Índice

I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. 2
I.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO. 2
1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO. 8
I.3 BASES DE DISEÑO. 15
I.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO. 22
I.4.1 City Gate San Juan de Los Lagos. 22
I.4.2 City Gate Corralillos. 27
I.4.3 Estación de Regulación y Medición (ERM Tipo 4). 30
I.4.4 Estación de Regulación y Medición (ERM Tipo 5). 32
I.4.5 Estación de Regulación y Medición (ERM Tipo 7). 34
I.5 CONDICIONES DE OPERACIÓN. 39
I.6 HOJAS DE SEGURIDAD. 51

Índice de Tablas

Tabla 1 Infraestructura del Sistema para Transporte de Gas Natural. 2
Tabla 2 Características del Proyecto Integral. 6
Tabla 3 Coordenadas de ubicación de la City Gate San Juan de los Lagos. 8
Tabla 4 Coordenadas de ubicación de la City Gate Corralillos. 8
Tabla 5 Coordenadas de ubicación de las Estaciones de Regulación y Medición (ERM). 9
Tabla 6 Localización de las Válvulas de Seccionamiento 10
Tabla 7 Puntos de inflexión del STGN San Juan de los Lagos 11
Tabla 8 Especificaciones de los Ductos de Operación. 39
Tabla 9 Condiciones de operación de los Ductos de Operación. 39
Tabla 10 Condiciones de operación de la City Gate, ERMs y ERs. 40
Tabla 11 Clases de Localización. 40
Tabla 12 Cruzamientos del gasoducto. 43

Índice de Figuras

Figura 1 Localización del punto de interconexión con el Gasoducto de "Gasoducto del Bajío". 4
Figura 2 Localización del punto de interconexión con el Gasoducto de FERMACA. 5

I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

I.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.

El Presente proyecto corresponde a la ampliación de un sistema para Transporte de Gas Natural (STGN) actualmente en operación y que está compuesto por la siguiente infraestructura:

Tabla 1 Infraestructura del Sistema para Transporte de Gas Natural.

Diámetro	Espesor (pulg)	Longitud (m)	Especificación	Presión de Diseño (psig)	MAOP (psig)
12" de Ø	0.219"	84 032.75	API 5L GRADO X52 CON COSTURA	500	300
10" de Ø	0.219"	24 279.42	API 5L GRADO X42 CON COSTURA	500	300
6" de Ø	0.219"	7 185.96	API 5L GRADO X42 CON COSTURA	500	300
4" de Ø	0.219"	5 414.4	API 5L GRADO X42 CON COSTURA	500	300
3" de Ø	0.216"	103.11	API 5L GRADO B CON COSTURA	500	300
2" de Ø	0.154"	108.54	API 5L GRADO B CON COSTURA	500	300

La longitud total del STGN corresponde a 121 124.18 m distribuidos en la Región de Los Altos de Jalisco específicamente en los municipios de Teocaltiche, San Juan de los Lagos y Lagos de Moreno, todos en el Estado de Jalisco; para el abastecimiento del Gas Natural al STGN, se contará con la City Gate Corralillos (ampliación del proyecto) la cual acondicionará el gas natural proveniente del Gasoducto de 36'' AC a cargo de FERMACA y con la City Gate San Juan de los Lagos (actualmente en operación) la cual acondiciona el gas natural proveniente del Gasoducto de 12" AC a cargo de Gasoducto del Bajío.

El proyecto operará a una presión máxima de 300 psig y se localizará en los municipios de Lagos de Moreno, Teocaltiche y San Juan de los Lagos.

El STGN contará con dos puntos de recepción de Gas Natural, los cuales se describen a continuación:

- ✓ ***City Gate San Juan de los Lagos (actualmente en operación).***

Corresponde al punto de interconexión con el Gasoducto de 12'' AC a cargo de la empresa Gasoductos del Bajío, en las coordenadas [redacted] dentro del municipio de Lagos de Moreno, Jal.

El flujo máximo que se recibe en este punto de interconexión es de 169 901.08 SCMD[1] (6 MMSCFD[2]), y se utilizará pata satisfacer la demanda de los usuarios finales localizados en la zona urbana de Lagos de Moreno y sus áreas aledañas.

- ✓ ***City Gate Corralillos (Aun no se construye).***

Corresponde al punto de interconexión con el Gasoducto de 36'' AC a cargo de la empresa FERMACA, en las coordenadas [redacted] dentro del municipio de Teocaltiche, Jal.

El flujo máximo que se recibirá en este punto de interconexión es de 283 168.47 SCMD (10 MMSCFD), y se utilizará para satisfacer la demanda de los usuarios finales localizados en la zona industrial de San Juan de los Lagos y sus áreas aledañas.

*COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

[1] Metros Cúbicos Estándar por Día (SCMD)

[2] Millones de Pies Cúbicos Estándar por Día (MMSCFD)

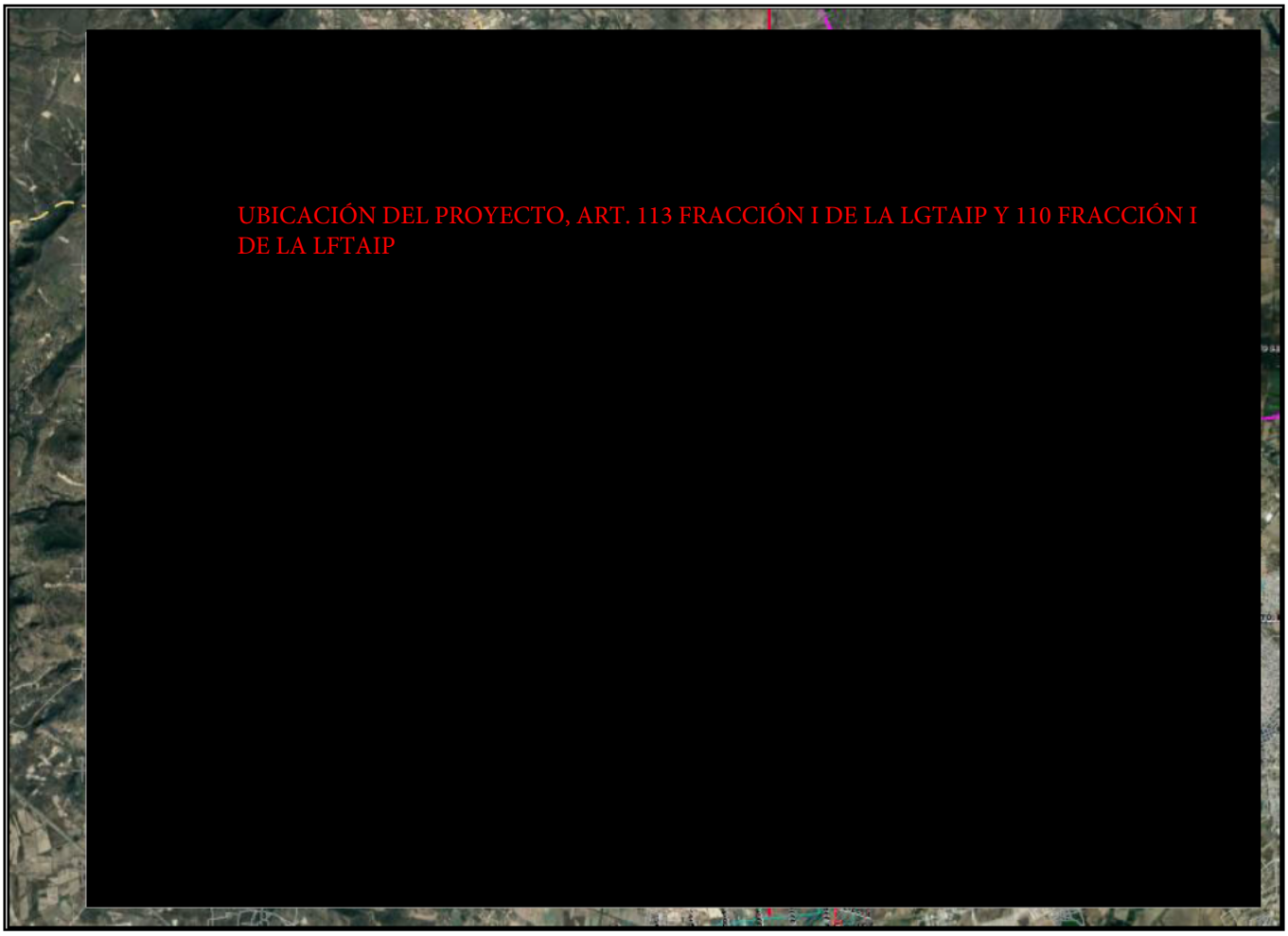


Figura 1 Localización del punto de interconexión con el Gasoducto de "Gasoducto del Bajío".

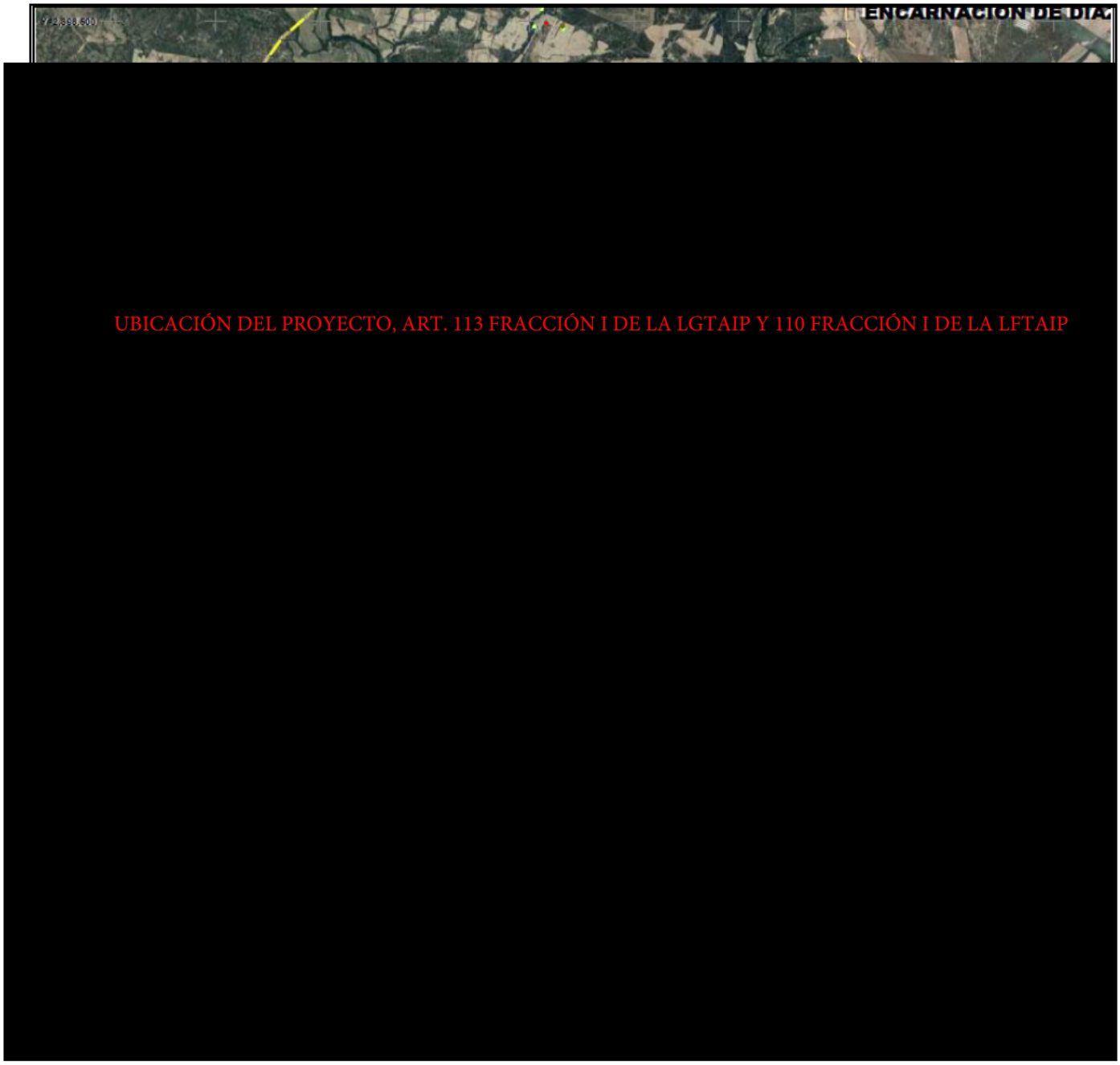


Figura 2 Localización del punto de interconexión con el Gasoducto de FERMACA.

Cabe mencionar que, Gas Natural del Noroeste, S.A. de C.V., será el responsable de llevar a cabo todas las actividades de preparación del sitio y construcción del registro de interconexión, así como las actividades de Hot Tap para la perforación de manera segura del ducto de 36'' AC de FERMACA y posterior instalación de la válvula troncal.

A continuación, se indican las características del STGN:

Tabla 2 Características del Proyecto Integral.

Diámetro	Espesor	Longitud (m)	Especificación del material	Presión de diseño	Temperatura de Diseño
12" de Ø	0.219"	84 032.75	API 5L Grado X52 con costura	500 psig	121°C
10" de Ø	0.219"	24 279.42	API 5L Grado X42 con costura	500 psig	121°C
6" de Ø	0.219"	7 185.96	API 5L Grado X42 con costura	500 psig	121°C
4" de Ø	0.219"	5 414.4	API 5L Grado X42 con costura	500 psig	121°C
3" de Ø	0.216"	103.11	API 5L Grado B con costura	500 psig	121°C
2" de Ø	0.154"	108.54	API 5L Grado B con costura	500 psig	121°C

De manera integral, el STGN considerando las ampliaciones, estará constituido por la siguiente infraestructura:

Instalaciones superficiales:

- Nuevo registro de Interconexión con Gasoducto de 36'' Propiedad de la empresa FERMACA,
- Registro de interconexión con Gasoducto de 12" Propiedad de Gasoducto del Bajío,
- City Gate San Juan de los Lagos,
- City Gate Corralillos,
- 6 Estaciones de Regulación y Medición Tipo 4 (ERM Tipo 4),
- 5 Estaciones de Regulación y Medición Tipo 5 (ERM Tipo 5),
- 3 Estaciones de Regulación y Medición Tipo 7 (ERM Tipo 7),
- Válvula de Seccionamiento No. 1 (Km. 08+380A),
- Válvula de Seccionamiento No. 2 (Km. 00+065E),
- Válvula de Seccionamiento No. 3 (Km. 00+865E),
- Válvula de Seccionamiento No. 4 (Km. 12+347A),
- Válvula de Seccionamiento No. 5 (Km. 28+360A),
- Válvula de Seccionamiento No. 6 (Km. 00+000H),
- Válvula de Seccionamiento No. 7 (Km. 00+000L),
- Válvula de Seccionamiento No. 8 (Km. 00+000I),
- Válvula de Seccionamiento No. 9 (Km. 54+318A),
- Válvula de Seccionamiento No. 10 (Km. 09+409B),
- Válvula de Seccionamiento No. 11 (Km. 10+620B),
- Válvula de Seccionamiento No. 12 (Km. 11+460B),

- Válvula de Seccionamiento No. 13 (Km. 06+000C),
- Válvula de Seccionamiento No. 14 (Km. 01+103F),
- Válvula de Seccionamiento No. 15 (Km. 14+870J),
- Válvula de Seccionamiento No. 16 (Km. 00+327L),
- Válvula de Seccionamiento No. 17 (Km. 41+000A),

Gasoductos:

- Gasoducto de 12" AC de 75 416.08 m,
- Gasoducto de 10" AC 24 228.96 m,
- Gasoducto de 6" AC de 7 189.65 m,
- Gasoducto de 4" AC de 5 479.49 m,
- Gasoducto de 3" AC de 103.11 m,
- Gasoducto de 2" AC de 18.68 m,

1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO.

