con una toma de Gas en estado líquido y otra en estado de vapor, estas contarán con soportería metálica debidamente anclada.

La boca de la tubería de líquido y de vapor contarán con válvulas de exceso de flujo de 51 mm, válvula de cierre manual y válvula interna con actuador neumático. No cuentan con medidor volumétrico.

Cada toma contará con separador mecánico. Las tomas de líquido y vapor contarán con separador mecánico y manguera especiales para Gas L. P. de 32 y 51 mm. (1 ¼" y 2").

La toma de suministro de gas para autotanques estará situada por el lado noroeste de la zona de almacenamiento.

Para el llenado de los autotanques se procederá de la siguiente manera:

El autotanque se lleva hasta la posición de carga, se paga el motor, se frena y se ponen calces en una de las ruedas traseras, adelante y detrás de ella.

Al estacionarse el autotanque en la toma de carga se elabora un formato "reporte de gas surtido" en donde se anota la fecha, la cantidad que tiene el autotanque al entrar y la cantidad al terminar de cargar. Las lecturas se toman en el indicador de nivel y la firma del supervisor y el responsable de la unidad.

El llenador toma la lectura en el medidor de nivel del porcentaje de gas con que llega, así como la presión y la temperatura, anotándolo en el control de despacho.

Conecta a tierra la unidad con el borne de bronce y se coloca el gancho de seguridad.

Se conectan las mangueras primeramente de vapor, abriendo la correspondiente válvula con el fin de igualar la presión del tanque a las del almacén, hecho esto, se conecta la manguera del gas-líquido abriéndola lentamente para que la válvula de exceso de flujo existente en la tubería no cierre, obstruyendo el llenado.

Se coloca el medidor de nivel al 90%, se abre la válvula de purga o llenado máximo del autotanque, la cual sirve para indicar cuando el nivel del líquido llega a este porcentaje, dándose por terminado el llenado del autotanque, procediéndose a apagar la bomba.

Frecuentemente se debe verificar que el gas-líquido como el gas-vapor este fluyendo normalmente, esto se verifica por medio de las mirillas de observación u ojos de buey que se encuentran en las líneas de llenado.

Cuando el porcentaje del líquido llega al 90 % lo cual se determina por la salida del gas-líquido, por la válvula de alivio del medidor del nivel de líquido, se procede a parar la bomba y cerrar la válvula de purga del medidor de nivel.

Se cierran válvulas manuales y se desconectan mangueras.

Se quitan calces de las llantas y se desconectan de tierra.

Se anota el control de llenado el volumen de gas cargado, la temperatura y la presión.

Se retira el vehículo del área de llenado.

Para el llenado de autotankers se contará con una bomba, pero también se puede llenar con la bomba del llenado de cilindros.

5. Carburación para autoconsumo.

La toma para la carburación se localizará en la parte noreste de la zona de almacenamiento.

Esta toma cuenta con una manguera especial para Gas L. P. con diámetro de 2.54 cm y longitud de 6.00 m, en su extremo libre cuenta con válvula de cierre rápido con seguro. Así mismo cuenta con medidor volumétrico con válvula de presión diferencial.

Para el llenado de los tanques de los vehículos de reparto propiedad de la empresa se contará con una toma, esta operación se realizará por medio de una bomba, teniéndose la tubería a la descarga de 51 mm (2") de diámetro, ya en la toma se reduce su diámetro a 32 mm (1¼") para conectarse al medidor y suministrar con 25 mm (1") de diámetro. La línea de vapores es de 51 mm (2") de diámetro y reduce a 19 mm (¾") de diámetro.

La toma contará en sus bocas terminales con una válvula de exceso de flujo de cierre automático, dos válvulas de globo recta, una válvula de control remoto neumático. Un tramo de manguera especial para gas L.P. y un acoplador de llenado, siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene y solo en la toma para gas-líquido se contará además con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13mm (1/2") de diámetro.

La boca terminal contará con una válvula de exceso de flujo de cierre automático, dos válvulas de globo, un tramo de manguera especial para gas L.P. y un acoplador de llenado, siendo esos accesorios del mismo diámetro; además contará con una válvula de seguridad de alivio de presiones hidrostáticas.

Esta boca para su mejor protección, estará fija en un extremo de su boca terminal en un marco metálico, contándose también en esta zona con unas pinzas especiales para conexión a "tierra" de los vehículos al momento de efectuar el trasiego de gas L.P.

Para efectuar la carburación se procederá de la siguiente forma:

- Estacionar el vehículo que va a cargar gas en la toma de carburación.
- Para el motor y apagar accesorios eléctricos.
- Colocar le freno de mano y se calzan las ruedas.
- Se conecta el vehículo a tierra.
- Conectar la manguera con la válvula de llenado.
- Se pone el medidor en ceros.
- Se abre la válvula de purga o llenado máximo del tanque del vehículo.
- Arrancar la bomba de llenado.

- Al finalizar la operación, lo cual se determina cuando salga gas líquido por la válvula de alivio o máximo llenado del tanque del vehículo, parar la bomba y cerrar válvulas.
- Desconectar la manguera y cables de tierra y retirar calzas de las ruedas.
- Tomar lectura del medidor.

6. Administración y ventas.

En esta área se llevará el control de asistencia del personal, se pagan nóminas, se elaboran facturas y notas de ventas, se llevará el control del inventario de gas L.P., se hace la requisición del gas cuando sea necesario, se llevará el control y la cobranza del gas vendido tanto por cilindros como por autotankers y se hace depósitos bancarios.

En general en esta área se llevará en control operativo de la Planta de Distribución.

7. Mantenimiento.

En la Planta de Distribución se efectuarán los siguientes mantenimientos:

1. Mantenimiento diario de la Planta.
2. Mantenimiento preventivo de las instalaciones.
3. Mantenimiento de cilindros portátiles (cambio de válvulas y pintura).

El mantenimiento diario consiste en las labores de limpieza y revisión de equipos e instalaciones, se recolectará la basura y los desechos sólidos generados durante la operación, para su posterior envío a su destino final en el relleno sanitario.

El mantenimiento preventivo estará a cargo de personal especializado externo y se efectuará de acuerdo a un programa preventivo que se establece anualmente.

Se efectuarán pruebas semanales de las bombas tanto eléctricas como de motor de gas L.P. del sistema contra incendio.

Se efectuará revisión periódica de los hidrantes y extintores existentes en la planta.

8. Vigilancia.

Sus principales funciones son:

- Impedir que ninguna persona ajena a la planta entre a las instalaciones sin la debida autorización.
- Proporcionar a visitantes, proveedores, vendedores, inspectores, etc. un gafete de visitante y elaborar una orden de ingreso, los cuales serán entregados a la salida de éstos con la orden de ingreso firmada por la persona que los atendió.
- No permitir el acceso a empleados fuera de las horas normales de trabajo, salvo con autorización.
- Deberá llevar un control estricto de las entradas y salidas de vehículos propios o ajenos que entren o salgan de la Empresa.
- Asimismo, controlar la salida o entrada de material o equipo, verificando cada movimiento, valiéndose de la salida de materiales o la factura según sea el caso.
- Evitar que los vehículos se manejen dentro de la planta a una velocidad superior a los 10 km/hr.
- Debiéndose obligarlos a hacer alto total al entrar o salir de la planta, manteniéndose las banderolas abajo.
- Reportar en la bitácora todas las violaciones a los reglamentos o normas de disciplina, procurando ser veraz y apegado a la realidad.

- No permitir el ingreso a la planta a ningún empleado del grupo que no presente su gafete correspondiente.
- Deberá revisar sin excepción los bultos, maletines, valijas etc. de aquellas personas ajenas al grupo y que por algún motivo quiera ingresar a ésta.
- Tomar las medidas que crea pertinentes en caso de emergencia.
- Todo el tiempo deberán apegarse al manual de vigilancia vigente.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo de la Planta de Distribución de Gas L.P.

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.

Consultores en Ecosistemas S.C.

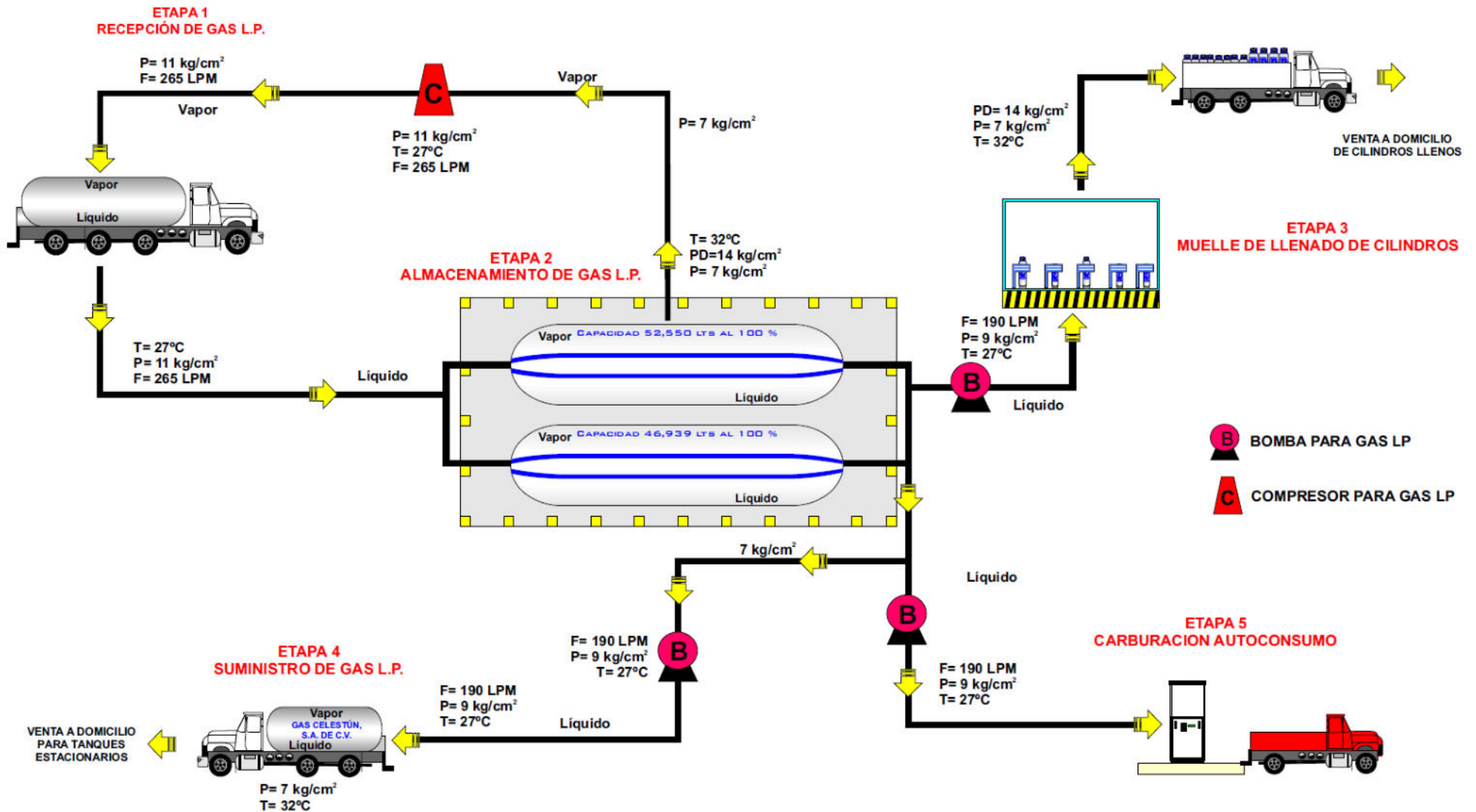


Figura 36. Diagrama de flujo de la operación del proyecto.

V.3. Listar todas las materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas, especificando: Sustancia, cantidad máxima de almacenamiento en kg, flujo en m³/h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD), concentración, capacidad máxima de producción, tipo de almacenamiento (granel, sacos, tanques, tambores, bidones, cuñetes, etc.) y equipo de seguridad.

En la Planta de Distribución de Gas L.P., no se efectuará ningún proceso de transformación, por lo tanto, no existen productos o subproductos, solamente se trasiega, almacena y se comercializa el Gas L.P.

El gas L.P. se encuentra consignado en el segundo listado de Actividades Altamente Riesgosas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de mayo de 1992 y la cantidad que se almacena rebasa la cantidad del reporte por lo que se considera como una actividad Altamente Riesgosa.

SUSTANCIA	CAP. MÁXIMA DE ALMACENAMIENTO	TIPO DE ALMACENAMIENTO	EQUIPO DE SEGURIDAD
Gas L.P.	Recipiente I de 52,550 lts al 100 % de agua	Tanque de acero cilíndrico, tipo intemperie, horizontal, especial para contener Gas L.P.	• Extintores. • Medidor de líquido. • Válvula de máximo llenado. • Manómetro. • Termómetro. • Válvulas en los coples inferiores. • Válvulas de no retroceso y exceso de flujo. • Válvulas de alivio de presión. • Plancha de concreto de 20 cm de altura. • Muretes de concreto para protección de la zona de almacenamiento. • Sistema de enfriamiento por medio de aspersores de agua.
Gas L.P.	Recipiente II de 46,939 lts al 100 % de agua	Tanque de acero cilíndrico, tipo intemperie, horizontal, especial para contener Gas L.P.	• Extintores. • Medidor de líquido. • Válvula de máximo llenado. • Manómetro. • Termómetro. • Válvulas en los coples inferiores. • Válvulas de no retroceso y exceso de flujo. • Válvulas de alivio de presión. • Plancha de concreto de 20 cm de altura. • Muretes de concreto para protección de la zona de almacenamiento. • Sistema de enfriamiento por medio de aspersores de agua.

Tabla 55. Listado de sustancias que se manejarán en el proyecto.

V.4. Presentar las hojas de datos de seguridad (MSD), de acuerdo a la NOM-114-STPS-1994, "Sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo" (formato Anexo No. 2), de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica CRETÍ.

En el anexo No. 1 se presenta la hoja de datos de seguridad del Gas L.P. que es la única sustancia considerada peligrosa que se manejará en la Planta de Distribución.

V.5. Tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento, especificando: Características, código o estándares de construcción, dimensiones, cantidad o volumen máximo de almacenamiento por recipiente, indicando la sustancia contenida, así como los dispositivos de seguridad instalados en los mismos.

En la Planta de Distribución de gas L.P., se contará con dos recipientes de almacenamiento de forma cilíndrico-horizontal tipo intemperie para el almacenamiento de Gas L.P., con las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS	RECIPIENTE I	RECIPIENTE II
Capacidad litros agua	52,550	46,939
Diámetro exterior:	2,100 mm.	2,130 mm.
Longitud total:	15,870 mm.	14,210 mm.
Presión de trabajo	14.00 kg/cm ²	17.57 kg/cm ²
Factor de seguridad:	4	4
Forma de cabezas:	Semiesféricas	Semiesféricas
Eficiencia:	100 %	100 %
Material lámina cabezas:	A-455-A	A-212 Gr-B
Espesor lámina de cabezas:	8.8 mm	8.8 mm.
Material lámina cuerpo:	A-202-B	A-212 Gr-B
Espesor lámina cuerpo:	19.3 mm.	19.3 mm.
Coples:	210 kg/cm ²	210 kg/cm ²
Tara:	14,710 kg.	13,140 kg.

Tabla 56. Características de los recipientes de almacenamiento.

Los recipientes de almacenamiento cuentan con dispositivos de seguridad y medición con indicación local y remota siendo los que a continuación se relacionan:

- Medidor de líquido. Para conocer que la fase líquida del Gas L. P. ha alcanzado el máximo nivel de llenado permisible, se contará con un medidor o indicador magnético marca Magnatel con caratula de 35.5 cm.
- Válvula de máximo llenado. Se contará también con dos válvulas de máximo llenado marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm de diámetro, localizadas una al 90 % y la otra al 85 % del nivel del recipiente, resistentes a la acción del Gas L. P.
- Manómetro. Se contará con un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm², este se encontrará instalado precedidos de una válvula de aguja.
- Termómetro. Se contará con un termómetro marca Metrón con caratula de 51 mm de diámetro y con graduación de -20 a +50°C.
- Válvulas en los coples inferiores. En los coples con diámetro de 51 y 76 mm localizados en la parte inferior de los recipientes para la recepción y suministro de gas en estado líquido se contará con válvulas interna marca Rego de 51 y 76 mm de acero para una presión de trabajo de 24.47 kgf/cm² con actuador neumático.
- Válvulas de no retroceso y exceso de flujo. Las válvulas de no retroceso y exceso de flujo serán independientes y estarán precedidas, en el sentido del flujo, por una válvula de cierre de acción manual del tipo de globo o de esfera.

- Válvulas de alivio de presión. En la parte superior de cada recipiente se contará con dos válvulas marca Rego Modelo 7534G de 51 mm (2") de diámetro y capacidad de 295 m³/minuto. Cada una estará calibrada por el fabricante para una presión de apertura de 17.58 kgf/cm².
- Estas válvulas contarán con puntos de ruptura en su acoplador.
- Estas válvulas contarán con un acoplador y tubos de descarga de acero al carbono con cédula menor a la 40, de 76mm. (3") de diámetro roscadas directamente a la rosca interior del acoplador de la válvula, con longitud de 2.00 metros de altura y contará con capuchones protectores fácilmente removibles.
- Los cuerpos de las válvulas de exceso de flujo, no retroceso, alivio de presión e internas serán de acero, de bronce y latón adecuadas para una presión de trabajo de 24.47 kgf/cm².
- Los cople que no estén en uso contarán con tapón directamente al cople.
- Una válvula multiport bridada marca CMS modelo 5850-A de 101 mm (4") de diámetro con dos válvulas de seguridad marca CMS modelo VRP 250 de 64 mm (2 ½") de diámetro de 294 m³/min. Estas válvulas contarán con puntos de ruptura.
- Dos válvulas de seguridad de 64 mm de diámetro 294 m³/min.
- Una conexión soldada a los tanques para cable a "tierra".
- Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del tanque contarán con tubos de descarga de 76 mm (3") de diámetro y de 2.00 metros de altura.

En las tomas de recepción y suministro se contará con válvulas de cierre y con válvula automática de exceso de flujo o de no retroceso.

Las mangueras de las tomas de combustible tanto en recepción y suministro contarán con punto de fractura para prever un esfuerzo causado por un vehículo conectado a la manguera.

V.6. Describir equipos de proceso y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización. Asimismo, anexar plano a escala del arreglo general de la instalación.

A continuación, se describen los equipos de proceso y auxiliares que se instalarán en la Planta de Distribución.

Equipo	Nomenclatura del equipo	Características y capacidad	Especificaciones	Vida útil (indicada por el fabricante)	Tiempo estimado de uso	Localización dentro del arreglo general de la planta
Compresor para gas	1	Modelo: 490 R.P.M.: 740 Capacidad nom.: 667 LPM (176 GPM) Motor eléctrico: 15 C.F. Desplazamiento: 55 m³/h. Radio de compresión: 1.49	Compresor marca Corken, Motor Siemens eléctrico a prueba de explosiones	15 años	0 años	Área de recepción de gas L.P.
Bomba para gas	1	Modelo: LGLD3E Capacidad: 409 LPM (108 GPM) R.P.M.: 640 Presión diferencial de trabajo: 5 kg/cm² Motor eléctrico: 10 C.F.	Bomba marca Blackmer, motor eléctrico Siemens a prueba de explosiones	15 años	0 años	Muelle de llenado de cilindros
Bomba para gas	2	Modelo: LGLD3E Capacidad: 409 LPM (108 GPM) R.P.M.: 640 Presión diferencial de trabajo: 5 kg/cm² Motor eléctrico: 10 C.F.	Bomba marca Blackmer, motor eléctrico Siemens a prueba de explosiones	15 años	0 años	Área de suministro de gas L.P.
Bomba para gas	3	Modelo: LGLD2E Capacidad: 190 LPM (50GPM) R.P.M.: 1750 Presión dif. de trab: 5 kg/cm² Motor eléctrico: 10 C.F.	Bomba marca Blackmer, motor eléctrico Siemens a prueba de explosiones	15 años	0 años	Área de carburación autoconsumo

Tabla 57. Equipos de proceso y auxiliares del proyecto.

En el anexo No. 5 se incluyen planos de las instalaciones en donde se observa la ubicación de estos equipos.

V.7. Condiciones de operación.

En la página No. 103 se muestra un diagrama de flujo, indicando la siguiente información:

V.7.1. Balance de materia.

V.7.2. Temperaturas y Presiones de diseño y operación.

V.7.3. Estado físico de las diversas corrientes del proceso.

V.8 Características del régimen operativo de la instalación (continuo o por lotes).

El régimen operativo de la Planta de Distribución es por lotes.

V.9 Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente.

En el anexo No. 5 se incluyen los siguientes planos:

- Proyecto civil.
- Proyecto mecánico.
- Proyecto del sistema contra incendio.
- Proyecto planométrico.

CAPITULO VI. ANÁLISIS Y EVALUACION DE RIESGOS.

VI.1. Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares, describiendo brevemente el evento, las causas, sustancias involucradas, nivel de afectación y en su caso, acciones realizadas para su atención.

De acuerdo al Informe Técnico “Modelación de radios de afectación por explosiones en instalaciones de gas” del CENAPRED Área de riesgos químicos. Indica que debido al incremento en el uso de gas natural y gas LP para consumo industrial, y en los últimos años como combustible de vehículos, han venido ocurriendo accidentes tanto en México, como en otros países del mundo. La gravedad de los daños ocasionados tanto a la salud de los individuos, a la propiedad y al ambiente, son muy variados, y dependen en gran medida del tipo de instalación y cantidad involucrada, así como de las condiciones atmosféricas imperantes.

Las empresas dedicadas al transporte, distribución de gas LP y gas natural deben estar conscientes del riesgo que implican sus instalaciones para los asentamientos humanos, y determinar las medidas de seguridad, dentro y fuera de la empresa, que deben aplicarse para reducir al mínimo dicho riesgo. Existen distintos métodos para identificar los riesgos presentes en las instalaciones industriales. Entre ellos se encuentra el análisis de riesgo, el cual forma parte de un plan de respuesta a emergencias en donde se manejan materiales peligrosos. El análisis de riesgo es una evaluación de la probabilidad de una liberación accidental de materiales peligrosos, así como la determinación de las consecuencias que podrían resultar de dicho escape (FEMA, 1990).

Como resultado de varios años de sistematizar información sobre accidentes, se ha encontrado que después del aceite crudo de petróleo, el gas LP es la sustancia que más frecuentemente se encuentra relacionada en accidentes en fuentes fijas (ACQUIM, 2000).

Una explosión puede ocasionar ondas expansivas y la generación de proyectiles que pueden causar la muerte o lesiones a los individuos que se encuentre ubicados dentro del radio de afectación, ocasionar daño estructural a las construcciones por el colapsamiento de muros, ventanas y estructuras de soporte. Efectos similares, aunque en algunos casos con mayores áreas de afectación, son el resultado de la explosión de nubes de gases o vapores combustibles, liberadas por la ruptura de contenedores o de ductos (INE (a), 2001).

En el caso de los incendios, estos pueden provocar quemaduras de diverso grado de severidad dependiendo de la exposición a radiaciones térmicas, cuya magnitud depende de la intensidad del calor radiado y del tiempo de duración de la exposición. La muerte de los individuos expuestos a un incendio puede producirse no solo por la exposición a la radiación térmica, sino por la disminución de oxígeno en la atmósfera (ocasionado por el consumo de éste durante el proceso de oxidación del combustible) o por la exposición a gases tóxicos generados (INE (a), 2001).

El escape de una mezcla turbulenta de líquido y gas que se expande rápidamente en el aire, como una nube de vapor, puede dar lugar a una bola de fuego con posibilidad de inflamarse al encontrar una fuente de ignición, ocasionando quemaduras graves e incluso la muerte a los individuos ubicados inclusive a cientos de metros del sitio donde se encuentre el depósito dañado (INE (a), 2001). Un ejemplo de este tipo de eventos es el ocurrido en San Juan Ixhuatepec, México, el 19 de noviembre de 1984.



Figura 37. Resultados del incendio y explosión de contenedores de gas LP en San Juan Ixhuatepec, México, el 19 de noviembre de 1984 (Tudelft, 2001)

Explosión en la planta de PEMEX, en San Juan Ixhuatepec, Tlalnepantla, Estado de México

La capacidad total de almacenamiento en las instalaciones de PEMEX era de 16 mil metros cúbicos de gas LP, distribuidos en 6 esferas y 48 cilindros de diferentes capacidades, que provenía de las refinerías de Minatitlán, Coatzacoalcos y Azcapotzalco.

El accidente inició debió a la ruptura de una tubería de 20 centímetros de diámetro que transportaba gas LP. Probablemente diez minutos después se originó un incendio, al encontrar el gas una chispa, generándose una serie de explosiones tipo Explosión de vapores que se expanden al hervir el líquido (por sus siglas en inglés, BLEVE).

Hubo más de 500 personas fallecidas, 7000 lesionadas, 60000 evacuadas, 149 viviendas destruidas, 16 con daños mayores y 1358 con daños menores. La planta quedó prácticamente destruida.

En el caso de la liberación de concentraciones elevadas de sustancias tóxicas, éstas guardan una relación directa con la exposición aguda durante e inmediatamente después del accidente, más que con una exposición de larga duración. La magnitud de los efectos de la exposición a nubes tóxicas depende de las concentraciones que alcancen las sustancias contenidas en ellas y de la duración de la exposición. Las sustancias tóxicas emitidas no sólo dañan a las personas y animales expuestos a ellas, sino también al ecosistema que recibe dichas emisiones, afectando las condiciones de desarrollo de plantas y animales que se encuentran en los medios naturales (agua, suelo y aire) (INE (a), 2001).

En la siguiente tabla se presenta una recopilación de accidentes en donde la principal sustancia involucrada es el gas LP, gas natural o alguno de sus componentes.

Fecha		País y situación	Origen del accidente	Productos involucrados	Número de		
					Muertos	Lesionados	Evacuados
1970	8.04	Japón, Osaka	Explosión en un subterráneo	Gas	79	425	
	05.12	EUA, Linden, NJ	Explosión de nube de vapor	C ₁₀ HC	-	40	
	17.12	Irán, Agha Jari	Explosión	Gas natural	34	>1	
1972	22.01	EUA, San. Luis	Explosión (transporte ferroviario)	Propileno	-	230	>100
	30.03	Brasil, Duque de Caxias	Falla en el proceso	Gas LP	39	51	..
	1.07	México, Chihuahua	Explosión (transporte ferroviario)	Butano	>8	800	..
1973	10.02	EUA, State Island	Explosión	Gas	40	2	..
	-	Checoslovaquia	Explosión	Gas	47	-	-
1974	29.04	EUA, Eagle Pass	Transporte ferroviario	Gas LP	17	34	-
	19.07	EUA, Decatur	Transporte ferroviario	Isobutano	7	349	-
	21.09	EUA, Houston	Explosión (transporte ferroviario)	Butadieno	1	235	1 700
1977	03.04	Umm Said, Qatar	Incendio	Gas LP	7	13	
1978	2.03	Canadá, Ontario	Tubería	Gas LP	-	-	20 000
	11.07	*España, San Carlos	Transporte carretero	Propileno	216	200	-
	15.07	México, Xilatopec	Explosión (Transporte carretero)	Gas	100	200	-
	2.11	México, Sanch. Magal.	Explosión en tubería	Gas	41	32	..
1979	8.01	Irlanda, Bahía Bantry	Explosión (transporte marino)	Aceite, gas	50	..	..
	02	Polonia, Warsaw	Fuga, explosión	Gas	49	77	..
	1.10	Grecia, Bahía Suda	Explosión (transbordador)	Propano	7	140	-
	11.11	Canadá, Mississauga	Explosión (transporte ferroviario)	Cloro, Gas LP	-	-	226 000
1980	16.08	Japón, Shizuoka	Explosión	Metano	15	222	-
	24.11	Turquía, Danaciobasi	Uso / aplicaciones	Butano	107	..	..
	29.11	España, Ortuella	Explosión	Propano	51	90	-
1982	5.03	Australia, Melbourne	Transporte	Butadieno	-	>1 000	-
	25.04	Italia, Todi	Explosión (uso / aplicación)	Gas	34	140	..
1983	05	Egipto, Río Nilo	Explosión (transporte)	Gas LP	317	44	-

Tabla 58. Accidentes de gas LP, gas natural o alguno de sus componentes.

Fecha		País y situación	Origen del accidente	Productos involucrados	Número de		
					Muertos	Lesionados	Evacuados
1984	16.08	Brasil, Río de Janeiro	Fuga y fuego en plataforma	Gas	36	19	--
	19.11	México, San J. Ixhuatepec	Explosión (esferas de almacenamiento)	Gas LP	>500	2500	>200 000
	12	Paquistán, Gahri Dhoda	Explosión en tubería	Gas	60	..	-
1986	25.12	México, Cárdenas	Fuga (tubería)	Gas	-	2	>20 000
1988	6.07	RU, Mar del Norte	Explosión, fuego (plataforma)	Aceite, gas	167	-	-
	22.10	China, Shanghai	Explosión en refinería	Petroquímicos	25	17	..
	31.11	Bangladesh, Chittagong	Explosión	Vapores inflamables	33	..	..
	1.12	China	Explosión	Gas	45	23	..
1989	4.06	URSS, Acha Ufa	Explosión en tubería	Gas	575	623	..
	23.10	EUA, Pasadena	Explosión	Etileno	23	125	1 300
1990	9.04	*EUA, Warren	Explosión y fuego	Butano			
	16.04	India, cerca de Patna	Fuga, accidente en transporte	Gas	100	100	
1990	9.04	*EUA, Warren	Explosión y fuego	Butano			
	16.04	India, cerca de Patna	Fuga, accidente en transporte	Gas	100	100	
	22.07	Corea, Ulsan	Explosión	Butano			>10 000
	25.09	Tailandia, Bangkok	Accidente en el transporte	Gas LP	>51	>54	
	3.11	*EUA, Chalmette	Explosión en una refinería	Nube de gas inflamable			
	5.11	*India, Nagothane	Fuga	Etano y propano	32	22	
	25.11	*EUA, Denver	Fuego (almacén de combustible en el aeropuerto)	Keroseno			
	30.11	*Arabia Saudita, Ras Tan.	Fuego en una refinería	Keroseno y benceno	1	2	
1991	30.05	*Francia, Berre-L'Etang	Fuga (planta química)	Etileno		4	
	24.09	Tailandia, Bangkok	Explosión	Gas	>63		
	3.11	*EUA, Beaumont	Fuego en una refinería	Hidrocarburos			
	.11	India, Medran	Accidente en el transporte (fuga)	Líquido inflamable	93	25	
	29.12	México, San Luis Potosi	Fuga	Butano		40	
1992	23.02	Corea, Kwangju	Explosión en un almacén de gas	Gas LP		16	20 000
	22.04	*México, Guadalajara	Explosión en drenaje de la ciudad	Hidrocarburos, gas	>206	>1500	6500
	8.08	Turquía, Corlu	Explosión	Metano	32	64	
	8.10	*EUA, Wilmington	Fuga (refinería)	Hidrocarburos, hidrógeno		16	
	9.11	*Francia, Chateaufneuf.L.	Fuga (refinería)	Propano, butano, nafta	6	1	

Tabla 59. Continuación Accidentes de gas LP, gas natural o alguno de sus componentes.

Fecha	País y situación	Origen del accidente	Productos involucrados	Número de		
				Muertos	Lesionados	Evacuados
1993	7.01	Corea del Sur, Chongju	Fuego	Gas LP	27	50
	6.08	China, Shenzhen	Explosión en una bodega	Sustancias químicas, gas	>12	168
	28.09	Venezuela, Tejerías	Explosión del alcantarillado	Gas	53	35
	11.10	China, Baohe	Explosión	Gas natural	70	
1994	30.03	*Francia, Courbevoie	Fuga	Gas	1	59
	7.12	Corea, Seoul	Explosión en el centro de la ciudad	Gas natural	7	50
	14.12	Mozambique, Palmeira	Accidente en el transporte	Gas	36	
	28.12	Venezuela	Explosión en una tubería		50	10
1995	28.04	Corea, Taegu	Construcción en transporte subterráneo	Gas LP	101	140
	24.10	*Indonesia, Cilapcap	Fuego, explosión en una refinería	Gas		
1997	26.01	*EUA, Martínez	Fuego y explosión	Hidrocarburos	1	60
	22.06	*EUA, Deer Park	Explosión de una nube de vapor	Hidrocarburos		1
1998	14.02	Camerún, Yaoundi	Accidente en el transporte	Productos del petróleo	220	130
	00.00	Nigeria*, Jesse	Explosión en oleoducto (por ordeña)	Productos del petróleo	700	
2000	07.07	Rusia***, Omsk, Siberia	Incendio (estación de gas) y explosión	Gas, petróleo	3	85
	07.11	Nigeria*, Abuja	Explosión en oleoducto (por ordeña)	Productos del petróleo	250	

Lista última fechada en: Diciembre del 2000.

Fuentes:

OECD, MHIDAS, TNO, SEI, UBA-Handbuch Stoerfaelle, SIGMA, Press Reports, UNEP, BARPI. Work in progress (UNEP^c, 2001)

*<http://200.23.36.100/cgi-bin/hechos.sh/cgis/detalle?idcve=0x000335a4>

**<http://www.disaster.info.desastres/1%20Departamento%20de%20Izabal.htm>

***<http://www.hechos.tvazteca.com/cgi-bin/hechos.sh/cgis/detalle?idcve=0x0002b9c1>

Nota 1: Criterios de inclusión - 25 muertes o más; o

- 125 lesionados o más;

- 10,000 evacuados o más; o 10 mil personas o más privadas de agua;

- 10 millones de US\$ o más en daños a terceros.

Exclusiones de:

- Derrames de aceite en el mar desde los barcos;

- Accidentes mineros;

- Destrucción voluntaria de barcos y aeronaves;

- Daños causados por productos defectuosos.

Nota 2: Muchos de los eventos incluidos no cuentan con costos del mismo.

Tabla 60. Continuación Accidentes de gas LP, gas natural o alguno de sus componentes 1970 – 2000 (UNEP^c, 2001).

En forma particular, los accidentes ocasionados en México por gas LP, van desde fugas e incendios de pequeña magnitud, hasta explosiones que pueden dañar la estructura de casas habitación, comercios e industrias.

Un registro de dichos accidentes se encuentra en las bases de datos ACQUIM (Accidentes Químicos), que recopila los accidentes ocurridos en fuentes fijas y tuberías, y ACARMEX (Accidentes Carreteros en México); que contiene información sobre accidentes ocurridos en el transporte. Estos sistemas computacionales han sido elaborados en el Área de Riesgos Químicos de CENAPRED -SEGOB.

Los accidentes que involucran gas LP en México afectan tanto zonas industriales como habitacionales. El accidente puede consistir en fuga, incendio, explosión o la combinación de ellos. De acuerdo a los resultados de la base de datos ACQUIM (2000), los accidentes se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

En la tabla y figura siguiente se presentan los porcentajes del tipo de accidente en fuentes fijas. Más del 40% está representada por fugas seguida por explosiones con 21.5%.

Evento	%
Fuga	42.5
Combinaciones	23.5
Explosión	21.5
Incendio	6.0
Otros	6.5

Nota: Información de enero de 1995 a diciembre de 1999.

Tabla 61. Tipo de eventos en donde se involucra gas LP (ACQUIM, 2000).

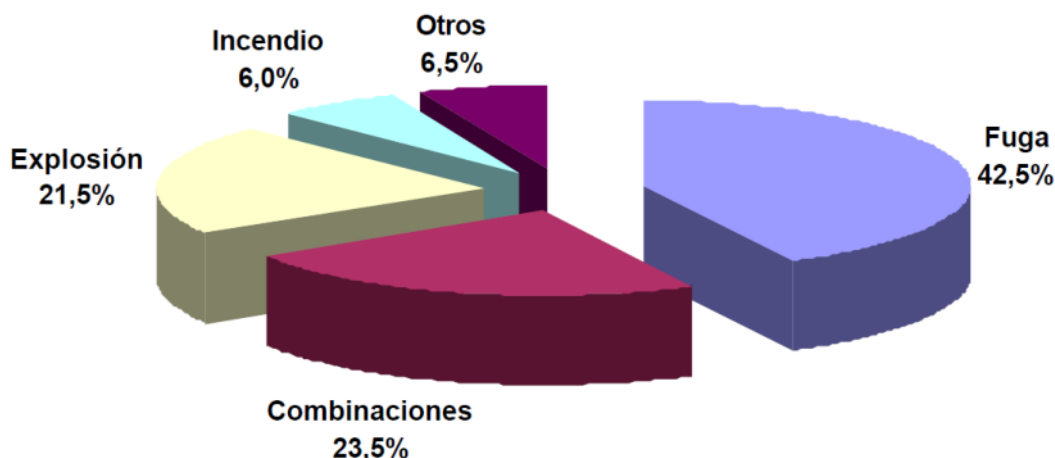
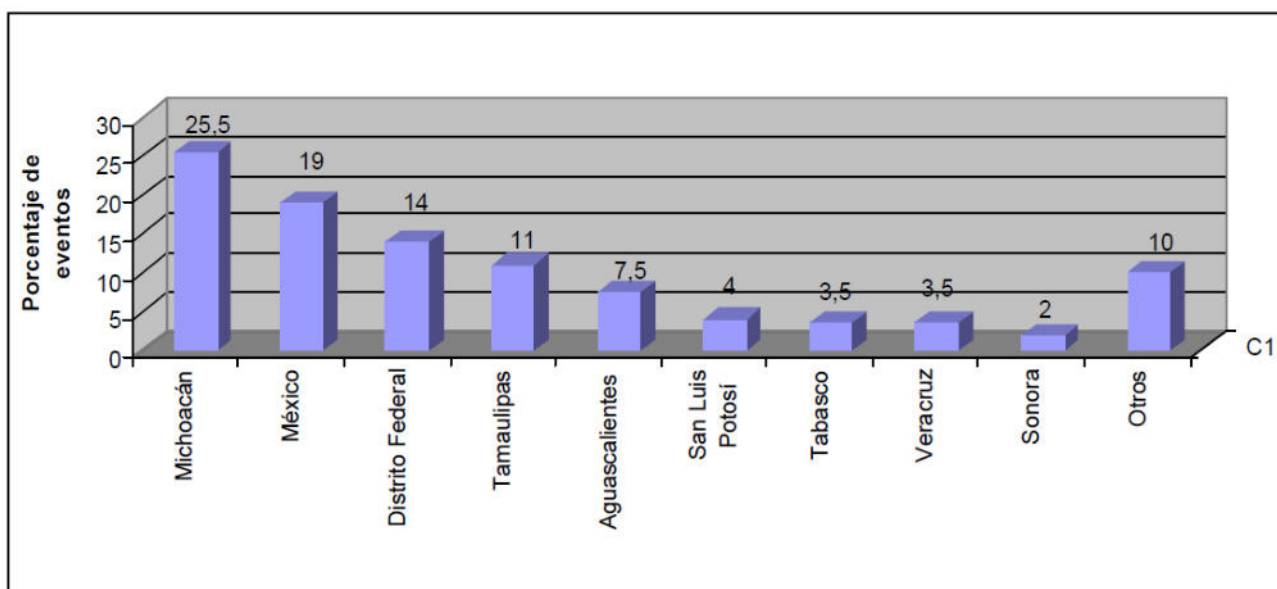


Figura 38. Distribución porcentual de tipo de eventos donde se involucra el gas LP.

En cuanto a la distribución de accidentes por estados se ha encontrado que Michoacán presenta el mayor porcentaje de eventos (25.5%), seguido por el Estado de México y el Distrito Federal con 19% y 14% respectivamente (Figura 39):



Nota: Otros incluye estados que presentan menos de 4 accidentes durante el periodo comprendido entre 1995 y 1999.

Figura 39. Distribución porcentual, por estado, de accidentes en fuentes fijas donde se involucra el gas LP (ACQUIM, 2000).

Como se observa, una parte importante de los eventos ocurre durante el transporte de materiales. Pueden ser de tipo carretero, ferroviario o marítimo (tablas 58, 59 y 60). Su magnitud y consecuencias dependen de factores tales como la cantidad, la forma de almacenamiento, las medidas de seguridad y la atención a la emergencia que se tenga contemplada con anterioridad, así como su cercanía a áreas habitacionales o centros donde se encuentre población que pueda ser afectada.

Especial atención merecen las medidas de seguridad que se deben observar en el transporte por carretera y caminos de México, ya que la mayor parte de la distribución de gas LP en zonas urbanas se lleva a cabo en camiones y autotanques, las cuales distribuyen cilindros de distintas capacidades, además de llenar los tanques estacionarios en casas habitación, industrias y comercios, respectivamente. En el caso particular del transporte carretero se cuenta con información sobre la distribución de accidentes que ocurren en cada estado del País (De la Cruz y Alcántara, 2000).

Las causas de ocurrencia de los accidentes se pueden deber a diversos factores. La correcta identificación de ellos permite planear y aplicar las medidas de prevención necesarias para disminuir el número de eventos que ocurren año con año. Entre las causas que han sido identificadas con mayor frecuencia, se encuentran las indicadas en la tabla 62 (ACARMEX, 2000). Asimismo, en la gráfica 40 se muestra la distribución de accidentes por estado, en caminos y carreteras de México donde se encuentra involucrado el gas LP.

De acuerdo a los resultados registrados en la base de datos ACARMEX, una de las consecuencias después del choque entre vehículos, el impacto contra un objeto fijo o la salida del camino, es la fuga del material ya sea de los cilindros o de la pipa en la que va contenido. Es en este momento donde deben aplicarse las medidas de control de la emergencia por parte de los cuerpos de apoyo como son bomberos, brigadas de emergencia de las compañías involucradas en el evento y / o el personal de protección civil del área. Las causas principales por las que ocurren estos accidentes son por el exceso de velocidad (37.97%) con la cual son conducidos los vehículos así como por las fallas mecánicas (12.44%) de los mismos (ACARMEX, op. cit.).

Causa	Clave	%
Exceso de velocidad	EV	37.97
Fallas mecánicas	MEC	12.44
Causa desconocida	DES	11.62
Invasión de carril	IC	6.22
No reportado	NR	4.91
No ceder el paso	NCP	4.42
Choque	CHO	4.26
Perdida de control	PC	3.11
Distancia de seguridad	DS	2.62
Mala ejecución de vuelta	MEV	2.45
Cansancio	CAN	1.80
Explosión	EX	1.80
Peatón	P	1.64
Incendio	I	1.31
Camino	CAM	1.15
Estado de ebriedad	EBR	0.65
Falta de señalamiento	FS	0.65
Carga mal sujeta	CMS	0.33
Clima	CLI	0.33
Semoviente	SEM	0.33
Total		100

Tabla 62. Causas de accidentes en caminos y carreteras, en donde se involucra gas LP (ACARMEX, 2000).

Respecto a la incidencia de accidentes carreteros en los estados (Figura 40) es el Estado de México el que presenta el mayor número de accidentes (14%), seguido de Michoacán, Puebla y Veracruz con 7%.

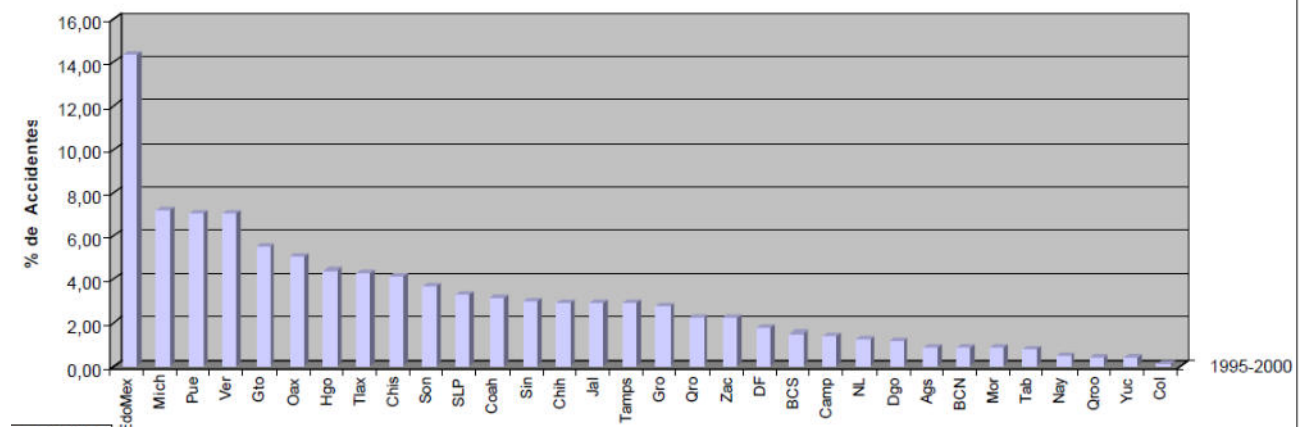


Figura 40. Distribución de accidentes en caminos y carreteras, en donde se involucra gas LP (ACARMEX, 2000).

BACA (10/04/2019). Esta mañana se registraron dos choques, uno de ellos múltiple, en los que estuvieron involucrados seis vehículos en la carretera Baca-Motul, con saldo de seis personas lesionadas. El primer percance al parecer fue causado por la poca visibilidad en la carretera debido al intenso humo de un incendio en un basurero, además de la densa neblina. A la altura del kilómetro 23 una pipa de gas LP fue colisionada por alcance por un tráiler que posteriormente fue impactado por dos automóviles más, que iban de Poniente a Oriente. (<https://www.yucatan.com.mx/merida/choques-multiples-dejan-seis-lesionados-en-la-carretera-baca-motul>)

Mérida (27/julio/2019). Al verificar un tanque de gas de 20 kilos que tenía fuga, prácticamente le explota en la cara a José Antonio Hau Kantún, empleado de la empresa gasera “Gas Tomza”, que se encontraba repartiendo los cilindros en la calle 65 por 42 del Fraccionamiento Del Sur, junto a una gasolinera que está ubicada en la lateral interior bajo el puente de la 42 Sur del Periférico.

Los hechos iniciaron cuando el chofer del camión se detuvo en la calle mencionada, cerca de la 42 Sur, para reportar a la empresa que tenía un cilindro con fuga. Al lugar llegó otro vehículo de “Tomza”, en donde estaba el trabajador José Antonio Hau Kantún, que procedió a revisar el cilindro, pero éste reventó, lesionándolo en la frente y dejándolo inconsciente. Otros dos cilindros de gas también resultaron dañados. Los tanques de gas butano fueron rociados con agua por los bomberos para evitar que llegaran a explotar. Fuente: PorEsto (<http://noticiasdeyucatan.mx/merida-le-explota-tanque-de-gas-en-sus-manos.html>).

Mérida (24/10/2013). Explota pipa por fuga de gas en Yucatán. Una fuga de gas en la válvula principal de la pipa que surtía en una tortillería de la colonia Polígono 108, en Mérida, fue la causante de la explosión, con saldo de siete heridos y pérdidas materiales. En un comunicado, la FGE indicó que luego de levantar evidencias, agentes del Ministerio Público y peritos de la dependencia iniciaron las indagatorias del caso y, de inicio, comprobaron que la válvula que va del tanque contenedor de gas a la manguera que surte a los depósitos presentó una fuga, determinante para el siniestro. El siniestro dejó siete personas lesionadas, además de daños en dos vehículos chevy, una camioneta windstar, una bicicleta, en los registros de luz de ocho predios, así como diversas escarpas y fachadas. (<https://www.info7.mx/nacional/explota-pipa-por-fuga-de-gas-en-yucatan/691501>).

El concepto de seguridad para estas instalaciones se ha incrementado en los últimos años con la aplicación de tecnologías de punta, la utilización de recipientes de almacenamiento adecuado y equipo eléctrico de control y protección, así como la capacitación al personal, lo cual hace la operación confiable y segura.

VI.2 Con base en los DTI's de la ingeniería de detalle, identificar los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte, mediante la utilización de alguna de las siguientes metodologías: Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP); Análisis de Modo Falla y Efecto (FMEA) con Árbol de Eventos; Árbol de Fallas, o alguna otra con características similares a las anteriores y/o la combinación de éstas, debiéndose aplicar la metodología de acuerdo a las especificaciones propias de la misma. En caso de modificar dicha aplicación, deberá sustentarse técnicamente.

Jerarquización de riesgos.

Para la jerarquización de los riesgos identificados se aplicó el Procedimiento para realizar análisis de riesgos de procesos en PEMEX Exploración y Producción (PG-SS-TC-003-2007). Se refiere a los daños o consecuencias que este evento podría ocasionar a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen y/o pérdidas económicas. De manera cualitativa se utiliza la matriz en la cual se definen los rangos para los daños potenciales mostrados en la siguiente tabla.

Tipo de evento y categoría de la consecuencia				
A las Personas	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
Seguridad y salud de los vecinos	Sin afectación a la seguridad y la salud pública	Alerta vecinal: afectación potencial a la seguridad y a la salud pública	Evacuación; Lesiones menores o afectación a la seguridad y salud pública moderada; costos por afectaciones y daños entre 5 y 10 millones de pesos	Evacuación; lesionados; una o más fatalidades; afectación y a la seguridad y salud pública; costos por lesiones y daños mayores a 10 millones de pesos
Seguridad y salud del personal y contratistas	Sin lesiones; primeros auxilios	Atención Médica; Lesiones menores sin incapacidad; efectos a la salud reversibles	Hospitalización; múltiples lesionados, incapacidad parcial o total temporal; efectos moderados a la salud.	Una o más fatalidades; Lesionados graves con daños irreversibles; incapacidad parcial o total permanentes
Al Ambiente				
Efectos en el Centro de Trabajo	Olores desagradables; ruidos continuos; emisiones en los límites de reporte; polvos y partículas	Condiciones peligrosas; informe a las autoridades; emisiones mayores a las permitidas; polvos, humos, olores significantes.	Preocupación en el sitio por: fuego y llamaradas; ondas de sobrepresión; fuga de sustancias tóxicas.	Continuidad de la operación amenazada; incendio, explosiones o nubes tóxicas; evacuación del personal.
Efectos fuera del Centro de Trabajo	Operación corta de quemadores; olores y ruidos que provocan poca queja de vecinos.	Molestias severas por presencia intensa de humos, partículas suspendidas y olores; quemadores operando continuamente, ruidos persistentes y presencia de humos	Remediación requerida; fuego y humo que afectan áreas fuera del centro de trabajo; Explosión que tiene efectos fuera del centro de trabajo; presencia de contaminantes significativa.	Descargas mayores de gas o humos. Evacuación de vecinos, escape significativo de agentes tóxicos, daño significativo a largo plazo de la flora y fauna o repetición de eventos mayores.
Descargas y Derrames	Derrames y/o descarga dentro de los límites de reporte; contingencia controlable	Informe a las autoridades. Derrame significativo en tierra hacia ríos o cuerpos de agua. Efecto local. Bajo potencial para provocar la muerte de peces.	Contaminación de un gran volumen de agua. Efectos severos en cuerpos de agua; mortandad significativa de peces; incumplimiento de condiciones de descarga permitida; reacción de grupos ambientalistas.	Daño mayor a cuerpos de agua; se requiere un gran esfuerzo para remediación. Efecto sobre la flora y fauna. Contaminación en forma permanente del suelo o del agua.
Al Negocio				
Pérdida de producción, daños a las instalaciones	Menos de una semana de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, menor a 5 millones de pesos.	De 1 a 2 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, hasta 10 millones de pesos.	De 2 a 4 semanas de paro. Daño a las instalaciones y pérdida de la producción de hasta 20 millones de pesos.	Más de un mes de paro. Daño a propiedades o a las instalaciones; pérdida mayor a 20 millones de pesos.
Efecto legal	Incidente reportable	Se da una alerta por parte de las autoridades	Multas significativas; suspensión de actividades	Multa mayor, proceso judicial.-
Daños en propiedad de terceros	Las construcciones son reutilizables, con reparaciones menores. Poco riesgo para los ocupantes.	Las reparaciones son mayores, con costos similares a edificaciones nuevas. Riesgo de alguna lesión a ocupantes.	Pérdida total de los bienes o de la funcionalidad de los bienes; posibilidad de lesiones o fatalidades.	Demolición y reedificación de inmuebles; sustitución del edificio. Posible lesión fatal a algún ocupante.
A la Imagen				
Atención de los medios al evento	Difusión menor del evento, prensa y radio locales.	Difusión local; significativa; entrevistas, TV local.	Atención de medio a nivel nacional	Cobertura nacional. Protestas públicas. Corresponsales extranjeros.

Tabla 63. Clasificación de consecuencias de eventos y categorías de riesgo.

Asimismo, con el objeto de llevar a cabo una valoración de la frecuencia de ocurrencia de los eventos estimados a partir de una metodología de identificación de riesgos, en la tabla se

observan cuatro niveles cualitativos para la ocurrencia de eventos, en función de las frecuencias con que se estima puedan presentarse.

Frecuencia.

Se refiere a la probabilidad del evento indeseado, para esto es conveniente identificar la periodicidad del evento y después seleccionar la frecuencia (en forma descriptiva) y (en forma gráfica) aplicando la matriz como se muestra en la tabla siguiente.

Frecuencia		Criterios de ocurrencia		
Categoría	Tipo	Cuantitativo		Cualitativo
Alta	F4	10^{-1}	> 1 en 10 años	El evento se ha presentado o puede presentarse en los próximos 10 años.
Media	F3	$10^{-1} - 10^{-2}$	1 en 10 años a 1 en 100 años	Puede ocurrir al menos una vez en la vida de las instalaciones.
Baja	F2	$10^{-2} - 10^{-3}$	1 en 100 años	Conceivable; nunca ha sucedido en el Centro del Trabajo, pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar.
Remota	F1	< 10^{-3}	< 1 en 100 años	Esencialmente imposible. No es realista que ocurra.

Tabla 64. Clasificación de frecuencias de los eventos.

Para un mejor entendimiento de la valoración señalada en la tabla anterior, se muestran la frecuencia de ocurrencia de los eventos en forma descriptiva.

Categorías				
Factores	Remota F1	Baja F2	Media F3	Alta F4
Controles de Ingeniería				
Barreras de protección (a)	Dos o más sistemas pasivos de seguridad independientes entre sí. Los sistemas son confiables; no requieren intervención del personal o de fuentes de energía	Dos o más sistemas, al menos uno de ellos pasivo. Todos son confiables	Uno o dos sistemas activos y complejos. La confiabilidad de los sistemas, pueden tener fallas de causa común; que de ocurrir puede afectar a los sistemas	Ningún sistema o uno activo y complejo; poco confiable.
Pruebas (interruptor, integridad mecánica y sistemas de emergencia)	Protocolos de prueba bien documentados; función verificada completamente; buenos resultados; fallas raras.	Pruebas regulares; la verificación de funcionamiento puede estar incompleta; los problemas no son comunes	No se prueban a menudo; se registran problemas, algunas pruebas programadas no son realizadas	No están definidas; no se realizan o no se aprecia su importancia
Antecedentes de accidentes e incidentes	No se registran accidentes graves, muy pocos incidentes y todos menores. Cuando se presentan, la	No se presentan accidentes o incidentes graves. Se dan algunos accidentes/incidentes menores. Las causas	Un accidente o incidente menor. Sus causas no fueron totalmente entendidas. Hay dudas de si las medidas correctivas	Muchos incidentes y/o accidentes. No se investigan y registran. Las lecciones no son

Categorías				
Factores	Remota F1	Baja F2	Media F3	Alta F4
Controles de Ingeniería				
	respuesta es con acciones correctivas rápidas.	raíz han sido identificadas y las lecciones son capitalizadas.	fueron las correctas	aprendidas
Experiencia operacional	Los procesos son bien entendidos. Rara vez se rebasan los límites de operación y cuando esto ocurre, se toman acciones inmediatas para volver a condiciones normales.	Rara vez se rebasan los límites de operación. Cuando esto ocurre, las causas son entendidas. Las acciones correctivas resultan efectivas.	Transitorios operacionales menores, no son analizados o no se toman acciones para su control. Transitorios serios, son atendidos y eventualmente resueltos	Transitorios rutinarios, no son analizados ni explicados. Sus causas no son bien entendidas

Tabla 65. Clasificación de frecuencia de ocurrencia de los eventos.

Una vez llevado a cabo la jerarquización del riesgo la clasificación del evento final se clasificará de acuerdo a la siguiente tabla.

F R E C U E N C I A	Alta F4		B	B	A	A
	Media F3		C	B	B	A
	Baja F2		D	C	B	A
	Remota F1		D	D	C	B
			Menor C1	Moderada C2	Grave C3	Catastrófica C4
			CONSECUENCIA			

Tabla 66. Tabla de ponderación de Frecuencia y Consecuencia.

De acuerdo al Código Nacional Eléctrico Norteamericano, la atmósfera de la Planta de Distribución de Gas L.P. está ubicada dentro del GRUPO D.

La naturaleza y extensión de las áreas peligrosas debidas a la liberación de sustancias inflamables, deben determinarse tomando en cuenta la presencia de Gas L.P. Los gases licuados del petróleo, (los que están formados por propano, butano, propileno o butileno, o mezclas de ellos) forman mezclas atmosféricas que son aproximadamente de 1.5 a 2 veces más pesadas que el aire. La presión absoluta de estos gases, es mayor de 2.81 kg/cm² (40 lb/pulg²) a 38°C (100°F). Cuando se liberan a la atmósfera, cambian su estado físico de la fase líquida a la fase gaseosa; generando grandes volúmenes de gas. Si esta liberación ocurre cerca o al nivel del piso, sus vapores pesados pueden extenderse sobre el piso a distancias considerables si no existen corrientes de aire que ayuden su difusión, en cambio; si el escape ocurre a cierta distancia sobre el piso, o se dirige hacia arriba con cierta velocidad, la difusión será más rápida y la distancia horizontal a la que pueden extenderse resulta menor.

Áreas peligrosas

Las áreas peligrosas se consideran divididas en las tres clases siguientes:

Clase I: Áreas en las cuales están o pueden estar presentes en el aire ambiente, gases o vapores inflamables en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables o explosivas.

Clase II: Áreas en las que están presentes polvos combustibles.

Clase III: Áreas en las que están presentes fibras o materiales que floten en el aire y que son fácilmente inflamables; pero en las que no es probable que se encuentren en suspensión en el aire en cantidad suficiente para producir mezclas inflamables.

Cada una de estas clases se divide a su vez en División 1, que comprende las áreas normalmente peligrosas; y en División 2 que agrupa las áreas que son peligrosas sólo bajo condiciones anormales. Las áreas peligrosas serán los lugares en donde estén presentes gases o vapores inflamables en cantidad suficiente para producir una mezcla inflamable o explosiva; y pertenecerán a la Clase I, Divisiones 1 y 2, que pueden definirse de la siguiente forma:

a) **Clase I, División 1.** Son aquellas áreas en que existen continuamente o pueden existir con frecuencia, ambientes contaminados por gases o vapores inflamables bajo condiciones normales de operación, durante los trabajos de reparación o mantenimiento, o bien debido a fugas. También se clasifica en esta división, las áreas en las que la rotura o falla del equipo, o anomalías en los procesos, pueden provocar al mismo tiempo que la liberación de gases o vapores inflamables, averías en el sistema eléctrico.

b) **Clase I, División 2.** Son aquellas áreas en las que los gases o líquidos volátiles inflamables se manejan, almacenan y procesan en recipientes o sistemas cerrados, de los que sólo pueden escapar en el caso de roturas o averías accidentales de los recipientes o sistemas, o en caso de una operación anormal del equipo.

Con base en los DTI's de la ingeniería de detalle, se identificaron los riesgos existentes en las distintas áreas operativas de la Planta de Distribución y para la jerarquización de los riesgos identificados se aplicó el **ÍNDICE ICI DOW DE FUEGO, EXPLOSIÓN Y TOXICIDAD (ÍNDICE DE MOND)**, las áreas identificadas son las siguientes:

1. **Área de recepción de semirremolques.**
2. **Área de almacenamiento de la planta.**
3. **Muelle de llenado de cilindros.**
4. **Área de suministro de autotanques.**
5. **Área de carburación para autoconsumo.**

Se seleccionó este método por la facilidad y rapidez de desarrollar y estimar el valor de las pérdidas en el área de estudio, tiene amplia gama de matrices a considerar y amplio rango de procesos e identifica las secciones de mayor riesgo y por lo tanto busca medidas de seguridad.

A continuación, se describe la metodología del Índice ICI Dow de Fuego, Explosión, conocido como INDICE DE MOND al incluir el factor de Toxicidad.

A) Cálculo de índices sin considerar factores de seguridad

1. Selección del material clave (más riesgoso y en mayor cantidad).

El material objeto del presente cálculo es el **Gas L.P.**, debido a que es una sustancia riesgosa y la única que se manejará en la Planta de Distribución.

2. Cálculo del Factor Material B – FM.

El primer punto para la clasificación de Índices de Fuego, Explosión y Toxicidad Mond es un factor de material apropiado al material clave (o mezcla de materiales) previamente identificado al listar los materiales, reacciones y operaciones presentes en cada sección dada. El factor de material se define como una medida del potencial de fuego, explosión o energía liberada por el material clave a una temperatura de 25°C y a presión atmosférica (gas, líquido o sólido). En las hojas de cálculo el factor de material FM se designa con la letra "B".

a. Material inflamable B.

El factor por material es B= 19.8

b. Material no inflamable o no combustible en transporte.

No aplica.

c. Material no combustible B = 1.0.

No aplica.

d. Sólidos o Polvos Combustibles.

No aplica.

e. Material de composición no conocida.

No aplica.

3. Determinación de riesgos especiales de materiales M = Suma de factores.

El criterio que se debe aplicar para usar los factores especiales del material es que la propiedad especificada puede afectar a la totalidad del material clave en la sección bajo condiciones de fuego, condiciones normales u otras condiciones determinadas. Los factores de riesgo se asignan en función de las CIRCUNSTANCIAS de uso del material clave en la sección particular que se esté estudiando, y NO se definen por las propiedades del material clave aislado. En algunos casos será necesario ALTERAR los factores especiales del material de una sección a otra, aún para el mismo material clave, cuando las diferentes unidades acentúen o reduzcan determinados factores de riesgo ambiental.

a. Material oxidante.

No aplica.

b. Reacción con agua que produzca gases o vapores combustibles.

No aplica

c. Características de mezclado y dispersión = m.

El grado de riesgo representado por el material clave está en función de si se trata de un gas denso o ligero, líquido inflamable, gas licuado inflamable, material viscoso, etc., aunque el factor de material sea sensiblemente constante. En este caso el gas L.P. resulta ser inflamable.

d. Sujeto a calentamiento espontáneo.

El gas L.P. no desarrolla efectos de calentamiento, lo único que realiza es una evaporación en el tanque cuando disminuye el volumen del líquido en éste.

e. Sujeto a rápida polimerización espontánea.

No aplica.

f. Sensibilidad a la ignición.

Este encabezado se refiere a la sensibilidad a la ignición en general del material clave con aire como oxidante. En este caso no aplica.

g. Sujeto a descomposición explosiva.

El gas L.P. al convertirse de líquido o gas no produce alguna explosión por sí misma.

h. Sujeto a detonación en fase gas.

El gas L.P. combustible muy volátil y es explosivo cuando se encuentra en concentraciones adecuadas.

i. Propiedades de la fase condensada.

Bajo este encabezado se consideran las propiedades promotoras y detonantes explosivas de la fase condensada del material clave o de la mezcla.

4. Determinación de riesgos generales de proceso P = suma de factores.

Estas consideraciones de riesgo se refieren al tipo básico de proceso u otra operación que se efectúe en la unidad.

a. Manejo y cambios físicos solamente.

El manejo dado al gas L.P. es únicamente de trasiego de los semiremolques que suministran el producto a la Planta, del recipiente de almacenamiento al muelle de llenado de cilindros y al llenado de autotanques y en carburación (autoconsumo), trasiego de los autotanques que suministran el producto.

b. Reacción única

No aplica.

c. Reacción única por etapas.

No aplica.

d. Múltiples reacciones en un mismo tiempo.

No aplica.

e. Transferencia de material.

Bajo este encabezado se consideran los riesgos adicionales asociados con métodos específicos de llenado, vaciado o transferencia de materiales.

f. Contenedores transportables.

Los contenedores transportables de gas L.P. en las instalaciones en la planta, son el tanque del semiremolque, el tanque del autotanque y los cilindros portátiles.

5. Determinación de riesgos especiales de proceso, S = suma de factores.

a. Baja presión (< 15 psi).

Cuando el tanque está en reposo es baja presión.

b. Alta presión.

En las labores de carga y descarga se considera alta presión.

c. Baja temperatura Acero al Carbón +10°C a -10°C.

No aplica.

d. Alta temperatura.

La operación a alta temperatura presenta un efecto doble: primero aumenta los riesgos inherentes al manejo de material inflamable y segundo, la resistencia del equipo de la Planta de puede ver afectada negativamente.