La trayectoria del sistema de transporte de gas natural, tiene como punto de partida, la interconexión con el Gasoducto de 12" AC Propiedad de la empresa Gasoducto del Bajío, ubicado en el municipio de Lagos de Moreno, estado de Jalisco, específicamente en las coordenadas [redacted] donde se cuenta con la City Gate San Juan de los Lagos y adicionado la interconexión con el Gasoducto de 36" AC Propiedad de la empresa FERMACA, ubicado en el municipio de Teocaltiche, estado de Jalisco, específicamente en las coordenadas 21°23'14.23" N y 102°29'54.92" O; donde se cuenta con la City Gate Corralillos donde se acondiciona el gas natural para posteriormente ser transportado mediante tubería troncal de 12" AC hasta los diferentes puntos de entrega mediante la operación de la ERMs.

*COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Tabla 3 Coordenadas de ubicación de la City Gate San Juan de los Lagos.

No.	Descripción	Cadenamiento		Coordenadas: UTM Datum: WGS84 Región: 14Q	
				X	Y
1	Interconexión	0+000	A	[redacted]	
2	City Gate San Juan de los Lagos	0+010	A		

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Tabla 4 Coordenadas de ubicación de la City Gate Corralillos.

No.	Descripción	Cadenamiento		Coordenadas: UTM Datum: WGS84 Región: 13Q	
				X	Y
3	Interconexión	0+000	J	[redacted]	
4	City Gate Corralillos	0+010	J		

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Tabla 5 Coordenadas de ubicación de las Estaciones de Regulación y Medición (ERM).

No.	Descripción	Cadenamiento		Coordenadas: UTM Datum: WGS84 Región: 14Q	
				X	Y
1	ERM-01	0+865	E	[redacted]	
No.	Descripción	Cadenamiento			
2	ERM-02	0+430	H		
3	ERM-03	45+520	A		
4	ERM-04	0+005	K		
5	ERM-05	0+589	I		
No.	Descripción	Cadenamiento			
6	ERM-06	1+280	F		
7	ERM-07	0+438	F		
8	ERM-08	7+500	C		
9	ERM-09	7+715	A		
10	ERM-10	7+882	A		
No.	Descripción	Cadenamiento			
11	ERM-11	27+715	J		
12	ERM-12	1+093	K		
13	ERM-13	1+052	L		
14	ERM-14	54+329	A		

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Las Válvulas de Seccionamiento se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla 6 Localización de las Válvulas de Seccionamiento

No.	Descripción	Cadenamiento		Coordenadas: UTM Datum: WGS84 Región: 14Q	
				X	Y
1	VS-01	8+380	A	[redacted]	
2	VS-02	0+065	E		
3	VS-03	0+865	E		
4	VS-04	12+347	A		
No.	Descripción	Cadenamiento			
5	VS-05	28+360	A		
6	VS-06	0+000	H		
7	VS-07	0+000	L		
8	VS-08	0+000	I		
9	VS-09	54+318	A		
No.	Descripción	Cadenamiento			
10	VS-10	9+409	B		
11	VS-11	10+620	B		
12	VS-12	11+460	B		
13	VS-13	6+000	C		
14	VS-14	1+103	F		
No.	Descripción	Cadenamiento			
15	VS-15	14+870	J		
16	VS-16	0+327	L		
17	VS-17	41+000	A		

[redacted]
COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

A continuación, se indican las coordenadas de los puntos de inflexión de las nuevas ampliaciones:

Tabla 7 Puntos de inflexión del STGN San Juan de los Lagos

No.	Cadenamiento	Coordenadas: UTM Datum: WGS84 Región: 13 y 14Q		No.	Cadenamiento	Coordenadas: UTM Datum: WGS84 Región: 13 y 14Q	
		X	Y				
1	0+000 A	[redacted]		36	9+877 A	[redacted]	
2	0+027 A			37	10+841 A		
3	0+070 A			38	11+957 A		
4	0+145 A			39	12+106 A		
5	0+352 A			40	12+340 A		
6	0+566 A			41	14+243 A		
7	0+677 A			42	15+200 A		
8	0+781 A			43	15+405 A		
9	0+838 A			44	18+065 A		
10	0+898 A			45	18+350 A		
11	1+070 A			46	18+551 A		
12	1+092 A			47	20+410 A		
13	1+630 A			48	21+000 A		
14	1+663 A			49	21+500 A		
15	2+000 A			50	22+000 A		
16	2+583 A			51	22+500 A		
17	2+776 A			52	23+000 A		
18	3+085 A			53	23+500 A		
19	3+388 A			54	24+000 A		
20	3+599 A			55	24+500 A		
21	3+998 A			56	25+000 A		
22	4+053 A			57	25+500 A		
23	4+138 A			58	26+000 A		
24	4+418 A			59	26+500 A		
25	4+440 A			60	27+000 A		
26	4+801 A			61	27+500 A		
27	4+875 A			62	28+000 A		
28	5+420 A			63	28+500 A		
29	6+405 A			64	29+000 A		
30	6+505 A			65	29+500 A		
31	6+821 A			66	30+000 A		
32	7+222 A			66	30+500 A		
33	7+934 A			68	31+000 A		

[redacted]
COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

[redacted]
COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

No.	Cadenamiento	Coordenadas: UTM Datum: WGS84 Región: 13 y 14Q	
		X	Y
34	8+165 A	[redacted]	
35	9+633 A		
71	32+245 A		
72	32+500 A		
73	33+000 A		
74	33+500 A		
75	34+000 A		
76	34+500 A		
77	35+000 A		
78	35+500 A		
79	36+000 A		
80	36+500 A		
81	37+000 A		
82	37+500 A		
83	38+000 A		
84	38+500 A		
85	39+000 A		
86	39+500 A		
87	40+000 A		
88	40+340 A		
89	40+565 A		
90	41+197 A		
91	41+651 A		
92	41+832 A		
93	41+937 A		
94	44+090 A		
95	44+635 A		
96	44+895 A		
97	45+220 A		
98	46+570 A		
99	47+050 A		
100	47+750 A		
101	49+545 A		
102	49+750 A		
103	50+210 A		
104	50+370 A		

[redacted]
COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

No.	Cadenamiento	Coordenadas: UTM Datum: WGS84 Región: 13 y 14Q	
69	31+500 A	[redacted]	
70	32+000 A		
107	51+550 A		
108	52+120 A		
109	52+600 A		
110	53+055 A		
111	53+490 A		
112	53+595 A		
113	53+870 A		
114	54+240 A		
115	54+300 A		
116	54+329 A		
117	0+418 B		
118	1+290 B		
119	1+945 B		
120	2+320 B		
121	2+990 B		
122	3+317 B		
123	4+015 B		
124	4+350 B		
125	4+622 B		
126	4+872 B		
127	5+215 B		
128	5+920 B		
129	6+212 B		
130	6+702 B		
131	6+853 B		
132	7+230 B		
133	7+945 B		
134	9+480 B		
135	10+150 B		
136	10+411 B		
137	10+760 B		
138	12+008 B		
139	13+122 B		
140	13+905 B		

No.	Cadenamiento	Coordenadas: UTM Datum: WGS84 Región: 13 y 14Q	
		X	Y
105	50+725 A	[redacted]	
106	51+130 A		
143	14+925 B		
144	15+160 B		
145	15+275 B		
146	15+525 B		
147	16+410 B		
148	17+945 B		
149	18+130 B		
150	18+265 B		
151	0+000 C		
152	1+315 C		
153	2+000 C		
154	2+500 C		
155	3+000 C		
156	3+500 C		
157	4+000 C		
158	4+500 C		
159	5+000 C		
160	5+500 C		
161	6+000 C		
162	7+277 C		
163	7+376 C		
164	7+500 C		
165	0+340 D		
166	0+400 D		
167	0+608 D		
168	0+655 D		
169	0+764 D		
170	0+852 D		
171	1+435 D		
172	0+000 E		
173	0+075 E		
174	0+195 E		
175	0+320 E		
176	0+510 E		

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

No.	Cadenamiento	Coordenadas: UTM Datum: WGS84 Región: 13 y 14Q	
		X	Y
141	14+280 B	[redacted]	
142	14+780 B		
179	0+310 F		
180	0+630 F		
181	1+000 F		
182	1+280 F		
183	0+000 G		
184	0+570 G		
185	0+000 H		
186	0+160 H		
187	0+310 H		
188	0+430 H		
189	0+000 I		
190	0+589 I		
191	0+000 J		
192	0+170 J		
193	0+430 J		
194	0+602 J		
195	1+285 J		
196	1+620 J		
197	1+720 J		
198	1+855 J		
199	2+150 J		
200	3+550 J		
201	3+950 J		
202	4+120 J		
203	4+370 J		
204	4+850 J		
205	5+450 J		
206	6+030 J		
207	6+730 J		
208	7+200 J		
209	9+050 J		
210	9+430 J		
211	9+660 J		
212	10+405 J		

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

No.	Cadenamiento	Coordenadas: UTM Datum: WGS84 Región: 13 y 14Q	
		X	Y
177	0+865 E		
178	0+000 F		
215	14+920 J		
216	15+410 J		
217	15+850 J		
218	16+010 J		
219	16+400 J		
220	16+905 J		
221	17+170 J		
222	17+505 J		
223	17+790 J		
224	18+440 J		
225	19+200 J		
226	19+550 J		
227	20+300 J		
228	20+630 J		
229	20+865 J		
230	22+550 J		
231	23+135 J		
232	23+970 J		
233	24+705 J		
234	25+715 J		
235	28+096 J		
236	0+000 K		
237	0+640 K		
238	0+820 K		
239	1+060 K		
240	1+093 K		
241	0+328 L		
242	0+360 L		
243	1+052 L		

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

No.	Cadenamiento	Coordenadas: UTM Datum: WGS84 Región: 13 y 14Q	
213	12+270 J		
214	13+650 J		

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

I.3 Bases de Diseño.

Considerando que las instalaciones para el transporte de Gas Natural están regidas por normas, códigos y estándares; la fase de diseño contempla aspectos necesarios para dar seguridad física al sistema conformado en su totalidad por tubería en Acero Carbón.

El diseño de las tuberías que conforman el sistema de trasporte, además de la instrumentación considerada para el control y seguridad de este, se encuentran de acuerdo con lo especificado en el código **ASME B 31.8** - Edición 2007 ‘‘Sistemas de Transmisión y Distribución de Gas por Tuberías”, el cual es un estándar internacional establecido por la industria de los Estados Unidos de América (EUA).

Aunado a lo anterior, el sistema para transporte de Gas Natural fue diseñado con estricto apego a la **NOM-007-ASEA-2016** ‘‘Transporte de Gas Natural’’, principal regulación aplicada en el desarrollo de los sistemas para transporte de gas natural por ductos.

La lista de los códigos y normas que se enlistan a continuación son enunciativas y sólo como referencia, en cada uno se aplicó la última edición.

AGA (American Gas Association)

- AGA Report No 3.1 - 2013 - Orifice metering of natural gas and other related hydrocarbon fluids part 1 general equations and uncertainty guidelines - Third Edition
- AGA Report No 3.2 - 2013 - Orifice metering of natural gas and other related hydrocarbon fluids part 2 Specification and Installation Requirements - Fourth Edition

ACI (American Concrete Institute)

- ACI 318 - 2014 Building Code Requirements for Structural Concrete
- ACI 351 3R-04 - 2011 Foundations for Dynamic Equipment

AISC (American Institute for Steel Construction)

- AISC Steel Construction Manual 14th Ed., third printing 2010

AISI (American Iron and Steel Institute)

- Specification for the Design of Cold Formed Steel Structural Members ANSI-S200-07 - 2013

ANSI/AWS (American National Standard Institute/American Welding Society)

- Structural Welding Code D1.1 1998

API (American Petroleum Institute)

- API MPMS 4.1 - 2014 - Proving Systems Section 1 - Introduction
- API MPMS 4.5 - 2011 - Proving Systems Section 5 - Master-Meter Provers
- API MPMS 4.7 - 2009 - Proving Systems Section 7 - Field - Standard Test Measures
- API MPMS 4.8 - 2013 - Proving Systems Section 8 - Operation of Proving Systems
- API MPMS 5.1 - 2011 - General Considerations for Measurement by Meters
- API MPMS 6.1 - 2012 - Lease Automatic Custody Transfer (LACT) Systems

- API MPMS 6.6 - 2012 - Pipeline Metering Systems
- API SPEC 5L - 2012 - Specifications for Line Pipe
- API SPEC 6D - 2014 - Specification for Pipeline Valves (Gate, Plug, Ball, and Check Valves).
- API SPEC 6FA - 2011 - Specifications for Valve Fire Tests
- API MPMS 14.3 - 2013 - Manual of Petroleum Measurement Standards, Chapter 14, Section 3, "Orifice Metering of Natural Gas and Other Related Hydrocarbon Fluids" (ANSI/API 2530) 3.
- API RP-50 - 2013 - Natural Gas Processing Plant Practices for Protection of the Environment.
- API RP-500 - 2012 - Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities
- API RP-520 - 2008 - Recommended Practice for the Sizing, Selection, and Installation of Pressure Relieving Devices in Refineries
- API RP-521 - 2014 - Guide for Pressure-relieving and Depressuring systems
- API RP11 PGT "Recommended Practice for Package Combustion Gas Turbines"
- API STD 526 - 2009 - Flanged Steel Safety-Relief Valves
- API STD 527 - 2014 - Commercial Seat Tightness of Safety Relief Valves with Metal-to-Metal Seats
- API RP 574 - 2009 - Inspection of Piping, Tubing, Valves, and Fittings
- API RP 1113 - 2007 - Developing a Pipeline Supervisory Control Center
- API RP 1165 - 2007 - Recommended Practice for Pipeline SCADA Displays
- API RP 1167 - 2010 - Pipeline SCADA Alarm Management
- API STD.1164 - 2009 - Pipeline SCADA Security
- API STD. 607 - 2010 - Fire Test for Soft Seated Quarter-turn Valves.
- API STD. 598 - 2009 - Valve Inspection and Test
- API STD. 614 - 2008 - Lubrication, Shaft-Sealing & Control-Oil Systems for Special Purpose Applications
- API STD 616 - 2011 - Gas Turbines for Refinery Service
- API STD 617 - 2014 - Centrifugal Compressors for General Refinery Service
- API STD 620 - 2013 - Design, Construction of Large, Welded, Low-Pressure Storage Tanks
- API STD 661 - 2013 - Air-Cooled Heat Exchanger for Refinery Service
- API STD 1104 - 2013 -Welding of Pipelines and Related Facilities
- API STD.2000 - 2014 - Venting Atmospheric and Low-Pressure Storage Tanks
- API STD.2530 - 2009 - Manual of Petroleum Measurement Standards, Chapter 14 - Natural Gas Fluids Measurement, Section 3, Orifice Metering Of Natural Gas and Other Related Hydrocarbon Fluids

ASCE/SEI 7-05 American Society of Civil Engineer

ASME (American Society of Mechanical Engineers)

- ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section I – Power Boilers - 2013
- ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII – Pressure Vessels - 2013
- ASME B1.20 – 2006 - Pipe Threads, General Purpose (Inch)
- ASME B16.5 – 2013 - Pipe Flanges and Flanged Fittings
- ASME B16.34 – 2013 - Valves Flanged, Threaded and Welding End

- ASME B16.36 – 2009 - Orifice Flanges
- ASME B16.9 – 2012 Factory-Made Wrought Butt-welding Fittings
- ASME B16.47 – 2011 Large Diameter Steel Flanges
- ASME B16.20 – 2012 Metallic Gaskets for Pipe Flanges: Ring-Joint, Spiral-Wound, and Jacketed
- ASME B31.1 – 2012 - Code for Pressure Piping, Power Piping
- ASME B31.3 – 2012 - Code for Pressure Piping, Chemical Plant and Petroleum Refinery Piping
- ASME/ANSI B31.8 - 2012 - Gas transmission and distribution systems

ASTM (American Society for Testing and Materials)

- ASTM E230 – 2012 - Standard Temperature EMF (Electromotive Force) Tables for Standardized Thermocouples
- ASTM A-36 - 2014
- ASTM A-992 - 2011

CFR (Code of Federal Regulations)

- 29 CFR1910.94 Part 1910 OSHA (Occupational Safety and Health) – 2002
- 49 CFR Part 192 Transportation of Natural and other Gas by Pipeline - 2011

FCI (Fluid Controls Institute, Inc.)