Los efectos de la alta temperatura en los riesgos del material dominante presente, son mayores cuando el material es un líquido inflamable, pero también son significativos con gases y vapores inflamables.

Cuando la unidad contenga el material dominante en fase líquida o sólida asigne el factor de inflamabilidad por alta temperatura como sigue:

- 1) Cuando un líquido o sólido inflamable esté arriba de su punto de inflamación de copa cerrada, úsese un factor de 20.
- 2) Si el líquido o sólido está por arriba del punto de inflamación de copa abierta úsese un factor de 25.
- 3) Si el material dominante está en fase líquida a una temperatura arriba de su punto de ebullición a 760 mm Hg, úsese un factor de 25. Esto también se aplica en el caso de GASES LICUADOS INFLAMABLES presentes en la sección como un Líquido.
- 4) Si el material es un sólido a temperatura normal, pero se presenta en la unidad en fase líquida, úsese un factor de 10.

e. Corrosión y erosión.

No aplica.

f. Fugas en juntas y empaques.

En equipos de proceso puede contener partes donde el sellado de juntas o flechas se efectúe. Estas partes pueden causar problemas, particularmente donde se tienen ciclos de temperatura y de presión. Se debe seleccionar un factor de acuerdo con el diseño y los materiales escogidos para estas partes.

g. Vibración, ciclos de carga, etc.

Este apartado trata sobre operaciones tales como unidades de compresión, que introducen vibración en equipos asociados y tuberías.

Efectos similares, en un período más largo de tiempo se pueden producir en un equipo donde las condiciones de temperatura y presión varían cíclicamente dentro de un rango razonable. Ambas situaciones introducen riesgos de fatiga en un equipo, que intensifican el riesgo de la sección.

h. Procedimientos o reacciones difíciles de controlar.

No aplica.

i. Operación cerca o dentro de los límites de inflamabilidad.

En el tanque de almacenamiento se opera cerca de los límites de inflamabilidad.

j. Proceso con riesgo de explosión mayor que el valor promedio de riesgo.

No hay riesgo de explosión más alto al promedio.

k. Polvos o mezclas riesgosas.

No aplica.

l. Oxidantes altamente fuertes.

No aplica.

m. Sensibilidad del proceso a la ignición.

En el trasiego de gas L.P. no se forman mezclas que puedan producir fuego o explosión.

n. Riesgos electrostáticos.

Para minimizar los riesgos por electricidad estática, se tiene un sistema de tierra física.

6. Riesgos por cantidad de material total Q.

En esta etapa se asigna un factor para los riesgos adicionales relacionados con el uso de grandes cantidades de combustibles inflamables, explosivos o materiales que pueden descomponerse.

Se calcula la cantidad total del material en la "sección" que está siendo estudiada (incluyendo tubería, tanques de alimentación, columnas, etc., así como recipientes de reacción). Esto se debe calcular por medio de volumen y densidad o directamente como peso de material. Haciendo referencia a gases, sólidos, líquidos y mezclas, en base al peso, se logra una comparación lógica de riesgo.

La cantidad de material se registra como una cantidad total en peso.

Se asigna un factor de seguridad por medio de 3 gráficas, relacionándolo con el peso de material en toneladas.

7. Riesgo por distribución de la Unidad L = suma de factores.

Un punto importante dentro de estas consideraciones es la altura a la que se encuentra, en cantidades considerables, el material inflamable. Para considerar aspectos relacionados con el arreglo de equipo en la sección, es necesario especificar las principales dimensiones de ésta. La altura de una sección se define como la altura arriba del piso del equipo de proceso o de la tubería de transferencia de materiales más alta. La altura en metros se identifica como H. para su uso en el cálculo de efectos globales.

El área normal de trabajo de una sección de proceso se define como el área plana de la estructura asociada con la unidad, agrandada cuando sea necesario, para incluir bombas o tubería y equipo que no estén dentro del área plana de la estructura. El área normal de trabajo en metros cuadrados se identifica como N.

El área normal de trabajo de una sección de un puente de tubería se define como el área cubierta por el ancho máximo del puente de tubería multiplicado por la distancia entre centros de polos de soporte o refuerzos.

a. Diseño de estructuras.

El arreglo del equipo de una unidad incluye muchos factores que no se pueden prever en un análisis preliminar de riesgo global, sin embargo, hay algunos aspectos claves que pueden identificarse fácilmente para aplicarles el factor correspondiente.

b. Efecto dominó.

No aplica.

c. Bajo tierra.

No aplica.

d. Drenaje superficial.

No aplica.

e. Otros.

Se aplican factores en diferentes ocasiones.

8. Riesgo por toxicidad T = suma de factores.

Esta sección del Índice Mond para fuego, explosión y toxicidad, se refiere a la clasificación relativa de riesgos de toxicidad y su influencia en la asignación del riesgo global.

Los riesgos para la salud pueden variar tanto en el grado como en la forma en que se presentan. Algunos son identificables en condiciones anormales de proceso, tales como mantenimiento o procesos fuera de control o en fuego, mientras que en otros están presentes continuamente como resultado de pequeñas fugas en juntas, empaques, venteos de gases de proceso, etc. Otros riesgos para la salud pueden producirse por asfixiantes como nitrógeno, metano, dióxido de carbono, etc.

La toxicidad de gases, vapores y polvos se clasifica normalmente en base a los Time Weighted Threshold Limit Values (TLV), que a su vez se basan en 7 u 8 horas de trabajo por día y 40 horas de trabajo por semana. La mayoría de los valores listados de TLV pueden ser excedidos por ciertos factores para corta duración, considerando que pueden "balancearse" por períodos de concentraciones inferiores a los valores de TLV de manera que el valor promediado en tiempo no exceda del valor de TLV.

Los riesgos continuamente presentes debido a fugas y otros causados por el mantenimiento normal u operaciones de proceso, deben asignarse con referencia a los valores TLV medidos en tiempo. Sin embargo, grandes fugas por escapes anormales, fallas en los sistemas de control de la Planta de Distribución, condiciones de fuego, etc., puede determinarse con referencia a valores de concentración más altos por un corto período.

Para poder conocer o detectar el nivel de riesgo por toxicidad se asignan varios factores, los cuales son:

a. TLV

El factor se aplica de acuerdo al valor de TLV, como sigue:

TLV de	0.001 ppm o menos	- use un factor de 300
TLV	0.001 ppm y hasta 0.01 ppm	- use un factor de 200
TLV	0.01 ppm y hasta 0.1 ppm	- use un factor de 300
TLV	0.1 ppm y hasta 1 ppm	- use un factor de 300
TLV	1 ppm y hasta 10 ppm	- use un factor de 300
TLV	10 ppm y hasta 100 ppm	- use un factor de 300
TLV	100 ppm y hasta 1000 ppm	- use un factor de 300
TLV	1000 ppm y hasta 1%	- use un factor de 300
TLV	mayor de 1% (ejemplo asfixiantes simples, como se define en el Apéndice F Ref. 12)	- use un factor de 0 (cero)

Tabla 67. Factor vs valor del TLV.

b. Forma del material.

En este apartado el factor es aplicado de acuerdo al estado (líquido o gas) del gas L.P. en cada una de las secciones.

c. Riesgo de exposición corta.

El factor usado para una exposición corta es de 20 para todas las áreas de riesgo en la Planta de Distribución.

d. Absorción por la piel.

Puede haber absorción del gas L.P. cuando se está expuesto mucho tiempo a ellas.

e. Factores físicos.

Finalmente, hay un número de otros aspectos de toxicidad que deben ser considerados. Factores físicos como calor más alto que el promedio, radiaciones iónicas y ultravioleta (de artefactos radiactivos, etc.), humedad, gran altura y otros semejantes, que provocan un mayor esfuerzo del cuerpo y aumentan los efectos de una exposición tóxica.

9. Cálculo de índices.

Los factores individuales incluidos en formatos, se totalizan en varios sub-grupos que después se incluyen en el Índice Global Dow/ICI D, según las bases establecidas originalmente por Dow.

El cálculo de los índices, se efectúan de acuerdo a las fórmulas que se dan a continuación.

Índice general de riesgo

$$D_1 = B \left(1 + \frac{M}{100}\right) \left(1 + \frac{S+Q+L}{100} + \frac{1}{400}\right)$$

D_1 = Factor material (Riesgo material) (R; G ; Proceso, cant. mat., distribución y toxicidad)

b. Carga de combustibles.

$$F = \frac{B \times K}{N} \times 20500 \frac{\text{BTU}}{\text{ft}^2} = \frac{\text{F. Material} \times \text{ton. material}}{\text{Area de trabajo}}$$

c. Índice de toxicidad

El índice de toxicidad se calcula de manera que representa la influencia de la toxicidad y consideraciones afines sobre el control y supervisión de la sección en estudio.

$$U_1 = \frac{T}{100} \left(1 + \frac{M+P+S}{100}\right) = \% \text{ R. Toxicidad (R. Material, G. Proceso, E. Proceso)}$$

Las categorías para el índice de toxicidad se aplican como sigue:

INDICE DE TOXICIDAD	CATEGORIA
0 – 1	LIGERO
1 – 3	BAJO
3 – 6	MODERADO
6 – 10	ALTO
Arriba de 10	MUY ALTO

Tabla 68. Categorías para el índice de toxicidad.

d. Índice de incidente mayor de toxicidad.

Usando una combinación del índice de toxicidad y el factor de cantidad que se obtiene el índice el máximo incidente tóxico C.

$$C_1 = Q U_1 = R \text{ Cant. material, índice toxicidad.}$$

Las categorías se aplican como sigue:

INDICE DE MAYOR TOXICIDAD	CATEGORIA
0 – 20	LIGERO
20 – 50	BAJO
50 – 200	MODERADO
200 – 500	ALTO
Arriba de 500	MUY ALTO

Tabla 69. Índice de mayor toxicidad y categoría.

e. Índice de explosión.

$$E_1 = 1 + \frac{M+P+S}{100} = R. \text{ Material, G. proceso.}$$

f. Índice de explosión aérea.

$$A_1 = B Q H E_1 \left(1 + \frac{m}{100}\right) \frac{t}{300} \frac{(1+P)}{1000}$$

A₁ = F. material, R. cantidad, material, altura, índice de explosión, características de mezclado, temperatura y presión alta.

g. Índice Total Mond.

$$R_i = D1 \left(1 + \left(\sqrt{F_x U_x E_x A} / 1000\right)\right) = \text{IF Riesgo corregido por carga de combustible, índice toxicidad, Explosion, Explosion aerea}$$

Factores de seguridad para corrección de índices calculados.

Cuando el factor R de riesgo global no sea aceptable, se requieren revisar los factores individuales y asegurarse si se pueden hacer alguna reducción.

La reducción del factor R puede lograrse implementando medidas de seguridad como ejemplo, mayores accesorios de control en equipos y un mejor entrenamiento para el manejo del equipo.

Los factores de seguridad se describen a continuación:

1. Prevención de riesgos en almacenamiento K₁ = Producto de factores.

Bajo este encabezado nos referimos a la reducción de riesgo como consecuencia de cualquier mejora en los diseños estándar de los recipientes a presión y sistemas de tubería y protección de éstos contra daño accidental o efectos de "knock-out". También se incluyen los procedimientos de mantenimiento y modificaciones, así como sistemas de detección de fugas que puedan advertir de un escape de material.

Se contará con programas de mantenimiento preventivo que comprende la revisión de todos los sistemas.

El factor de riesgo en almacenamiento se obtiene por medio del producto de los siguientes subfactores:

- a. Recipientes a presión.
- b. Tanques verticales de almacenamiento no a presión.
- c. Línea de transferencia
 - Tensión de diseño.
 - Juntas y empaques.
- d. Contenedores adicionales.
- e. Detección y respuesta a fugas y derrames.
- f. Desecho de material derramado.

2. Control de proceso K_2 = Producto de factores.

Este se refiere a alarmas y/o sistema de paro de seguridad activada por condiciones anormales específicas de proceso. Los factores especiales, tales como sistemas de enfriamiento de emergencias para operaciones vitales (como unidades de refrigeración, agitadores, bombas, etc.) y sistemas de gas inerte, están claramente relacionados con el control de procesos bajo condiciones anormales y constituyen frecuentemente un factor esencial para cualquier sistema de paro de seguridad.

La Planta de Distribución contará con manuales para su operación y mantenimiento.

El factor por control de proceso se obtiene por el producto de los siguientes factores, a las cuales se les asigna un valor cuando se encuentran en la sección tratada.

- a. Sistemas de alarma.
- b. Suministro de emergencia de energía.
- c. Sistema de enfriamiento de proceso.
- d. Sistemas de gas inerte.
- e. Actividades de estudio de riesgos.
- f. Sistema de seguridad para paros.
- g. Control por computadora.
- h. Protección contra explosión o reacción incorrecta.
- i. Instrucciones de operación.
- j. Supervisión de la Operación Planta de Distribución.

3. Actividad de seguridad K_3 = Producto de factores.

La actitud general de la Gerencia hacia normas de seguridad puede (cuando el énfasis es correcto) contribuir significativamente a la reducción de la frecuencia de accidentes. El resultado de fomentar la seguridad se ve en un aumento en el nivel de entrenamiento de todo el personal, la adhesión a procedimientos de operación establecidos, buenas normas de mantenimiento, la aplicación correcta de sistemas de aprobación a las modificaciones y permisos de trabajo, verificaciones regulares y eficientes de todos los sistemas de seguridad y control y un informe concienzudo de circunstancias anormales, fallas y accidentes menores.

Este factor incluye:

- a. Involucramiento de la gerencia.
- b. Entrenamiento en seguridad.
- c. Procedimiento de seguridad y mantenimiento.

4. Protección contra incendios, K_4 = Producto de factores.

Comprende las protecciones contra incendios instalados para evitar que el equipo se dañe por el calor y que se efectúe una gran transferencia de calor que provoque calentamiento a otros sistemas más frágiles.

El valor de este factor es dado por el producto de los siguientes factores:

- a. Recubrimiento a estructuras.
- b. Barreras resistentes a fuego.
- c. Equipo de protección contra incendios.

5. Aislamiento de corte de material, K_5 = Producto de factores.

Muchos incidentes producen fuegos mayores de lo previsto porque no es posible cortar el flujo de material hacia la sección cuando se inicia el accidente. El contar con válvulas de corte operadas a control remoto, válvulas de exceso de flujo, sistemas de desecho o de relevo, drenajes superficiales adecuados que conduzcan el material lejos de la sección con problemas, etc., son medidas que pueden controlar el incidente en su inicio y evitar su desarrollo.

Se comprende:

- a. Sistema de válvulas.
- b. Ventilación.

6. Combate de incendios, K_6 = Producto de factores.

En éste se agrupan los diversos tipos de sistema de inundación y aspersion de agua, suministro adecuado de agua contra incendio, disponibilidad de brigadas y equipo, espuma y otros materiales especiales para combatir incendios y sistemas de alarma o comunicación.

El valor de éste, está conformado por la presencia en la Planta de Distribución de los siguientes factores:

- a. Alarma de emergencia.
- b. Extintores.
- c. Red contra incendios.
- d. Espuma.
- e. Respuesta de la brigada.
- f. Cooperación con otras plantas.
- g. Extractores de humo.

7. Cálculo de índices finales.

La corrección del valor de riesgo anterior se realiza por medio de la siguiente fórmula:

- a. Carga de fuego $F_2 = F_1 K_1 K_4 K_5$

Corregido por prevención en almacenamiento, protección contra incendios, aislamiento material.

Las categorías para el potencial de fuego se aplican como sigue:

CANTIDAD DE FUEGO EN BTU/PIE ²	CATEGORIA
0 – 50,000	LIGERO
50,000 – 100,000	BAJO
100,000 – 200,000	MODERADO
200,000 – 400,000	ALTO
400,000 – 1'000,000	MUY ALTO
1'000,000 – 2'000,000	INTENSO
2'000,000 – 5'000,000	EXTREMO
5'000,000 – 10'000,000	MUY EXTREMO

Tabla 70. Categorías de carga de fuego.

b. Índice de explosión $E_2 = E_1 K_2 K_3$.

Corregido por control de procesos actitud en seguridad.

Las categorías se aplican como se muestra en la siguiente tabla:

INDICE DE EXPLOSION	CATEGORIA
0 – 1	LIGERO
1 – 2.5	BAJO
2.5 – 4	MODERADO
4 – 6	ALTO
Arriba de 6	MUY ALTO

Tabla 71. Categorías del índice de explosión.

c. Índice de explosión aérea $A_2 = A_1 K_1 K_5 K_6$.

Corregido por prevención en almacenamiento, protección contra incendios, aislamientos, material.

Las categorías se aplican como sigue:

INDICE DE EXPLOSION AEREA	CATEGORIA
0 – 10	LIGERO
10 – 30	BAJO
30 – 100	MODERADO
100 – 500	ALTO
Arriba de 500	MUY ALTO

Tabla 72. Categorías del índice de explosión aérea.

d. Índices Mind $R_2 = R_1 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6$.

Corregido por todos los factores seguridad. Las categorías para el riesgo global se aplican como sigue:

FACTOR GLOBAL DE RIESGO R	CATEGORÍA
0-20	Suave
20-100	Bajo
100-500	Moderado
500-1,100	Alto (Grupo 1)
1,100-2,500	Alto (Grupo 2)
2,500-12,500	Muy alto
12,500-65,000	Extremo
Mayor de 65,000	Muy extremo

Tabla 73. Categorías del índice de riesgo global.

En el anexo No. 7 se presentan las hojas con los cálculos del Índice de Mond para cada una de las unidades de riesgo identificadas en el apartado **VI.2**. A continuación se presenta el resumen de estos índices, de acuerdo a los resultados obtenidos:

AREA / Unidad de Riesgo	1. Índice general de riesgo (D ₁)	2. Carga de combustible (F ₁)	3. Índice unitario de Toxicidad (nivel) (U ₁)	4. Índice máximo incidente tóxico (nivel) (C ₁)	5. Índice de explosión (nivel) (E ₁)	6. Índice de explosión aérea (nivel) (A ₁)	7. Índice factor global de riesgo (nivel) (R ₁)
Unidad de riesgo 1. Recepción de Gas L.P.	80.6306	65,755.80	2.310 BAJO	157.080 MODERADO	3.30 MODERADO	119.401 ALTO	704.41 ALTO (GRUPO 1)
Unidad de riesgo 2. Almacenamiento de Gas L.P.	87.0656	138,344.56	1.530 BAJO	119.340 MODERADO	2.55 MODERADO	211.666 ALTO	1,017.68 ALTO (GRUPO 1)
Unidad de riesgo 3. Muelle de llenado de cilindros	63.8996	300.64	2.275 BAJO	6.825 LIGERO	3.25 MODERADO	7.133 LIGERO	71.95 BAJO
Unidad de riesgo 4. Suministro de autotanques	72.3938	35,226.32	2.310 BAJO	83.160 MODERADO	3.30 MODERADO	39.508 MODERADO	308.19 MODERADO
Unidad de riesgo 5. Carburación autoconsumo	64.6718	43.84	1.980 BAJO	1.980 LIGERO	3.30 MODERADO	2.634 LIGERO	66.45 BAJO

Tabla 74. Resumen de índices de riesgo.

En la división Mond se ha visto que la magnitud de riesgo a usarse cuando se considera el arreglo de equipo de una planta debe tener mayor influencia de los siguientes factores que lo permitido en el índice Dow/ICI (D):

Magnitud del fuego

Índice unitario de toxicidad

Índice de explosión interna

Índice de explosión aérea

De acuerdo con lo anterior se ha desarrollado una magnitud global de riesgo (R) que manejan estos factores de una manera más adecuada, la cual será utilizada en este estudio para la jerarquización de los riesgos

A continuación, se presentan los índices de los factores de riesgo reducidos:

AREA	1.- Carga de incendio reducido	2.- Índice de explosión reducido	3.- Índice de explosión aérea reducido	4.- Índice de riesgo global reducido
Unidad de riesgo 1. Recepción de Gas L.P.	42,609.7584 LIGERO	1.5779 BAJO	53.7328 MODERADO	151.5718 MODERADO
Unidad de riesgo 2. Almacenamiento de Gas L.P.	118,284.5967 MODERADO	0.9241 LIGERO	139.2595 ALTO	230.5032 MODERADO
Unidad de riesgo 3. Muelle de llenado de cilindros	175.8183 LIGERO	1.5540 BAJO	3.7545 LIGERO	14.7069 SUAVE
Unidad de riesgo 4. Suministro de autotanques	22,826.6563 LIGERO	1.5779 BAJO	18.7670 BAJO	69.9990 BAJO
Unidad de riesgo 5. Carburación autoconsumo	43.8372 LIGERO	1.6582 BAJO	2.0324 LIGERO	25.7644 BAJO

Tabla 75. Factores de riesgo reducidos.

En la tabla anterior se identifica a la unidad de riesgo **No. 2. Área de almacenamiento** como la de mayor riesgo de la planta, al obtener un valor de índice de Explosión Aérea con categoría de **ALTO**.

El gas L.P. que es la sustancia que se almacenará en esta área, constituye una sustancia peligrosa con riesgo de explosión. Para existir riesgo por explosión se requiere que se evapore suficiente Gas L.P. para que se forme una mezcla explosiva y una fuente de ignición.

Considerando que la ocurrencia de una explosión del recipiente de almacenamiento es muy improbable, porque para que esto suceda tendría que existir situaciones externas que conlleven al colapso de la resistencia mecánica del tanque, como lo serían un incendio, sabotaje o una descarga atmosférica directa, pero es importante recalcar que se cuenta con el equipo, los dispositivos y las medidas de seguridad como son extintores, rociadores de agua sobre los recipientes, válvulas de seguridad, red contra incendio, red de tierra física, así como procedimientos de seguridad establecidos al respecto, lo que reduce significativamente el riesgo por explosión.

De acuerdo a lo anterior, se considera que en el caso remoto que pueda existir una explosión, esta sería en una tubería de llenado del recipiente, por lo que se realizará una simulación considerando una fuga en un agujero de una pulgada de diámetro.

El valor obtenido en la unidad de riesgo **No. 1. Recepción de gas L.P.**, el índice de explosión aérea, tienen categoría de **MODERADO**, pero considerando que en esta área existe manejo manual de mangueras como son la conexión y desconexión, para llevar el gas líquido a los recipientes y el gas vapor a los semirremolques, se realizará también una simulación de explosión por una fuga en una de las mangueras de recibo de gas líquido por un agujero de media pulgada; en esta área se contará también con equipo contra incendio, dispositivos y procedimientos de seguridad, para el control de algunos de estos eventos.

En la unidad **No. 3. Muelle de llenado de cilindros**, se obtuvieron valores de los índices de Carga de Incendio e índice de Explosión aérea con categorías de **LIGERO**, lo cual indica que es una unidad con poca posibilidad de riesgo, sin embargo considerando que en el muelle se llenan cilindros de gas los cuales son manejados por el personal que labora en la planta, tanto para su llenado como para su traslado para la venta al público, estos cilindros están expuestos a sufrir deterioros que puedan ocasionar su ruptura, lo que podría provocar una fuga de gas del mismo, aunque es importante

señalar que estos cilindros son revisados minuciosamente antes de ser llenados, siempre puede existir una probabilidad de producirse una explosión de uno de ellos, por lo que se realizará la simulación de una explosión de un cilindro de 30 kg.

En la unidad **No. 4. Suministro de autotankers**, los índices de riesgo son de valores **LIGERO** y **BAJO**, por lo que no representa peligro en su operación, por lo cual no se considera necesario hacer alguna simulación de este evento.

En la unidad **No. 5. Carburación autoconsumo**, los índices de riesgo son de valores **LIGERO** y **BAJO**, por lo que no representa peligro en su operación, por lo cual no se considera necesario hacer alguna simulación de este evento.

Jerarquización de Riesgos metodología HAZOP.

Para jerarquizar los eventos mediante la técnica de HAZOP, se detectaron 6 nodos haciendo uso de los DTI's, seccionando puntos de la instalación donde los parámetros de la instalación son susceptibles de cambio.

NODO	EQUIPO	CONDICIONES DE OPERACIÓN/DISEÑO	TAG
1. Recepción de gas L.P. de semirremolques	Compresor 1	Presión: 11 kg/cm ² Flujo: 265 LPM Capacidad nominal: 667 L.P.M. (176 G.P.M.) Desplazamiento: 55 m ³ /h. Radio de compresión: 1.49	Recepción de gas L.P. de semirremolques en toma de recepción de 51 mm (2") de ø para gas líquido y toma de 51mm (2") de ø para gas vapor y tubería de 76mm (3") de ø al recipiente de almacenamiento.
2. Recipiente de almacenamiento I	Recipiente I	Diámetro exterior: 2,100 mm. Longitud total: 15,870 mm. Presión de trabajo 14.00 kg/cm ² Material lámina cabezas: A-455-A Espesor lámina de cabezas: 8.8 mm Material lámina cuerpo: A-202-B Espesor lámina cuerpo: 19.3 mm.	Recipiente cilíndrico horizontal de acero especial para contener gas L.P. de 52,550 litros al 100% de agua
3. Recipiente de almacenamiento II	Recipiente II	Diámetro exterior: 2,130 mm. Longitud total: 14,210 mm. Presión de trabajo: 17.57 kg/cm ² Material lámina cabezas: A-212 Gr-B Espesor lámina de cabezas: 8.8 mm. Material lámina cuerpo: A-212 Gr-B Espesor lámina cuerpo: 19.3 mm.	Recipiente cilíndrico horizontal de acero especial para contener gas L.P. de 46,939 litros al 100% de agua
4. Muelle de llenado	Bomba 1	Presión: 9 kg/cm ² Flujo: 190 LPM Operación básica: Llenado de cilindros. Marca: Blackmer Modelo: LGLD3E Capacidad nominal: 409 L.P.M. (108 G.P.M.) R.P.M.: 640 Presión diferencial de trabajo: 5 kg/cm ² Tubería de succión 76 mm. (3") Tubería de descarga 76 mm. (3")	Envío de gas L.P. de los recipientes de almacenamiento al múltiple de llenado de cilindros, a través de tubería de acero cédula 80, sin costura de 3" de Ø y cuatro llenadoras masico

NODO	EQUIPO	CONDICIONES DE OPERACIÓN/DISEÑO	TAG
5. Suministro de Gas L.P.	Bomba 2	Presión: 9 kg/cm ² Flujo: 190 LPM Operación básica: Suministro para autotanks. Marca: Blackmer Modelo: LGLD3E Capacidad nominal: 409 L.P.M. (108 G.P.M.) R.P.M. 640 Presión diferencial de trabajo 5 kg/cm ² Tubería de succión 76 mm. (3") Tubería de descarga 76 y 51 mm (3" y 2")	Envío de gas L.P. de los recipientes de almacenamiento a la toma de suministro, a través de tubería de acero cédula 80, sin costura de 3" y 2" de Ø Las tomas de líquido y vapor contarán con separador mecánico y manguera especiales para Gas L. P. de 32 y 51 mm (1 1/4" y 2").
6. Carburación autoconsumo	Bomba 3	Presión: 9 kg/cm ² Flujo: 190 LPM Operación básica: Llenado de tanques de camiones para reparto (autoconsumo) Maca: Blackmer Modelo: LGLD2E Capacidad nominal: 190 L.P.M. (50 G.P.M.) R.P.M: 1750 Presión diferencial de trabajo: 5 kg/cm ² Tubería de succión: 51 mm (3") Tubería de descarga: 51 y 76 mm (2" y 3")	Envío de gas L.P. de los recipientes de almacenamiento a la toma de carburación para autoconsumo, a través de tubería de acero cédula 80, sin costura de 3" y 2" de Ø. Las tomas de líquido y vapor contarán con separador mecánico y manguera especiales para Gas L. P. de 32 y 51 mm (1 1/4" y 2")

Tabla 76. Nodos para análisis de eventos mediante la técnica de HAZOP.

Resumen de la aplicación del HAZOP

NODO	DESVIACIONES	CAUSAS	CONSECUENCIAS	SALVAGUARDAS	RECOMENDACIONES
1. Recepción de gas L.P. de semirremolques	6	6	31	31	31
2. Recipiente de almacenamiento I	5	5	11	11	11
3. Recipiente de almacenamiento II	4	5	11	11	11
4. Muelle de llenado	7	7	28	28	28
5. Suministro de Gas L.P.	6	6	32	32	32
6. Carburación autoconsumo	6	6	32	32	32

Tabla 77. Resumen de la aplicación del HAZOP.

Valores de riesgo.

SEVERIDAD			
	Severidad	Criterio 1	Criterio 2
	Insignificante	No es suficientemente serio para causar heridas o enfermedad ocupacional	Mínimo daño a la propiedad o al sistema, puede resultar en mantenimientos o reparaciones fuera de lo programado
	Marginal	Puede causar heridas menores, enfermedad ocupacional menor	Daño menor a la propiedad o al sistema
	Crítico	Puede causar heridas severas, enfermedad ocupacional severa	Daño mayor a la propiedad o al sistema
	Catastrófico	Puede causar muertes	Pérdida del sistema o proceso

Tabla 78. Niveles de severidad.

FRECUENCIA			
	Frecuencia	Criterio 1	Criterio 2
	Prácticamente imposible	Improbable que ocurra, pero posible	Tan improbable que se asume imposible
	Remoto	Improbable, pero es razonable esperar que ocurra	Improbable pero es posible que ocurra en la vida del equipo o proceso
	Ocasional	Ocurrirá varias veces	Probable que ocurra alguna vez en la vida del equipo o proceso
	Probable	Ocurrirá frecuentemente	Ocurrirá varias veces en la vida del equipo o proceso
	Frecuente	Se experimenta continuamente	Probable que ocurra frecuentemente

Tabla 79. Niveles de frecuencia.

NIVELES DE RIESGO		
	ETIQUETA	DESCRIPCIÓN
	A	Aceptable sin revisión
	B	Aceptable con revisión
	C	Indeseable
	D	Inaceptable

Tabla 80. Niveles de riesgo.

Matriz

	1	2	3	4
5	B	C	D	D
4	B	C	D	D
3	A	B	C	D
2	A	B	B	C
1	A	B	B	B

Tabla 81. Matriz de riesgos.

Como resultado podemos apreciar que los eventos máximos probables de riesgos se establecen en la categoría B.

De dicho análisis se desprende que los eventos máximos probables son de fuga de gas L.P. en las tomas de recepción, suministro, carburación y muelle de llenado, que es la zona donde se realizarán la conexión y desconexión de mangueras flexibles por parte de los empleados de la Planta y los eventos más catastróficos son los relacionados con los recipientes de almacenamiento, sin embargo, la probabilidad de ocurrencia es muy baja.

En el anexo No. 8 se presenta el análisis de riesgo por el método Hazard and operability (HAZOP).

VI.3 Determinar los radios potenciales de afectación, a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación, del o los eventos máximos probables de riesgo identificados en el punto VI.2, e incluir la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, debiendo justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en dichas determinaciones.

En el punto VI.2. anterior se identificaron los riesgos por cada área del proceso, almacenamiento y trasiego de gas L.P. obteniéndose las siguientes:

- Área de recepción de gas L.P.
- Área de recipientes de almacenamiento.
- Muelle de llenado de cilindros.
- Área de suministro de autotanques.
- Área de carburación para autoconsumo.

Criterios de determinación de los eventos máximos probables.

Del resultado de la aplicación del **INDICE DE MOND** se obtuvieron una serie de resultados que se clasifican desde suave hasta muy extremo. En las tablas 74 y 75 (páginas 132 y 133) del punto VI.2. se identifica a la unidad de riesgo **No. 2. Área de almacenamiento** como la de mayor riesgo de la planta, al obtener un valor de índice de Explosión Aérea con categoría de **ALTO**.

El gas L.P. que es la sustancia que se almacenará en esta área, constituye una sustancia peligrosa con riesgo de explosión. Para existir riesgo por explosión se requiere que se evapore suficiente gas L.P. para que se forme una mezcla explosiva y una fuente de ignición.

ESCENARIO DE RIESGO 1

Considerando que la ocurrencia de una explosión del recipiente de almacenamiento es **muy improbable**, porque para que esto suceda tendría que existir situaciones externas que conlleven al colapso de la resistencia mecánica del recipiente, como lo serían un incendio, sabotaje o una descarga atmosférica directa, pero es importante recalcar que se contará con el equipo, los dispositivos y las medidas de seguridad como extintores, rociadores de agua sobre los recipientes, válvulas de seguridad, válvulas de alivio de presión, red contra incendio, red de tierra física, así como procedimientos de seguridad establecidos al respecto, lo que reduce significativamente el riesgo por explosión.