- FCI 70-2 American National Standard for Control Valve Seat Leakage (formerly ANSI B16.104) - 2006
- FCI 84-1 - Metric Definition of the Valve Flow Coefficient C(v) - 2013

FM (Factory Mutual)

- IEC (International Electrotechnical Commission)
- IEC 61131-1 – 2003 - Programmable controllers part 1: general information.
- IEC 61131-2 - 2007 - Programmable controllers part 2: equipment requirements and test.
- IEC 61131-3 – 2013 - Programmable controllers part 3: programming languages.
- IEC 61131-4 – 2004 - Programmable controllers part 4: user guidelines.
- IEC 801-1 – 1984 - General introduction
- IEC 801-2 – 1991 - Electrostatic discharge requirements.
- IEC 801-3 – 1984 - Radiated electromagnetic field requirements.
- IEC 801-4 – 1988 - Electrical fast transient/burst requirements.
- IEC-62040-1-1 - 2004 - Uninterruptible Power Systems. General and safety requirements for UPS used in operator access area.
- IEC 61508-1 – 2010 - Functional Safety of electrical/electronic/programmable electronic safety related systems Part 1: General requirements.
- IEC 61508-2 – 2010 - Functional Safety of electrical/electronic/programmable electronic safety related systems Part 2: Requirements for electrical/electronic/programmable electronic safety related systems.
- IEC 61508-3 – 2010 - Functional Safety of electrical/electronic/programmable electronic safety related systems Part 3: Software Requirements.

- IEC 61508-4 – 2010 - Functional Safety of electrical/electronic/programmable electronic safety related systems Part 4: Definitions and abbreviations
- IEC 61508-5 – 2010 - Functional Safety of electrical/electronic/programmable electronic safety related systems Part 5: Examples of methods for the determination of safety integrity levels.
- IEC 61508-6 – 2010 - Functional Safety of electrical/electronic/programmable electronic safety related systems Part 6: Guidelines on the application of parts 2 and 3.
- IEC 61508-7 – 2010 - Functional Safety of electrical/electronic/ programmable electronic safety related systems Part 7: Overview of techniques and measures.
- IEC 61511-1 – 2004 - Functional Safety – Safety instrumented systems for the process industry sector. Part 1 Framework, definitions, system, hardware and software requirements.
- IEC 61511-2 – 2004 - Functional Safety – Safety instrumented systems for the process industry sector. Part 2 Guidelines for the application of IEC-61511-1.
- IEC 61511-3 – 2004 - Functional Safety – Safety instrumented systems for the process industry sector. Part 3 Guidance for the determination of the required safety integrity levels.

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)

- IEEE 1379 – 2000 - Recommended Practice for Data Communications between Remote Terminal Units and Intelligent Electronic Devices in a Substation
- IEEE 37.1 – 2007 - Standard for SCADA and Automation Systems
- IEEE-80-2000 -Guide for Safety in AC Substation Grounding"
- IEEE 802.3 -2012 Series. Local Area Network Ethernet Standard, including the Gigabit Ethernet Standard

IESS (Intelsat Earth Station Standards)

- Antenna and RF Equipment, Characteristics 207 Standards A, B, F & H (2005) 208 Standards C, E & K (2006)
- Generic Earth Station Standards, Generic Earth Station Standards 601 Standard G (2005)

ISA (Instrument Society of America)

- ISA MC96.1 – 1982 - Temperature Measurement Thermocouples (ANSI MC96.1)
- ISA S5.1 – 2009 - Instrument Symbols and Identification
- ISA S5.2 – 1992 - Binary Logic Diagrams for Process Operations
- ISA S5.3 – 1983 - Graphic Symbols for Distributed Control/Shared Display Instrumentation, Logic and Computer Systems
- ISA S5.4 – 1991 - Instrument Loop Diagrams
- ISA RP12.1 – 2009 - Electrical Instruments in Hazardous Atmospheres
- ISA RP12.4 – 1994 - Instrument Purging for Reduction of Hazardous Area Classification
- ISA RP12.6 – 1995 - Installation of Intrinsically Safe Instrument Systems in Class I Hazardous Location.
- ISA RP12.12 – 1999 - Electrical Equipment for Use in Class I, Division 2, Hazardous (Classified) Locations
- ISA RP16.1, 2,3 – 1959 - Terminology, Dimensions, and Safety Practices for Indicating Variable Area Meters (Rotameters, Glass Tube, Metal Tube, Extension Type Glass Tube).

- ISA RP16.4 – 1960 - Nomenclature and Terminology for Extension Type Variable Area Meters (Rotameters)
- ISA RP16.5 – 1961 - Installation, Operation, Maintenance Instructions for Glass Tube Variable Area Meters (Rotameters).
- ISA S18.1 -2004 - Annunciator Sequences and Specifications
- ISA S20 – 1981 - Specification Forms for Process Measurement and Control Instruments, Primary Elements and Control Valves.
- ISA RP31.1 – 1977 - Specification, Installation, and Calibration of Turbine Flow meters.
- ISA RP42.1 – 1992 - Nomenclature for Instrument Tube Fittings
- ISA RP50.1 – 2002 - Compatibility of Analog Signals for Electronic Industrial Process Instruments
- ISA S51.1 - 1993 - Process Instrument Terminology 21.ISA RP60.3 Human Engineering for Control Centers
- ISA RP60.6 - 1984 - Nameplates, Labels and Tags for Control Centers
- ISA RP60.8 - 1978 - Electrical Guide for Control Centers
- ISA RP60.9 - 1981 - Piping Guide for Control Centers
- ISA RP71.01 - 1985 - Environmental Conditions for Process Measurement and Control Systems; Temperature and Humidity
- ISA RP71.04 - 1985 - Environmental Conditions for Process Measurement and Control Systems, Airborne Contaminants
- ISA RP74.01 - 1984 - Application and Installation of Continuous-Belt Weighbridge Scales.
- ISA S75.01 – 2002 - Flow Equations for Sizing Control Valves
- ISA S75.03 – 1992 - Face-to-Face Dimensions for Flanged Globe-Style Control Valve Bodies
- ISA S75.04 – 1995 - Face-to-Face Dimensions for Flangeless Control Valves
- ISA RP75.05 – 2005 - Control Valve Terminology
- ISA RP75.06 – 1981 - Control Valve Manifold Designs
- ISA S75.08 – 2007 - Installed Face-to-Face Dimensions for Flanged Clamp or Pinch Valves
- ISA S75.12 – 1993 - Face-to-Face Dimensions for Socket Weld-End and Screwed-End Globe-Style Control Valves (ANSI classes 150, 300, 600, 900, 1500 and 2500)
- ISA S75.14 – 1993 - Face-to-Face Dimensions for Butt Weld-End Globe-Style Control Valves
- ISA S75.15 – 1994 - Face-to-Face Dimensions for Butt Weld-End Globe-Style Control Valves (ANSI classes 150, 300, 600, 900, 1500 and 2500)
- ISA S75.16 – 1994 - Face-to-Face Dimensions for Flanged Globe-Style Control Valve Bodies (ANSI classes 900, 1500 and 2500)
- ISA RP75.17 – 1989 - Control Valve Aerodynamic Noise Prediction
- ISA RP75.19 – 2007 - Hydrostatic Testing of Control Valves
- ISA RP75.21 – 1996 - Process Data Presentation for Control Valves
- ANSI/ISA-84.00.01-2004 Part 1 Functional Safety: Safety Instrumented Systems for the Process Industry Sector - Part 1: Framework, Definitions, System, Hardware and Software Requirements.

- ANSI/ISA-84.00.01-2004 Part 2 Functional Safety: Safety Instrumented Systems for the Process Industry Sector - Part 2: Guidelines for the Application of ANSI/ISA-84.00.01-2004 Part 1 (IEC 61511-1 Mod) – Informative
- ANSI/ISA-84.00.01-2004 Part 3 Functional Safety: Safety Instrumented Systems for the Process Industry Sector - Part 3: Guidance for the Determination of the Required Safety Integrity Levels – Informative
- ISA TR84.00.02 PART 1 – 2002 - Safety Instrumented Functions (SIF) - Safety Integrity Level (SIL) Evaluation Techniques Part 1: Introduction
- ISA TR84.00.02 PART 2 – 2002 - Safety Instrumented Functions (SIF) - Safety Integrity Level (SIL) Evaluation Techniques Part 2: Determining the SIL of a SIF via Simplified Equations
- ISA TR84.00.02 PART 3 – 2002 - Safety Instrumented Functions (SIF) - Safety Integrity Level (SIL) Evaluation Techniques Part 3: Determining the SIL of a SIF via Fault Tree Analysis
- ISA TR84.00.02 PART 4 – 2002 - Safety Instrumented Functions (SIF) - Safety Integrity Level (SIL) Evaluation Techniques Part 4: Determining the SIL of a SIF via Markov Analysis
- ISA TR84.00.02 PART 5 – 2002 - Safety Instrumented Functions (SIF) - Safety Integrity Level (SIL) Evaluation Techniques Part 5: Determining the PFD of SIS Logic Solvers via Markov Analysis
- ISA TR84.00.03 – 2002 - Guidance for Testing of Process Sector Safety Instrumented Functions (SIF) Implemented as or within Safety Instrumented Systems (SIS)
- ISA TR84.00.04 PART 1 – 2005 - Guidelines for the Implementation of ANSI/ISA-84.00.01-2004
- ISA TR84.00.04 PART 2 – 2005 - Example Implementation of ANSI/ISA-84.00.01-2004
- ISA TR84.00.07 – 2010 - Guidance on the Evaluation of Fire, Combustible Gas and Toxic Gas System Effectiveness

ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones)

- K.27 ITU-T – 1996. Recommendation. Bonding Configurations and Earthing Inside a Telecommunication Building
- P.530-7 ITU-R – 1997. Recommendation. Propagation data and prediction methods required for the design of terrestrial line-of-sight systems

NACE (National Association of Corrosion Engineers)

- NACE SP0169-2013 (formerly RP0169) Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems.

NESC (National Electrical Safety Code)

- ANSI/EIA/TIA-606 Administración de Infraestructura de Telecomunicaciones en edificios comerciales - 1993
- J-STD-607-A Estándar de requerimientos de tierra y conexión a tierra en edificios comerciales para Telecomunicaciones
- ISO/IEC 11801 Cableado genérico para áreas de clientes – 2002.
- ANSI/EIA/TIA-568C Estándar para Cableado de Telecomunicaciones en edificios comerciales - 2014.

- ANSI/EIA/TIA-569C Estándar para espacios y canalizaciones de cableado de Telecomunicaciones en edificios comerciales – 2012.

NFPA (National Fire Protection Association)

- NFPA 68 – 2013 - Standard on Explosion Protection by Deflagration Venting
- NFPA 69 – 2014 - Standard on Explosion Prevention Systems
- NFPA 72 – 2013 - National Fire Alarm and Signaling Code
- ANSI/NFPA 75 – 2013 - Standard for the Protection of Electronic Computer Data Processing Equipment
- NFPA 79 – 2011 - Electrical Standard for Industrial Machinery
- ANSI/NFPA 70 – 2014 - National Electric Code (NEC)
- NFPA 780 – 2014 Standard for the Installation of Lightning Protection Systems.
- NFPA 496 – 2013 - Purged Enclosures for Electrical Equipment

NMX (Normas Mexicanas)

- NMX-I-108-NYCE-2006 Telecomunicaciones – Cableado – cableado Estructurado – puesta A tierra en sistemas de Telecomunicaciones.
- NMX-I-248-NYCE- 2008 Cableado estructurado genérico - Cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales - Especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-I-279-NYCE-2009 Cableado – cableado Estructurado – Canalización y espacios Para cableados de Telecomunicaciones en Edificios comerciales.

NTS Normas Técnicas Complementarias del Distrito Federal Ed. 2004 (sismo, viento, construcción de cimentaciones, criterios y acciones, estructuras metálicas, concreto y mampostería), y Normas Técnicas Complementarias Diseño y Ejecución Instalaciones Hidráulicas.

SATMEX (Satélites Mexicanos)

- Estándares para la operación de servicios de comunicación vía satélite versión 1.0

TIA/EIA (Telecommunications Industry Association/ Electronic Industries Alliance)

- ANSI/TIA/EIA - 568-B - 2001. Commercial Building Telecommunications Cabling Standard
- ANSI/TIA/EIA – 607 – 1995. Commercial Building Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications
- ANSI/TIA/EIA-222-G – 2006. Structural Standards for Steel Antenna Towers and Antenna Supporting Structures

UL (Underwriters Laboratories)

ISO International Building Code

- ISO 3977-9 – 1999 Part 9 Gas Turbines – Procurement – Reliability, availability, maintainability and safety.

En el **Anexo 2**, se incluye la ingeniería de las ERMs y City Gate.

I.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

I.4.1 City Gate San Juan de Los Lagos.

Se inicia la instalación de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 8" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80, continuando con una tee soldable de acero al carbón de 8" x 8" x 8" de Ø en cedula 80 a la cual llamaremos TEE 1, de su extremo lateral izquierdo se deriva el Tren de filtración No. 2 el cual se describirá más adelante.

Continuando por el extremo central de la TEE 1 se encuentra el Tren de Filtración No. 1, que está conformado como se describe a continuación; Inmediato al extremo central de la TEE 1 se tiene una reducción soldable de acero al carbón de 8 x 6" de Ø cedula 80, seguida por una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80, seguida por una válvula de esfera de paso completo de 6" de Ø bridada RTJ en ANSI 600 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable, accionada por sistema de engranes y con volante con sus respectivos anillos de empaque para este tipo de brida, aguas abajo de la válvula anterior se coloca un filtro coalescedor con entrada y salida de 6" de Ø bridado tipo RTJ en ANSI 600, seguida por una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80, posteriormente se coloca un codo de acero al carbón de 90º X 6" de Ø en cedula 80 seguido por la instalación de un pequeño carrete de tubería en posición vertical de acero al carbón de 6" de Ø en cedula 80 hasta llegar a otro codo de acero al carbón de 90º X 6" de Ø en cedula 80, al cual le continua una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80 seguida inmediatamente por una válvula de esfera de paso completo de 6" de Ø bridada RTJ en ANSI 600 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable, accionada por sistema de engranes y con volante, continuando con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80 la cual se suelda a uno de los extremos rectos laterales de una tee de acero al carbón de 6" X 6" X 6" de Ø en cedula 80 a la cual llamaremos TEE 3, en la cual por su extremo recto lateral restante se deriva el Tren de Medición, y por el extremo centro se encuentra un carrete de tubería de acero al carbón de 6" de Ø en cedula 80, en el cual se localiza un inserto de ¾" de Ø para la instalación de un manómetro, aguas abajo del carrete se llega al extremo centro de una tee de acero al carbón de 6" X 6" X 6" de Ø en cedula 80 la cual denominaremos TEE 4, y que por uno de sus extremos rectos laterales se deriva el bypass del Tren de Medición, el cual será descrito posteriormente; Con este carrete se pueden intercambiar entre el tren de medición y el bypass del mismo según sea necesario.

Regresando al extremo lateral izquierdo de la TEE 1, se instala un carrete de tubería de acero al carbón de 8" de Ø en cedula 80, en el cual se localiza dos insertos de ¾" de Ø para poder instalar un manómetro y un transmisor de presión para monitorear la presión antes de los filtros coalescentes, aguas abajo del carrete se continua hasta llegar a una brida de cuello soldable de acero al carbón de 8" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80 seguida de una válvula de esfera de paso completo de 8" de Ø bridada RTJ en ANSI 600 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable, accionada por sistema de engranes y con volante que llega a una brida de cuello soldable de acero al carbón de 8" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80 soldada a uno de los extremos rectos laterales de una tee de acero al carbón de 8" X 8" X 8" de Ø en cedula 80 a la cual llamaremos TEE 2, y en la cual por su extremo recto lateral restante se encuentra un tapón soldable de acero al carbón de 8" de Ø en cedula 80, y por su extremo centro se deriva el Tren de Filtración No. 2, el cual comienza con la instalación de una

reducción soldable de acero al carbón de 8" x 6" de Ø tipo cedula 80 seguida por un carrete de tubería de 6" de Ø cedula 80 soldada a una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80, aguas abajo de la brida anterior se coloca un filtro coalescedor con entrada y salida de 6" de Ø bridado tipo RTJ en ANSI 600, seguida por una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80, posteriormente se coloca un codo de acero al carbón de 90º X 6" de Ø en cedula 80 seguido por la instalación de un pequeño carrete de tubería en posición vertical de acero al carbón de 6" de Ø en cedula 80 hasta llegar a otro codo de acero al carbón de 90º X 6" de Ø en cedula 80, al cual le continua una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80 seguida inmediatamente por una válvula de esfera de paso completo de 6" de Ø bridada RTJ en ANSI 600 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable, accionada por sistema de engranes y con volante, continuando con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80 la cual se suelda a uno de los extremos rectos laterales de la TEE 4 antes descrita.

Regresando al extremo recto lateral restante de la TEE 3, inmediatamente después comienza el Tren de Medición, el cual inicia con la instalación de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80 seguida inmediatamente por una válvula de esfera de paso completo de 6" de Ø bridada RTJ en ANSI 600 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable, accionada por sistema de engranes y con volante continuándole con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80, unida a una reducción soldable de acero al carbón de 6" x 4" de Ø en cedula 80, soldada a una brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80, seguida por otra brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80 a la cual se le une posteriormente un carrete de tubería de 4" de Ø acero al carbón cedula 80, el cual llega a una brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 600 cedula 80 unida a un medidor tipo turbina G-250 con bridas de 4" de Ø tipo RF en ANSI 600 y con puertos para presión diferencial, los cuales se conectaran a un transmisor de presión Multivariable marca Honeywell Modelo MVX 3000 mismo que enviará las señales a un Computador de flujo (Control Wave), y finalmente un carrete con insertos de ¾" de Ø para la instalación de una manómetro para monitoreo de la presión y un termopozo, respectivamente, aguas abajo del carrete se encuentra una reducción soldable de acero al carbón 6" x 4" de Ø cedula 80 seguida de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80, seguida por una válvula de esfera de 6" de Ø bridada RTJ en ANSI 600 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable, accionada por sistema de engranes y con volante, continuándole una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80 la cual se suelda a uno de los extremos rectos laterales de una tee de acero al carbón de 6" x 6" x 6" de Ø en cedula 80 a la cual llamaremos TEE 5, que por su extremo recto lateral restante se localiza el tren de regulación 1, y por su extremo centro le sigue un carrete de tubería de acero al carbón de 6" de Ø en cedula 80 hasta llegar a uno de los extremos rectos laterales restantes de una tee de acero al carbón de 6" x 6" X 6" de Ø en cedula 80, la cual denominaremos como TEE 6, y en la que por su extremo lateral derecho da lugar el Tren de regulación 2.

By - Pass del Tren de Medición.

Regresando a TEE 4 comienza con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80 seguida por una válvula de esfera de 6" de Ø bridada RTJ en ANSI 600 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable accionada por sistema de engranes y con volante, continuando con la instalación de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80, posteriormente unida a una reducción soldable de acero al carbón de 6" x 4" de Ø en cedula 80, soldada a una brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80, seguida por otra brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80 a la cual se le une posteriormente un carrete de tubería de 4" de Ø acero al carbón cedula 80, el cual llega a una brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 600 cedula 80 unida a un medidor tipo turbina G-250 con bridas de 4" de Ø tipo RF en ANSI 600 y con puertos para presión diferencial, los cuales se conectaran a un transmisor de presión Multivariable marca Honeywell Modelo MVX 3000 mismo que enviará las señales a un Computador de flujo (Control Wave), y finalmente un carrete con insertos de ¾" de Ø para la instalación de una manómetro para monitoreo de la presión y un termopozo, respectivamente, aguas abajo del carrete se encuentra una reducción soldable de acero al carbón 6" x 4" de Ø cedula 80 seguida de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80, seguida por una válvula de esfera de 6" de Ø bridada RTJ en ANSI 600 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable, accionada por sistema de engranes y con volante, continuándole una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80 la cual se suelda a uno de los extremos rectos laterales de una tee de acero al carbón de 6" x 6" x 6" de Ø en cedula 80 a la cual llamaremos TEE 6, cabe mencionar que antes de hacer cualquier cambio o instalación de este carrete se avisara y solicitaran los permisos correspondientes a nuestro proveedor.

Regresando al extremo recto central de la TEE 5 que se compone inicialmente con un carrete de tubería de acero al carbón de 6" de Ø en cedula 80, en el cual se tiene un inserto de ¾" de Ø para la colocación de un manómetro para monitorear la presión antes de los trenes de regulación, aguas abajo del carrete se encuentra soldada por uno de sus extremos rectos una tee de acero al carbón de 6" X 6" X 6" de Ø en cedula 80, la cual llamaremos TEE 6 en la que se deriva el Tren de Regulación No. 2 el cual será descrito más adelante. Regresando al extremo lateral derecho de la TEE 5 se inicia con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80, seguida por válvula de esfera de 6" de Ø bridada RTJ en ANSI 600 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable, accionada por sistema de engranes y con volante, continuando con la instalación de una válvula de corte automático de 6" de Ø bridada RTJ en ANSI 600, seguida de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80 soldada a una reducción soldable de acero al carbón de 6" X 3" de Ø en cedula 80, la cual se suelda a una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 600 cedula 80, para así continuar con la instalación del primer regulador de presión Marca Mooney modelo FG-18 de 3" de Ø bridado tipo RF en ANSI 600 con doble piloto para instrumentar en Monitor – Trabajador (Working – Monitor), seguido de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 600 cedula 80, inmediatamente después le sigue una reducción soldable de acero al carbón de 6" X 3" de Ø en cedula 80 soldada a otra reducción soldable de acero al carbón de 8" X 6" de Ø en cedula 80, posteriormente le sigue un carrete de tubería de acero al carbón de 8" de Ø en cedula 80, el cual cuenta con dos insertos de ¾" de Ø para la señal del piloto y para la colocación de un manómetro

testigo, y un inserto más de ¾" de Ø para la colocación de una válvula de esfera para desfogue, continua el carrete hasta llegar a otra reducción soldable de acero al carbón de 8" X 6" de Ø en cedula 80, inmediatamente después le sigue una reducción soldable de acero al carbón de 6" X 3" de Ø en cedula 80 la cual se suelda a una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 600 cedula 80, inmediatamente después se coloca un segundo regulador de presión Marca Mooney modelo FG-18 de 3" de Ø bridado tipo RF en ANSI 600 (Trabajador), seguido de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 600 cedula 40, a la que se le suelda una reducción soldable de acero al carbón de 6" X 3" de Ø en cedula 40 soldada a otra reducción soldable de acero al carbón de 8" X 6" de Ø en cedula 40, seguido de un carrete de tubería de acero al carbón de 8" de Ø en cedula 40, mismo que contiene 4 insertos de ¾" de Ø, para la señal del piloto del segundo regulador, la señal del piloto monitor del primer regulador, la señal de la válvula de corte automático y para la colocación de un manómetro testigo, respectivamente, y un inserto mas también de ¾" de Ø para la colocación de una válvula de esfera para desfogue; aguas abajo de este carrete le sigue la colocación de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 8" de Ø tipo RTJ en ANSI 300 cedula 40, seguida de una válvula de esfera de paso completo de 8" de Ø bridada RTJ en ANSI 300 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable, accionada por sistema de engranes y con volante, seguida de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 8" de Ø tipo RTJ en ANSI 300 cedula 40, a esta brida se le suelda una reducción soldable de acero al carbón de 10" X 8" de Ø en cedula 40 seguida de una tee de acero al carbón de 10" X 10" X 10" de Ø en cedula 40, a la cual llamaremos TEE 7, que es donde termina el Tren de Regulación No.1, y en la que por su extremo lateral derecho se conecta con el Tren de Regulación No.2, mismo que será descrito a continuación.

Por el extremo lateral derecho de la TEE 6, se encuentra en Tren de Regulación No. 2, el cual inicia con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80, seguida por válvula de esfera de 6" de Ø bridada RTJ en ANSI 600 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable, accionada por sistema de engranes y con volante, continuando con la instalación de una válvula de corte automático de 6" de Ø bridada RTJ en ANSI 600, seguida de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RTJ en ANSI 600 cedula 80 soldada a una reducción soldable de acero al carbón de 6" X 3" de Ø en cedula 80, la cual se suelda a una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 600 cedula 80, para así continuar con la instalación del primer regulador de presión Marca Mooney modelo FG-18 de 3" de Ø bridado tipo RF en ANSI 600 con doble piloto para instrumentar en Monitor – Trabajador (Working – Monitor), seguido de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 600 cedula 80, inmediatamente después le sigue una reducción soldable de acero al carbón de 6" X 3" de Ø en cedula 80 soldada a otra reducción soldable de acero al carbón de 8" X 6" de Ø en cedula 80, posteriormente le sigue un carrete de tubería de acero al carbón de 8" de Ø en cedula 80, el cual cuenta con dos insertos de ¾" de Ø para la señal del piloto y para la colocación de un manómetro testigo, y un inserto más de ¾" de Ø para la colocación de una válvula de esfera para desfogue, continua el carrete hasta llegar a otra reducción soldable de acero al carbón de 8" X 6" de Ø en cedula 80, inmediatamente después le sigue una reducción soldable de acero al carbón de 6" X 3" de Ø en cedula 80 la cual se suelda a una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 600 cedula 80, inmediatamente después se coloca un segundo regulador de presión Marca Mooney modelo FG-18 de 3" de Ø bridado tipo RF en ANSI 600 (Trabajador), seguido de una brida de

cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 600 cedula 40, a la que se le suelda una reducción soldable de acero al carbón de 6" X 3" de Ø en cedula 40 soldada a otra reducción soldable de acero al carbón de 8" X 6" de Ø en cedula 40, seguido de un carrete de tubería de acero al carbón de 8" de Ø en cedula 40, mismo que contiene 4 insertos de ¾" de Ø, para la señal del piloto del segundo regulador, la señal del piloto monitor del primer regulador, la señal de la válvula de corte automático y para la colocación de un manómetro testigo, respectivamente, y un inserto mas también de ¾" de Ø para la colocación de una válvula de esfera para desfogue; aguas abajo de este carrete le sigue la colocación de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 8" de Ø tipo RTJ en ANSI 300 cedula 40, seguida de una válvula de esfera de paso completo de 8" de Ø bridada RTJ en ANSI 300 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable, accionada por sistema de engranes y con volante, seguida de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 8" de Ø tipo RTJ en ANSI 300 cedula 40, a esta brida se le suelda una reducción soldable de acero al carbón de 10" X 8" de Ø en cedula 40 seguida de una tee de acero al carbón de 10" X 10" X 10" de Ø en cedula 40, a la cual llamaremos TEE 8, a la cual por su extremo lateral derecho se suelda un tapon de 10" de Ø cedula 40, por su extremo central se coloca una brida de cuello soldable de acero al carbón de 10" de Ø tipo RTJ en ANSI 300 cedula 40 conectada a una válvula de esfera de paso completo de 10" de Ø bridada RTJ en ANSI 300 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable, accionada por sistema de engranes y con volante seguida de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 10" de Ø tipo RTJ en ANSI 300 cedula 40, continua con un carrete de tubería de acero al carbón de 10" de Ø en cedula 40 mismo que se conecta al extremo centro de la TEE 7 antes descrita; Por el extremo recto lateral restante de la TEE 7 le sigue la colocación de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 10" de Ø tipo RTJ en ANSI 300 cedula 40, siguiendo con otra brida de cuello soldable de acero al carbón de 10" de Ø tipo RTJ en ANSI 300 cedula 40, seguida de la colocación de un carrete de tubería de acero al carbón de 10" de Ø en cedula 40, en el cual se cuenta con cuatro insertos, uno de ¾" de Ø para la toma de presión con un manómetro testigo, uno más de ¾" de Ø para la instalación de un transmisor de presión, otro más ¾" de Ø para la toma de presión al tanque de odorización y finalmente uno de ¾" de Ø para la inyección del odorizante, posteriormente se suelda a dicho carrete una brida de cuello soldable de acero al carbón de 10" de Ø tipo RTJ en ANSI 300 cedula 40, enseguida se coloca una válvula de compuerta de acero al carbón de vástago fijo de 10" de Ø bridada tipo RTJ en ANSI 300, , continuando con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 10" de Ø tipo RTJ en ANSI 300, soldada a una reducción soldable de acero al carbón de 12" x 10" de Ø cedula 40 de seguida de un codo de acero al carbón de 90º X 12" de Ø cedula 40, finalmente continuando con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 12" de Ø tipo RTJ en ANSI 300 cedula 40 seguida de la colocación de una Junta Aislante Dieléctrica de 12" de Ø para acople entre bridas tipo RTJ en ANSI 300.

I.4.2 City Gate Corralillos.