De acuerdo a lo anterior, en el **ESCENARIO DE RIESGO 1**, se considera que en el caso remoto que pueda existir una explosión, esta sería en una tubería de llenado del tanque, por lo que se realiza una simulación considerando una fuga en un agujero que abarque una superficie aproximada de una pulgada de diámetro, aunque en caso de una ruptura por accidente, la fractura de la tubería sería irregular.

Para efectos de la simulación, el tiempo o duración de la fuga se estimó en **3 minutos** tomando en consideración que en el momento de recepción de gas L.P. (llenado del recipiente) se ubicará personal que supervisará el proceso, que el mismo se encuentra capacitado para que el tiempo de reacción entre el evento y los procedimientos de acción como pueden ser accionar el paro de emergencia, apagar las bombas y cerrar válvulas, con el objeto de parar la fuga. El área donde se ubica los recipientes de almacenamiento corresponde a 23.00 m por 10.70 m, por lo que la distancia a recorrer por el personal hasta las válvulas de emergencia y contener la fuga es mucho menor que la mencionada.

El diseño de las tuberías y el ámbito físico son uno de los aspectos claves para la prevención de fugas. El diseño se realizó tomando en cuenta que los puntos de conexión sean los mínimos posibles. Por otra parte, se consideró la necesidad de dividir las líneas de tuberías en tramos de forma que se faciliten los trabajos diversos a realizar sobre aquellas. Se aplicaron criterios de racionalización en el entramado de tuberías y en la localización de los diferentes elementos de control y de seguridad con la finalidad de facilitar su acceso y que la distancia de recorrido del personal para su accionamiento sea el mínimo.

Las tuberías que conducirán gas L.P. contarán con un programa de mantenimiento estricto como es la pintura para evitar su corrosión y su inspección diaria. Igualmente, las válvulas de emergencia, las válvulas de exceso de flujo, válvulas de alivio de presión, etc., contarán con un programa estricto de mantenimiento.

ESCENARIO DE RIESGO 2

El valor obtenido en la unidad de riesgo **No. 1. Recepción de gas L.P.**, el índice de explosión aérea, tienen categoría de **MODERADO**, pero considerando que en esta área existe manejo manual de mangueras como son la conexión y desconexión, para llevar el gas líquido a los recipientes y el gas vapor a los semirremolques, se realiza también una simulación de explosión por una fuga en una de las mangueras de recibo de gas líquido por un agujero de media pulgada; en esta área se contará también con equipo contra incendio, dispositivos y procedimientos de seguridad, para el control de algunos de estos eventos.

Para efectos de la simulación en el **ESCENARIO DE RIESGO 2**, el tiempo o duración de la fuga se estimó en **1 minuto** tomando en consideración que durante el proceso de recepción (descarga) de gas L.P. se contará con personal encargado del proceso, que verificará las condiciones de seguridad. En el área de recepción se contará con paro de emergencia y botón de paro/arranque del compresor, por lo que en caso de detectar una fuga la distancia a recorrer para accionar el paro es de 2 metros.

Para descargar los semirremolques se tendrá un juego de tomas, consistente en válvula de cierre de control remoto accionada por aire, una válvula automática de exceso de flujo de 51 mm (2") de diámetro, válvula de globo, válvula automática de no retroceso (Pull Away) y manguera especial para gas L.P. de 51 mm (2") de diámetro para conducir gas-líquido en su trayectoria pasando por un indicador de flujo de líquido y tuberías de 76 mm (3"); además este juego estará integrado por una boca terminal de 32 mm (1 ¼") de diámetro para conducir gas vapor.

Las válvulas de exceso de flujo actúan automáticamente limitando el caudal de trabajo para evitar que sobrepase un máximo prefijado. Tales válvulas actúan con funciones de seguridad para controlar un flujo máximo excesivo y contraproducente. En tal sentido contribuyen a limitar una fuga.

Todas las tuberías que conducirán gas líquido contarán con válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (1/2") de diámetro.

ESCENARIO DE RIESGO 3

En la unidad **No. 3. Muelle de llenado de cilindros**, se obtuvieron valores de los índices de Carga de Incendio e índice de Explosión aérea con categorías de **LIGERO**, lo cual indica que es una unidad con poca posibilidad de riesgo, sin embargo considerando que en el muelle se llenan cilindros de gas los cuales son manejados por el personal que labora en la planta, tanto para su llenado como para su traslado para la venta al público, estos cilindros están expuestos a sufrir deterioros que puedan ocasionar su ruptura, lo que podría provocar una fuga de gas del mismo, aunque es importante señalar que estos cilindros serán revisados minuciosamente antes de ser llenados, siempre puede existir una probabilidad de producirse una explosión de uno de ellos, por lo que se realiza la simulación de una explosión de un cilindro de 30 kg.

ESCENARIOS DE RIESGO 4, 5 Y 6

Como consecuencia de las fugas de gas L.P. de los escenarios 1, 2 y 3, se consideró realizar la simulación de radiación térmica causada por el incendio de dichas fugas, produciéndose los escenarios de riesgo 4, 5 y 6.

MODELO MATEMÁTICO PARA SIMULACIÓN POR SOBREPRESIÓN (0.5 PSI Y 1.0 PSI)

Para determinar los radios potenciales de afectación derivados de las explosiones consideradas en el inciso anterior, se utiliza el Modelo de Evaluación de Daños provocados por nubes explosivas, mediante el programa SCRI Fuego, de Dinámica Heurística, S. A de C.V. y cuyos fundamentos se describen a continuación:

El modelo de evaluación de daños provocados por la explosión de una nube de gas o vapor inflamable involucra el cálculo para determinar un potencial explosivo aproximado de sustancias empleadas en la industria. Dentro de las sustancias que se contemplan en el modelo como factibles de formar nubes explosivas se tienen:

- A)** Gases contenidos a una presión de 500 psi o más.
- B)** Gases mantenidos en estado líquido por efecto de alta presión o baja temperatura.
- C)** Líquidos combustibles o inflamables mantenidos a una temperatura superior a la de su punto de ebullición y que se encuentran en estado líquido por efecto de presión (se excluyen las sustancias cuya viscosidad sea mayor a 1×10^6 centipoises o que posean puntos de fusión mayores a 100°C).

Existen una serie de suposiciones inherentes al modelo que le permiten efectuar las estimaciones y predicciones de daños provocados por la explosión de la nube, destacando las siguientes:

- La fuga de material (almacenado o en proceso) es instantánea, excluyéndose escapes paulatinos de gas a menos que se trate de fugas en tuberías de gran capacidad.
- El material fugado se vaporiza en forma instantánea formándose inmediatamente la nube; la vaporización y formación de la nube se efectúa de acuerdo con las propiedades termodinámicas del gas o líquido antes de producirse la fuga.
- Se asume una nube de forma cilíndrica cuya altura corresponde a su eje vertical. Se supone que la nube cilíndrica no es distorsionada por el viento ni por estructuras o edificios cercanos.
- La composición de la nube es uniforme y su concentración corresponde a la media aritmética de los límites superior e inferior de explosividad del material.
- El calor de combustión del material se transforma a un equivalente en peso de trinitrotolueno (TNT) (calor de combustión del TNT = 1830 Btu/lb).
- La temperatura del aire ambiente se considera constante e igual a 21.1°C (70°F).
- Se considera que una nube originada en el interior de un edificio, formará una nube de las mismas dimensiones que una originada en el exterior del mismo.

Para determinar la magnitud de la fuga de material explosivo en una planta, se pueden considerar dos criterios o tipos de daños probables: a) El Daño Máximo Probable (**DMP**) y b) El Daño Máximo Catastrófico (**DMC**).

La magnitud de la fuga bajo un escenario de **DMP** se estima considerando:

- a) El tamaño de la fuga estará determinado por el contenido del mayor recipiente de proceso o conjunto de recipientes del proceso conectados entre sí, sin estar aislados uno del otro por válvulas automáticas o a control remoto. Si existen estas válvulas se considerará el contenido del mayor recipiente.
- b) No se considerará como limitante de la formación de una nube, la existencia de fuentes de ignición en las cercanías de una posible fuga.

Bajo un escenario de **DMC**, la magnitud de la fuga se estima considerando:

- a) El tamaño de la fuga estará determinado por el contenido del mayor recipiente del proceso o conjunto de recipientes del proceso conectados entre sí. No se tendrá en cuenta la existencia de válvulas automáticas.

- b) Se considerará la destrucción o daños graves del tanque de almacenamiento mayor, como formadores de nubes explosivas catastróficas.
- c) Se considerarán las fugas en tuberías de gran capacidad que sean alimentadas desde instalaciones remotas, exteriores o interiores, asumiendo que la tubería será dañada seriamente y que la duración de la fuga es de media hora.
- d) No se considerará como limitante de la formación de una nube, la existencia de fuentes cercanas de ignición.
- e) Se incluirán los gases y líquidos empleados como combustibles.

Una vez que se produce la explosión, se generan una serie de ondas expansivas circulares, de tal forma que las ondas de mayor presión están situadas formando una circunferencia cercana al centro de la nube y las de menor presión se sitúan en circunferencias de diámetro mayores. El objetivo del modelo es entonces determinar la magnitud de los diámetros asociados a la sobrepresión de las ondas y los daños producidos en instalaciones.

MODELO MATEMATICO

La metodología de funcionamiento del modelo involucra varios pasos que son:

- Cálculo del peso de material en el sistema.
- Cálculo del peso de material en la nube.
- Cálculo del diámetro de la nube formada.
- Cálculo de la energía desprendida por la explosión.
- Determinación del diámetro de las ondas expansivas.
- Determinación de los daños ocasionados.

A) Cálculo del Peso de Material en el Sistema (Wg ó WI)

Si el material en el proceso **se encuentra en estado líquido**, el peso de material se calcula con su volumen y densidad:

$$WI = 8.34 Ro VI$$

Donde:

WI = Peso del líquido en el proceso (lb)

Ro = Densidad del líquido en el proceso (g/ml) a temperatura del proceso (Tp)

VI = Volumen del líquido en el proceso (gal)

El valor constante 8.34 es el factor de conversión (lb/g) x (ml/gal).

B) Cálculo del Peso de Material en la Nube (W)

El peso de material en la nube se estima de acuerdo a las características del material en el proceso:

A) Para líquidos con un punto de ebullición inferior o igual a la temperatura ambiente (considerada de 21.1°C) se asume que se produce una vaporización total del 100% del material en el proceso, de donde:

$$W = WI$$

d) Si el líquido posee un punto de ebullición superior a 21.1°C, la cantidad vaporizada se calcula con:

$$W = WI \overline{Cp} (Tp - Teb) / \Delta Hv$$

Donde:

Tp = Temperatura del líquido en el proceso (°C)

Teb = Temperatura de ebullición del líquido (°C)

$\overline{C_p}$ = Media geométrica de los calores específicos del líquido (cal/g°C) a diferentes temperaturas entre T_{eb} y T_p

ΔH_v = Calor de vaporización del líquido (cal/g) a la temperatura de ebullición T_{eb}

El valor del cociente $C_p (T_p - T_{eb}) / \Delta H_v$ representa la fracción del líquido que se vaporiza

C) Cálculo del Diámetro de la Nube Formada (D)

La metodología empleada se aplica únicamente para nubes de gases o vapores que sean más pesados que el aire.

Como se mencionó anteriormente se asume que la nube es de forma cilíndrica, cuyo diámetro se calcula con la siguiente expresión:

$$D = 22.181 (W/hMF)^{1/2}$$

Donde:

D = Diámetro de la nube formada (ft)

h = Altura de la nube formada (ft)

M = Peso molecular del material

En esta ecuación se considera que la mezcla aire-gas (vapor) se encuentra a 21.1°C y 1 atmósfera de presión.

El parámetro F corresponde a la fracción de la nube representada por gas o vapor, si la nube en su totalidad se encuentra a una concentración explosiva media. F se determina con:

$$F = (LIE + LSE) / (2(100))$$

Donde:

LIE = Límite inferior de explosividad del material (%)

LSE = Límite superior de explosividad del material (%)

Generalmente las nubes explosivas alcanzan alturas de hasta 10 ft y se recomienda utilizar este valor para h. Si el gas es ligero hay que tener precaución al emplear alturas superiores a 10 ft ya que el diámetro de la nube se ve disminuido y por consiguiente se puede subestimar el potencial destructivo de la nube.

D) Cálculo de la Energía desprendida por la Explosión (Ed)

Se asume que la energía desprendida por la explosión de la nube se expresa por su equivalente en toneladas de TNT.

La ecuación representativa es:

$$E_d = W \Delta H_c E / 4.03 \times 10^6$$

Donde:

E_d = Energía generada expresada en peso de TNT, que produce una fuerza equivalente a la explosividad de la nube (Ton TNT)

ΔH_c = Calor de combustión del material (Btu/lb)

4.03×10^6 = Calor de combustión del TNT (Btu/ton)

E = Factor de explosividad

El factor E es adimensional y determina la fracción del calor de combustión que se sirve para producir las ondas de sobrepresión. Para muchos materiales el valor de E se encuentra dentro del rango 0.01 a 0.1. Para las nubes explosivas aquí consideradas se emplean los valores:

E = 0.02 cuando el escenario se considera de **DMP**

E = 0.10 cuando el escenario se considera de **DMC**

Los criterios de DMP y DMC en este caso se relacionan únicamente con la eficiencia de la explosión, siendo independientes de los criterios mencionados anteriormente los cuales están relacionados con la estimación de la magnitud de la fuga de material.

E) Determinación del Diámetro de las Ondas Expansivas (Doe)

Las ondas expansivas (o de sobrepresión) consideradas se expresan en unidades de presión y van desde 0.5 psi hasta 30 psi. Como se mencionó, las de mayor presión se encuentran en circunferencias cercanas al centro de la nube explosiva, mientras que las de presiones más pequeñas se situarán en circunferencias alejadas.

La determinación de los diámetros de los círculos de sobrepresión se efectúa a través de funciones del tipo:

$$Doe = Z (Ed)^{1/3}$$

Donde:

Doe = Diámetro de la onda expansiva (ft)

Ed = Energía desprendida por la explosión (ton TNT)

Z = Distancia escalada para la sobrepresión considerada (ft/ton^{1/3})

A continuación, se presentan valores de Z obtenidos de las simulaciones efectuadas con varios rangos de sobrepresión que se muestran en las páginas 148, 153 y 157. En el modelo se emplean los siguientes:

Escenario 1 Explosión de una nube de gas ocasionada por una fuga por un agujero de una pulgada de diámetro en la tubería del recipiente de almacenamiento		Escenario 2 Explosión de una nube de gas formada por la fuga por un agujero de media pulgada de diámetro en una de las mangueras de recepción de gas		Escenario 3 Explosión de un cilindro de 30 kg en el muelle de llenado.	
Sobrepresión (psi)	Z (ft/ton ^{1/3})	Sobrepresión (psi)	Z (ft/ton ^{1/3})	Sobrepresión (psi)	Z (ft/ton ^{1/3})
0.5	168.57	0.5	69.41	0.5	63.49
1.0	99.17	1.0	40.83	1.0	37.35
2.0	57.86	2.0	23.82	2.0	21.79
3.0	43.44	3.0	17.89	3.0	16.36
5.0	31.34	5.0	12.91	5.0	11.81
7.0	25.79	7.0	10.62	7.0	9.71
10.0	21.29	10.0	8.77	10.0	8.02
20.0	15.17	20.0	6.25	20.0	5.71
30.0	12.62	30.0	5.20	30.0	4.75

Tabla 82. Distancias de interés obtenidos en las simulaciones por explosión de una nube de gas L.P.

F) Determinación de los Daños Ocasionados

A fin de determinar los daños ocasionados por la nube explosiva se emplea la información de la tabla anterior, la cual muestra los efectos de diversos valores de sobrepresión sobre instalaciones y equipos en refinerías y plantas químicas y así se pueden determinar los daños ocasionados por la nube explosiva. A estos daños se deben adicionar posibles incendios y explosiones subsecuentes.

Para propósitos de espaciamento en plantas, se recomienda que:

- ❖ Una nube explosiva generada en un área no debe cubrir ninguna parte de los edificios o procesos importantes de un área vecina.

- ❖ Todos los edificios y equipos importantes de un área deben situarse fuera del círculo correspondiente a una sobrepresión de 0.3 psi que sea generada por la explosión de una nube en un área vecina.
- ❖ Los edificios y equipos importantes que puedan ser alcanzados por ondas con valores entre 1 y 3 psi de sobrepresión, deben ser diseñados para resistir una sobrepresión de 2 psi, asumiendo un escenario de DMP ($F = 0.02$).
- ❖ Sólo las áreas alcanzadas por ondas de sobrepresión de 1 psi o menores pueden ser consideradas como separadas de la zona de riesgo.

1. - Daño máximo probable (DMP).
2. - Daño máximo catastrófico (DMC).

Se considera la aplicación de este modelo para la probabilidad de explosión de:

1. Una nube de gas ocasionada por una fuga en un orificio de una pulgada de diámetro en la tubería del tanque de almacenamiento.
2. Una nube de gas formada por una fuga en un agujero de media pulgada de diámetro en la manguera de gas líquido para recepción de gas.
3. Una explosión de un cilindro de 30 kg en el muelle de llenado.

ESCENARIO 1**SIMULACIÓN DE LA EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE GAS OCASINADA POR UNA FUGA EN UN ORIFICIO DE UNA PULGADA DE DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.**

El criterio que se utilizó para determinar el diámetro del orificio de la fuga fue que las tuberías por donde pasa el gas L.P. son de 2 y 3 pulgadas de diámetro. No se considera la ruptura total de la tubería, ya que es muy improbable que esto suceda. Para que sucediera este evento (ruptura total) tendría que existir situaciones externas que conlleven al colapso de la resistencia mecánica de la tubería, como serían un acto de sabotaje, choque de un semirremolque o autotank contra las tuberías. El área donde se ubicarán los recipientes de almacenamiento y las tuberías se ubicarán sobre una base de concreto y estará protegido por muretes de concreto armado de 0.20x0.20x0.60 m ubicados a una distancia no mayor de 1 m. El acceso a la planta estará restringido por medio de portones metálicos y caseta de vigilancia, se prohibirá el acceso a personas no autorizadas a la zona operativa de la planta y se restringirá el acceso a personas en estado inconveniente.

Para el cálculo del volumen fugado por el orificio se procede de la siguiente manera:

Para poder aplicar el modelo de simulación es necesario conocer el volumen total de gas fugado a través de la tubería rota. Para calcular este volumen se procede de la siguiente manera:

CALCULO DEL CAUDAL DE ESCAPE Q

El caudal de escape se obtiene mediante la ecuación de Fauske – Cude:

$$Q = C \times A \times \left(2 \times d_m \times (P_1 - P_c) \right)^{\frac{1}{2}} \left[= \right] \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Siendo:

Q = caudal de escape, kg / s

C = coeficiente de descarga, para orificios C = 0.8

A = área del escape, m², para orificios A = (πD²)/4

D = diámetro del orificio, m

P₁ = presión inicial en el recinto, pascales

P_c = presión de la sección de descarga, pascales

d_m = densidad media de la mezcla líquido – vapor, kg / m³

Se supondrá que P_c = 0.55 (P₁). Esta relación entre presiones ha sido demostrada empíricamente para el sistema agua – vapor. El método propuesto supone que tal relación es también aplicable a otros fluidos cuando el punto de escape está a una distancia del tanque mayor de 12 veces el diámetro de la tubería.

La densidad media de la mezcla líquido – vapor se calcula mediante la relación siguiente:

$$d_m = \frac{1}{\frac{F_{vap}}{d_v} + \frac{1 - F_{vap}}{d}} \left[= \right] \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Siendo:

$$d_v = \text{densidad del vapor, kg / m}^3; d_v = \frac{P_M \times P_c}{R \times T_c} \left[= \right] \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

d = densidad del líquido, kg / m³

PM = peso molecular del líquido, kg / kmol

Fvap = fracción de líquido vaporizado a la presión Pc, adimensional

La fracción de líquido vaporizado a la presión Pc se calcula mediante la relación siguiente:

$$F_{vap} = \frac{C_p \times (T_1 - T_c)}{H_{vap}}$$

Siendo:

Cp = calor específico del líquido, J / kg ° K

Hvap = calor latente de vaporización del líquido, J / kg

T1 = temperatura inicial del líquido, ° K

Tc = temperatura de ebullición del líquido a la presión Pc, ° K

Aplicaciones

El método permite calcular el caudal de escape de un fluido, en condiciones de flujo en dos fases.

Las aplicaciones típicas se encuentran en el caso de escapes de líquidos saturados almacenados a presión (gases licuados presurizados) con temperatura superior al punto de ebullición.

Limitaciones

El método no resulta aplicable cuando Fvap > 1.

Definición del problema

Calcular el caudal de escape de gas L. P. en una tubería, la fuga se encuentra a 5 metros del tanque de almacenamiento. Se supondrá una ruptura parcial de la tubería, por lo tanto, el coeficiente de descarga tendrá un valor de 0.8.

Datos del problema:

C = coeficiente de descarga = 0.8

d = densidad del gas L.P., kg / m³ = 540 kg / m³

P1 = presión inicial en el recinto, pascales = 1085700.00 Pa (11 kg / cm²)

Pc = presión de la sección de descarga, pascales = 0.55 (P1) = 54285.00 Pa

D = diámetro del orificio, m = 0.0254 m (1 pulg.)

A = área del escape, m² = (πD²)/4 = 5.06 x 10⁻⁴ m²

T1 = temperatura inicial del gas L. P., ° K = 303 ° K (30° C)

Tc = temperatura de ebullición del gas L.P., ° K = 258 ° K (-15 ° C)

PM = peso molecular del gas L. P., kg / kmol = 55.314 kg / kmol

Cp = calor específico del gas L. P., J / kg ° K = 2342.1 J / kg ° K

Hvap = calor latente de vaporización del gas L. P., J / kg = 401437.4 J / kg (96 cal / g)

R = constante de los gases, = 8314 J / kg ° K

Cálculo:

dm = densidad media de la mezcla líquido – gas, kg / m³

Fvap = fracción de líquido vaporizado a la presión Pc, adimensional

dv = densidad del vapor, kg / m³

Fórmulas:

$$Fvap = \frac{Cp \times (T1 - Tc)}{Hvap} = 0.2333$$

$$dv = \frac{PM \times Pc}{R \times Tc} = 15.3984 \frac{kg}{m^3}$$

$$dm = \frac{1}{\frac{Fvap}{dv} + \frac{1 - Fvap}{d}} = 60.5957 \frac{kg}{m^3}$$

$$Q = C \times A \times (2 \times d_m \times (P1 - Pc))^{\frac{1}{2}} = 3.1192 \frac{kg}{s}$$

El peso del material en la nube que se escapa considerando un tiempo de respuesta de 3 minutos (tiempo estimado para eliminar la fuga) es:

$$3.1192 \times 60 \times 3 = 561.46 \text{ kg}$$

La zona de alto riesgo se determina por los efectos causados a una sobrepresión de 1 lb/in² y la zona de amortiguamiento a una sobrepresión de 0.5 lb/in². En ambos casos se considera el 10% de la energía liberada por la explosión **DMC**.

Los radios potenciales de afectación determinados a través de la aplicación del Modelo Matemático de simulación, del evento máximo probable identificado en el punto VI.2. Son los siguientes:

Evento	Zona de alto riesgo (1.0 lb/in ²)	Zona de amortiguamiento (0.5 lb/in ²)
Explosión de una nube de gas ocasionada por una fuga en un agujero de una pulgada de diámetro en la tubería del recipiente de almacenamiento	99.17	168.57 m

Tabla 83. Radios de afectación por la explosión de una nube de gas ocasionada por la fuga en un orificio de 1 pulgada de diámetro.

En las páginas siguientes se incluyen las memorias de cálculo y gráficas para la determinación de gastos y volúmenes de fugas utilizados en la simulación.

En la figura 53 de la página 172 se presenta una gráfica donde se observan las zonas de alto riesgo y la zona de amortiguamiento. De acuerdo a la gráfica la afectación ocasionada por la zona de alto riesgo sería a las instalaciones del proyecto, terreno sin uso propiedad de la empresa colindantes al norte, sur y oeste y un tramo de la carretera colindante al este. Dentro de las zonas de afectación no se encuentran zonas vulnerables tales como escuelas, centros comerciales, templos, iglesias, unidades habitacionales de alta densidad, etc.

**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TÍTULO DE LA MODELACIÓN					
Explosión de una nube de gas ocasionada por una fuga por un agujero de una pulgada de diámetro en la tubería del tanque de almacenamiento					
DESCRIPCIÓN					
Explosión de una nube de gas ocasionada por una fuga por un agujero de una pulgada de diámetro en la tubería del tanque de almacenamiento y un tiempo de respuesta de 3 minutos					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	GAS LICUADO DE PETRÓLEO (LPG (Liquefied Petroleum Gas))			Sinónimos	
No. CAS	68476-85-7			GAS LP	
Nombre CAS					
Nombre IUPAC				L.P.G.	
Familia	()				
Subfamilia	()				
Fórmula					
Estructura					
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube				561.46 kg	
Factor de Eficiencia Explosiva				0.03	
Límite Inferior de Explosividad				1.9 %	
Límite Superior de Explosividad				9.5 %	
Calor de Combustión				46026.00 kJ/kg	
Calor de Combustión del TNT (RMP)				4680.00 kJ/kg	
Masa Equivalente en TNT				165.65 kg	
Distancia mínima de cálculo				0.37	
Distancia máxima de cálculo				219.68	
Distancia total del cálculo				219.31	
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.00	1649.41	239.23	0.39	226.20	1.26
10.00	352.15	51.08	1.42	147.12	2.04
20.00	77.87	11.29	4.95	78.28	3.25
30.00	37.10	5.38	9.43	54.73	3.91
50.00	16.88	2.45	19.18	33.95	4.64
70.00	10.71	1.55	29.24	24.53	5.18
100.00	6.82	0.99	44.72	17.38	5.78
150.00	4.05	0.59	71.11	11.68	6.45
200.00	2.70	0.39	97.35	8.72	6.95
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
206.84	30.00	12.62	2.19	117.96	2.15
137.89	20.00	15.17	3.06	99.79	2.60
68.95	10.00	21.29	5.49	74.14	3.37
48.26	7.00	25.79	7.48	62.66	3.69
34.47	5.00	31.34	10.06	52.60	3.98
20.68	3.00	43.44	15.93	38.82	4.44
13.79	2.00	57.86	23.11	29.49	4.87
6.89	1.00	99.17	44.28	17.52	5.76
3.45	0.50	168.57	80.91	10.38	6.65

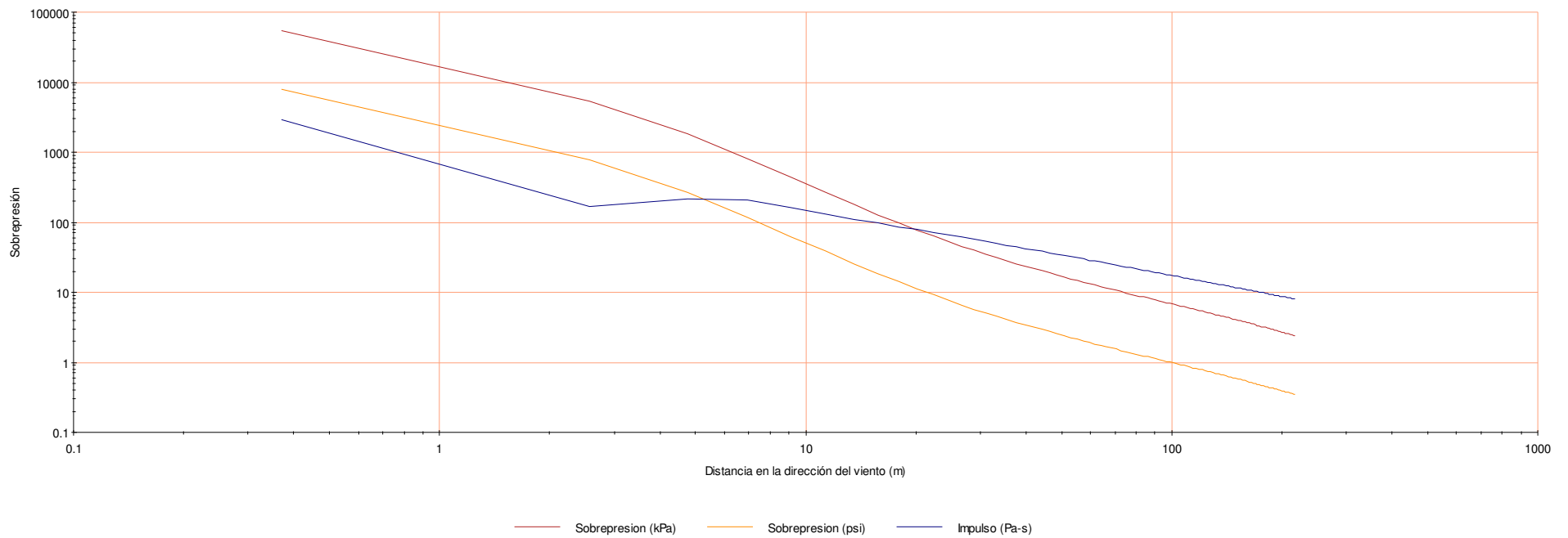
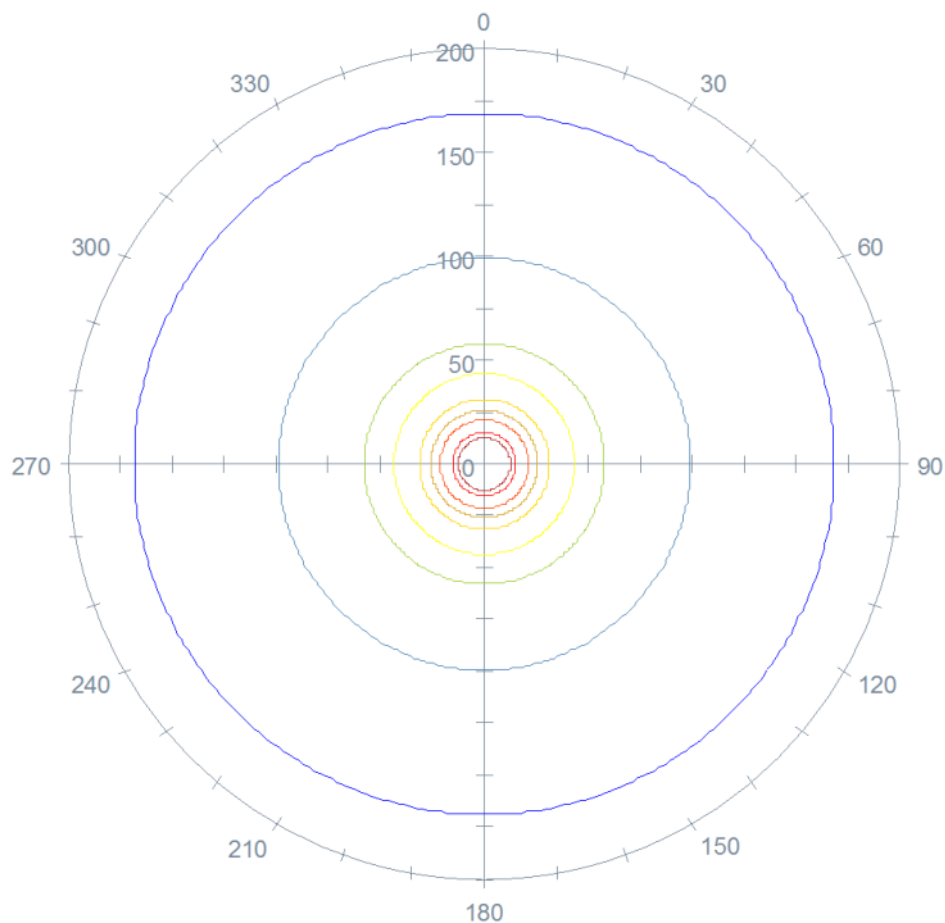


Figura 41. Relación de la sobrepresión contra la distancia por la simulación de explosión de una nube de gas L.P. ocasionado por la fuga en un orificio de una pulgada de la tubería del recipiente de almacenamiento.

(F.E.E. = 0.03)



Energía equivalente a 165.65 kg de TNT

—	206.84 kPa (30.00 psig) a 12.62 m
—	137.89 kPa (20.00 psig) a 15.17 m
—	68.95 kPa (10.00 psig) a 21.29 m
—	48.26 kPa (7.00 psig) a 25.79 m
—	34.47 kPa (5.00 psig) a 31.34 m
—	20.68 kPa (3.00 psig) a 43.44 m
—	13.79 kPa (2.00 psig) a 57.86 m
—	6.89 kPa (1.00 psig) a 99.17 m
—	3.45 kPa (.50 psig) a 168.57 m

Figura 42. Radios de sobrepresión de la explosión de una nube de gas ocasionada por una fuga por un agujero de una pulgada de diámetro en la tubería del recipiente de almacenamiento.