El gas natural entrará a la ERM por medio de una brida de 8" de Ø ANSI 600, unida a una junta aislante monoblock para aislar la estación la cual llega a una válvula de bola con actuador de 8" de Ø ANSI 600 y a esta le prosigue una TEE de 8" por la cual puede fluir el gas ya sea por el Tren de Filtración N° 1, o por Tren de Filtración N°2.de Ø. Antes de entrar a cada tren de filtración se tienen cuatro insertos para la colocación de un manómetro testigo, un transmisor de presión, un transmisor de temperatura y por último la colocación de un termopozo.

Para lograr la filtración adecuada para la operación del equipo sensible como los medidores y los reguladores, los filtros coalescedores con conexiones bridadas de 4" de Ø en ANSI 600 a la entrada y a la salida, utilizarán cartuchos desechables que retienen las partículas sólidas y liquidas de 3 micras y mayores con eficiencia de 99.99%. Con el paso del tiempo y el aumento de impurezas retenidas, el cartucho se va saturando y la caída de presión inicial comienza a ser cada vez mayor, lo cual es un indicativo de que se debe remplazar el cartucho o en su defecto, cambiar al Tren N°2. Para esto, se cuenta con un manómetro de presión diferencial en cada filtro para monitorear las condiciones de operación. Adicional a esto, antes del sistema de filtración se instaló un manómetro testigo, para poder monitorear la presión de entrada de gas al City Gate.

Para dar mantenimiento al filtro coalescedor del Tren de Filtración N°1, se manipulará el juego de válvulas de 4" de Ø para comenzar a operar con el Tren de Filtración N°2, a fin de dejarlo fuera de operación para su revisión y/o mantenimiento. De igual manera al realizar el movimiento al tren de Filtración No.2, el control de flujo y la medición deberán ser realizados por medio del Tren de Control de Flujo y Medición No. 2.

La operación será a la inversa en el caso de saturarse el Filtro del Tren N°2. Y al final de ambos trenes se cuenta con un manómetro testigo.

Después de los trenes de filtración se tiene los Trenes de Control de Flujo por los cuales se cuenta con dos válvulas de control de flujo de 3" de Ø Modelo 41005 Series marca Dresser en ANSI 600 RF los cuales tiene como función restringir la cantidad de flujo que recibe la estación para así evitar que este exceso de flujo provoque fallas en la medición y regulación de caudal. Estos trenes cuentan cada uno con tres insertos para la colocación de un transmisor de presión, un transmisor de temperatura que se conectara al computador de flujo y el último para la colocación de la señal de la válvula con actuador. Dichos trenes de control de flujo cuentan también con válvulas de bloqueo aguas arriba y aguas abajo para seccionarlo en caso de falla o mantenimiento, contando las válvulas aguas debajo de las válvulas de control de flujo con actuador para controlar de forma remota la apertura y cierre de los trenes; finalmente aguas abajo de ambos trenes se cuentan con un manómetro testigo.

Aguas abajo de los trenes de control de flujo se encuentran los Trenes de Medición, conformados por dos medidores tipo ultrasónicos de 2" de Ø Modelo FLOWSIC600 con rangeabilidad de 1:100 en ANSI 600 RF, mismos que enviarán señales (pulsos) a un computador electrónico de flujo modelo Control Wave; éste último calculará el flujo de gas natural que esté pasando por la ERM y se enlazará al sistema SCADA vía satelital para su facturación. Aguas abajo de cada medidor se encuentran cuatro insertos, el primero para un transmisor de presión, el segundo para la instalación de un termopozo donde se colocará el transmisor de temperatura que se conectará al computador de flujo, otro inserto

más es para la colocación de termopozo como redundancia y por último se tiene el cuarto inserto para la colocación de la señal de la válvula con actuador. Dichos trenes de medición cuentan también con válvulas de bloqueo aguas arriba y aguas abajo para seccionarlo en caso de falla o mantenimiento al medidor contando las válvulas aguas abajo del medidor con actuador para controlar de forma remota la apertura y cierre de los trenes; finalmente aguas abajo de ambos trenes de medición, se cuenta con un manómetro testigo.

Inmediatamente después del tren de medición tenemos un cabezal por donde se puede llevar el flujo de gas hacia los dos trenes de Regulación, los cuales comienzan con la instalación de una válvula de bola. Posteriormente se encuentra una válvula de corte automático de 4" de Ø en ANSI 600 con actuador neumático de doble acción para corte por alta y baja presión que sirve como válvula de corte a la entrada del tren de regulación y que detecta la presión a la salida del propio tren. Aguas abajo de esta válvula se encuentra el primer regulador (regulador trabajador) operado con un solo piloto, después se tiene el arreglo Monitor-Trabajador el cual su primer regulador cuenta con doble piloto, y uno de estos pilotos es utilizado para vigilar el desempeño del segundo regulador (trabajador), para que en caso de falla de éste, el regulador monitor tome el control total de la presión y realice la regulación a la presión de salida del sistema para entregar el gas a la presión requerida.

Cada tren de regulación tiene la capacidad de suministro del 100% de flujo. El Tren de Regulación N° 1 tendrá inicialmente una válvula de corte automático calibrada a 23.50 Kg/cm² (334.25 Psi) para alta presión y 17.20 Kg/cm² (244.64 Psi) para baja presión, aguas abajo el regulador No. 1 cuenta con un solo piloto que estará calibrado a 63.28 Kg/cm² (900.00 Psi), después el regulador No.2 cuenta con dos pilotos, el piloto No. 1 calibrado 42.18 Kg/cm² (600.00 Psi) y el No.2 calibrado a 22.50 Kg/cm² (320.02 Psi) (regulador monitor). Seguido del tercer regulador (regulador trabajador) que cuenta con un piloto calibrado a 21.50 Kg/cm² (305.80 Psi), de tal manera, que si en el tren de regulación, por el cual está fluyendo gas llegará a fallar el tercer regulador y/o trabajador, el regulador No.2 tomará el control total de la presión, la regulación se realizará en dos fases y el regulador que estaba como monitor, ahora será el trabajador. Si por encima de eso de la misma manera fallara el regulador monitor (ahora trabajador) y sobrepasara la presión a la cual esta calibrado, la presión seguirá incrementándose hasta alcanzar la presión a la cual esta calibrada la válvula de corte automático por alta presión y cortara el flujo de gas por el tren de regulación.

El Tren de Regulación N° 2 tendrá cerrado el regulador trabajador (piloto No.4), 3ª fase debido a que estará censando una presión mayor a la que esta calibrado 21.09 Kg/cm² (300.00 Psi), al momento de que el flujo se cortó por alta presión en el tren de regulación número uno, empezara a decrecer la presión en el sistema hasta alcanzar la presión a la que esta calibrado el piloto No. 4 del tren de regulación 2 el cual abrirá automáticamente permitiendo el flujo de gas por este tren y así continuar con el abastecimiento de gas a los socios industriales, a continuación se detallan las presiones a las cuales operara el tren de regulación número 2.

La válvula de corte automático estará calibrada a 27.00 Kg/cm² (384.03 Psi) para alta presión, y 17.2 Kg/cm² (244.64 psi) para baja presión; aguas abajo el regulador No. 1 cuenta con un solo piloto que estará calibrado a 63.28 kg/cm² (900.00 Psi) después el regulador No.2 cuenta con dos pilotos, el piloto No. 1 calibrado a 42.18 Kg/ cm² (600.00 Psi) y el No.2 calibrado a 22.50 Kg/cm² (320.02 Psi) (regulador monitor). Seguido del tercer regulador (regulador trabajador) que cuenta con un piloto

(piloto No.4) calibrado a 21.09 Kg/cm² (300.00 psi), de tal manera, que si en el tren de regulación 2 , por el cual está fluyendo gas llegará a fallar el tercer regulador y/o trabajador, el regulador No.2 tomará el control de la presión con el piloto No. 3, del regulador monitor; la regulación se realizara en dos fases con el regulador 2 bajando la presión a 22.5 Kg/cm² (320.02 psi) que es la presión a la que está calibrado el monitor, y el piloto que estaba como monitor ahora será el trabajador. Si por encima de eso de la misma manera fallara el regulador monitor (ahora trabajador) del tren de regulación Núm. 2 y sobrepasara la presión a la cual esta calibrado, la presión seguirá incrementándose hasta alcanzar la presión a la cual esta calibrada la válvula de seguridad que es de 25.20 kg/cm² (358.43 Psi) la cual se activara y comenzara a desfogar el gas hasta bajar la presión, si esto no fuera suficiente la presión seguirá incrementándose hasta alcanzar la presión a la cual esta calibrada la válvula de corte automático del Tren de Regulación N°2 27.00 kg/cm² (384.03 psi).y esta última cortara el flujo de gas por el tren de regulación.

Aguas abajo de los trenes de regulación con dirección hacia la salida de la estación se tienen cinco insertos, el primero de ellos será para la colocación de un transmisor de temperatura, el segundo para colocar un transmisor de presión, el siguiente para tomar la presión hacia el tanque del equipo de odorizacion, un inserto más para la inyección del gas odorizante (mercaptano); al gas natural para que este sea transportado por el gasoducto ya odorizado y el ultimo para la colocación de un manómetro testigo.

Por último se tiene a la salida de estación una válvula check de 10" de Ø en ANSI 600 para evitar que el flujo se retorne del gasoducto hacia la estación, y con esto se da por concluida la city gate.

I.4.3 Estación de Regulación y Medición (ERM Tipo 4).

Se inicia con una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 50 mm (2" de Ø) tipo RF en ANSI 300 cedula 40, seguida por una reducción soldable de acero al carbón de DN 50 mm X 25 mm (2" X 1" de Ø) cedula 40, después se tiene soldada por uno de sus extremos rectos laterales una tee de acero al carbón de DN 25 mm X 25 mm X 25 mm (1" X 1" X 1" de Ø) en cedula 40, a la cual llamaremos TEE 1, en la cual por su extremo centro se deriva el By-Pass General de la estación el cual se describirá más adelante. Por el extremo recto lateral restante de la TEE 1 en posición vertical con dirección hacia arriba, se deriva el Tren de Filtración y Regulación; iniciando con un carrete de tubería de acero al carbón de DN 25 mm (1" de Ø) cedula 40, que se encuentra unido a una tee de acero al carbón de DN 25 mm X 25 mm X 25 mm (1" X 1" X 1" de Ø) cedula 40 por uno de sus extremos rectos laterales a la cual llamaremos TEE 2, en la que por su extremo centro se deriva el By-Pass de Filtración, el cual inicia con un carrete de tubería de acero al carbón de DN 25 mm (1" de Ø) cedula 40, continuando con una brida soldable Slip On de DN 25 mm (1" de Ø) tipo RF en ANSI 300, después se tiene instalada una válvula de esfera de paso completo de 1/4 de vuelta de 25 DN mm (1" de Ø) bridada RF en ANSI 300, posteriormente se tiene una brida soldable Slip On de DN 25 mm (1" de Ø) tipo RF en ANSI 300, después de esta se tiene un carrete de tubería de acero al carbón de DN 25 mm (1" de Ø) cedula 40, que tiene en su otro extremo un codo de acero al carbón de DN90° X 25 mm (90° X 1" de Ø) en cedula 40, posterior a este y en posición vertical se continua con un carrete de tubería de acero al carbón de DN 25 mm (1" de Ø) cedula 40, seguida por una brida soldable Slip On de DN 25 mm(1" de Ø) tipo RF en ANSI 300, seguida por otra brida soldable Slip On de DN 25 mm(1" de Ø) tipo RF en ANSI 300, inmediatamente después de esta se tiene instalada una válvula Shut Off marca Fisher modelo 634 de DN 25 mm(1" de Ø) roscada NPT, después de esta se cuenta con una brida soldable Slip On de DN 25 mm (1" de Ø) tipo RF en ANSI 300, continuando con otra brida soldable Slip On de DN 25 mm (1" de Ø) tipo RF en ANSI 300, continuando con un carrete de tubería de acero al carbón de DN 25 mm (1" de Ø) cedula 40, seguido por un codo de acero al carbón de DN 90° X 25 mm(90° X 1" de Ø) en cedula 40, después se continua con un pequeño carrete de tubería de acero al carbón de DN 25 mm(1" de Ø) cedula 40, continuando con una brida soldable Slip On de DN 25 mm(1" de Ø) tipo RF en ANSI 300, seguida por otra brida soldable Slip On de DN 25 mm (1" de Ø) tipo RF en ANSI 300, enseguida se tiene instalado un filtro tipo coalescedor Parker modelo MN4L-4CUG de DN 25 mm (1" de Ø) NPT en ANSI 300, el cual en su otro extremo cuenta con una brida soldable Slip On de DN 25 mm (1" de Ø) tipo RF en ANSI 300, seguido por una válvula de esfera de paso completo de 1/4 de vuelta de DN 25 mm (1" de Ø) bridada RF en ANSI 300, después se localiza una brida soldable Slip On de DN 25 mm (1" de Ø) tipo RF en ANSI 300, continuándole con un carrete de tubería de acero al carbón de DN 25 mm (1" de Ø) cedula 40, para finalmente unirse al extremo centro de una tee de acero al carbón de DN 25 mm X 25 mm X 25 mm (1" X 1" X 1" de Ø) en cedula 40, la cual identificaremos como TEE 3 cerrando el By-Pass de Filtración.