ESCENARIO 2

SIMULACIÓN DE LA EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE GAS OCASIONADA POR UNA FUGA EN UN ORIFICIO DE MEDIA PULGADA DE DIAMETRO DE LA MANGUERA DE RECEPCIÓN DE GAS LÍQUIDO.

El criterio que se utilizó para determinar el diámetro del orificio de la fuga que es de 1/2" fue tomando en consideración que la manguera de recepción de gas L.P. tiene un diámetro de 2"; no se considera la ruptura total de la manguera, ya que es muy improbable que esto suceda. Para que sucediera este evento (ruptura total) tendría que existir situaciones externas que conlleven al colapso de la resistencia de la manguera, como sería un acto de sabotaje o desprendimiento de la manguera por poner en movimiento el semirremolque. En este sentido en la zona de descarga se cuenta con calzas de hule que se colocan en las llantas del semirremolque para evitar su movimiento y en el caso que se pudiera en movimiento el vehículo sin haber terminado el proceso de descarga, la manguera cuenta con válvula de seguridad Pull-away. Esta válvula está diseñada para retener el escape de gas L.P. tanto de la línea de arriba como la línea de abajo, en caso de un jalón o desprendimiento. Un jalón con la tensión excesiva hace que la válvula se separe automáticamente cerrando los dos checks de contrapresión internos.

El acceso a la planta estará restringido por medio de portones metálicos y caseta de vigilancia, se prohibirá el acceso a personas no autorizadas a la zona operativa de la planta o a personas en estado inconveniente.

CALCULO DEL CAUDAL DE ESCAPE Q

Datos del problema:

C = coeficiente de descarga = 0.8

d = densidad del gas L.P., kg / m³ = 540 kg / m³

P1 = presión inicial en el recinto, pascales = 987000.00 Pa (11 kg / cm²)

Pc = presión de la sección de descarga, pascales = 0.55 (P1) = 542850.00 Pa

D = diámetro del orificio, m = 0.0125 m (1/2 pulg.)

A= área del escape, m² = $(\pi D^2)/4 = 1 \times 10^{-4}$ m²

T1 = temperatura inicial del gas L. P., ° K = 303 ° K (30 ° C)

Tc = temperatura de ebullición del gas L.P., ° K = 258 ° K (-15 ° C)

PM = peso molecular del gas L. P., kg / kmol = 55.314 kg / kmol

Cp = calor específico del gas L. P., J / kg ° K = 2342.1 J / kg ° K

Hvap = calor latente de vaporización del gas L. P., J / kg = 401437.4 J / kg (96 cal / g)

R = constante de los gases, = 8314 J / kg ° K

Cálcular:

dm = densidad media de la mezcla líquido – gas, kg / m³

Fvap = fracción de líquido vaporizado a la presión Pc, adimensional

dv = densidad del vapor, kg / m³

Fórmulas:

$$F_{vap} = \frac{C_p \times (T_1 - T_c)}{H_{vap}} = 0.262543$$

$$dv = \frac{PM \times P_c}{R \times T_c} = 13.99862 \frac{kg}{m^3}$$

$$dm = \frac{1}{\frac{F_{vap}}{dv} + \frac{1 - F_{vap}}{d}} = 49.87291 \frac{kg}{m^3}$$

$$Q = C \times A \times (2 \times d_m \times (P_1 - P_c))^{\frac{1}{2}} = 0.6534 \frac{kg}{s}$$

El peso del material en la nube que se escapa considerando un tiempo de respuesta de 1 minuto (tiempo estimado para eliminar la fuga) es:

$$0.6534 \times 60 \times 1 = 39.20 \text{ kg}$$

Esto porque se considera que existe personal en el área durante el proceso de descarga.

La zona de alto riesgo se determina por los efectos causados a una sobrepresión de 1 lb/in² y la zona de amortiguamiento a una sobrepresión de 0.5 lb/in². En ambos casos se considera el 10% de la energía liberada por la explosión **DMC**.

Los radios potenciales de afectación determinados a través de la aplicación del Modelo Matemático de simulación, del evento máximo probable identificado en el punto VI.2. Son los siguientes:

Evento	Zona de alto riesgo (1.0 lb/in ²)	Zona de amortiguamiento (0.5 lb/in ²)
Explosión de una nube de gas ocasionada por una fuga en un agujero de media pulgada de diámetro en la manguera de recepción de gas L.P.	40.83 m	69.41 m

Tabla 84. Radios de afectación por la explosión de una nube de gas ocasionada por la fuga en un orificio de 1/2 pulgada de diámetro en la manguera de recepción.

En las páginas siguientes se incluyen las memorias de cálculo y gráficas para la determinación de gastos y volúmenes de fugas utilizados en la simulación.

En la figura 54 de la página 173 se presenta una gráfica donde se observan las zonas de alto riesgo y la zona de amortiguamiento. De acuerdo a la gráfica la afectación ocasionada por la zona de alto riesgo sería a las instalaciones del proyecto y parte del terreno sin uso propiedad de la empresa colindante al sur. Dentro de las zonas de afectación no se encuentran zonas vulnerables tales como escuelas, centros comerciales, templos, iglesias, unidades habitacionales de alta densidad, etc.

**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TÍTULO DE LA MODELACIÓN					
Explosión de una nube de gas ocasionada por una fuga en un agujero de media pulgada de diámetro en la manguera de recepción					
DESCRIPCIÓN					
Explosión de una nube de gas ocasionada por una fuga en un agujero de media pulgada de diámetro en la manguera de recepción de gas L.P. tomando un tiempo de respuestas de 1 minuto					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	GAS LICUADO DE PETRÓLEO (LPG (Liquefied Petroleum Gas))			Sinónimos	
No. CAS	68476-85-7			GAS LP	
Nombre CAS					
Nombre IUPAC				L.P.G.	
Familia	()				
Subfamilia	()				
Fórmula					
Estructura					
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube				39.20 kg	
Factor de Eficiencia Explosiva				0.03	
Límite Inferior de Explosividad				1.9 %	
Límite Superior de Explosividad				9.5 %	
Calor de Combustión				46026.00 kJ/kg	
Calor de Combustión del TNT (RMP)				4680.00 kJ/kg	
Masa Equivalente en TNT				11.57 kg	
Distancia mínima de cálculo				0.15	
Distancia máxima de cálculo				90.46	
Distancia total del cálculo				90.31	
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.00	225.80	32.75	2.04	122.30	2.11
10.00	53.81	7.80	6.80	66.07	3.59
20.00	17.59	2.55	18.47	34.90	4.60
30.00	10.17	1.48	30.69	23.60	5.24
50.00	5.35	0.78	55.98	14.39	6.10
70.00	3.41	0.49	81.66	10.30	6.66
100.00					
150.00					
200.00					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
206.84	30.00	5.20	2.19	117.96	2.15
137.89	20.00	6.25	3.06	99.79	2.60
68.95	10.00	8.77	5.49	74.14	3.37
48.26	7.00	10.62	7.48	62.66	3.69
34.47	5.00	12.91	10.06	52.60	3.98
20.68	3.00	17.89	15.93	38.82	4.44
13.79	2.00	23.82	23.11	29.49	4.87
6.89	1.00	40.83	44.28	17.52	5.76
3.45	0.50	69.41	80.91	10.38	6.65

Explosión de una nube de gas ocasionada por una fuga en un agujero de media pulgada de diámetro en la manguera de recepción

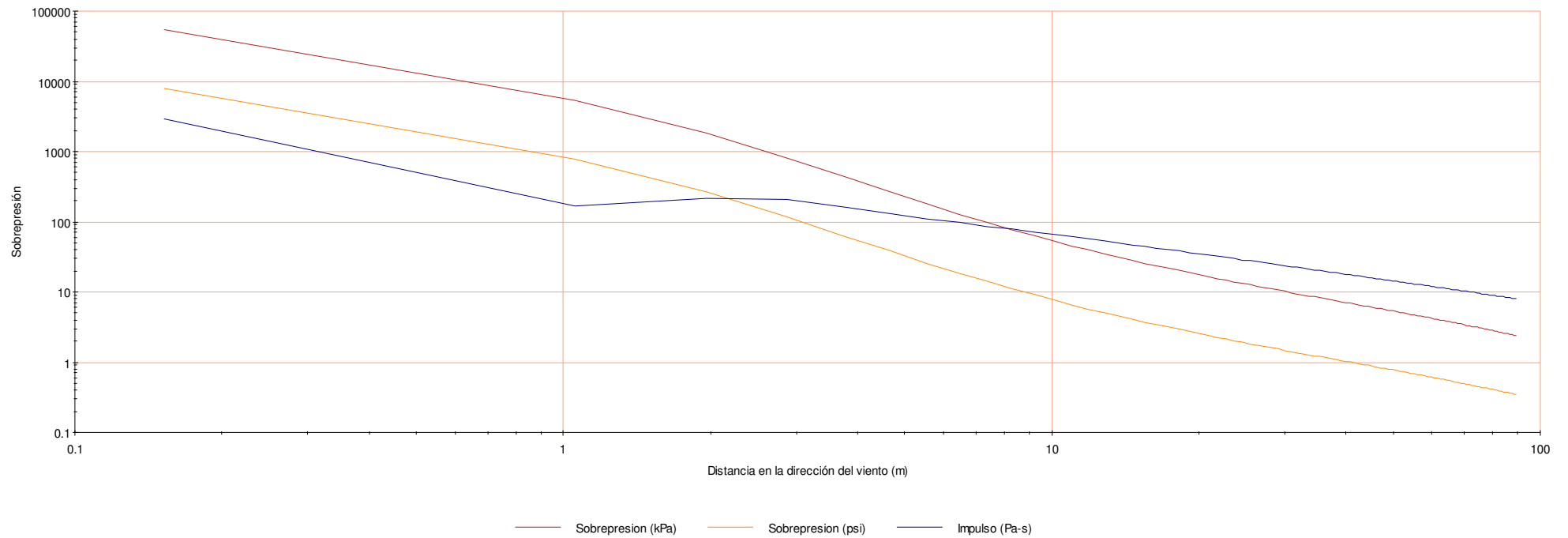


Figura 43. Sobrepresión vs distancia de la simulación de explosión de una nube de gas ocasionada por una fuga en un agujero de ½" de diámetro en la manguera de recepción.

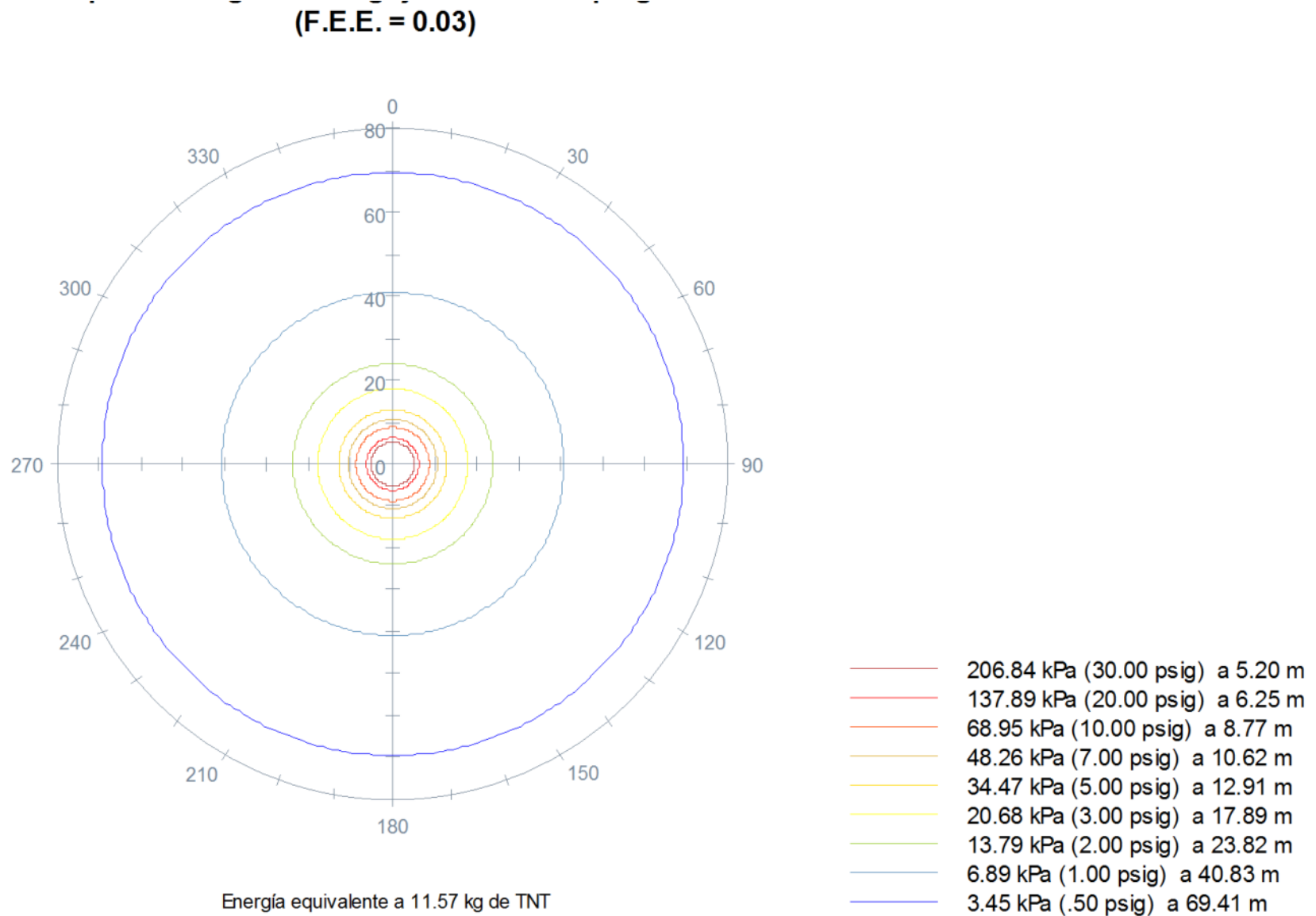


Figura 44. Radios de sobrepresión de la explosión de una nube de gas ocasionada por una fuga en un agujero de media pulgada de diámetro en la manguera de recepción.

ESCENARIO 3**SIMULACIÓN DE LA EXPLOSIÓN DE UN CILINDRO DE 30 KG EN EL MUELLE DE LLENADO.**

La zona de alto riesgo se determina por los efectos causados a una sobrepresión de 1 lb/in² y la zona de amortiguamiento a una sobrepresión de 0.5 lb/in². En ambos casos se considera el 10% de la energía liberada por la explosión **DMC**.

Los radios potenciales de afectación determinados a través de la aplicación del Modelo Matemático de simulación, del evento máximo probable identificado en el punto VI.2. Son los siguientes:

Evento	Zona de alto riesgo (1.0 lb/in ²)	Zona de amortiguamiento (0.5 lb/in ²)
Explosión de un cilindro de gas L.P. de 30 kg de capacidad en el muelle de llenado	37.35 m	63.49 m

Tabla 85. Radios de afectación por la explosión de un cilindro de gas L.P. de 30 kg de capacidad en el muelle de llenado.

En las páginas siguientes se incluyen las memorias de cálculo y gráficas para la determinación de gastos y volúmenes de fugas utilizados en la simulación.

En la figura 55 de la página 174 se presenta una gráfica donde se observan las zonas de alto riesgo y la zona de amortiguamiento. De acuerdo a la gráfica la afectación ocasionada por la zona de alto riesgo sería a las instalaciones del proyecto y parte del terreno sin uso propiedad de la empresa colindantes al norte y sur. Dentro de las zonas de afectación no se encuentran zonas vulnerables tales como escuelas, centros comerciales, templos, iglesias, unidades habitacionales de alta densidad, etc.

**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TÍTULO DE LA MODELACIÓN					
Explosión de un cilindro de gas L.P. de 30 kg					
DESCRIPCIÓN					
Se considera la explosión de un cilindro de gas L.P. de 30 kg de capacidad, en el muelle de llenado					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	GAS LICUADO DE PETRÓLEO (LPG (Liquefied Petroleum Gas))			Sinónimos	
No. CAS	68476-85-7			GAS LP	
Nombre CAS					
Nombre IUPAC				L.P.G.	
Familia	()				
Subfamilia	()				
Fórmula					
Estructura					
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube				30.00 kg	
Factor de Eficiencia Explosiva				0.03	
Límite Inferior de Explosividad				1.9 %	
Límite Superior de Explosividad				9.5 %	
Calor de Combustión				46026.00 kJ/kg	
Calor de Combustión del TNT (RMP)				4680.00 kJ/kg	
Masa Equivalente en TNT				8.85 kg	
Distancia mínima de cálculo				0.14	
Distancia máxima de cálculo				82.74	
Distancia total del cálculo				82.60	
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.00	184.83	26.81	2.41	112.61	2.23
10.00	45.82	6.65	7.83	61.06	3.73
20.00	15.51	2.25	20.73	32.04	4.74
30.00	9.08	1.32	34.17	21.65	5.39
50.00	4.77	0.69	61.97	13.18	6.25
70.00	3.00	0.43	89.97	9.40	6.82
100.00					
150.00					
200.00					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
206.84	30.00	4.75	2.19	117.96	2.15
137.89	20.00	5.71	3.06	99.79	2.60
68.95	10.00	8.02	5.49	74.14	3.37
48.26	7.00	9.71	7.48	62.66	3.69
34.47	5.00	11.81	10.06	52.60	3.98
20.68	3.00	16.36	15.93	38.82	4.44
13.79	2.00	21.79	23.11	29.49	4.87
6.89	1.00	37.35	44.28	17.52	5.76
3.45	0.50	63.49	80.91	10.38	6.65

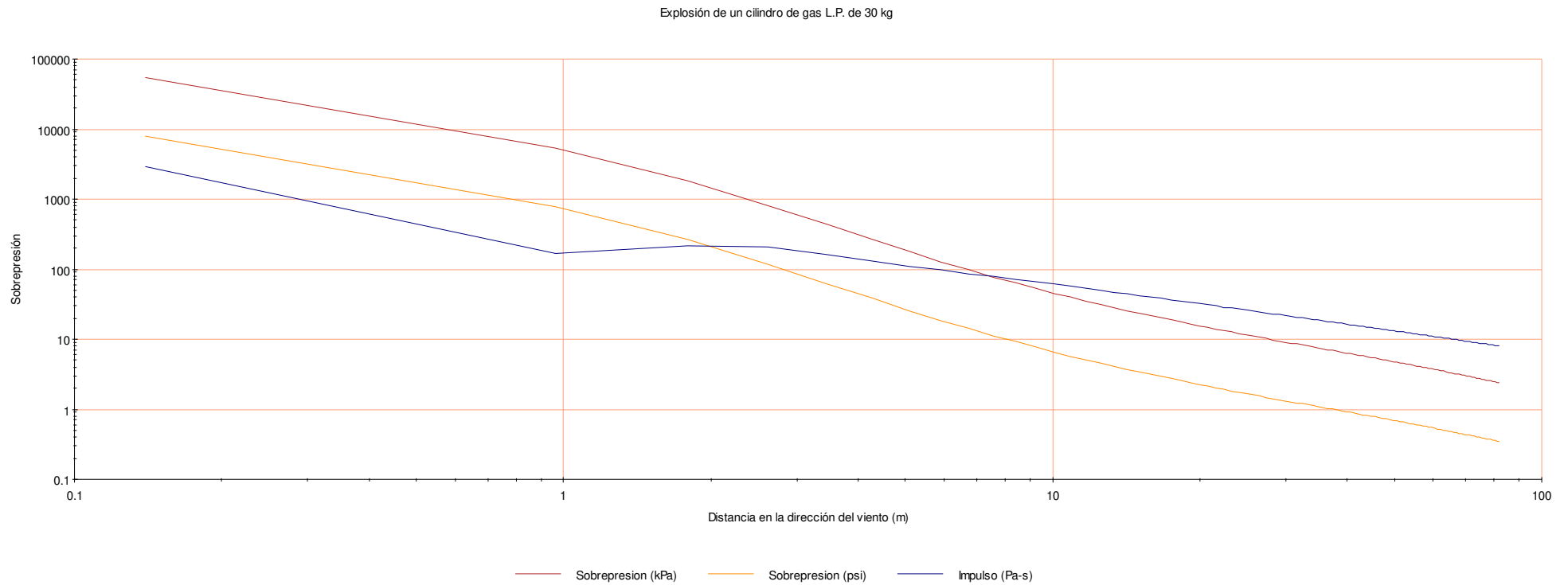


Figura 45. Sobrepresión vs distancia de la simulación de explosión de un cilindro de 30 kg de capacidad de gas L.P.

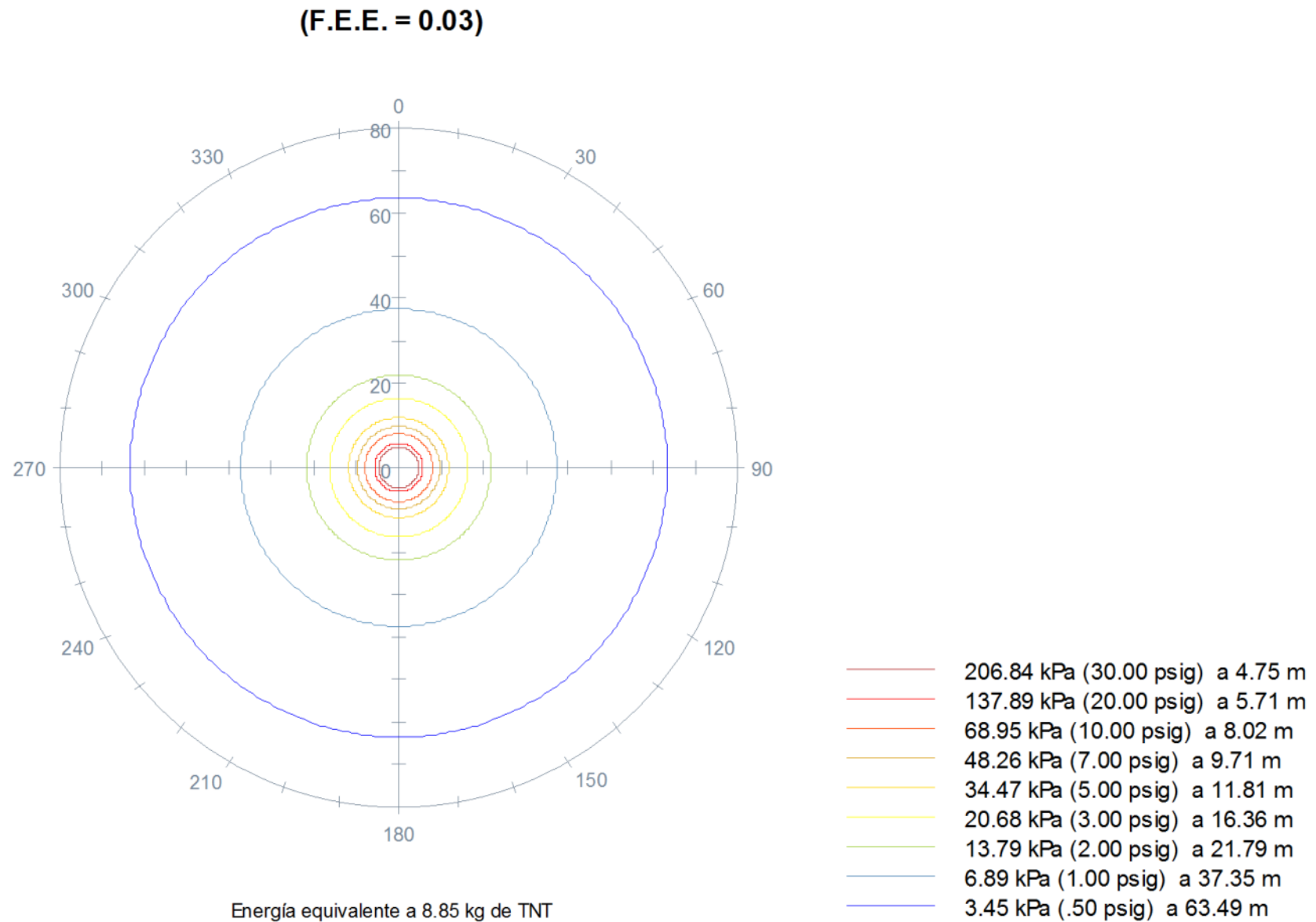


Figura 46. Radios de sobrepresión de la explosión de un cilindro de 30 kg de gas L.P.

Radios potenciales por radiación térmica (incendio).

Jet Fire o fuego de chorro

Para determinar los radios potenciales de afectación derivados de los incendios considerados en el inciso anterior, se utiliza el Modelo de Evaluación de Daños provocados por fuego de chorro o Jet Fire, mediante el programa SCRI Fuego, de Dinámica Heurística, S. A de C.V. y cuyos fundamentos se describen a continuación:

Los fuegos de chorro resultan generalmente de la combustión de un material que está siendo emitido de una unidad de proceso presurizada. La preocupación principal, como en el caso de los fuegos en derrames son los efectos de la radiación local.

La aplicación más común de los modelos de fuegos de chorro es la especificación de la zona de exclusión alrededor de la flama.

Los modelos de fuegos de chorro, no están bien desarrollados como los modelos de fuegos en derrames y varias revisiones se han publicado.

Mudan y Croce (1988) dan el siguiente método para modelar fuegos de chorro. El método inicia con el cálculo de la altura de la flama. Si definimos el punto de ruptura para el chorro como el punto en la parte inferior de la flama, arriba de la boquilla o tobera, donde inicia la flama turbulenta, entonces la altura de la flama es dada por el chorro de gas turbulento quemándose en el aire quieto por:

$$\frac{L}{d_j} = \frac{5.3}{C_T} \sqrt{\frac{T_f/T_j}{\alpha_T} \left[C_T + (1-C_T) \frac{M_a}{M_f} \right]}$$

Donde

L = longitud de la flama turbulenta visible medida desde el punto de ruptura (m)

d_j = diámetro del chorro, esto es, el diámetro físico de la boquilla (m)

C_T = fracción de concentración molar del combustible en una mezcla estequiométrica aire-combustible (sin unidades)

T_f, T_j = son la temperatura de flama adiabática y temperatura del chorro del fluido respectivo ($^{\circ}\text{K}$)

α_T = son los moles del reactivo por moles del producto para una mezcla estequiométrica de aire-combustible (sin unidades)

M_a = es el peso molecular del aire (masa/mol)

M_f = es el peso molecular del combustible (masa/mol)

Para la mayoría de los combustibles, C_T es típicamente mucho menor que 1, α_T es aproximadamente 1, y la razón T_f/T_j varía entre 7 y 9. Estas suposiciones se aplican a la ecuación, resultando en la siguiente simplificación:

$$\frac{L}{d_j} = \frac{15}{C_T} \sqrt{\frac{M_a}{M_f}}$$

El flujo radiante recibido por un receptor se determina utilizando un procedimiento similar al método de fuente puntual descrito para fuegos en derrames. Para este caso, el flujo radiante en el receptor se determina con:

$$E_r = T_a Q_r F_p = T_a \eta m \Delta H_c A F_p$$

Donde

E_r = flujo radiante en el receptor (energía/área.tiempo)

T_a = transmisibilidad atmosférica (sin unidades)

Q_r = energía total radiada por la fuente (energía/tiempo)

F_p = factor de vista del modelo puntual (long^{-2})

η = fracción de la energía total convertida a radiación (sin unidades)

m = flujo de masa del combustible (masa/tiempo)

ΔH_c = calor de combustión del combustible (energía/masa)

Para este modelo la fuente puntual se localiza en el centro de la flama, esto es a la mitad de la línea central de la flama desde el punto de ruptura hasta el pico de la flama. Se asume que la distancia del punto de ruptura a la boquilla es mínima con respecto a la altura de la flama total. La fracción de energía convertida a energía radiante se estima con los valores dados para el caso del fuego en derrame.

Note que los métodos anteriores no consideran que la flama toque algún objeto. Al evaluar el potencial de efectos dominó en depósitos peligrosos adyacentes, las dimensiones de la altura de la flama se pueden utilizar para determinar si es probable que la flama toque en otro objeto. Si esto pasa, los efectos de transferencia de calor excederán la fracción radiante mencionada anteriormente y una mayor fracción de calor pudiera ser transferida al depósito en donde llega o golpea la flama.

Para el análisis de la radiación térmica se utilizaron los mismos datos de las fugas que se analizaron para la explosión, obteniendo los siguientes resultados:

ESCENARIO 4

SIMULACIÓN DE FUEGO DE CHORRO OCASIONADA POR UNA FUGA DE GAS L.P. EN UN ORIFICIO DE UNA PULGADA DE DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DEL RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO.

Evento	Zona de alto riesgo (5.0 kW/m ²)	Zona de amortiguamiento (1.4 kW/m ²)
Simulación de fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. en un orificio de una pulgada de diámetro de la tubería del recipiente de almacenamiento	26.13 m	48.07 m

Tabla 86. Radios de afectación de la simulación de fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. en un orificio de una pulgada de diámetro de la tubería del recipiente de almacenamiento.

En las páginas siguientes se incluyen los resultados potenciales, memorias de cálculo y las gráficas para la determinación de gastos y volumen de fuga, utilizado para el evento.

En la figura 56 de la página 175 se presenta una gráfica donde se observan las zonas de alto riesgo y la zona de amortiguamiento. De acuerdo a la gráfica la afectación ocasionada por la zona de alto riesgo sería a las instalaciones del proyecto. Dentro de las zonas de afectación no se encuentran zonas vulnerables tales como escuelas, centros comerciales, templos, iglesias, unidades habitacionales de alta densidad, etc.

**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN			
Fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. por un orificio de una pulgada de diámetro			
DESCRIPCIÓN			
Simulación de fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. por un orificio de una pulgada de diámetro de la tubería del recipiente de almacenamiento			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	GAS LICUADO DE PETRÓLEO (LPG (Liquefied Petroleum Gas))		Sinónimos
No. CAS	68476-85-7		GAS LP
Nombre CAS			
Nombre IUPAC			L.P.G.
Familia	()		
Subfamilia	()		
Fórmula			
Estructura			
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso molecular	153.000 kg/kmol		
Calor de combustión	46026.000 kJ/kg		
Concentración estequiométrica	9.5 %		
Temperatura de ebullición	258.2 K (-15.0 °C)		
Humedad relativa	75 %		
Temperatura ambiente	298.2 K (25.0 °C)		
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio	0.000 m		
Presión en la tubería	0.000 kPa		
Coeficiente de descarga	0.000		
Longitud de la flama	0.00 m		
Altura de la base del fuego	1.00 m		
Fracción de energía radiada	0.4		
Tasa de emisión de masa	3.11920 kg /s		
Clase de emisión	Flujo Subsónico		
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
1.40	1.72	0.96	1474.59
3.00	3.16	0.90	413.21
5.00	5.10	0.87	152.24
4.00	4.12	0.88	237.33
5.00	5.10	0.87	152.24
6.00	6.08	0.85	105.29
7.00	7.07	0.84	76.87
8.00	8.06	0.83	58.44
9.00	9.06	0.82	45.84
10.00	10.05	0.81	36.87
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) ^{4/3} s tiempo de exposición= 10.00s	Dosis (W/m2) ^{4/3} s tiempo de duración= 180.00 s
1.40	48.07	1.57 E+05	2.82 E+06
3.00	33.37	4.33 E+05	7.79 E+06
5.00	26.13	8.55 E+05	1.54 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) ^{4/3} s	Distancia (m)		
1.566 E+05	135.67		
4.327 E+05	94.21		
8.550 E+05	73.77		

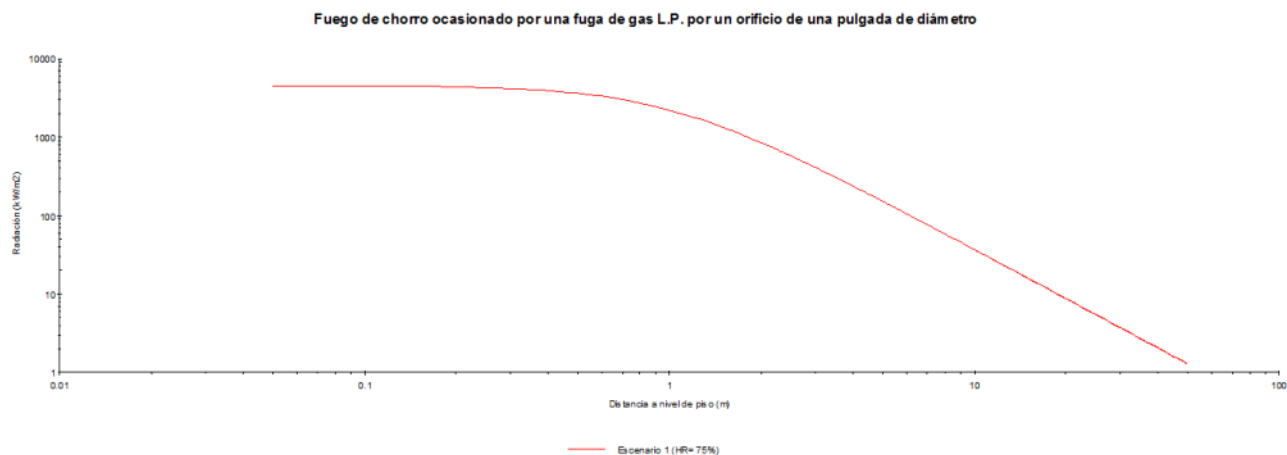


Figura 47. Radiación térmica contra la distancia a nivel del piso por el fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. por un orificio de una pulgada de diámetro de la tubería del recipiente de almacenamiento.

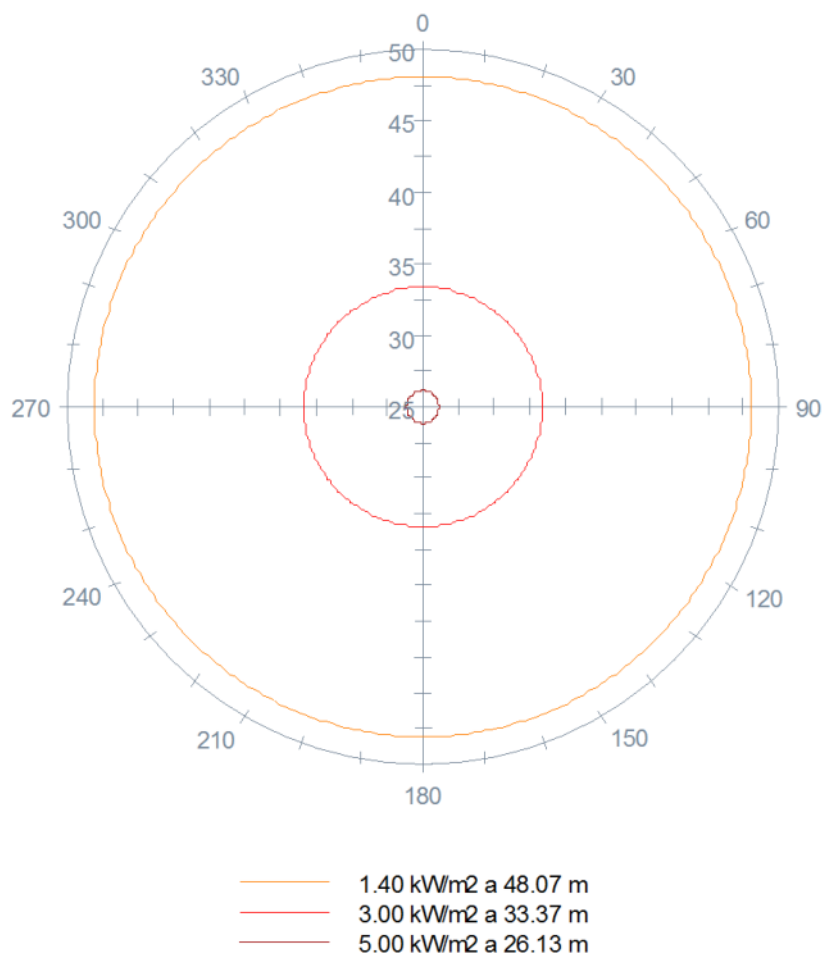


Figura 48. Radios de radiación térmica del fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. por un orificio de una pulgada de diámetro de la tubería del recipiente de almacenamiento.

ESCENARIO 5

SIMULACIÓN DE FUEGO DE CHORRO OCASIONADO POR UNA FUGA DE GAS L.P. EN UN ORIFICIO DE MEDIA PULGADA DE DIÁMETRO DE LA MANGUERA DE RECIBO DE GAS LÍQUIDO.

Evento	Zona de alto riesgo (5.0 kW/m ²)	Zona de amortiguamiento (1.4 kW/m ²)
Simulación de fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. en un orificio de media pulgada de diámetro de la manguera de recibo de gas líquido	12.35 m	22.50 m

Tabla 87. Radios de afectación de la simulación de fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. en un orificio de media pulgada de diámetro de la manguera de recibo de gas líquido.

En las páginas siguientes se incluyen los resultados potenciales, memorias de cálculo y las gráficas para la determinación de gastos y volumen de fuga, utilizado para el evento.

En la figura 57 de la página 176 se presenta una gráfica donde se observan las zonas de alto riesgo y la zona de amortiguamiento. De acuerdo a la gráfica la afectación ocasionada por la zona de alto riesgo sería a las instalaciones del proyecto. Dentro de las zonas de afectación no se encuentran zonas vulnerables tales como escuelas, centros comerciales, templos, iglesias, unidades habitacionales de alta densidad, etc.

**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN			
Fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. por un orificio de media pulgada de diámetro			
DESCRIPCIÓN			
Simulación de fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. por un orificio de media pulgada de diámetro de la manguera de recepción de gas líquido			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	GAS LICUADO DE PETRÓLEO (LPG (Liquefied Petroleum Gas))		Sinónimos
No. CAS	68476-85-7		GAS LP
Nombre CAS			
Nombre IUPAC			L.P.G.
Familia	()		
Subfamilia	()		
Fórmula			
Estructura			
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso molecular	153.000 kg/kmol		
Calor de combustión	46026.000 kJ/kg		
Concentración estequiométrica	9.5 %		
Temperatura de ebullición	258.2 K (-15.0 °C)		
Humedad relativa	75 %		
Temperatura ambiente	298.2 K (25.0 °C)		
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio	0.000 m		
Presión en la tubería	0.000 kPa		
Coeficiente de descarga	0.000		
Longitud de la flama	0.00 m		
Altura de la base del fuego	0.75 m		
Fracción de energía radiada	0.4		
Tasa de emisión de masa	0.65340 kg /s		
Clase de emisión	Flujo Subsónico		
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
1.40	1.59	0.96	365.08
3.00	3.09	0.91	90.70
5.00	5.06	0.87	32.46
4.00	4.07	0.88	51.09
5.00	5.06	0.87	32.46
6.00	6.05	0.85	22.33
7.00	7.04	0.84	16.25
8.00	8.04	0.83	12.33
9.00	9.03	0.82	9.66
10.00	10.03	0.82	7.76
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) ^{4/3} s tiempo de exposición= 10.00s	Dosis (W/m2) ^{4/3} s tiempo de duración= 60.00 s
1.40	22.75	1.57 E+05	9.40 E+05
3.00	15.79	4.33 E+05	2.60 E+06
5.00	12.35	8.55 E+05	5.13 E+06
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) ^{4/3} s		Distancia (m)	
1.566 E+05		43.29	
4.327 E+05		30.05	
8.550 E+05		23.53	

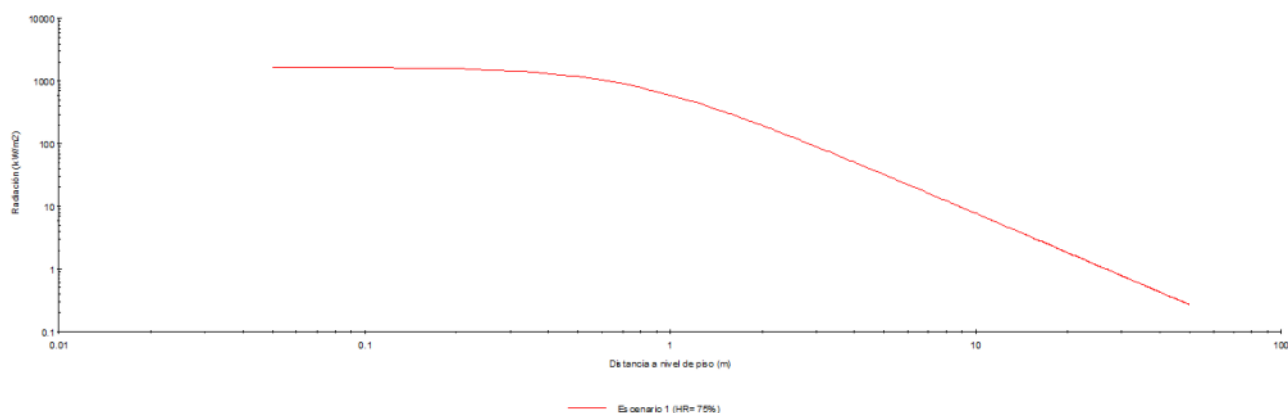


Figura 49. Radiación térmica contra la distancia a nivel de piso del fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. por un orificio de media pulgada de diámetro de la manguera de recepción.

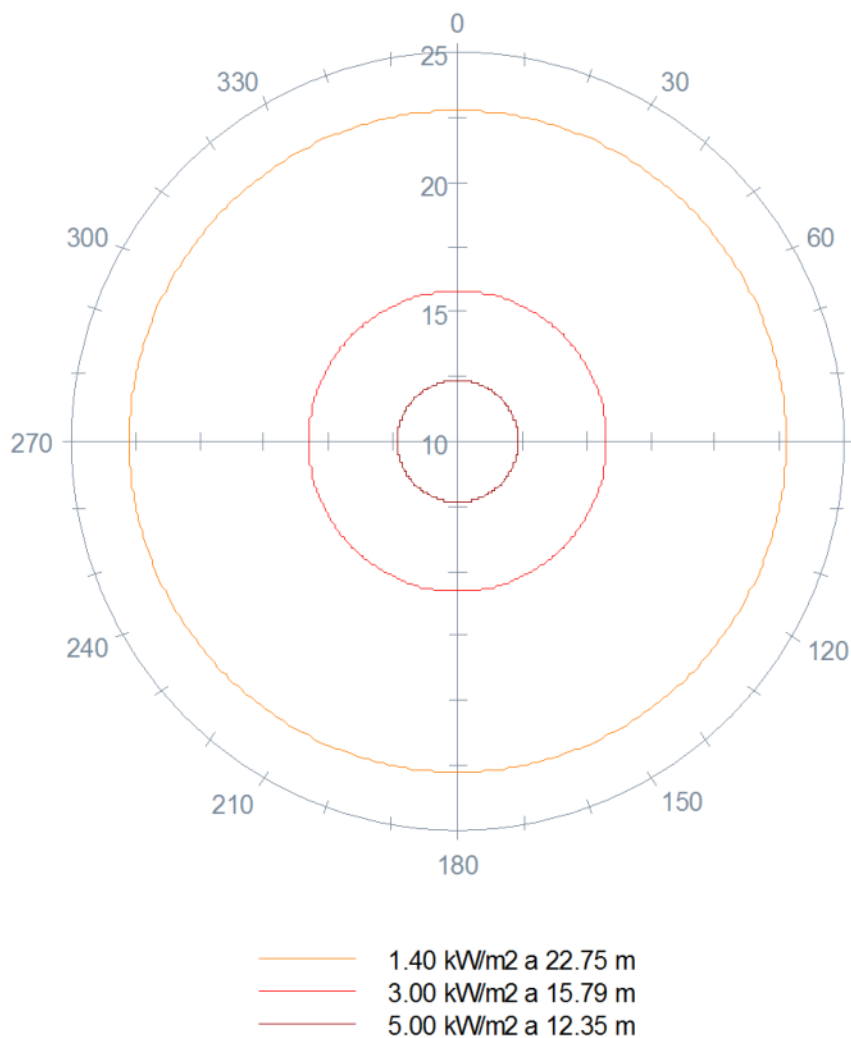


Figura 50. Radios de radiación térmica del fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. por un orificio de media pulgada de diámetro de la manguera de recepción.

ESCENARIO 6

SIMULACIÓN DE FUEGO DE CHORRO OCASIONADO POR UNA FUGA DE GAS L.P. POR UN ORIFICIO DE MEDIA PULGADA DE DIÁMETRO DE UN CILINDRO DE 30 KG EN EL MUELLE DE LLENADO.

Evento	Zona de alto riesgo (5.0 kW/m ²)	Zona de amortiguamiento (1.4 kW/m ²)
Simulación de fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. por un orificio de media pulgada de diámetro de un cilindro de 30 kg en el muelle de llenado	11.23 m	20.74 m

Tabla 88. Radios de afectación de la simulación de fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. por un orificio de media pulgada de diámetro de un cilindro de 30 kg en el muelle de llenado.

En las páginas siguientes se incluyen los resultados potenciales, memorias de cálculo y las gráficas para la determinación de gastos y volumen de fuga, utilizado para el evento.

En la figura 58 de la página 177 se presenta una gráfica donde se observan las zonas de alto riesgo y la zona de amortiguamiento. De acuerdo a la gráfica la afectación ocasionada por la zona de alto riesgo sería a las instalaciones del proyecto. Dentro de las zonas de afectación no se encuentran zonas vulnerables tales como escuelas, centros comerciales, templos, iglesias, unidades habitacionales de alta densidad, etc.

**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN			
Fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. por un orificio de media pulgada de diámetro			
DESCRIPCIÓN			
Simulación de fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. por un orificio de media pulgada de diámetro de un cilindro de 30 kg			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	GAS LICUADO DE PETRÓLEO (LPG (Liquefied Petroleum Gas))		Sinónimos
No. CAS	68476-85-7		GAS LP
Nombre CAS			
Nombre IUPAC			L.P.G.
Familia	()		
Subfamilia	()		
Fórmula			
Estructura			
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso molecular	153.000 kg/kmol		
Calor de combustión	46026.000 kJ/kg		
Concentración estequiométrica	9.5 %		
Temperatura de ebullición	258.2 K (-15.0 °C)		
Humedad relativa	75 %		
Temperatura ambiente	298.2 K (25.0 °C)		
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio	0.013 m		
Presión en la tubería	987.000 kPa		
Coefficiente de descarga	0.900		
Longitud de la flama	0.86 m		
Altura de la base del fuego	0.75 m		
Fracción de energía radiada	0.4		
Tasa de emisión de masa	0.53982 kg /s		
Clase de emisión	Flujo Sónico		
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
1.40	1.83	0.95	224.13
3.00	3.22	0.90	68.70
5.00	5.14	0.87	25.94
4.00	4.17	0.88	40.11
5.00	5.14	0.87	25.94
6.00	6.11	0.85	18.02
7.00	7.10	0.84	13.19
8.00	8.09	0.83	10.05
9.00	9.08	0.82	7.89
10.00	10.07	0.81	6.35
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) ^{4/3} s tiempo de exposición= 10.00s	Dosis (W/m2) ^{4/3} s tiempo de duración= 60.00 s
1.40	20.74	1.57 E+05	9.40 E+05
3.00	14.38	4.33 E+05	2.60 E+06
5.00	11.23	8.55 E+05	5.13 E+06
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) ^{4/3} s		Distancia (m)	
1.566 E+05		39.49	
4.327 E+05		27.41	
8.550 E+05		21.46	

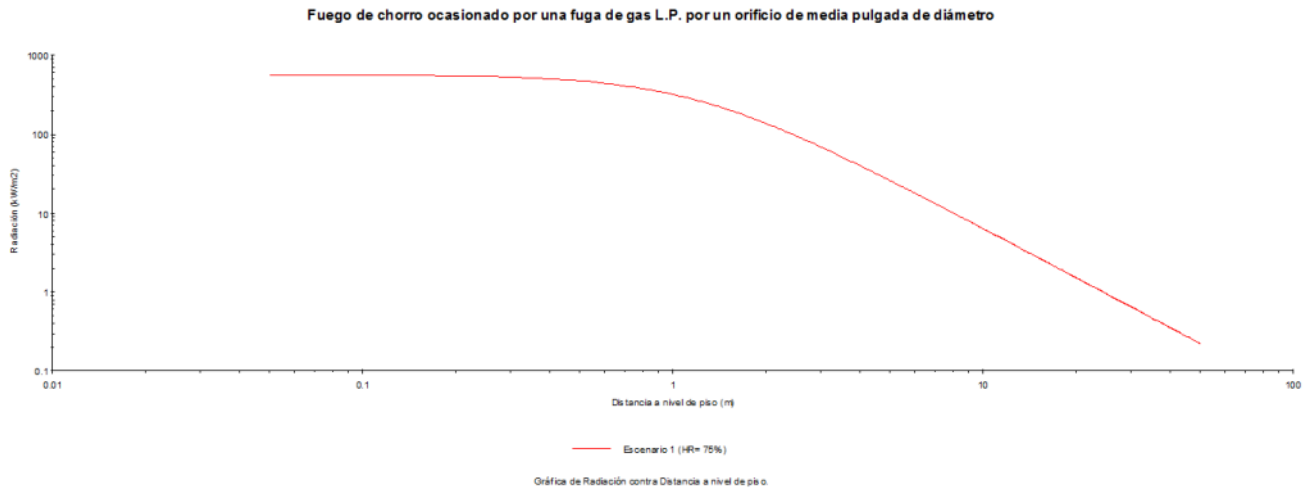


Figura 51. Radiación térmica contra la distancia a nivel de piso del fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. por un orificio de media pulgada de diámetro de un cilindro de 30 kg en el muelle de llenado.

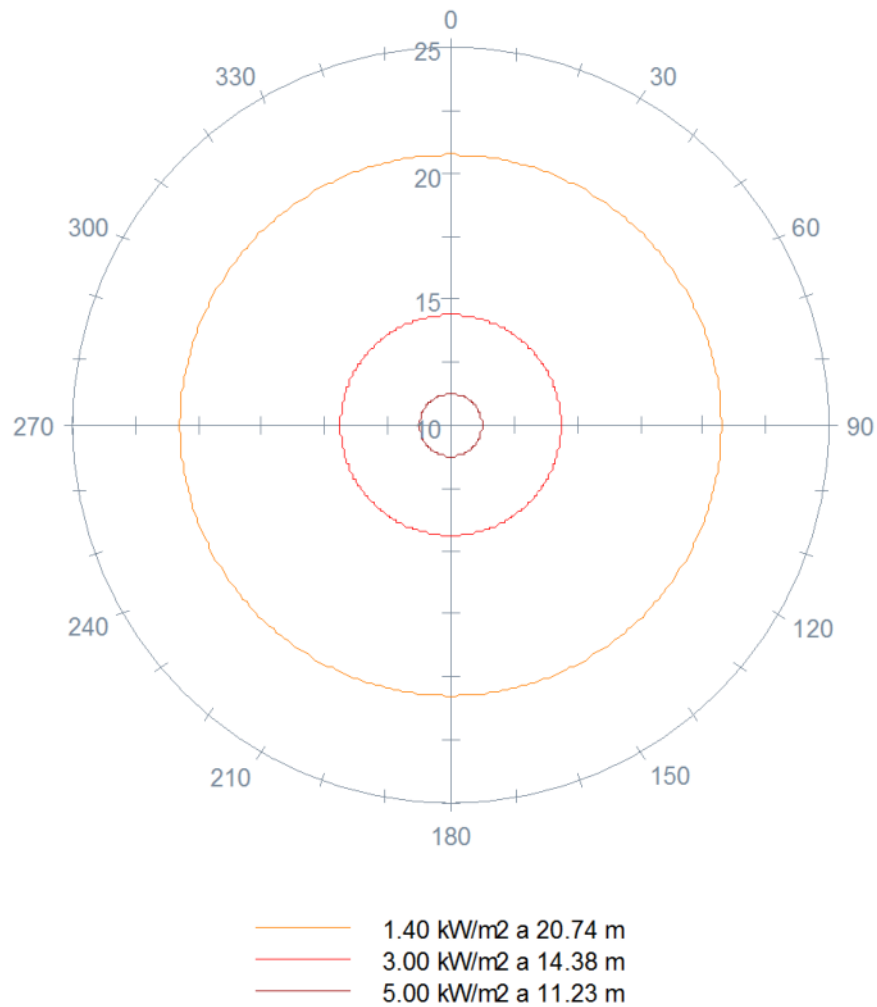


Figura 52. Radios de radiación térmica del fuego de chorro ocasionado una fuga de gas L.P. por un orificio de media pulgada de diámetro de un cilindro de 30 kg en el muelle de llenado.

VI.4 Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.).

En las páginas siguientes se presentan las gráficas, en donde se representan las zonas de alto riesgo y amortiguamiento obtenidas de las simulaciones por explosiones e incendios analizadas anteriormente y las áreas en donde se indican los puntos de interés que pudieran ser afectados.



Figura 53. Explosión de una nube de gas ocasionada por una fuga en un agujero de una pulgada de diámetro en la tubería del recipiente de almacenamiento.

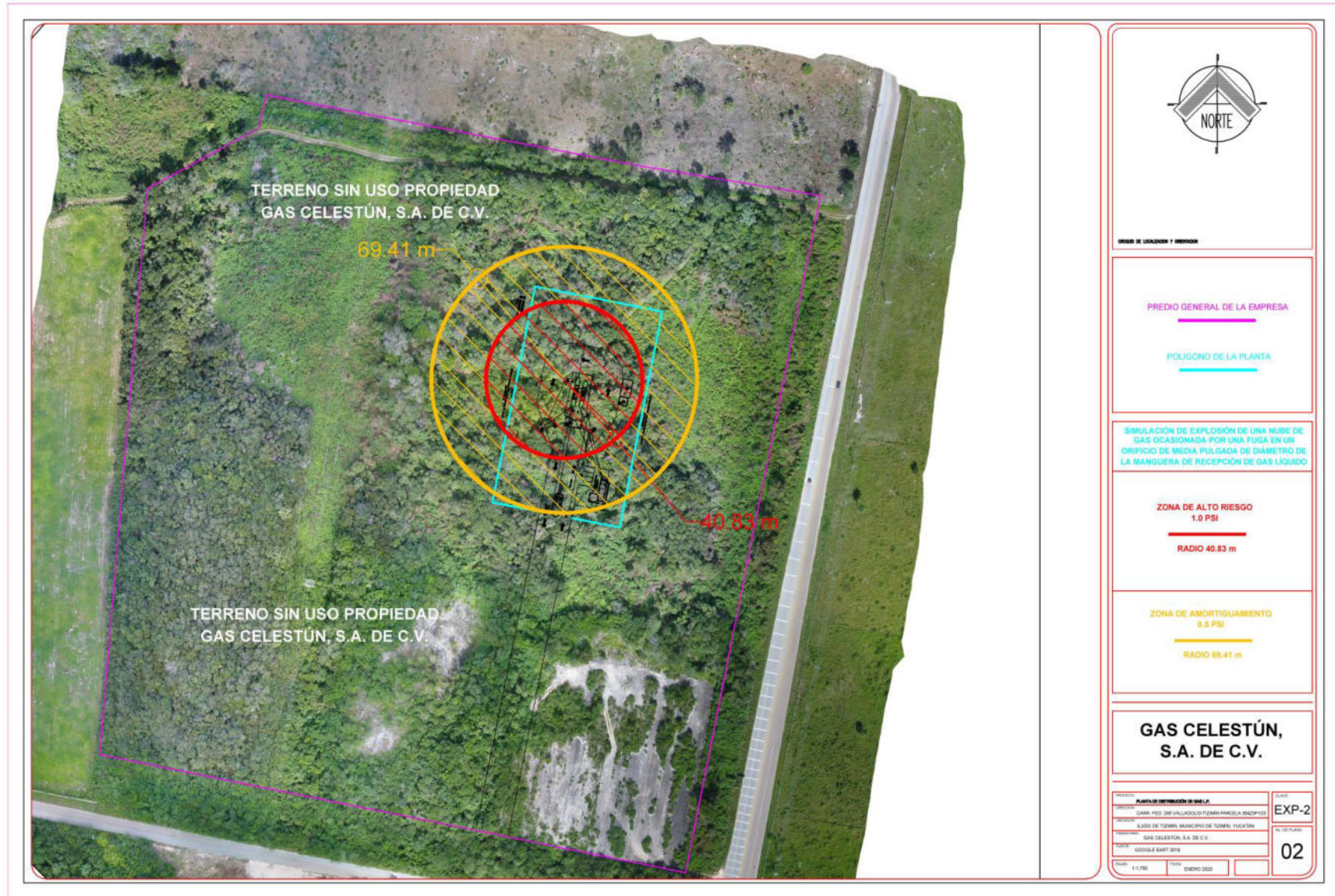


Figura 54. Explosión de una nube de gas ocasionada por una fuga en un agujero de media pulgada de diámetro en la manguera de recepción de gas líquido.



Figura 55. Simulación de la explosión de un cilindro de 30 kg en el muelle de llenado.



Figura 56. Simulación de fuego de chorro ocasionada por una fuga de gas L.P. en un orificio de una pulgada de diámetro de la tubería del recipiente de almacenamiento



Figura 57. Simulación de fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. en un orificio de media pulgada de diámetro de la manguera de recibo de gas líquido.



Figura 58. Simulación de fuego de chorro ocasionado por una fuga de gas L.P. por un orificio de media pulgada de diámetro de un cilindro de 30 kg en el muelle de llenado.

VI.5. Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.

De la aplicación del Modelo Matemático de simulación aplicada para explosiones y fuegos de chorro por fugas en tubería, manguera de gas L.P. y de un cilindro de gas de 30 kg y con base a los resultados obtenidos, se determinaron los radios de las zonas de alto riesgo, las cuales se muestran en las figuras 53 a la figura 58 presentadas en el apartado anterior (páginas 172-177).

En las gráficas se puede observar que la zona de alto riesgo de mayor cobertura sería la ocasionada por la explosión de una nube de gas ocasionada por una fuga en un orificio de una pulgada de diámetro de la tubería del recipiente de almacenamiento. Las áreas que quedan suscritas dentro de esta zona, serían las instalaciones de la Planta de Distribución; al norte, sur y oeste terreno baldío sin uso propiedad de la empresa y al este derecho de vía y un tramo de la carretera Valladolid-Tizimín.

La posible interacción de riesgo que pudiera existir en caso de un accidente, como el ya mencionado, sería ocasionada por las ondas explosivas que podrían afectar a los recipientes de almacenamiento, algún semirremolque que estuviera descargando gas L.P., algún autotanque que estuviera cargando combustible, con la consecuente formación de ondas explosivas adicionales.

Las medidas preventivas que se aplicarán en la Planta de Distribución de Gas L.P. orientadas a la reducción del riesgo son las siguientes:

- Todas las tuberías para conducir gas L.P. serán de acero cedula 80 sin costura para alta presión y se mantendrán con pintura anticorrosiva para evitar su corrosión y con los colores reglamentarios como son: Blanco las conductoras de gas líquido, blanco con franjas verdes las que retornan gas líquido al recipiente de almacenamiento y amarillo a las que conducen gas vapor.
- Todas las mangueras que serán usadas para conducir gas L.P. serán especiales para este uso y construidas con hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y acción del gas L.P. y diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm² y una presión de ruptura de 140 kg/cm². Las mangueras cuando no estén en servicio sus acopladores deberán de quedar protegidos con un tapón y colocadas en los soportes que instalarán para ello.
- Las mangueras de recepción, suministro y carburación contarán con separador mecánico (válvula Pull Away), las cuales cierran automáticamente ambos extremos al ser arrancadas, evitando así cualquier fuga.
- No se permitirá llenar cilindros en mal estado, los cuales deberán de ser desechados, en su manejo se evitará caídas o golpes contundentes que puedan dañarlos y se prohibirá rodar los cilindros.
- La temperatura máxima permitida del gas L.P. en el interior de los recipientes de almacenamiento será de 37.8°C.
- Los recipientes de almacenamiento de la planta tendrán instalados en su parte superior un sistema de enfriamiento por aspersión de agua.
- Los recipientes de almacenamiento se llenarán a un máximo del 85% de su capacidad.
- Las instalaciones eléctricas y alumbrado en áreas peligrosas serán a prueba de explosión.
- El área de almacenamiento estará sobre una plataforma de concreto de 0.20 metros de altura y muretes de concreto armado de 0.20x0.20x0.60 metros de altura, que protegerán a los recipientes de almacenamiento, compresor, bombas y sus equipos auxiliares.
- El muelle de llenado tendrá en la parte frontal en los bordes del piso protecciones de ángulo de hierro y topes de hule para evitar la formación de chispas causadas por los vehículos que tienen acceso al mismo.

- No se permitirá fumar o encender fuego dentro de la Planta.
- No se permitirá el acceso de personas no autorizadas al área de almacenamiento.
- Se impartirá capacitación al personal sobre el manejo del gas L.P.
- El personal utilizará ropa de algodón.
- No se permitirá efectuar reparaciones a los vehículos en el área de almacenamiento.
- Los recipientes de almacenamiento contarán con válvulas de máximo llenado, válvulas de no retroceso, válvulas de exceso de flujo y válvulas de alivio de presión.
- Se contará con extintores de P.Q.S. portátiles y de carretilla.
- Se contará con sistema fijo de agua a presión para combate contra incendio, con bombas centrifugas y motores de combustión interna y eléctrico.
- Se contará con pararrayos para protección del área de almacenamiento.
- Los recipientes de almacenamiento, equipo para el manejo de gas y estructuras estarán conectados a tierra.
- En las maniobras de recepción, suministro y carburación los vehículos serán conectados a tierra.
- A los recipientes de almacenamiento se le efectuarán pruebas ultrasónicas de espesores de placas del cuerpo y cabezales.
- Se cumplirá estrictamente el Programa de Mantenimiento Preventivo de las instalaciones y equipos de la Planta.
- En las líneas de gas líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de éste entre dos o más válvulas de cierre manual, se instalarán válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de como mínimo de 24 kgf/cm² y 29kgf/cm² como máximo.
- Los recipientes de almacenamiento contarán con medidores de niveles, temperatura y presión.
- Se contará con sistema de recuperación de cilindros que presenten fugas.

VI.6. Indicar claramente las recomendaciones técnico operativas resultantes de la aplicación de la(s) metodología(s) para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos, señalados en los puntos VI.2 y VI.3.

Las medidas preventivas que se aplicarán en la planta, orientadas a la reducción del riesgo son las siguientes:

- No permitir que la temperatura máxima del gas L.P. en el interior de los recipientes de almacenamiento rebase los 37.8°C.
- Las instalaciones eléctricas y alumbrado en áreas peligrosas deben ser a prueba de explosiones.
- No permitir fumar o encender fuego dentro de la Planta.
- El personal deberá de utilizar ropa de algodón.
- No se permitirá efectuar reparaciones a los vehículos en el área de almacenamiento.
- Los recipientes de almacenamiento deberán de llenarse a un máximo del 85% de su capacidad.
- La planta debe contar con extintores manuales y de carretilla de P.Q.S. y CO₂ instalados en los lugares más convenientes.
- Todos los equipos y estructuras de la planta deberán estar conectados a sistema de tierra.
- Mantener conectado a tierra los vehículos en las maniobras de carga, descarga y carburación.
- Mantener protegidos contra la corrosión los equipos y materiales.
- Cumplir estrictamente el Programa de Mantenimiento Preventivo de las instalaciones y equipos de la Planta.
- Realizar pruebas de los sistemas contra incendio y aspersores, al menos una vez a la semana.
- Mantener los equipos extintores en buen estado y disponibles para su uso.

- Todas las mangueras que serán usadas para conducir gas L.P. serán especiales para este uso y construidas con hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y acción del gas L.P. y diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm² y una presión de ruptura de 140 kg/cm². Las mangueras cuando no estén en servicio sus acopladores deberán de quedar protegidos con un tapón y colocadas en los soportes que instalarán para ello.
- Las mangueras de recepción, suministro y carburación contarán con separador mecánico (válvula Pull Away), las cuales cierran automáticamente ambos extremos al ser arrancadas, evitando así cualquier fuga.
- No se permitirá llenar cilindros en mal estado, los cuales deben de ser desechados y en su manejo se evitarán caídas o golpes contundentes que puedan dañarlos.
- En las mangueras de recepción y suministro de gas L.P. deberán de contar con válvulas neumáticas de cierre rápido.
- Instalar un control adicional que permita el funcionamiento del sistema de aspersores de los recipientes de almacenamiento sin necesidad de activar la alarma, para mantenimiento y pruebas.
- Se debe contar con alarma sonora audible que sea perceptible al exterior de la Planta de Distribución.
- Hacer pruebas cuando menos una vez a la semana de apertura y cierre de las válvulas neumáticas instaladas en la planta.
- Se debe contar con letreros con instrucciones detalladas de maniobras en área de recepción, suministro y muelle de llenado de cilindros. Así como letreros preventivos sobre seguridad en las áreas más visibles de la planta.
- Se debe contar con el directorio de teléfonos de emergencia, ubicados en distintos lugares operativos de la planta.