Regresando al extremo recto lateral restante de la TEE 2 en posición vertical, se tiene un carrete de tubería acero al carbón de DN 25 mm (1" de Ø) cedula 40, el cual se une a una brida soldable Slip On de DN 25 mm (1" de Ø) en ANSI 300, enseguida a la cual, se encuentra instalada una válvula de esfera de paso completo de 1/4 de vuelta de DN 25 mm (1" de Ø) bridada RF en ANSI 300, posterior a esta se tiene una brida soldable Slip On de DN 25 mm (1" de Ø) tipo RF en ANSI 300 seguida por un carrete de tubería de acero al carbón de DN 25 mm (1" de Ø) cedula 40, el cual se suelda a uno de los

extremos rectos laterales de la TEE 3 antes descrita. Por el extremo recto lateral restante de la TEE 3 se continua con un carrete de tubería de acero al carbón de DN 25 mm (1" de Ø) cedula 40, al cual le sigue un codo de acero al carbón de DN 90° X 25 mm(90° X 1" de Ø) en cedula 40, posterior a este se cuenta con una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 25 mm(1" de Ø) tipo RF en ANSI 300 cedula 40 continuando con una brida soldable Slip On de DN 25 mm (1" de Ø) tipo RF en ANSI 300, inmediatamente después de esta se tiene un regulador Elster modelo 040-C de DN 25 mm(1" de Ø) NPT, posteriormente en el otro extremo de dicho regulador se encuentra instalada una brida soldable Slip On de DN 25 mm(1" de Ø) tipo RF en ANSI 300, continuando con una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 25 mm(1" de Ø) tipo RF en ANSI 300 cedula 40 la cual se encuentra unida a una reducción de acero al carbón de DN 50 mm X 25 mm (2" X 1" de Ø) en cedula 40, soldada a un carrete de tubería de acero al carbón de DN 50 mm (2" de Ø) cedula 40, en el cual se encuentran dos insertos de 6.35 mm (1/4" de Ø), el primero es para la colocación de una válvula de aguja seguida por la colocación de un manómetro para monitorear la presión después del regulador, en el segundo inserto, paralelo al primero, se le coloca una válvula de esfera de paso completo de 1/4 de vuelta para desfogue, aguas abajo del carrete se continua con un codo soldable de acero al carbón de DN 90° X 50 mm (90° X 2" de Ø) en cedula 40, seguido de un pequeño carrete de tubería de acero al carbón de DN 50 mm (2" de Ø) en cedula 40, unido a una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 50 mm (2" de Ø) tipo RF en ANSI 150 cedula 40, inmediatamente seguida por un medidor tipo Pistón Rotativo Dresser Modelo G-100 de DN 50 mm(2" de Ø) bridado RF en ANSI 150, enseguida se encuentra instalada una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 50 mm (2" de Ø) tipo RF en ANSI 150 cedula 40, la cual a su vez se encuentra unida a un carrete de tubería de acero al carbón de DN 50 mm (2" de Ø) cedula 40, en el que se encuentran dos insertos, uno de 12.7 mm (1/2" de Ø) para la instalación de un termopozo, y el segundo de 25.4 mm(1" de Ø) para la instalación de una válvula de esfera de paso completo de 1/4 de vuelta, para la instalación de la señal de la válvula de seguridad, aguas abajo del carrete se continua con una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 50 mm (2" de Ø) tipo RF en ANSI 150 cedula 40, posteriormente se encuentra una válvula de esfera de DN 50 mm (2" de Ø) bridada RF en ANSI 150, después de esta se tiene una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 50 mm (2" de Ø) tipo RF en ANSI 150 cedula 40, la cual se suelda al extremo centro de una tee soldable de acero al carbón de DN 50 mm X 50 mm X 50 mm (2" X 2" X 2" de Ø) en cedula 40, a la que llamaremos TEE 4. Finalmente regresando al extremo centro de la TEE 1, se tiene el By-Pass General de la estación que está compuesta como se describe a continuación; Inicia con un carrete de tubería de acero al carbón de DN 25 mm (1" de Ø) cedula 40, en el que se localiza un inserto de 6.35 mm(1/4" de Ø) para la instalación de una válvula de aguja seguida por un manómetro para monitorear la presión a la entrada de la estación, aguas abajo del carrete se continua con una reducción soldable de acero al carbón de DN 40 mm X 25 mm(1-1/2" X 1" de Ø) cedula 40, seguida por una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 40 mm (1-1/2" de Ø) tipo RF en ANSI 300 cedula 40, continuando con una válvula de esfera de paso completo de 1/4 de vuelta de DN 40 mm(1-1/2" de Ø) bridada RF en ANSI 300, inmediatamente seguida por una válvula de Globo de acero al carbón de DN 40 mm (1-1/2" de Ø) bridada RF en ANSI 300, después de esta se tiene una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 40 mm (1-1/2" de Ø) tipo RF en ANSI 300 en cedula 40, seguida por una reducción de acero al carbón de DN 50 mm X 40 mm (2" X 1-1/2" de Ø) cedula 40, continuándole con un carrete de tubería de acero al carbón de DN 50 mm(2" de Ø) en cedula 40, en el cual se localizan dos insertos, el primero de 6.35 mm (1/4" de Ø) para la colocación

de una válvula de aguja seguida por un manómetro para monitorear la presión a la salida de la estación, y el segundo inserto de 25.4 mm (1" de Ø) se coloca una válvula de seguridad, con el cual se termina el By-Pass General; Aguas abajo del carrete se encuentra una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 50 mm(2" de Ø) tipo RF en ANSI 150 cedula 40, la cual está unida a uno de los extremos rectos laterales de la TEE 4 antes descrita, y en la cual por su extremo recto lateral restante se encuentra una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 50 mm (2" de Ø) tipo RF en ANSI 150 cedula 40, la cual da salida al flujo de gas natural hacia la red de aprovechamiento del cliente.

I.4.4 Estación de Regulación y Medición (ERM Tipo 5).

Comienza con la instalación de una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 80 mm (3" de Ø) tipo RF en ANSI 300 cedula 40, continuando con una reducción soldable de acero al carbón de DN 80 mm X 50 mm (3" X 2" de Ø) en cedula 40, la cual se une a un extremo recto lateral de una Tee de acero al carbón de DN 50 mm X 50 mm X 50 mm (2" X 2" X 2" de Ø) cedula 40 a la que llamaremos TEE 1, en la que por su extremo centro se deriva el By Pass General de la Estación, que se describirá más adelante; Regresando a la TEE 1 y por su extremo recto lateral restante se encuentra una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 50 mm(2" de Ø) tipo RF en ANSI 300 cedula 40, continuando con una válvula de esfera de paso completo de DN 50 mm (2" de Ø) bridada RF en ANSI 300, seguida inmediatamente por un filtro tipo "Y" de DN 50 mm (2" de Ø)bridado RF en ANSI 300, seguido por una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 50 mm (2" de Ø) tipo RF en ANSI 300 cedula 40, la cual está unida a un extremo recto lateral de una Tee soldable de acero al carbón de DN 50 mm X 50 mm X 50 mm (2" X 2" X 2" de Ø) en cedula 40 a la cual llamaremos TEE 2, y en la que por su extremo centro se deriva el Tren de Regulación No. 2, que se describirá más adelante; Continuando por el extremo recto lateral restante de la TEE 2 se deriva el Tren de Regulación No. 1, que comienza con una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 50 mm (2" de Ø) tipo RF en ANSI 300 cedula 40, después se tiene una válvula de esfera de paso completo de DN 50 mm (2" de Ø) bridada RF en ANSI 300, seguido de otra brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 50 mm (2" de Ø) tipo RF en ANSI 300 cedula 40, posteriormente se encuentra un pequeño carrete de tubería de acero al carbón de DN 50 mm (2" de Ø) en cedula 40 encontrándose después un codo soldable de acero al carbón de DN90º X 50 mm (90º X 2" de Ø) en cedula 40, seguido por una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 50 mm (2" de Ø) tipo RF en ANSI 300 cedula 40, inmediatamente después se encuentra un Regulador Axial Elster serie 300-H7 de DN 50 mm (2" de Ø) en ANSI 300, continuando con una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 50 mm (2" de Ø) tipo RF en ANSI 300 cedula 40, enseguida se tiene una reducción soldable de acero al carbón de DN 80 mm X 50 mm(3" X 2" de Ø) en cedula 40 continuando con un carrete de tubería de acero al carbón de DN 80 mm (3" de Ø) cedula 40, en el cual se encuentran dos insertos de 6.35 mm (¼" de Ø), en el primero se instala por uno de sus extremos rectos laterales una Tee de acero inoxidable de 6.35 mm X 6.35 mm X 6.35 mm (¼" X ¼" X ¼" de Ø) seguido por su extremo recto lateral restante una válvula de aguja, seguida por un manómetro para monitorear la presión después del regulador, y por el extremo centro de esta misma Tee se instala una válvula de esfera de paso completo para colocar la señal neumática del regulador axial, en el segundo inserto paralelo al primero, se le instala una válvula de esfera de paso completo de ¼ de vuelta para desfogue, aguas abajo del carrete se encuentra una brida de

cuello soldable de acero al carbón de DN 80 mm(3" de Ø) tipo RF en ANSI 150 cedula 40, después se encuentra una válvula de mariposa de DN 80 mm (3" de Ø) en ANSI 150, seguida inmediatamente por otra brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 80 mm (3" de Ø) tipo RF en ANSI 150 cedula 40, la cual esta soldada en un extremo recto lateral de una Tee de acero al carbón de DN 80 mm X 80 mm X 80 mm (3" X 3" X 3" de Ø) cedula 40 a la cual llamaremos TEE 3, y continuando por su extremo recto lateral restante se encuentra un pequeño carrete de tubería de acero al carbón de DN 80 mm (3" de Ø) cedula 40, seguido de un codo soldable de acero al carbón de DN 90° X 80 mm (90º X 3" de Ø) en cedula 40, continuándole con un carrete de tubería de acero al carbón de DN 80 mm (3" de Ø) cedula 40 unido a una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 90 mm (3" de Ø) tipo RF en ANSI 150 cedula 40, después se tiene un Medidor Tipo Turbina Modelo G-250 de DN 80 mm (3" de Ø) bridado RF en ANSI 150, seguido por otra brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 80 mm (3" de Ø) tipo RF en ANSI 150 cedula 40, enseguida se encuentra un carrete de tubería de acero al carbón de DN 80 mm (3" de Ø) cedula 40, en el cual se encuentra un inserto de DN 15 mm (½" de Ø) en el que se instala un termopozo, y otro inserto de DN 25 mm (1" de Ø) se coloca una válvula de esfera de paso completo seguida de una válvula de seguridad de 25.4 mm X 32 mm (1" X 1¼" de Ø), aguas abajo del carrete se sigue con una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 80 mm (3" de Ø) tipo RF en ANSI 150 cedula 40, seguida de una válvula de mariposa de DN 80 mm (3" de Ø) en ANSI 150, inmediatamente seguida de otra brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 80 mm(3" de Ø) tipo RF en ANSI 150 cedula 40, después se tiene unida por su extremo centro una Tee soldable de acero al carbón de DN 80 mm X 80 mm X 80 mm(3" X 3" X 3" de Ø) cedula 40 la cual denominaremos TEE 4. Regresando al extremo centro de la TEE 2, es donde comienza el Tren de Regulación No. 2, el cual inicia con una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 50 mm (2" de Ø) tipo RF en ANSI 300 cedula 40, continuando con una válvula de esfera de paso completo de DN 50 mm (2" de Ø) bridada RF en ANSI 300, seguida inmediatamente por un Regulador Axial Elster serie 300-H7 de DN 50 mm (2" de Ø) en ANSI 300, continuando con una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 50 mm (2" de Ø) tipo RF en ANSI 300 cedula 40, enseguida se tiene una reducción soldable de acero al carbón de DN 80 mm X 50 mm (3" X 2" de Ø) en cedula 40 continuándole un carrete de tubería de acero al carbón de DN 80 mm (3" de Ø) cedula 40, en el cual se encuentran dos insertos de 6.35 mm (¼" de Ø), en el primero se instala por uno de sus extremos rectos laterales una tee de acero inoxidable de 6.35 mm X 6.35 mm X 6.35 mm (¼" X ¼" X ¼" de Ø) seguido por su extremo recto lateral restante de una válvula de aguja, seguida de un manómetro para monitorear la presión después del regulador, y por su extremo centro se coloca una válvula de esfera de paso completo de ¼ de vuelta para la señal neumática del regulador axial, en el segundo inserto paralelo al primero se instala una válvula de esfera de paso completo de ¼ de vuelta para desfogue, aguas abajo del carrete se continua con un codo soldable de acero al carbón de DN 90° X 80 mm (90º X 3" de Ø) cedula 40, seguido por un carrete de tubería de acero al carbón de DN 80 mm (3" de Ø) en cedula 40 seguido por una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 80 mm (3" de Ø) tipo RF en ANSI 150 cedula 40, después se encuentra una válvula de mariposa de DN 80 mm (3" de Ø) en ANSI 150, seguida inmediatamente por otra brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 80 mm (3" de Ø) tipo RF en ANSI 150 cedula 40, la cual se une al extremo centro de la TEE 3 antes descrita. Para finalizar regresamos al extremo centro de la TEE 1 por donde se deriva el By Pass General de la estación, el cual está conformado como se describe a continuación; Inmediato al extremo centro de la TEE 1 se encuentra un carrete de tubería de acero al carbón de DN 50 mm (2" de Ø) en cedula 40, en

el que se encuentra un inserto de 6.35 mm (¼" de Ø), donde se instala una válvula de aguja, seguida de un manómetro para monitorear la presión a la entrada de la estación, aguas abajo del carrete se continua con una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 50 mm (2" de Ø) tipo RF en ANSI 300 cedula 40, enseguida se tiene una válvula de esfera de paso completo de ¼ de vuelta de DN 50 mm (2" de Ø) bridada RF en ANSI 300 inmediatamente seguida por un válvula de globo de DN 50 mm (2" de Ø) bridada RF en ANSI 300, posteriormente se tiene una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 50 mm (2" de Ø) tipo RF en ANSI 300 cedula 40, la cual está unida a una reducción de acero al carbón de DN 80 mm X 50 mm(3" X 2" de Ø) en cedula 40 seguida por un carrete de tubería de acero al carbón de DN 80 mm (3" de Ø) cedula 40, donde se localiza dos insertos, en el primero de 6.35 mm (¼" de Ø) se instala una válvula de aguja, seguida de un manómetro para monitorear la presión a la salida de la estación, en el segundo inserto de DN 25 mm (1" de Ø) se coloca una válvula de esfera de paso completo seguida de una válvula de seguridad de 25.4 mm X 32 mm (1" X 1¼" de Ø), aguas abajo del carrete se encuentra una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 80 mm (3" de Ø) tipo RF en ANSI 150 cedula 40, para así finalizar el Bypass General; Enseguida se encuentra una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 80 mm (3" de Ø) tipo RF en ANSI 150 cedula 40 la cual se suelda a uno de los extremos rectos laterales a la TEE 4 antes mencionada y en la cual, por su extremo recto lateral restante se suelda una brida de cuello soldable de acero al carbón de DN 80 mm (3" de Ø) tipo RF en ANSI 150 cedula 40,la cual da salida al flujo de gas natural hacia la red de aprovechamiento del cliente.

I.4.5 Estación de Regulación y Medición (ERM Tipo 7).

Se inicia con la instalación de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 300 con la cara apuntando hacia abajo, precedido por un codo soldable acero al carbón de 90° × 4" de Ø en cedula 40 unido a una brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 300. Posteriormente se encontrará una junta aislante dieléctrica de 4" de Ø en ANSI 300 que une a otra brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 300; la brida se suelda por uno de los extremos laterales de una tee de acero al carbón de 4" × 4" × 4" de Ø en cedula 40, a la cual llamaremos TEE 1, misma que por la cual en su extremo central se deriva el Tren de Filtración No. 2, que se describirá más adelante.

Por el extremo lateral restante de la TEE 1 se localiza el Tren de Filtración No. 1, que está conformado como se describe a continuación; Inmediato al extremo lateral restante de la TEE 1 se tiene una brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 300, seguida por una válvula de bola de paso completo de 4" de Ø bridada tipo RF en ANSI 300 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable, accionada por sistema de engranes y con volante, aguas abajo de la válvula anterior se coloca un filtro coalescedor con entrada y salida de 4" de Ø bridado tipo RF en ANSI 300, seguida por una brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 300, después se coloca un codo de acero al carbón de 90º × 4" de Ø en cedula 40 con la salida apuntando hacia abajo, seguido por la instalación de un carrete de tubería de acero al carbón de 4" de Ø en cedula 40 y consecutivamente se suelda de otro codo de acero al carbón de 90º × 4" de Ø en cedula 40, apuntando la salida paralela al flujo, al cual le sigue una brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 300 seguida por una válvula de bola de paso completo de 4" de Ø bridada

tipo RF en ANSI 300 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable, accionada por sistema de engranes y con volante, continuando con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 300 la cual se suelda a uno de los extremos rectos laterales de una tee de acero al carbón de 4" × 4" × 4" de Ø en cedula 40 a la cual llamaremos TEE 2, en la cual por su extremo lateral restante se deriva hacia el Tren de regulación No. 1, y por el extremo central se halla un carrete de tubería de acero al carbón de 4" de Ø en cedula 40, en el cual se localiza un inserto de ½" de Ø para la instalación de un manómetro para monitorear la presión antes de los trenes de regulación de presión; aguas abajo del carrete se llega al extremo centro de una tee de acero al carbón de 4" × 4" × 4" de Ø en cedula 40 la cual denominaremos TEE 4, y que por uno de sus extremos rectos laterales se deriva hacia el Tren de regulación No. 2, el cual será descrito más adelante. Regresando al extremo central de la TEE 1, se instala un carrete de tubería de acero al carbón de 4" de Ø en cedula 40, en el cual se localiza un inserto de ½" de Ø para poder instalar un manómetro para monitorear la presión antes de los filtros coalescentes, aguas abajo del carrete se continua hasta llegar a uno de los extremos rectos laterales de una tee de acero al carbón de 4" × 4" × 4" de Ø en cedula 40 a la cual llamaremos TEE 3, y en la cual por su extremo recto lateral restante se encuentra un tapón soldable de acero al carbón de 4" de Ø en cedula 40, y por su extremo centro se deriva hacia el Tren de Filtración No. 2.