VI.7. Presentar reporte del resultado de la última auditoría de seguridad practicada a la instalación, anexando en su caso, el programa calendarizado para el cumplimiento de las recomendaciones resultantes de la misma.

No aplica, el proyecto se encuentra en su etapa de obtención de permisos.

VI.8. Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuenta o contará la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.

La actividad del manejo de gas L.P. es considerada como riesgosa, las medidas de seguridad serán exhaustivas, muchas de las cuales se encuentran implícitas en las normas de fabricación del equipo.

Las medidas de seguridad que serán aplicadas en la Planta son:

- Paralelamente a este Estudio de Riesgo, se está elaborando un Programa para la Prevención de Accidentes.
- La velocidad máxima permitida a los vehículos que circularán dentro de la Planta será de 10 km/h.
- Se prohibirá fumar en el interior de la Planta.
- No se permitirá encender fuego dentro de la Planta.
- No se permitirá efectuar reparaciones mecánicas en las áreas operativas.
- Por norma los recipientes de almacenamiento solo se llenarán hasta un 85 % de su capacidad.
- Se controlará la temperatura del gas almacenado a un máximo de 37.8°C, mediante aspersores de agua.
- El personal operativo en turno de trabajo utilizará ropa de algodón.

- Durante el proceso de recepción, suministro y carburación, los vehículos serán conectados a tierra.
- Al personal de la Planta se le impartirán cursos de capacitación.
- Se contará con avisos preventivos y restrictivos fijos y móviles, relacionados con la seguridad, en las distintas áreas de la Planta.
- En las áreas consideradas peligrosas se instalarán instalaciones eléctricas a prueba de explosiones.
- No se llenarán cilindros en mal estado.
- Los motores de las bombas de gas y compresor serán a prueba de explosiones y estarán conectados a tierra.
- Las instalaciones operativas estarán conectadas a tierra.
- El área de almacenamiento estará sobre una plataforma de concreto de 0.20 metros de altura y muretes de concreto armado de 0.20x0.20x0.60 metros de altura, que protegerán a los recipientes de almacenamiento, compresor, bombas y sus equipos auxiliares.
- En la parte frontal del borde del piso del muelle de llenado se contará con bandas de hule para evitar que se originen chispas por choques de los camiones que maniobran en la carga y descarga de cilindros.
- Se contará con un Programa de Mantenimiento Preventivo del equipo y las instalaciones.

Sistema contra incendio y seguridad.

- 1 extintores de carretilla de P.Q.S. de 50 kg.
- 1 extintor de CO₂ de 4.5 kg.
- 17 extintores de PQS de 9 kg.
- Tres pararrayos.
- Una cisterna para agua con capacidad de 45,000 litros.
- Una bomba para agua marca Crane Dewing con gasto de 1,630 L.P.M. a una presión de 5 kg/cm² y motor de combustión interna de 42 H.P.
- Una bomba para agua marca Crane Dewing con gasto de 1,630 L.P.M. a una presión de 5 kg/cm² y motor eléctrico de 30 H.P.
- Red distribuidora de agua de tubo de acero con accesorios y conexiones.
- Dos hidrantes con mangueras de 2 pulgadas y 30 metros de longitud, con accesorios.
- Sistema de enfriamiento con agua, por medio de aspersión en recipientes de almacenamiento.
- Sistema de alarma sonora con apoyo visual, con botones para accionarla instalados en el muelle de llenado, oficinas administrativas, área de recibo de Gas L.P. y caseta de bombas contra incendio.
- Anaquel con suficientes artefactos matachispas (A la entrada de la Planta).
- Toma Siamesa.
- Sistema de tierra física para el equipo electromecánico e instalaciones.
- Dos trajes de amianto para combate contra incendios.
- Letreros de seguridad con las siguientes leyendas: ALARMA CONTRA INCENDIO (interruptores de alarma), PROHIBIDO ESTACIONARSE (entrada, acceso a vehículos, salida de emergencia y toma siamesa), PELIGRO, GAS INFLAMABLE (varios), SE PROHIBE EL PASO A VEHICULOS Y PERSONAS NO AUTORIZADAS (en los accesos a la Planta), SE PROHIBE ENCENDER FUEGO EN ESTA ZONA (almacenamiento, estacionamiento, toma de recepción, toma de suministro y toma de carburación), SE PROHIBE EL PASO A ESTA ZONA A CUALQUIER PERSONA NO AUTORIZADA (zona de almacenamiento, trasiego y estacionamiento de vehículos), LETREROS QUE INDIQUEN LOS DIFERENTES PASO DE MANIOBRA (muelle de llenado, toma de recepción, toma de suministro y toma de carburación), TABLA DE CÓDIGO DE COLORES DE LAS TUBERÍAS (en la entrada de la Planta y zona de almacenamiento), SALIDA DE

EMERGENCIA (en ambos lados), PROHIBIDO EFECTUAR REPARACIONES A VEHÍCULOS EN ESTA ZONA (varios), RUTA DE EVACUACIÓN (verde con flechas y letras blancas) y VELOCIDAD MAXIMA 10 KPH (en la entrada de la Planta).

Los dispositivos y sistema de seguridad de la Planta serán los siguientes:

- Se contará con botones de arranque y paro de la bomba eléctrica del sistema contra incendio y que hace funcionar los rociadores de agua de los recipientes de almacenamiento. Estos botones estarán instalados estratégicamente.
- Controles para paro y arranque de las bombas y compresor de gas L.P.

Los recipientes de almacenamiento contarán con dispositivos de seguridad y medición con indicación local y remota siendo los que a continuación se relacionan:

- **Medidor de líquido.** Para conocer que la fase líquida del Gas L. P. ha alcanzado el máximo nivel de llenado permisible, se contará con un medidor o indicador magnético marca Magnatel con caratula de 35.5 cm.
- **Válvula de máximo llenado.** Se contará también con dos válvulas de máximo llenado marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm de diámetro, localizadas una al 90 % y la otra al 85 % del nivel del recipiente, resistentes a la acción del Gas L. P.
- **Manómetro.** Se contará con un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm², este se encuentra instalado precedidos de una válvula de aguja.
- **Termómetro.** Se contará con un termómetro marca Metrón con caratula de 51 mm de diámetro y con graduación de -20 a +50 °C.
- **Válvulas en los coples inferiores.** En los coples con diámetro de 51 y 76 mm localizados en la parte inferior de los recipientes para la recepción y suministro de Gas en estado líquido se contará con válvulas interna marca Rego de 51 y 76 mm de acero para una presión de trabajo de 24.47 kgf/cm² con actuador neumático.
- **Válvulas de no retroceso y exceso de flujo.** Las válvulas de no retroceso y exceso de flujo serán independientes y estarán precedidas, en el sentido del flujo, por una válvula de cierre de acción manual del tipo de globo o de esfera.
- **Válvulas de alivio de presión.** En la parte superior de cada recipiente se contará con dos válvulas marca Rego Modelo 7534G de 51 mm (2") de diámetro y capacidad de 295 m³/minuto. Cada una estará calibrada por el fabricante para una presión de apertura de 17.58 kgf/cm². Estas válvulas contarán con puntos de ruptura en su acoplador.
- Estas válvulas contarán con un acoplador y tubos de descarga de acero al carbono con cédula menor a la 40, de 76mm. (3") de diámetro roscadas directamente a la rosca interior del acoplador de la válvula, con longitud de 2.00 metros de altura y contarán con capuchones protectores fácilmente removibles.
- Los cuerpos de las válvulas de exceso de flujo, no retroceso, alivio de presión e internas serán de acero, de bronce y latón adecuadas para una presión de trabajo de 24.47 kgf/cm².
- Los coples que no están en uso contarán con tapón directamente al cople.

La Planta contará con dos recipientes de almacenamiento del tipo intemperie cilíndrico-horizontal, especiales para contener gas L.P., los cuales se localizarán de tal manera que cumpla con las distancias mínimas reglamentarias.

Los recipientes de almacenamiento están diseñados para ser colocados sobre bases de sustentación tipo cuna para ser asentados en su placa de apoyo, las cuales están asentadas en bases de concreto armado de tal forma que puedan desarrollar sus movimientos de contracción y dilatación.

Entre la placa de apoyo y las bases de sustentación se deberá colocar material impermeabilizante para minimizar los efectos de la corrosión por humedad.

Los recipientes tendrán una altura de mínima de 1.63 metros (recipiente I) y 1.60 metros (recipiente II), medido de la parte inferior de los mismos al nivel del piso terminado.

A un costado de los recipientes se tendrá una escalera metálica terminada en pasarela para tener acceso a la parte superior del mismo, y proporcionar mantenimiento y revisión de las válvulas y accesorios. También se contará con una escalerilla al frente, terminada en pasarela, misma que será usada para mayor facilidad en el uso y lectura del instrumental.

El recipiente y escaleras metálicas, contarán con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc marca Carboline Tipo R.P. 480 y pintura de enlace primario epóxico catalizador Tipo R.P. 680.

TUBERÍAS Y CONEXIONES:

Todas las tuberías instaladas para conducir gas L.P. serán de acero cédula 80, sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero para una presión mínima de trabajo de 24.74 kg/cm^2 y donde existen accesorios roscados, estos serán para una presión mínima de trabajo de 24.74 kgf/cm^2 y con tuberías de acero cédula 80. Las tuberías y conexiones serán herméticas en todos sus puntos de unión. Las bridas serán clase 300 para una presión de 24.74 kgf/cm^2 , los empaques utilizados serán resistentes al gas L. P.

Las tuberías estarán instaladas y soportadas a una distancia de 3 m. Así mismo se encontrarán separadas 10 cm, como mínimo de conductores eléctricos donde la tensión nominal sea menor de 127 V, y separadas 20 cm, como mínimo cuando la tensión nominal es mayor a 127 V.

Las líneas de tubería que hacen el recorrido de la zona de almacenamiento al muelle de llenado, las tomas de recepción, suministro y carburación se encontrarán totalmente visibles, permitiendo además la ventilación y mantenimiento de las mismas.

SOPORTERÍA:

Para la sujeción y fijación de las tuberías se contará con soportería metálica a una distancia de 3m, como máximo. La tubería y soportes estarán pintadas con pintura anticorrosiva y pintura de acuerdo al código de colores.

VÁLVULAS DE CIERRE O DE CORTE:

En diversos puntos de la instalación se instalarán válvulas de globo, de bola de operación manual, para una presión de trabajo de 28 kg/cm^2 las que permanecen “cerradas” o “abiertas”, según el sentido del flujo que se requiera.

VÁLVULAS DE RELEVO DE PRESIÓN HIDROSTÁTICO:

En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de éste entre dos o más válvulas de cierre manual, se instalarán válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de como mínimo de 24 kgf/cm^2 y 29 kgf/cm^2 como máximo, la presión nominal de apertura se encontrará indicada en la válvula.

MANGUERAS:

Todas las mangueras usadas para conducir Gas L.P. serán especiales para este uso, construidas con hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y a la acción de Gas L.P., estarán diseñadas para una presión mínima de trabajo de 24.61 kg/cm^2 y una presión de ruptura de 140

kg/cm². Se contará con mangueras en el múltiple de llenado para recipientes transportables y en las tomas de recepción y suministro estando todas protegidas contra daños mecánicos.

Las mangueras cuando no estén en servicio sus acopladores serán protegidos con tapón.

CONECTORES FLEXIBLES:

En la succión y descarga de la bomba se contará con conectores flexibles metálicos y a base de manguera para gas L. P. con longitud de 0.40 m, así como en la succión y descarga del compresor. Serán resistentes a la acción de gas L.P. y para la presión de trabajo requerida.

FILTROS:

En la succión de las bombas se contará con filtros clasificados como WOG resistentes para una presión de trabajo no menor a 17.58 kg/cm², estos ayudan a evitar daños a bombas u obstruir líneas de tuberías. Los filtros serán accesibles a su mantenimiento y limpieza.

CONTROLES AUTOMÁTICOS:

A la descarga de las bombas se contarán con una válvula de retorno automático de 51 mm (2") de diámetro para retorno del gas-líquido excedente, hacia el recipiente de almacenamiento, éste control consiste en una válvula automática, la que actúa o abre por presión diferencial y esta calibrada para una presión de apertura de 5 kg/cm² (71.10 Lb/in²).

INDICADORES DE FLUJO:

En las tomas de recepción y en la descarga de la bomba se contará con indicadores de dirección de flujo.

En el muelle de llenado se instalarán los siguientes dispositivos de seguridad:

- Múltiple de llenado, construido con tubería de acero cédula 80 sin costura, de 76 mm (3") de diámetro, contará con una válvula de operación manual y conexiones soldadas y roscadas para una presión mínima de trabajo de 140 kg/cm².
- Estará instalado a una altura de 1.00 metro y estará soportado por tubulares metálicos empotrados al piso con cemento asegurando un buen soporte.
- El múltiple constará de cuatro llenadoras con sistemas de llenado máscos.
- El múltiple de llenado contará además con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (½") de diámetro y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (¼") de diámetro en su entrada y carátula de 64 mm (2½") de diámetro.
- Cada llenadora contará con una válvula de globo de cierre manual que permite efectuar el cambio de la manguera la cual estará provista con una válvula de cierre rápido y punta POL o pistola de llenado la cual no llegará al piso.
- Cada llenadora contará con un dispositivo automático de llenado que acciona una válvula de cierre al llegar al peso predeterminado.
- El múltiple de llenado para su mejor protección contará con un sistema de "tierra física"
- El muelle de llenado contará con un sistema para el vaciado de gas de los cilindros transportables, el cual constará de un recipiente tipo no transportable o estacionario de capacidad apropiada ubicado junto al muelle de llenado contando con los aditamentos necesarios. Consta además de un múltiple de una salida conectada al tanque antes mencionado y colocado sobre una estructura metálica adecuada para la extracción de gas L. P., de dichos recipientes.
- La tubería del sistema de vaciado de gas, será de acero cédula 80, para alta presión, con conexiones roscadas para una presión de trabajo de 140 kg/cm² como mínimo, teniéndose la tubería que va del múltiple de vaciado de gas al tanque estacionario de 32 mm (1¼") de diámetro. Los accesorios serán de diámetro igual al de las tuberías en que se encuentran

instalados. Las mangueras que se usarán son especiales para gas L.P., construidas de neopreno y doble malla de acero, resistente al calor y diseñada para una presión de trabajo de 24.47 kg/cm².

En la toma de recepción se instalarán los siguientes dispositivos de seguridad:

- Para la descarga de semirremolques se contará con una toma de recepción debidamente anclada y soportada firmemente.
- La boca de toma de la tubería de gas L. P. en estado líquido contará con una válvula de no retroceso con diámetro de 51 mm (2"), válvula de cierre manual e indicador de flujo colocado a no más de 3 m de la boca de toma.
- La toma de la tubería de gas L. P. en estado vapor contará con una válvula de exceso de flujo con diámetro de 51 mm (2"), válvula de cierre manual y válvula interna de 51 mm de acero con actuador neumático.
- Las tomas de líquido y vapor contarán con separador mecánico Pull Away y manguera especial para gas L. P. de 32 y 51 mm (1 ¼" y 2").

En la toma de suministro se instalarán los siguientes dispositivos de seguridad:

- Para el suministro o la carga de auto-tanques se contará con una toma de gas en estado líquido y otra en estado de vapor, estas contarán con soportería metálica debidamente anclada.
- La boca de la tubería de líquido y de vapor contará con válvulas de exceso de flujo de 51 mm, válvula de cierre manual y válvula interna con actuador neumático.
- Las tomas de líquido y vapor contarán con separador mecánico Pull Away y manguera especial para gas L. P. de 32 y 51 mm. (1 ¼" y 2").

En la toma de carburación para autoconsumo se instalarán los siguientes dispositivos de seguridad:

- Esta toma contará con una manguera especial para gas L. P. con diámetro de 2.54 cm y longitud de 6.00 m, en su extremo libre contará con válvula de cierre rápido con seguro. Así mismo contará con medidor volumétrico con válvula de presión diferencial.
- Una punta de llenado con válvula de cierre rápido marca Rego modelo 7554LV.

BOMBAS PARA GAS L.P.

- Las bombas estarán ubicadas dentro de la zona de protección del recipiente de almacenamiento y además cumplirán con las distancias mínimas reglamentarias.
- Cada bomba y su motor eléctrico, estarán cimentados a una base metálica, la que a su vez se fija por medio de tornillos anclados a otra base de concreto.
- Los motores eléctricos acoplados a las bombas son los apropiados para operar en atmósferas de vapores combustibles y contarán con interruptor automático de sobrecarga, además estarán conectados al sistema general de "tierra".
- Cada bomba se encontrará instalada con cople flexible y precedida con un filtro en la tubería de succión.
- La bomba No. 1 y 2 contarán con una válvula automática de 51 mm (2") en la tubería de retorno de gas en estado líquido para retornar el gas líquido al recipiente de almacenamiento.
- La bomba No. 3 contará con una válvula automática de 32 mm (1 ¼") en la tubería de retorno de gas en estado líquido para retornar el gas líquido al recipiente de almacenamiento.

COMPRESOR.

- El compresor estará ubicado por la zona sur, en una isleta dentro de la zona de protección del recipiente de almacenamiento y además cumplirá con las distancias mínimas reglamentarias.
- El compresor y su motor eléctrico, estarán cimentados a una base metálica, la que a su vez se fija por medio de tornillos anclados a otra base de concreto.
- El motor eléctrico acoplado al compresor es apropiado para operar en atmósferas de vapores combustibles y contará con interruptor automático de sobrecarga, además estará conectado al sistema general de “tierra”.
- El compresor se instalará entre coples flexibles y contará con válvula de alivio de presión.
- El compresor contará con tubería de desfogue con una altura no menor de 2.50 m y la descarga no se dirigirá hacia ningún elemento de la planta de distribución

VI.9. Indicar las medidas preventivas o programas de contingencias que se aplicarán, durante la operación normal de la instalación, para evitar el deterioro del medio ambiente (sistemas anticontaminantes), incluidas aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente.

El sistema anticontaminante con que contará la planta será por el tratamiento de las aguas residuales de los servicios sanitarios consistente en un biodigestor autolimpiable y pozo de absorción.

Programa de mantenimiento.

En la Planta se tendrá un programa de mantenimiento a los equipos e instalaciones, por lo que no se puede saber con exactitud qué tipo de reparaciones se realizarán; sin embargo, en caso de ser necesaria una reparación a los recipientes de almacenamiento, tuberías de trasiego, bombas, compresor, válvulas, sistema eléctrico y computo se recurrirá a empresas especializadas en el área.

El programa de mantenimiento lo integrarán todas las actividades que se desarrollan en la Planta para conservar en condiciones óptimas de seguridad y operación los equipos e instalaciones como son: bombas de gas L.P., compresor, válvulas, tuberías, instalaciones eléctricas, mangueras de gas L.P., tierras físicas, extintores, drenajes, pintura en general, señalamientos, etc.; elaborado principalmente en base a los manuales de mantenimiento de cada equipo o en su caso a las indicaciones de los fabricantes. Por su naturaleza el mantenimiento se divide en preventivo y correctivo:

Mantenimiento Predictivo: Son las actividades que se desarrollan de acuerdo a un programa predeterminado; permite detectar y prevenir a tiempo cualquier desperfecto antes de que falle algún equipo o instalación; si se lleva a cabo correctamente disminuirá riesgos e interrupciones repentinas.

Mantenimiento Correctivo: Son las actividades que se desarrollan para sustituir algún equipo o instalación por reparación o sustitución de los mismos.

Equipo e Instalaciones	Frecuencia					
	Diario	Semanal	Mensual	Semestral	Anual	
Recipientes de almacenamiento						
Revisión de fugas			X			
Revisión y limpieza de válvulas				X		
Pintura del recipiente					X	
Prueba de hermeticidad a válvulas y tuberías						5 años
Prueba de ultrasonido a recipiente						10 años
Pruebas de sello y hermeticidad a línea eléctrica					X	
Revisión de soporte y muretes de protección					X	
Tomas de recepción, suministro, carburación y muelle de llenado						
Revisión de fugas			X			
Revisión y limpieza de válvulas				X		
Pintura de tuberías					X	
Prueba de hermeticidad a válvulas y tuberías						5 años
Limpieza de filtro			X			
Compresor de gas L.P.						
Revisión y mantenimiento				X		
Revisión y mantenimiento de conexiones eléctricas				X		
Revisión de sello mecánico					X	
Bombas de gas L.P.						
Revisión y mantenimiento				X		
Revisión y mantenimiento de conexiones eléctricas				X		
Revisión de sello mecánico					X	
Equipos en general						
Instalación hidráulica				X		
Botón de paro de emergencia		X				
Líneas de conducción de gas L.P.					X	
Oficinas administrativas	X					
Extintores					X	
Hidrantes		X				
Bombas del sistema contra incendio		X				
Sistema de alarma		X				
Sistema de enfriamiento de recipientes		X				
Red de tierra física					X	
Equipo de protección personal			X			
Nivel de la cisterna de agua	X					
Botiquines de primeros auxilios			X			
Equipo de comunicación	X					
Sistema eléctrico					X	
Planta de emergencia					X	
Transformador					X	

Tabla 89. Programa de mantenimiento del proyecto.

Para el seguimiento del Programa de Mantenimiento se contará con una "Bitácora foliada". En la "Bitácora" se registrarán por escrito de forma continua, a detalle y por fechas, las actividades relacionadas con los equipos e instalaciones, así como la propia operación, mantenimiento, supervisión, etc., de la Planta.

Los registros en la "Bitácora" serán claros, precisos sin omisiones ni tachaduras y en caso de requerirse alguna corrección, ésta será a través de un nuevo registro, sin eliminar la hoja y sin borrar ni tachar el registro previo.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN PARA EL MANEJO SEGURO DEL GAS L.P.

Determinación de acciones a nivel interno.

Procedimientos específicos de respuesta a emergencias o contingencias.

Fuga de gas por mala conexión o ruptura de la manguera, durante la recepción de gas L.P.

- Accionar el botón de paro de la bomba de recepción de gas L.P.
- Cerrar válvula de descarga del autotank.
- No permitir el acceso al área a personas no autorizadas.
- Evacuar la instalación hacia el punto de reunión, establecido en el Programa Interno de Protección Civil.
- Esperar a que se disipe el gas en el aire (usando algún explosímetro o mediante detección olfativa, el gas L.P. contiene mercaptanos para ser detectado olfativamente)
- Revisar y reponer según el caso (cambio o reparación) las conexiones y manguera, que motivaron la contingencia.

Fuga de gas L.P.

Antes:

1. Revisar periódicamente los equipos e instalaciones que manejen, transporten o almacenen gas L.P.
2. Cumplir con el mantenimiento preventivo programado a los equipos e instalaciones.
3. Evitar en el manejo de los cilindros de gas L.P. golpes o caídas.
4. No llenar los cilindros de gas en mal estado.
5. Evitar el acceso al área de almacenamiento a personas ajenas a la Planta.

Durante:

- Identificar el lugar de la fuga.
- La persona que identifique la fuga deberá de comunicarlo en forma personal a sus compañeros de trabajo. **(Prealerta)**
- La persona que identifique la fuga lo comunicará en forma personal, por teléfono celular o radio, según su disponibilidad, al Jefe de Operaciones y al Responsable del Inmueble. **(Prealerta)**.
- No se deberá arrancar los motores de los vehículos que se encuentren en el interior de la Planta.
- El Jefe de Operaciones deberá abrir el interruptor general de corriente eléctrica.
- Cerrar todas las válvulas de los tanques de almacenamiento.
- NO TOCAR o exponerse al material fugado.
- Detener la fuga en caso de poder hacerlo sin riesgo.
- El Responsable del Inmueble informará a las autoridades de Protección Civil Municipal de la contingencia. **(Alerta)**
- Cuando la fuga sea pequeña en el área de almacenamiento, proceder a la evacuación del área a una distancia mínima de 100 m en contra de la dirección de la pluma.
- En caso de una fuga grande en el área de almacenamiento proceder a evacuar el área afectada a una distancia mínima de 250 m, en contra de la dirección de la pluma.
- En caso de no poder controlar la fuga el Responsable del Inmueble informará de la forma más conveniente a las autoridades competentes y de ser necesario solicitar su intervención para controlar y acabar con la contingencia. **(Alarma)**
- Cuando la fuga sea en un cilindro de gas, descargar su contenido en el tanque del sistema de

recuperación.

Después:

- Reparar la falla donde se produjo la fuga.
- En caso del cilindro con fuga, desecharlo de los demás para no volverlo a usar.
- Una vez concluida la emergencia reanudar el suministro de energía eléctrica.
- Dirigirse a la brigada de primeros auxilios para ser atendido en caso de ser necesario.

Incendio ocasionado por una fuga de gas L.P.

- Aviso y/o activación de la alarma.
- Accionar el paro de emergencia más próximo.
- Evacuar la instalación (brigada de evacuación)
- Sofocar el incendio con los extintores o los hidrantes instalados (brigada contra incendio).
- Activar protocolo de aviso externo (bomberos, policía, servicios médicos, protección civil)
- Desalojar los vehículos que se encuentren dentro de la Planta de Distribución de Gas L.P.
- No permitir el acceso a la instalación a personas no autorizadas.
- Esperar instrucciones del encargado para abandonar las instalaciones y situarse en la zona de seguridad previamente establecida.
- Una vez apagado el fuego, remover los escombros y apagar llamas y brasas ocultas.
- Hacer limpieza del área afectada, depositando los residuos en tambores.
- Corregir la falla que ocasionó el problema.
- Volver a activar el interruptor de paro de emergencia.
- Recargar los extintores que se hayan usado.

Huracanes.

- Verificar el buen estado de los edificios como bardas, alambradas, rejas, ventanales y protectores de hierro.
- Solicitar las reparaciones necesarias.
- Verificar el buen estado y funcionamiento de los equipos de comunicación.
- Adiestrar al personal que integra la brigada y al que considere necesario para cubrir las guardias de 24 horas y que tomará decisiones durante el tiempo que dure la emergencia.
- Sintonizar los noticiarios de la frecuencia local comercial por medio de un radioreceptor y estar atento al curso de las condiciones meteorológicas.
- Mantener en bodega suficientes botellones de agua para su consumo durante y después del siniestro.
- Revisar y solicitar que se complete, si es necesario, el botiquín de primeros auxilios.
- Determinar las áreas de mayor seguridad para almacenar archivos y equipos delicados.
- Abastecerse de materiales tales como: cinta canela, sogas, lámparas de mano, baterías, lonas impermeables, equipo de protección personal, etc.
- Resguardar todos los vehículos de reparto en la planta.
- Resguardar objetos livianos, asegurándolos con amarras. Acostar objetos largos, empaquetar los archivos forrándolos con plásticos y estibarlos en áreas de almacenaje. Proteger con material impermeable los equipos eléctricos y electrónicos.
- Planear las actividades que se desarrollarán (en cuanto a venta de producto) hasta mínimo 2 horas antes del inicio del meteoro.
- Eliminar cualquier objeto suelto que se encuentre en la planta, área de maniobras, y sobre todo los que estén cerca de los tanques de almacenamiento, para evitar que sean afectados.
- Asegurar puertas y ventanas protegiendo los cristales con tablas de madera.

- Reunir al personal explicándoles la situación, haciéndoles conciencia de que deberán presentarse a las instalaciones inmediatamente al término de la emergencia.
- Establecer el personal de guardia.
- Sintonizar la radio para mantenerse informado del desarrollo del huracán.
- Cerrar las válvulas de los tanques de almacenamiento.

Durante el ataque del Huracán efectuar las siguientes acciones:

- Al inicio de los vientos, desconectar los interruptores principales de energía eléctrica para evitar un corto circuito y como consecuencia un incendio.
- Establecer el personal de guardia en el recinto preestablecido, de preferencia con alguna vista al exterior.
- No salir del lugar de reunión que se ha determinado como la más segura, salvo en casos de emergencia.
- Mantenerse alejado de puertas y ventanas.
- Si el viento abre alguna puerta, no dirigirse a ella en forma frontal.
- Mantenerse informado del desarrollo del meteoro por medio de la radio.
- NO salir del refugio hasta que las autoridades indiquen que ha pasado el peligro.

Después de concluida la emergencia se procederá como sigue:

- Realizar una inspección para evaluar daños a la planta y redactar un reporte.
- Cerciorarse de que no existan líneas de energía eléctrica dañadas o tiradas antes de cerrar los interruptores de acometida.
- Despejar las áreas afectadas por los derrumbes a fin de normalizar las actividades.

Evacuación de la Planta.

Para evacuar la planta, en caso de emergencia, se deben tomar las siguientes medidas:

- Contar con plano del inmueble, indicando, accesos, extintores, salida de emergencia, ruta de evacuación y áreas de seguridad.
- Enlistar los tipos de riesgo a los que se encuentra expuestos el inmueble.
- Eliminar riesgo y obstáculos que puedan entorpecer el proceso de evacuación. (autos estacionados a la entrada, equipo u objetos fuera de su sitio).
- Conocer el procedimiento de evacuación de la planta.

Para efectuar la evacuación, en caso necesario, se tomarán las medidas siguientes:

- En caso de emergencia, se dará aviso a todo el personal de la planta y visitantes.
- El responsable del inmueble, deberá evaluar la situación.
- Si es necesario se inicia el proceso de evacuación.
- Indicar la vía de salida, dando prioridad a personas que a vehículos.
- Conducirá a la población del inmueble a la zona de seguridad más cercana.
- Elaborar un censo con las personas evacuadas
- Dirigir el acceso de las unidades de emergencia hacia el sitio del siniestro.
- Colaborar en lo posible con las unidades de apoyo.
- Una vez concluida la evacuación, se procederá como sigue:
 - Realizar un informe del número de personas presentes al momento del siniestro y el número de elementos (personas y vehículos) participantes en la emergencia.
 - Estimar las pérdidas de vidas humanas y cantidad de heridos.
 - Evaluar las condiciones de la planta, reportando el nivel de afectación.

Etiquetado, bloqueo y candado para interrupción de líneas eléctricas.

Bloqueo, etiquetado y candado es un conjunto de procedimientos de seguridad diseñados para reducir el riesgo de lesiones debido a una activación accidental de la maquinaria o energización del sistema eléctrico durante el servicio o mantenimiento.

El bloqueo, etiquetado y candado es obligatorio para asegurarse que, antes que cualquier empleado realice servicios o mantenimiento en una máquina o equipo donde el encendido o energización pudiera ocurrir o el escape de energía almacenada y pueda causar lesiones. La máquina o equipo debe ser aislada de la fuente de energía de manera que no se pueda operar.

Procedimiento de bloqueo.

1. *Notifique a los empleados implicados.*
2. *Preparación para apagado.* Antes de que el personal autorizado apague la máquina o el equipo, necesita saber el tipo y la cantidad de energía, los riesgos de la energía, y el método y los medios de controlarla.
3. *Apagado de Maquinas o Equipos.* Después la máquina será apagada de acuerdo con los procedimientos establecidos por el fabricante. Un apagado en orden evita el aumento de los peligros para los empleados.
4. *Aislamiento de Maquinas o equipo.* Toda la energía que la máquina utiliza será localizada y aislada de sus fuentes.
5. *Aplicación de dispositivos de Bloqueo/Etiquetado.* Luego, el dispositivo de Bloqueo/Etiquetado será colocado en el dispositivo de aislamiento de energía por un empleado autorizado.
 - A. El dispositivo de bloqueo debe bloquear el dispositivo de aislamiento de energía en una posición de seguro u off.
 - B. Los dispositivos de etiquetado serán de material duradero.
 - i. La etiqueta debe ser colocada en el mismo lugar en que se hubiera colocado el dispositivo de bloqueo.
 - ii. El dispositivo de etiquetado debe prohibir claramente la activación de la máquina o equipo.
6. *Energía Almacenada.* La energía almacenada será liberada, desconectada, contenida o de otra manera asegurada. Estas fuentes de energía incluyen eléctrica, neumática, hidráulica, mecánica, termal química y la fuerza de gravedad.
7. *Verificación de aislamiento.* Antes de comenzar a trabajar en la máquina que ha sido bloqueada o etiquetada, el empleado autorizado verificará que el aislamiento en la máquina o equipo se ha completado. Intentando encender el equipo o con algún instrumento de medición de voltaje.

Eliminación del bloqueo/etiquetado y procedimientos de puesta en marcha.

1. Los empleados autorizados deben asegurarse de que las herramientas han sido retiradas de la máquina o equipo y que todos los componentes pueden ser operados.
2. Todos los empleados deben permanecer a una distancia segura de la máquina o el equipo.
3. Cada dispositivo de Bloqueo/Etiquetado debe ser removido por el empleado que lo aplico. Si el empleado que aplico el dispositivo de Bloqueo/Etiquetado no está presente, el dispositivo debe ser retirado bajo la dirección del jefe de mantenimiento. El procedimiento a seguir en caso de la ausencia del empleado autorizado debe contener:
 - a. Verificación de parte del jefe de mantenimiento que el empleado autorizado está ausente de la instalación.
 - b. Esfuerzos razonables para contactar al empleado autorizado para el retiro de los dispositivos de Bloqueo/Etiquetado.

- c. Comunicar al empleado antes que regrese a trabajar, que el dispositivo de Bloqueo/Etiquetado ha sido retirado durante su ausencia.
4. Notifique a todos los empleados implicados y al encargado de la planta antes de volver a activar el equipo.
5. Retire los dispositivos de bloqueo/etiquetado.
6. Vuelva a activar el equipo para garantizar que el funcionamiento sea seguro.

Procedimiento para prueba o posicionamiento de un candado o etiqueta en una maquina:

1. Retire cualquier herramienta o material usados.
2. Asegúrese de que no hay otros empleados en la máquina.
3. Retire los dispositivos de bloqueo/etiquetado del dispositivo de aislamiento de energía.
4. Energice y proceda con la prueba o posicionamiento.
5. Desactive todos los sistemas y re aplique los procedimientos de control de energía establecidos por los procedimientos .de bloqueo/etiquetado.

Etiquetado, bloqueo y candado para interrupción de líneas con productos.

Bloqueo, etiquetado y candado es un conjunto de procedimientos de seguridad diseñados para reducir el riesgo debido a una activación accidental de una línea de producto durante el servicio o mantenimiento.

El bloqueo, etiquetado y candado es obligatorio para asegurarse que, antes que cualquier empleado realice servicios o mantenimiento en una maquina o equipo donde el flujo de gas pudiera ocurrir o la fuga del mismo pueda causar lesiones o accidentes. La máquina, equipo o sección de tubería debe ser aislada, de manera que no pueda existir gas.

Procedimiento de bloqueo.

- *Notifique a los empleados afectados.*
- *Preparación.* Antes de que el empleado autorizado bloquee la línea, se deberá de realizar el procedimiento de etiquetado, bloqueo y candado de líneas eléctricas en caso de existir maquina o equipo, el empleado autorizado necesita saber el tipo de combustible, los riesgos, y el método y los medios de controlar una fuga o derrame.
- Después la sección de trabajo será bloqueada de acuerdo con los procedimientos establecidos por el constructor de la línea de tuberías. Un bloqueo en orden evita el aumento de los peligros para los empleados.
- *Aislamiento.* Todo el energético que se ubique en las tuberías será localizada y aislada del tanque de almacenamiento que es su fuente.
- *Aplicación de dispositivos de Bloqueo/Etiquetado.* Luego, el dispositivo de Bloqueo/Etiquetado será colocado en las válvulas del sistema de tuberías de productos por un empleado autorizado.
 - El dispositivo de bloqueo debe bloquear la válvula de corte o emergencia en una posición de cerrado.
 - Los dispositivos de etiquetado que se utilizarán serán de material resistente.
- La etiqueta debe ser colocada en el mismo lugar en que se hubiera colocado el dispositivo de bloqueo.
- El dispositivo de etiquetado debe prohibir claramente la apertura de la válvula.
- *Combustible almacenado.* El combustible remanente en la tubería que se bloqueó deber contenida y recuperada.
- *Verificación de aislamiento.* Antes de comenzar a trabajar en la zona, el empleado autorizado debe verificar que no existan atmosferas explosivas por medio de un detector.

Eliminación del bloqueo/etiquetado y procedimientos de puesta en marcha.

- Los empleados autorizados se asegurarán de que las herramientas han sido retiradas de la zona y que toda la sección de la tubería se encuentre bien instalada.
- Se debe de verificar la hermeticidad de la tubería de productos, realizando las pruebas necesarias por medio de una unidad de verificación autorizada.
- Cada dispositivo de Bloqueo/Etiquetado será removido por el empleado que lo aplico. Si el empleado que aplico el dispositivo de Bloqueo/Etiquetado no está presente, el dispositivo debe ser retirado bajo la dirección de encargado de mantenimiento. El procedimiento a seguir en caso de la ausencia del empleado autorizado debe contener:
 - Verificación de parte del empleador que el empleado autorizado está ausente de la instalación
 - Esfuerzos razonables para contactar al empleado autorizado para el retiro de los dispositivos de Bloqueo/Etiquetado
 - Comunicar al empleado antes que regrese a trabajar, que el dispositivo de Bloqueo/Etiquetado ha sido retirado durante su ausencia.
- Notifique a todos los empleados afectados y al supervisor del sitio antes de volver a abrir las válvulas.
- Retire los dispositivos de bloqueo/etiquetado.
- Vuelva a abrir las válvulas de la tubería de conducción del energético.

Medidas de seguridad para realizar trabajos “en caliente” o que generen fuentes de ignición.

Para los casos en los que se justifique realizar trabajos “en caliente”, antes de iniciar se analizarán las actividades a realizar y las áreas donde se llevarán a cabo, para identificar los riesgos potenciales y definir las medidas a seguir para garantizar la seguridad de las personas e instalaciones durante el desarrollo de las actividades. Además, se cumplirá con lo establecido en los procedimientos de mantenimiento y recomendaciones del fabricante.

- Suspender el suministro de energía eléctrica a todos los equipos de bombeo y suministro de gas y aplicar procedimiento de seguridad de etiquetado, bloqueo y candado donde sea requerido.
- Despresurizar y vaciar las líneas de producto.
- Inspeccionar las áreas donde se realizarán las actividades, y eliminar fugas o acumulaciones de gas.
- Los equipos que previamente contuvieron materiales combustibles o inflamables hayan sido purgados, estos se deben limpiar a fondo, las tuberías o las conexiones de los equipos, las válvulas deben de encontrarse en posición cerrada (bloqueadas) y deben colocarse juntas ciegas.
- Limpiar las áreas de trabajo.
- Verificar con un explosímetro que no existan concentraciones explosivas de vapores.
- El equipo que produce llamas o chispas se inspeccionará y comprobará que se encuentra en buen estado de funcionamiento, como son: las máquinas de soldar, equipo oxiacetileno, motores de combustión interna, equipos eléctricos, etc.

Trabajos en alturas con escaleras o plataformas superiores a 1.5 m.

Todos los trabajos de inspección, mantenimiento, limpieza y sustitución de equipo e instalaciones que se realicen en escaleras o plataformas superiores a 1.5 m de altura, deben cumplir con los requisitos siguientes:

- a. Instalar plataforma en áreas con suelo firme.

- b. Para estabilizar la plataforma, la relación entre la altura y ancho de la plataforma no debe exceder de 3.5:1 para instalación fija y 3:1 para instalación móvil.
- c. Verificar que las ruedas instaladas en los montantes de las plataformas móviles sean de por lo menos 125 mm de diámetro y que estén equipadas con dispositivos de frenos en las ruedas que no se puedan soltar por accidente.
- d. Instalar la escalera de acceso en el interior de la plataforma y contar con una tapa de acceso con seguro en la sección superior.
- e. Al realizar los trabajos sobre la plataforma utilizar equipo de protección personal, tales como: casco, guantes, calzado dieléctrico y equipo de protección personal para interrumpir caídas de altura.

Las reglas generales a observar para trabajos en alturas son:

Todo trabajo de altura debe considerarse como trabajo potencialmente peligroso y como tal para su ejecución deberá elaborarse un análisis del riesgo y considerar los siguientes puntos:

- Al trabajar en lugares elevados es indispensable estar al menos amarrado de un punto y si es posible de dos puntos diferentes, los puntos de amarre deben ser lo suficientemente robustos para resistir una caída libre, (no utilizar como punto de amarre tubería conduit eléctrica, charolas de instrumentación, tubería de instrumentación, líneas de servicio menores de 3" de diámetro, líneas calientes).
- Las herramientas autorizadas para realizar trabajos en alturas son: escaleras rectas y/o de tijera, andamios, canastillas, plataformas entre otros. Queda estrictamente prohibido el uso de accesorios como tambores, cubetas, plataformas inestables etc.
- Las escaleras y andamios deberán sujetarse a una estructura diferente a ductos eléctricos o de instrumentos.
- Queda prohibido a las personas que trabajan en lugares elevados caminar en camas de tuberías, charolas eléctricas, instrumentos, equipos o líneas.
- Es obligatorio el uso de arnés de seguridad cuando se trabaje en alturas que sobrepasen los barandales en cualquier nivel de la planta.
- Es obligatorio utilizar arnés y cable de vida donde se realicen actividades con pisos resbalosos, en escaleras fijas, plataformas sin barandal o en lugares similares donde se requiera minimizar el riesgo de caída libre.
- El personal manual que va a trabajar en altura deberá acatar las medidas de seguridad indicadas en el permiso de trabajo.
- Durante la ejecución de las actividades en altura, cumplir con el procedimiento para el manejo y disposición de residuos peligrosos e industriales que se generen, con el fin de eliminar toda posibilidad de que ocurra un incidente ambiental.
- Para los trabajos en altura deberá considerar lo especificado en "medidas de seguridad para trabajos en altura"
- En todos los trabajos de altura deberá ser usado el arnés con cable de sujeción, punto fijo y casco con barbiquejo.
- El trabajador que va a realizar una actividad en altura, debe revisar que las escaleras, andamios, canastillas y plataformas estén en buenas condiciones así como el equipo de protección contra caídas, en caso contrario deberá reportarlo a su jefe inmediato, suspender la actividad y reanudar el trabajo hasta que se corrijan las desviaciones.
- No deben realizarse trabajos en altura a cielo abierto durante lluvia, tormentas eléctricas, niebla o vientos mayores de 30 km/hr. En los casos en que la prioridad de la actividad lo requiera el grupo técnico tomara acciones preventivas para continuar la actividad.

Líneas de vida

- En las áreas en donde no se tenga un punto de anclaje para asegurar el cable de sujeción del arnés deberá instalarse una línea de vida en forma vertical u horizontal soportada por dos o más anclajes, independientes de la superficie de trabajo, para poder desplazarse sin exposición a la caída, manteniendo siempre la línea de vida por encima de la cabeza del trabajador, procurando situarla a una distancia que permita engancharse y poderse desplazar en la actividad.
- El personal responsable de la ejecución de los trabajos en altura deberá inspeccionar las líneas de vida antes de su uso, debiendo verificar que la cuerda al flexionarse no presente roturas de hilos, cortes o excesiva abrasión.
- La línea de vida se debe sujetar firmemente de dos puntos fijos como mínimo.
- Cuando se realicen actividades en alturas los trabajadores deben asegurarse que la línea de vida no está cortada, pinchada, o colocada sobre una parte filosa, de manera que la línea de vida se mantenga permanentemente conectada a una estructura.
- Si la longitud de línea de vida es mayor a 20 metros se recomienda tener o facilitarse soportes intermedios cada 10 mts; y que el cable pase por un “ojillo” a través del ángulo de cada soporte.
- La línea de vida no deberá tener nudos ni irregularidades en el trayecto de su longitud, si son necesarias solo se permiten “Gasas”.
- La línea de vida no deberá tener empates intermedios solo deberán realizarse en el punto de un soporte con adecuado amarre al mismo.
- Al trabajar en techos, se recomienda habilitar “Gasas” en la línea de vida necesarias para sujetar los cables de sujeción cada 2 metros.

Cable de sujeción

- Para desplazamientos en trabajos de altura se deberán de usar 2 cables de sujeción, con la finalidad de no desengancharse uno hasta no tener enganchado el otro.
- No está permitido realizar o habilitar cuerdas de extensiones al cable de sujeción por ningún motivo. Es necesario implementar una línea de vida para acercarse al punto de trabajo.
- El cable de sujeción deberá ser independiente para cada trabajador.
- El cable de sujeción debe ser de fibras sintéticas, metálicas o combinadas provista de ganchos en ambos extremos para que sea conectado fácilmente al anillo “D” del arnés. No deben ser usadas líneas de sujeción de cuero.
- Para trabajos donde exista el potencial de contacto del cable de sujeción con una superficie caliente o filosa, se deberá de usar línea de sujeción de alambre de acero con arrestador de caídas.
- Para reducir la distancia de caída libre se pueden usar cables de sujeción de medidas más cortas (0.90 m, 1.20 m, 1.50 m y 1.80 m).

Arnés

Antes de iniciar la actividad el personal responsable de la ejecución de los trabajos deberá realizar la revisión del arnés, de la siguiente manera:

- Flexionando o doblando el cinturón para verificar que no tenga partes dañadas.
- Las costuras no deben mostrar deshilachamiento, cortaduras, quemaduras u otros signos de debilidad.
- Los herrajes (anillos, ganchos, hebillas, etc.) no deben presentar fisuras, fracturas, accesorios falsos u otros signos que puedan afectar su resistencia mecánica.

Punto fijo

- Verifique que el punto de anclaje de donde se colocará el punto fijo sea lo suficientemente fuerte, para resistir la fuerza necesaria para detener una caída.
- Inspeccione el punto de anclaje y verifique que no tenga daños antes de conectarse a él.
- Use un punto de anclaje que no tenga obstáculos debajo de él, sobre los cuales podría caer o golpear.

Andamios

Características y Selección de los Componentes del Andamio:

- a) Bases del andamio. Deberán ser seleccionadas dependiendo de las características de la superficie ó del terreno en donde se instalará el andamio, con las siguientes consideraciones:
 - Base Fija: Para superficies planas y firmes.
 - Base Móvil o Rodante: Para superficies planas y firmes.
 - Base de Tornillo o Niveladora: Para superficies o terrenos irregulares y/o con desnivel.
- b) En caso de usar bases móviles o rodantes deberán contar con seguro o cuñas para poder evitar desplazamientos cuando el andamio este fijo.
- c) La mariposa de las bases de tornillo o niveladoras no deberán exceder una altura mayor a las dos terceras partes de su altura total.

Medidas de seguridad para el uso de andamios.

- Todo el material que se esté utilizando sobre la plataforma del andamio como puede ser: ladrillo, bloques de concreto ó algún otro material, no debe ser apilado más de 60cm de alto en la plataforma del andamio.
- Nunca utilice el barandal o los miembros estructurales del andamio para levantar cargas, ya que al sufrir alteraciones se afecta su integridad mecánica.
- No se debe accesar por los barandales ó por los puntales del andamio, utilice sus escaleras del mismo.
- Nunca deberá soportar o apoyar un andamio sobre objetos inestables como tanques, latas, cubetas, cajas, blocks de concreto, ladrillos sueltos, etc.
- En caso de superficies suaves como arena, arcilla, grava, etc., se deberá usar blocks de madera o tablones u otro material para dar firmeza y apoyo a cada una de las bases (esto solo aplica para las bases fijas y de tornillo).
- Deberá utilizarse una cuerda para subir o bajar lo necesario y no deberá arrojarse desde o hacia el andamio ninguna de sus partes, herramientas, materiales, equipos y/o cualquier otro objeto.
- No se deberá usar el andamio para levantar o sostener objetos con diferenciales, etc.
- No se deberá de mover o trasladar un andamio con material, objetos o personas sobre el mismo.
- Cuando la altura del nivel de la plataforma de trabajo exceda los 3 metros el andamio deberá ser amarrado a una estructura cercana y cuando rebase los 5 metros deberá ser reforzado contraventeos tubulares desde su base, en forma transversal.
- Cuando se utilice un andamio móvil las ruedas deben de tener sus tornillos de sujeción en buen estado.
- Las plataformas de los andamios deberán cubrir completamente el espacio de trabajo y deberán ser metálicas. En casos especiales, podrán utilizarse tablones de madera que cumplan con las siguientes características de seguridad: ancho de 12 pulgadas (30 cm) y 2 pulgadas (5 cm) de espesor, madera libre de ojillos o rajaduras, sujetarse de manera segura y ser autorizado su uso por la máxima autoridad de mantenimiento del centro de trabajo o instalación.

Medidas de seguridad para el uso de Escalera.

- Las escaleras deberán utilizarse en espacios donde no se pueda colocar un andamio.
- Las personas que trabajan cerca de líneas, equipos o partes energizadas con potencial eléctrico (voltaje) deberán usar escaleras con material dieléctrico.
- Antes de iniciar una actividad en escalera el operario responsable del trabajo; deberá de verificar que los peldaños, soportes y zapatas estén libres de grasas o aceites e inspeccionar que los peldaños no tengan astillas, extremos cortantes, filos o proyecciones. Las escaleras con reparaciones improvisadas roturas, peldaños faltantes, largueros rotos u otro daño no deberán ser utilizadas.
- Las escaleras de mano (rectas de una sola pieza) no deben exceder 6.0 m de longitud, durante su uso deberán estar sujetas a un lugar firme y seguro (preferentemente de la parte superior de la escalera y no serán usadas para accesar a un techo, salvo que la parte superior de la escalera se extienda o sobresalga al menos un metro por encima del soporte en el alero, canal o techo.
- En caso de que la escalera no pueda sujetarse de ninguna parte, un trabajador sostendrá la escalera de la parte inferior todo el tiempo que el trabajador este realizando la actividad asignada.
- Para una correcta colocación de las escaleras, es importante que la inclinación de las escaleras sea aproximadamente de unos 15°-20°, y la separación con respecto a la pared sea de 1/4 de la longitud de la escalera, debiendo apoyarse sobre piso firme y contra una superficie sólida y fija, de tal forma que no se pueda resbalar ni oscilar.
- En trabajos en el interior del cuarto de control de motores, registros de cableado y subestaciones eléctricas sólo se usará escalera de madera ó de fibra de vidrio, debiendo el operario responsable del trabajo asegurarse que los puntos de amarre sean los adecuados para soportar las cargas.
- Se deberá bajar y subir las escaleras siempre de frente y no se deberán llevar materiales o herramientas que impidan el uso de las manos, los largueros laterales podrán ser usados como ayuda para subir, pero deberán ser de tal manera que brinden un agarre adecuado y no presenten puntas filosas, astillas o protuberancias.
- La persona que trabaje arriba en la escalera deberá utilizar arnés con cable de sujeción asegurado a un punto firme.
- No se permite subir en la escalera a más de una persona ya que están diseñadas, para una carga trabajo de 100 kg.
- Cuando use escalera de tijera, debe quedar abierta al máximo de sus topes o seguros para que no resbale durante su uso.
- Las escaleras no deberán ser colocadas en frente de puertas que abran hacia la escalera a menos que la puerta este bloqueada, señaliza con barricadas o cerrada con llave.
- Las escaleras no se deberán usar en posición horizontal como plataforma o andamio.
- Las escaleras de extensión no deben abarcar una longitud mayor a 9.0 mts.
- Las escaleras de tijera no deben ser usadas a alturas mayores a 3.6 mts.
- Las escaleras no deberán sujetarse de tubería conduit y tubings de instrumentos ni recargarse sobre tuberías de 1 1/2" de diámetro o menor.
- Las escaleras no deberán moverse mientras tengan gente trabajando arriba de ellas.
- Las escaleras de longitud mayor de 3.5 m, deben ser transportadas por dos personas.
- No separar escaleras de extensión en sus secciones para ser usadas en forma separada.
- No utilizar las escaleras de tijera en forma recta.
- No utilizar cajas, tambores, u objetos similares como escaleras o soportes de escaleras.

- Se deberán pintar de color rojo los dos últimos travesados de la escalera como señal de prohibición para subir o pararse.
- Por ningún motivo se deberán amarrar escaleras para lograr una mayor longitud.

Trabajos en áreas confinadas.

El trabajo en áreas confinadas que se pueden realizar en la planta son por trabajos de mantenimiento y limpieza de los tanques de almacenamiento. El Responsable de la planta realizará estos trabajos de acuerdo al procedimiento interno de trabajos en áreas confinadas y a la normatividad aplicable.

Antes de ingresar a un espacio confinado se contará con un permiso de trabajo y se harán las pruebas de atmósfera para determinar el porcentaje de explosividad, el contenido de oxígeno y la concentración de los posibles materiales tóxicos que pudieran estar presentes.

Se tomarán las medidas preventivas requeridas según el caso en cuanto a: equipo de protección personal, características de las herramientas y equipos a utilizarse, ventilación, uso de materiales en el interior del espacio, iluminación, vigía en el exterior, comunicación, toma de muestras de atmósfera, etc., y se evitará la presencia en el interior de cilindros de gas. Asimismo, se tendrán los medios necesarios para dar la voz de alarma en caso necesario.

Las lámparas que se utilicen para iluminar un espacio confinado, deben ser de uso rudo y a prueba de explosión. Todos los equipos de bombeo, venteo, y herramientas deben ser de función neumática, anti chispa o a prueba de explosión.

Limpieza interior de tanques.

La limpieza de los tanques se debe realizar preferentemente con equipo automatizado de limpieza de tanques, con base en su programa de mantenimiento o cuando la administración de la planta así lo determine. Las actividades de limpieza deben ser ejecutadas con personal interno o externo, competente en la actividad y se debe registrar en bitácora. Se deben cumplir los requisitos siguientes:

- Extender autorización por escrito, registrando esta autorización y los trabajos realizados en la Bitácora.
- Drenar y vaporizar los tanques de almacenamiento, antes de realizar cualquier trabajo en su interior, en caso de que ingrese personal al interior. Durante el tiempo que el trabajador se encuentre dentro del tanque de almacenamiento de combustibles, estará vigilado y supervisado por trabajadores de acuerdo con los procedimientos de seguridad establecidos, además utilizará equipo de protección y seguridad personal, un arnés y cuerda resistente a las sustancias químicas que se encuentren en el espacio confinado, con longitud suficiente para poder maniobrar dentro del área y ser utilizada para rescatarlo cuando se requiera, y equipo de respiración en caso de ser necesario.

El responsable de la planta debe cumplir los procedimientos internos Etiquetado, bloqueo y candado para interrupción de líneas eléctricas; Etiquetado, bloqueo y candado para interrupción de líneas con productos y colocar señales y avisos de seguridad que indiquen las restricciones mientras se lleva a cabo el trabajo.

Requisitos de la atmósfera para trabajos en el interior del tanque.

- Que el contenido de oxígeno esté entre 19.5% y 23.5%; en caso contrario se tomarán las medidas pertinentes, tanto para el uso de equipo de protección respiratoria autónomo con suministro de aire, como para la realización de actividades en atmósferas no respirables.

- La concentración de gases o vapores inflamables no será superior en ningún momento al 5% del valor del límite inferior de inflamabilidad y de 0% en el caso de que se vaya a realizar un trabajo de corte y/o soldadura.
- Se debe contar con un sistema de extracción mecánica portátil para ventilar el espacio confinado.
- Las lámparas que se utilicen para iluminar un espacio confinado, deben ser de uso rudo y a prueba de explosión.

CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

VII.1. Presentar un Resumen Ejecutivo del Estudio de Riesgo, que deberá incorporar los datos generales de la empresa (Anexo No. 1), y la relación de sustancias peligrosas manejadas, capacidad y tipo de almacenamiento.

En el anexo No. 9 se presenta el Resumen Ejecutivo del Estudio de Riesgo Ambiental.

VII.2. Presentar el Informe Técnico del Estudio de Riesgo (Anexo No. 3).

En el anexo No. 2 se presenta el Informe Técnico del Estudio de Riesgo.

VII.3. Hacer un resumen de la situación general que presenta la instalación en materia de riesgo ambiental, señalando las desviaciones encontradas y posibles áreas de afectación.

El gas L.P. que es la única sustancia que se manejará en la Planta de Distribución de Gas L.P. se encuentra consignada en el segundo listado de actividades altamente riesgosas con características de inflamabilidad y explosividad, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de mayo de 1992 y el volumen de manejo y almacenamiento rebasará la cantidad de reporte indicada en el listado.

En la planta no se desarrollará ningún proceso industrial, solamente se efectuará trasiego y almacenamiento de gas L.P. en recipientes cilíndrico horizontales, en las distintas actividades de recepción, suministro, carburación para autoconsumo y llenado de cilindros.

Se generarán residuos sólidos domésticos como: papel de oficina, cartones, residuos de comida y envases de refresco, los cuales serán depositados en tambores de 200 litros para posteriormente ser enviados a su destino final en el relleno sanitario. Asimismo, se generarán cilindros en mal estado que serán recolectados y destruidos por una empresa autorizada por la Secretaría de Energía.

En la Planta se generarán residuos peligrosos como aceites lubricantes, solventes y sólidos impregnados con aceite y solvente, para lo cual se construirá un almacén temporal de residuos peligrosos y se contratará el servicio de recoja y traslado a su confinamiento final por medio de una empresa autorizada por la SEMARNAT.

Las emisiones de gases que se generarán serán producidas por los escapes de los vehículos automotores que circulan en el interior de la Planta, así como pequeñas purgas efectuadas durante la recepción, suministro, almacenamiento, carburación autoconsumo y llenado de cilindros de gas L.P. pero estas serán cantidades mínimas que no igualarán o rebasarán los límites máximos permitidos por las normas oficiales respectivas.

Los niveles de ruido en la operación de la Planta se ubicarán muy por debajo de los niveles máximos permitidos por la Norma Oficial Mexicana respectiva.

En sus actividades no se generarán aguas residuales industriales, las aguas producidas serán domésticas derivadas de los servicios sanitarios, las cuales serán enviadas a un biodigestor autolimpiable y posteriormente un pozo de absorción.

VII.3.1. Con base en el punto anterior, señalar todas las recomendaciones derivadas del análisis de riesgo efectuado, incluidas aquellas determinadas en función de la identificación, evaluación e interacciones de riesgo y las medidas y equipos de seguridad y protección con que contará la instalación para mitigar, eliminar o reducir los riesgos identificados.

En el inciso VI.6. se indican claramente las recomendaciones técnico operativas resultantes de la aplicación de la(s) metodología(s) para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos y en inciso VI.8. se describen a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que contará la instalación, para mitigar, eliminar o reducir los riesgos identificados.

VII.4. Señalar las conclusiones del estudio de riesgo.

La Planta de Distribución de Gas L.P. cumplirá con los lineamientos que señala la Ley Reglamentaria del artículo 27 constitucional en el ramo del petróleo y conforme al Reglamento de Gas Licuado de Petróleo, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de junio de 1999, así como con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación, publicado en el D.O.F. el 22 de octubre de 2014 y cumplirá asimismo con las Normas Oficiales Mexicanas vigentes aplicables al proyecto.

La Planta de Distribución de Gas L.P. estará ubicada en una zona susceptible de afectaciones anuales por huracanes. En el diseño y construcción de las instalaciones se tomó en cuenta la afectación de este fenómeno natural, así como la regulación del suelo municipal.

El gas L.P. que manejará la Planta de Distribución de Gas L.P. esta consignado en el segundo listado de actividades altamente riesgosas con características de inflamabilidad y explosividad, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de mayo de 1992 y el volumen de manejo y almacenamiento rebasará la cantidad del reporte indicada en el listado, por lo tanto, la operación de la Planta se considera como una actividad altamente riesgosa.

Con base en los DTI's de la ingeniería de detalles, se jerarquizaron los riesgos de siete unidades de riesgo identificadas utilizando el Método de Índice de Mond para Fuego, Explosión y Toxicidad, los resultados obtenidos indican que el índice con mayor valor es de explosión aérea del tanque de almacenamiento que es Alto.

En las gráficas de las páginas No. 172 a la 177 se puede observar que la zona de alto riesgo de mayor cobertura sería la ocasionada por la explosión de una nube de gas ocasionada por una fuga en un orificio de una pulgada de diámetro de la tubería del recipiente de almacenamiento. Las áreas que quedan suscritas dentro de esta zona, serían las instalaciones de la Planta de Distribución; al norte, sur y oeste terreno baldío sin uso propiedad de la empresa y al este derecho de vía y un tramo de la carretera Valladolid-Tizimín.

La posible interacción de riesgo que pudiera existir en caso de un accidente, como el ya mencionado, sería ocasionada por las ondas explosivas que podrían afectar a los recipientes de almacenamiento, algún semirremolque que estuviera descargando Gas L.P. y algún autotanque que estuviera cargando combustible, con la consecuente formación de ondas explosivas adicionales.

Las probabilidades de ocurrencia de un accidente como el descrito es muy remota, además de que los recipientes de almacenamiento contarán con sistema de enfriamiento en su parte superior consistente en una red de aspersores de agua y válvulas de seguridad.

La planta contará asimismo con equipos de seguridad para atención de contingencias como extintores móviles y de carretilla, red fija de agua a presión con hidrantes para el combate contra incendio, toma siamesa, trajes de bomberos, controles remotos de paro y arranque del equipo que maneja gas, red de tierra física, pararrayos, letreros alusivos a la seguridad, control de la temperatura del gas en recipientes, limitaciones en el llenado de los recipientes, etc.

El personal que laborará en la planta usará ropa de algodón y contará con la capacitación necesaria para desarrollar adecuadamente y de manera segura su labor.

En la planta no se generarán aguas industriales, únicamente se generan aguas domésticas que serán enviadas para su tratamiento en un biodigestor autolimpiable y posteriormente infiltradas al subsuelo por medio de un pozo e absorción.

También se generarán residuos domésticos como son papeles de oficina, papel sanitario, cartones, etc. que serán enviados a su destino final en el relleno sanitario. Los cilindros en mal estado serán enviados para su destrucción a una empresa autorizada por la Secretaría de Energía.

En la Planta se generarán residuos peligrosos como aceites lubricantes, solventes y sólidos impregnados con aceite y solvente, para lo cual se construirá un almacén temporal de residuos peligrosos y se contratará el servicio de recoja y traslado a su confinamiento final por medio de una empresa autorizada por la SEMARNAT.

En la planta se generarán pequeñas cantidades de contaminantes a la atmósfera en las actividades de descarga, carga, llenado de cilindros y pintura de los mismos, que no igualarán o rebasarán los límites máximos permitidos por las normas ambientales respectivas.

No se generarán ruidos iguales o arriba de los niveles permitidos por la norma respectiva.

De acuerdo con lo descrito anteriormente se puede concluir que el proyecto de construcción y operación de la Planta de Distribución de Gas L.P. contará con la tecnología, equipo, instalaciones, equipo de seguridad y capacitación de su personal para el manejo y distribución del gas L.P., lo que hace de su operación confiable y segura y con mínimas probabilidades de ocurrencia de una contingencia que pueda afectar el medio ambiente o personas que se encuentren en su área.

CAPITULO VIII. ANEXO FOTOGRAFICO.

VIII.1. Presentar anexo fotográfico o video del sitio de ubicación de la instalación, en el que se muestren las colindancias y puntos de interés cercanos al mismo. Así como de las instalaciones, áreas o equipos críticos.

En el anexo No. 6 se presentan fotografías y también se incluye video tomado en un dron XJ-360.

Bibliografía.

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Publicad en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988 y su Decreto por lo que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de Diciembre de 1996.

Acuerdo por el que se expide el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas. Publicado en el Diario Oficial de la Federación del 4 de mayo de 1992.

Reglamento de Gas Licuado de Petróleo, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de junio de 1999.

NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación, publicado en el D.O.F. el 22 de octubre de 2014.

NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permitidos de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.(D.O.F. 06/enero/1997.

NOM-001-STPS-2008. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los edificios, locales, instalaciones y áreas de centros de trabajo. (D.O.F. 24 de noviembre de 2008).

NOM-002-STPS-2010. Condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 9 de diciembre de 2010.

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 (D.O.F. 2/febrero/1999).

NOM-017-STPS-2008. Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo (D.O.F. 9 de diciembre de 2008).

NOM-026-STPS-2008. Colores y señales de seguridad e higiene e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías (D.O.F. 25 de noviembre de 2008).

NOM-001-SEDE-2012. Instalaciones eléctricas (utilización), su objetivo es establecer las disposiciones y especificaciones de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a protección contra choque eléctrico, efectos térmicos, sobre corrientes, entre otros.

NOM-003-SEGOB-2011. Señales y avisos para protección civil. Colores, formas y símbolos a utilizar. (D.O.F. 23 de diciembre de 2011).

Dinámica Heurística, S.A. de C.V. SCRI Fuego 1.4 y SCRI Hazop.

ASEA. Guía para la elaboración del Estudio de Riesgo, nivel 2.

Memoria Técnica Descriptiva y Justificativa de la Planta de Distribución de Gas L.P.