El Tren de Filtración No. 2, comienza con la instalación de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 300 seguida por una válvula de bola de paso completo de 4" de Ø bridada tipo RF en ANSI 300 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable, accionada por sistema de engranes y con volante, aguas abajo de la válvula anterior se coloca un filtro coalescedor con entrada y salida de 4" de Ø bridado tipo RF en ANSI 300, seguida por una brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 300, posteriormente se coloca un codo de acero al carbón de 90º × 4" de Ø en cedula 40 con la salida apuntando hacia abajo, seguido por la instalación de un carrete de tubería de acero al carbón de 4" de Ø en cedula 40 que se suelda de otro codo de acero al carbón de 90º × 4" de Ø en cedula 40 apuntando la salida paralela al flujo, al cual le continua una brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 300 seguida por una válvula de bola de paso completo de 4" de Ø bridada tipo RF en ANSI 300 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable, accionada por sistema de engranes y con volante, continuando con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 300 la cual se suelda a uno de los extremos laterales de la TEE 4 antes descrita.

Regresando al extremo lateral restante de la TEE 2, inmediatamente comienza el Tren de Regulación No. 1, que se compone inicialmente de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 300, seguida por una válvula de bola de paso completo de 4" de Ø bridada tipo RF en ANSI 300 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable accionada por sistema de engranes y con volante, continuando con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 300, seguida de una reducción soldable de acero al carbón de 4" × 3" de Ø en cedula 40, que se suelda a una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 300, para así continuar con la instalación del primer regulador de presión con dispositivo de Slam Shut Marca Mooney modelo SG-17 de 3" de Ø, bridado tipo RF en ANSI 300 con doble piloto para instrumentar en Monitor – Trabajador (Working – Monitor) y piloto controlador para alta presión, seguido de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 300, inmediatamente le sigue una reducción soldable de acero al carbón de 4" × 3" de Ø en cedula 40, después le sigue un carrete de

tubería de acero al carbón de 4" de Ø en cedula 40, el cual cuenta con dos insertos de 1/2" de Ø para la señal del primer piloto y para la colocación de un manómetro testigo, y un inserto más de 1/2" de Ø para la colocación de una válvula de aguja para desfogue, al final del carrete le sigue otra reducción soldable de acero al carbón de 4" × 3" de Ø en cedula 40, la cual se suelda a una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 300, después se coloca un segundo regulador de presión Marca Mooney modelo FG-17 de 3" de Ø bridado tipo RF en ANSI 300 (Trabajador), seguido de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 300, continuando con una reducción soldable de acero al carbón de 6" × 3" de Ø en cedula 40, seguido de un carrete de tubería de acero al carbón de 6" de Ø en cedula 40, mismo que contiene 4 insertos de 1/2" de Ø, para la señal del piloto del segundo regulador, la señal del piloto monitor del primer regulador, la señal del piloto del dispositivo Slam Shut y para la colocación de un manómetro testigo, respectivamente, y también un inserto más de 1/2" de Ø para la colocación de una válvula de aguja para desfogue; aguas abajo de este carrete le sigue la colocación de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150, seguida de una válvula de bola de paso completo de 6" de Ø bridada tipo RF en ANSI 150 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable, accionada por sistema de engranes y con volante, seguida de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150, a esta brida se le suelda una tee de acero al carbón de 6" × 6" × 6" de Ø en cedula 40 por uno de sus extremos rectos laterales, a la cual llamaremos TEE 5, que es donde termina el Tren de Regulación No.1, por el extremo recto lateral restante se encuentra un tapón soldable de acero al carbón de 6" de Ø en cedula 40 y en la que por su extremo centro se conecta con el final del Tren de Regulación No.2, mismo que será descrito a continuación.

Por el extremo recto lateral restante de la TEE 4, se encuentra en Tren de Regulación No. 2, el cual inicia con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 300, seguida por una válvula de bola de paso completo de 4" de Ø bridada tipo RF en ANSI 300 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable accionada por sistema de engranes y con volante, continuando con la instalación de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 300 seguida de una reducción soldable de acero al carbón de 4" × 3" de Ø en cedula 40, la cual se suelda a una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 300, para así continuar con la instalación del primer regulador de presión con dispositivo Slam Shut Marca Mooney modelo SG-17 de 3" de Ø bridado tipo RF en ANSI 300 con doble piloto para instrumentar en Monitor – Trabajador (Working – Monitor) y un piloto controlador para alta presión, seguido de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 300, inmediatamente le sigue una reducción soldable de acero al carbón de 4" × 3" de Ø en cedula 40, después le sigue un carrete de tubería de acero al carbón de 4" de Ø en cedula 40, el cual cuenta con dos insertos de 1/2" de Ø para la señal del primer piloto y para la colocación de un manómetro testigo, y un inserto más de 1/2" de Ø para la colocación de una válvula de aguja para desfogue, al que le sigue otra reducción soldable de acero al carbón de 4" × 3" de Ø en cedula 40, la cual se suelda a una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 300, después se coloca un segundo regulador de presión Marca Mooney modelo FG-17 de 3" de Ø bridado tipo RF en ANSI 300 (Trabajador), seguido de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 300, a la que se le suelda una reducción soldable de acero al carbón de 6" × 3" de Ø en cedula 40, seguido de un carrete de tubería de acero al carbón de 6" de Ø en cedula 40, mismo que contiene 4 insertos de 1/2" de Ø, para la señal del piloto del segundo

regulador, la señal del piloto monitor del primer regulador, la señal del piloto del dispositivo Slam Shut y para la colocación de un manómetro testigo, respectivamente, y también un inserto más de 1/2" de Ø para la colocación de una válvula de aguja para desfogue; aguas abajo de este carrete le sigue una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150, seguida de una válvula de bola de paso completo de 6" de Ø bridada tipo RF en ANSI 150 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable, accionada por sistema de engranes y con volante, seguida de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150, a esta brida se le suelda una tee de acero al carbón de 6" × 6" × 6" de Ø en cedula 40 por su extremo centro, a la cual llamaremos TEE 6, a la cual por su extremo recto lateral derecho se coloca un carrete de tubería de acero al carbón de 6" de Ø en cedula 40 mismo que se conecta al extremo centro de la TEE 5 antes descrita y por su extremo lateral izquierdo se deriva hacia el Tren de Medición.

Regresando al extremo lateral izquierdo de la TEE 5, se halla un carrete de tubería de acero al carbón de 6" de Ø en cedula 40 unido a brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150. A partir de aquí se termina la primera sección para ensambladura y ajuste de la ERM.

Entonces es unida otra brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150, que se suelda a un carrete de tubería de acero al carbón de 6" de Ø en cedula 40, hasta llegar a uno de los extremos laterales de una tee de acero al carbón de 6" × 6" × 6" de Ø en cedula 40 a la cual llamaremos TEE 7, que por su extremo centro, se deriva hacia el by-pass del Tren de Medición, el cual será descrito posteriormente y que por su extremo lateral restante se deriva hacia un carrete de tubería de acero al carbón de 6" de Ø en cedula 40 hasta llegar un extremo lateral de una tee de acero al carbón de 6" × 6" × 6" de Ø que llamaremos TEE 8, la cual por su extremo lateral restante se coloca un tapón soldable de acero al carbón de 6" Ø en cedula 40 y por su extremo centro se ubica el Tren de medición que será descrito a continuación.

Continuando con el extremo centro de la TEE 8, comienza el Tren de Medición, que inicia con la instalación de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150 seguida por una válvula de bola de paso completo de 6" de Ø bridada tipo RF en ANSI 150 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable, accionada por sistema de engranes y con volante, continuando con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150, unida a un carrete de tubería de acero al carbón de 6" de Ø en cedula 40, hasta llegar a una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150, seguido se encuentra el medidor Marca Turbina o similar de 6" de Ø Bridado tipo RF en ANSI 150, que enviará señales a un Computador de flujo (XARTU/1); aguas abajo del medidor se coloca otra brida de cuello soldable tipo RF de 6" de Ø en acero al carbón ANSI 150, enseguida se coloca un carrete de tubería de 6" de Ø en acero al carbón cédula 40 mismo que incluye insertos de 1/2" y 3/4" de Ø para la instalación de un transmisor de presión y un termopozo, respectivamente, y un inserto más de 1/2" de Ø para la colocación de una válvula de aguja para desfogue. Aguas abajo del carrete se halla una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150, seguida por una válvula de bola de 6" de Ø bridada tipo RF en ANSI 150 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable, accionada por sistema de engranes y con volante, le continúa una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150 que se suelda a uno de los extremos laterales de una tee de acero al carbón de 6" × 6" × 6" de Ø en cedula 40 a la cual llamaremos TEE 9, por su extremo centro le sigue un carrete de tubería de acero al

carbón de 6" de Ø en cedula 40 hasta llegar a un extremo de un codo de acero al carbón de 90° × 6" de Ø en cedula 40, que es donde se une con el final del by-pass del Tren de Medición.

El by-pass del Tren de Medición, comienza aguas abajo del extremo central de la TEE 7 con un carrete de tubería de acero al carbón de 6" de Ø en cedula 40, seguido por una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150, unida a una válvula de bola de 6" de Ø bridada tipo RF en ANSI 150 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable accionada por sistema de engranes y con volante, se instalará en caso de ser necesario por cambio o mantenimiento al medidor tipo turbina, continuando con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150, después se localiza otro carrete de tubería de acero al carbón de 6" de Ø en cedula 40, seguido por una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150, unida a una válvula de bola de 6" de Ø bridada tipo RF en ANSI 150 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable accionada por sistema de engranes y con volante, continuando con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150, después se localiza otro carrete de tubería de acero al carbón de 6" de Ø en cedula 40 pegado a un codo de acero al carbón de 90° × 6" de Ø en cedula 40.

Por el extremo lateral restante de la TEE 9 le sigue la colocación de una tee de acero al carbón de 6" × 6" × 6" que llamaremos TEE 10, su extremo centro estará apuntando hacia arriba y es donde comienza el tren de la Válvula de Seguridad. Unida al extremo central de la TEE 10 se coloca una reducción soldable de acero al carbón de 6" × 4" de Ø en cedula 40 pegada a una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150, enseguida se sitúa una válvula de bola de paso completo de 4" de Ø bridada tipo RF en ANSI 150 con cuerpo de tres piezas guiada, lubricable, accionada por engranes y con volante, aguas abajo de la válvula se coloca otra brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 150, seguida de la colocación de un carrete de tubería de acero al carbón de 4" de Ø en cedula 40, el cual contiene un inserto de 1/2" de Ø para la señal del piloto de la válvula de seguridad, seguido de otra brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 150, después se coloca una válvula de seguridad Marca Mooney modelo FG-39 de 4" de Ø bridada tipo RF en ANSI 150, aguas abajo de la válvula de seguridad se coloca una brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 150, misma que se suelda a un carrete de tubería de acero al carbón de 4" de Ø en cedula 40, seguido de un codo soldable de acero al carbón de 45° × 4" de Ø cedula 40, a este se le suelda un carrete de tubería de acero al carbón de 4" de Ø en cedula 40 para completar la línea de desfogue de la válvula de seguridad citada. Regresando al extremo lateral restante de la TEE 11 y con dirección a la salida, se suelda un carrete de tubería de acero al carbón de 6" de Ø en cedula 40, el cual cuenta con un inserto de 1/2" de Ø para la toma de presión con un manómetro testigo, después se suelda una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150 seguida de la colocación de una Junta Aislante Dieléctrica de 6" de Ø para acople entre bridas tipo RF en ANSI 150, la cual se conectará a la red principal de tubería de acero de la red de abastecimiento de gas natural mediante una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150 unida a un codo soldable de acero al carbón de 90° × 6" de Ø apuntando hacia abajo donde se encuentra la preparación de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150.

I.5 CONDICIONES DE OPERACIÓN.

A continuación, se indican las especificaciones y condiciones de operación de los gasoductos.

Tabla 8 Especificaciones de los Ductos de Operación.

Instalación	Longitud (m)	Diámetro exterior (mm)	Espesor (pulg)	Especificación
Gasoducto 12" AC	84 032.75	323.85	0.219" 5.56mm	API 5L Grado X42, con costura
Gasoducto de 10" AC	24 279.42	219.10	0.219" 5.56mm	API 5L Grado X42, con costura
Gasoducto de 6" AC	7 185.96	168.30	0.219" 5.56mm	API 5L Grado X42, con costura
Gasoducto de 4" AC	5 414.4	114.30	0.219" 5.56mm	API 5L Grado X42, con costura
Gasoducto de 3" AC	103.11	88.90	0.216" 5.4mm	API 5L Grado B, con costura
Gasoducto de 2" AC	108.54	60.30	0.154" 3.91mm	API 5L Grado B, con costura

Tabla 9 Condiciones de operación de los Ductos de Operación.

Instalación	Presión de Diseño Psig (kg/cm^2)	Presiones de Trabajo Psig (kg/cm^2)			Temperatura (°C)		
		Min.	Nor	Max.	Min.	Norm	Max.
Gasoducto 12" AC	500	20.50	21.00	21.00	15	25	50
Gasoducto de 10" AC	500	20.50	21.00	21.00	15	25	50
Gasoducto de 6" AC	500	20.50	21.00	21.00	15	25	50
Gasoducto de 4" AC	500	20.50	21.00	21.00	15	25	50
Gasoducto de 3" AC	500	20.50	21.00	21.00	15	25	50
Gasoducto de 2" AC	500	20.50	21.00	21.00	15	25	50

Tabla 10 Condiciones de operación de la City Gate, ERMs y ERs.

Nombre	Pasos de Regulación	Presión de Diseño psi (kg/cm²)	Presión de Operación psi (kg/cm2) Para Regulador No.1		Presión de Operación psi (kg/cm2) Para Regulador No.2		Flujo de diseño (MMSCFD)		
			Entrada	Salida	Entrada	Salida	Min	Norm	Max
City Gate San Juan de los Lagos	2	1 200	25.00	22.00	22.00	21.00	1.5	2.25	6.00
City Gate Corralillos	2	1 440	47.11	42.18	42.18	21.09	1.000	5.00	10.00
ERM Tipo 4	1	500	21	3	NA	NA	0.254	0.254	0.254
ERM Tipo 5	2	500	21	2.5	21	2.5	0.636	0.636	0.636
ERM Tipo 7	2	500	21	6	6	5	1.413	1.413	1.413

Tabla 11 Clases de Localización.

ZONAS PARA CLASIFICACION	LONGITUD DE TRAMO (m)	CLASE
CADENAMIENTO A		
ZONA 1	0+000 A - 1+600 A	4
ZONA 2	1+600 A - 3+200 A	4
ZONA 3	3+200 A - 4+800 A	4
ZONA 4	4+800 A - 6+400 A	4
ZONA 5	6+400 A - 8+000 A	4
ZONA 6	8+000 A - 9+600 A	4
ZONA 7	9+600 A - 11+200 A	4
ZONA 8	11+200 A - 12+800 A	4
ZONA 9	12+800 A - 14+400 A	4
ZONA 10	14+400 A - 16+000 A	4
ZONA 11	16+000 A - 17+600 A	4
ZONA 12	17+600 A - 19+200 A	4
ZONA 13	19+200 A - 20+800 A	4
ZONA 14	20+800 A - 22+400 A	4
ZONA 15	22+400 A - 24+000 A	4
ZONA 16	24+000 A - 25+600 A	4
ZONA 17	25+600 A - 27+200 A	4
ZONA 18	27+200 A - 28+800 A	4

ZONAS PARA CLASIFICACION	LONGITUD DE TRAMO (m)	CLASE
ZONA 19	28+800 A - 30+400 A	4
ZONA 20	30+400 A - 32+000 A	4
ZONA 21	32+000 A - 33+600 A	4
ZONA 22	33+600 A - 35+200 A	4
ZONA 23	35+200 A - 36+800 A	4
ZONA 24	36+800 A - 38+400 A	4
ZONA 25	38+400 A - 40+000 A	4
ZONA 26	40+000 A - 41+600 A	4
ZONA 27	41+600 A - 43+200 A	4
ZONA 28	43+200 A - 44+800 A	4
ZONA 29	44+800 A - 46+327 A	4
CADENAMIENTO B		
ZONA 1	0+000 B - 1+600 B	4
ZONA 2	1+600 B - 3+200 B	4
ZONA 3	3+200 B - 4+800 B	4
ZONA 4	4+800 B - 6+400 B	4
ZONA 5	6+400 B - 8+000 B	4
ZONA 6	8+000 B - 9+600 B	4
ZONA 7	9+600 B - 11+200 B	4
ZONA 8	11+200 B - 12+800 B	4
ZONA 9	12+800 B - 14+400 B	4
ZONA 10	14+400 B - 16+000 B	4
ZONA 11	16+000 B - 17+600 B	4
ZONA 12	17+600 B - 18+528 B	4
CADENAMIENTO C		
ZONA 1	0+000 C - 1+600 C	4
ZONA 2	1+600 C - 3+200 C	4
ZONA 3	3+200 C - 4+800 C	4
ZONA 4	4+800 C - 6+400 C	4
ZONA 5	6+400 C - 7+610 C	4
CADENAMIENTO D		
ZONA 1	0+000 D - 1+620 D	4
CADENAMIENTO E		
ZONA 1	0+000 E - 0+865 E	4
CADENAMIENTO F		
ZONA 1	0+000 F - 1+280 F	4
CADENAMIENTO G		
ZONA 1	0+000 G - 0+570 G	4

ZONAS PARA CLASIFICACION	LONGITUD DE TRAMO (m)	CLASE
CADENAMIENTO H		
ZONA 1	0+000 H - 0+430 H	4
CADENAMIENTO I		
ZONA 1	0+000 I - 1+600 I	3
ZONA 2	1+600 I - 3+200 I	2
ZONA 3	3+200 I - 4+800 I	2
ZONA 4	4+800 I - 6+400 I	2
ZONA 5	6+400 I - 8+000 I	2
ZONA 6	8+000 I - 9+600 I	2
ZONA 7	9+600 I - 11+200 I	2
ZONA 8	11+200 I - 12+800 I	2
ZONA 9	12+800 I - 14+400 I	2
ZONA 10	14+400 I - 16+000 I	2
ZONA 11	16+000 I - 17+600 I	3
ZONA 12	17+600 I - 19+200 I	2
ZONA 13	19+200 I - 22+400 I	2
ZONA 14	22+400 I - 24+000 I	3
ZONA 15	24+000 I - 25+600 I	3
ZONA 16	25+600 I - 27+200 I	4
ZONA 17	27+200 I - 28+096 I	4
CADENAMIENTO J		
ZONA 1	0+000 J - 1+600 J	4
ZONA 2	1+600 J - 3+200 J	4
ZONA 3	3+200 J - 4+800 J	4
ZONA 4	4+800 J - 5+176 J	4
CADENAMIENTO K		
ZONA 1	0+000 K - 1+025 K	4
CADENAMIENTO L		
ZONA 1	0+000 L - 1+093 L	4

Tabla 12 Cruzamientos del gasoducto.

UBICACIÓN DE CRUCES					
No.	Descripción	Cadenamiento	Coordenadas: UTM Datum: WGS84 Región: 14Q		Medidas de Seguridad
			X	Y	
CRUCES CARRETEROS					
1	CRUCE CARRETERO 01	6+450 A			UZAMIENTO SUBTERRANEO, TUBERIA CONDUCTORA DE 12"ø A.C. CON CAMISA TECTORA 16" ø A.C. CED 20 N PROTECCIÓN CÁTODICA
2	CRUCE CARRETERO 02	12+320 A			UZAMIENTO SUBTERRANEO, TUBERIA CONDUCTORA DE 12"ø A.C.
UBICACIÓN DE CRUCES					
No.	Descripción	Cadenamiento	Coordenadas: UTM Datum: WGS84 Región: 13Q		Medidas de Seguridad
			X	Y	
CRUCES CARRETEROS					
3	CRUCE CARRETERO 03	17+150 A			RUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"ø A.C.
4	CRUCE CARRETERO 04	18+170 A			RUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"ø A.C. CON CAMISA ROTECTORA 16" ø A.C. CED 20 CON PROTECCIÓN CÁTODICA
5	CRUCE CARRETERO 05	18+750 A			RUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"ø A.C.
6	CRUCE CARRETERO 06	40+420 A			RUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"ø A.C. CON CAMISA ROTECTORA 16" ø A.C. CED 20 CON PROTECCIÓN CÁTODICA
7	CRUCE CARRETERO 07	41+450 A			RUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"ø A.C.

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

8	CRUCE CARRETERO 08	44+720 A	[redacted]	CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
9	CRUCE CARRETERO 09	45+800 A		CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
10	CRUCE CARRETERO 10	51+170 A		CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
11	CRUCE CARRETERO 11	51+490 A		CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
12	CRUCE CARRETERO 12	52+500 A		CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

UBICACIÓN DE CRUCES

No.	Descripción	Cadenamiento	Coordenadas: UTMDatum: WGS84Región: 14Q		Medidas de Seguridad
			X	Y	
CRUCES CARRETEROS					
13	CRUCE CARRETERO 13	1+340 B	[redacted]		CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 10"Ø A.C.
14	CRUCE CARRETERO 14	5+830 B			CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 10"Ø A.C.
15	CRUCE CARRETERO 15	6+300 B			CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 10"Ø A.C.
16	CRUCE CARRETERO 16	6+560 B			CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 10"Ø A.C.
17	CRUCE CARRETERO 17	9+410 B			CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 10"Ø A.C.
18	CRUCE CARRETERO 18	9+430 B			CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 10"Ø A.C.
19	CRUCE CARRETERO 19	10+260 B			CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 10"Ø A.C.
20	CRUCE CARRETERO 20	14+480 B			CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 10"Ø A.C.
21	CRUCE CARRETERO 21	3+750 C			CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 10"Ø A.C.

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

UBICACIÓN DE CRUCES

No.	Descripción	Cadenamiento	Coordenadas: UTM Datum: WGS84	Medidas de Seguridad

			Región: 13Q		
			X	Y	
CRUCES CARRETEROS					
22	CRUCE CARRETERO 22	0+070 H	COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP		RUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 4"ø A.C. CON CAMISA PROTECTORA 8" ø A.C. CED 20 CON PROTECCIÓN CÁTODICA
23	CRUCE CARRETERO 23	0+200 H			RUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 4"ø A.C. CON CAMISA PROTECTORA 8" ø A.C. CED 20 CON PROTECCIÓN CÁTODICA
24	CRUCE CARRETERO 24	1+720 J			RUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"ø A.C.
25	CRUCE CARRETERO 25	5+450 J			RUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"ø A.C.
26	CRUCE CARRETERO 26	7+870 J			RUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"ø A.C.
27	CRUCE CARRETERO 27	9+000 J			RUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"ø A.C.
28	CRUCE CARRETERO 28	9+323 J			RUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"ø A.C.
29	CRUCE CARRETERO 29	9+430 J			RUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"ø A.C.
30	CRUCE CARRETERO 30	10+660 J			RUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"ø A.C.
31	CRUCE CARRETERO 31	10+735 J			RUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"ø A.C.
32	CRUCE CARRETERO 32	11+325 J			RUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"ø A.C.
33	CRUCE CARRETERO 33	11+750 J			RUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"ø A.C.
34	CRUCE CARRETERO 34	12+743 J			RUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"ø A.C.
35	CRUCE CARRETERO 35	13+717 J			RUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"ø A.C.
36	CRUCE CARRETERO 36	20+640 J			RUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"ø A.C.

37	CRUCE CARRETERO 37	21+930 J	[redacted]	CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
38	CRUCE CARRETERO 38	23+120 J		CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
39	CRUCE CARRETERO 39	23+870 J		CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
40	CRUCE CARRETERO 40	0+320 L		CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 6"Ø A.C. CON CAMISA PROTECTORA 10" Ø A.C. CED 20 CON PROTECCIÓN CÁTODICA
41	CRUCE CARRETERO 41	53+500 A		CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
42	CRUCE CARRETERO 42	0+020 K		CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 6"Ø A.C.

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

UBICACIÓN DE CRUCES

No.	Descripción	Cadenamiento	Coordenadas: UTM Datum: WGS84 Región: 14Q		Medidas de Seguridad
			X	Y	
CRUCE FERROVIARIO					
1	CRUCE FERROVIARIO 01	8+220 A	[redacted]		CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C CON CAMISA PROTECTORA 16" Ø A.C. CED 40 CON PROTECCIÓN CÁTODICA.
2	CRUCE FERROVIARIO 02	10+640 B			CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 10"Ø A.C CON CAMISA PROTECTORA 14" Ø A.C. CED 40 CON PROTECCIÓN CÁTODICA.
3	CRUCE FERROVIARIO 03	0+680 F			CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 4"Ø A.C CON CAMISA PROTECTORA 8" Ø A.C. CED 40 CON PROTECCIÓN CÁTODICA.
CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN					
1	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 01	3+800 A	[redacted]		CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

2	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 02	12+320 A		CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
UBICACIÓN DE CRUCES				
No.	**Descripción**	**Cadenamiento**	**Coordenadas: UTM Datum: WGS84 Región: 13Q**	**Medidas de Seguridad**
			X / **Y**	
CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN				
3	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 03	14+480 A		CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
4	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 04	15+560 A		CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
5	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 05	17+960 A		CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
6	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 06	40+880 A		CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
7	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 07	41+430 A		CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
8	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 08	41+660 A		CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
9	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 09	41+750 A		CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
10	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 10	43+430 A		CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
11	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 11	44+350 A		CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
UBICACIÓN DE CRUCES				
No.	**Descripción**	**Cadenamiento**	**Coordenadas: UTM Datum: WGS84 Región: 14Q**	**Medidas de Seguridad**
			X / **Y**	
CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN				

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

12	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 12	2+240 B	[redacted]	RUZAMIENTO CIELO ABIERTO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 10"Ø A.C.
13	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 13	10+950 B		RUZAMIENTO CIELO ABIERTO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 10"Ø A.C.
14	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 14	12+770 B		RUZAMIENTO CIELO ABIERTO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 10"Ø A.C.
15	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 15	14+470 B		RUZAMIENTO CIELO ABIERTO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 10"Ø A.C.
16	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 16	14+530 B		RUZAMIENTO CIELO ABIERTO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 10"Ø A.C.
17	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 17	15+180 B		RUZAMIENTO CIELO ABIERTO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 10"Ø A.C.
18	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 18	0+200 G		RUZAMIENTO CIELO ABIERTO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 4"Ø A.C.

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

UBICACIÓN DE CRUCES

No.	Descripción	Cadenamiento	Coordenadas: UTM Datum: WGS84 Región: 13Q		Medidas de Seguridad
			X	Y	
CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN					
19	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 19	0+710 J	[redacted]		CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
20	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 20	11+710 J			CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
21	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 21	12+680 J			CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
22	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 22	13+870 J			CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
23	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 23	15+705 J			CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
24	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 24	16+050 J			CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
25	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 25	16+770 J			CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
26	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 26	17+055 J			CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

27	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 27	17+240 J	[redacted]	CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
28	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 28	17+885 J		CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
29	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 29	19+102 J		CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
30	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 30	19+420 J		CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
31	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 31	20+415 J		CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
32	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 32	20+890 J		CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
33	CRUCE LINEAS DE TRANSMISIÓN 33	0+265 L		CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 6"Ø A.C.
CUERPO				
1	CRUCE CUERPOS DE AGUA 01	15+650 A	[redacted]	CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
2	CRUCE CUERPOS DE AGUA 02	19+975 A		CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
3	CRUCE CUERPOS DE AGUA 03	33+030 A		CRUZAMIENTO CIELO ABIERTO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"Ø A.C.
UBICACIÓN				
No.	**Descripción**	**Cadenamiento**	**Coordenadas: UTM Datum: WGS84 Región: 14Q**	**Medidas de Seguridad**
			X / **Y**	
CUERPO DE AGUA				
4	CRUCE CUERPOS DE AGUA 04	2+550 B	[redacted]	CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 10"Ø A.C.
5	CRUCE CUERPOS DE AGUA 05	10+365 B		CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 10"Ø A.C.
6	CRUCE CUERPOS DE AGUA 06	13+500 B		CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, ON TUBERIA CONDUCTORA DE 10"Ø A.C.
UBICACIÓN DE CRUCES				
No.	**Descripción**	**Cadenamiento**	**Coordenadas: UTM Datum: WGS84**	**Medidas de Seguridad**

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

			Región: 13Q		
			X	Y	
CUERPO DE AGUA					
7	CRUCE CUERPOS DE AGUA 07	0+670 J			CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"ø A.C.
8	CRUCE CUERPOS DE AGUA 08	51+840 A			CRUZAMIENTO SUBTERRANEO, CON TUBERIA CONDUCTORA DE 12"ø A.C.

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

I.6 HOJAS DE SEGURIDAD.

La sustancia principal que se maneja en el proyecto es el Gas Natural, por lo que a continuación se describen sus principales características físicas y químicas. **Ver Anexo 3.** HDS Gas Natural.

- ✓ **Nombre:** Gas Natural - Gas Metano.
- ✓ **Cantidad de Reporte:** 500 kg. (Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas).
- ✓ **Familia química:** Hidrocarburo parafínico.
- ✓ **Peso molecular:** 18.2.
- ✓ **No. CAS (Chemical Abstract Service):** 8006-14-2.
- ✓ **No. ONU:** 1971.
- ✓ **Estado físico, color y olor:** Gas incoloro, inodoro e insípido.
- ✓ **Punto de fusión (760 mm Hg):** - 182 °C.
- ✓ **Punto de ebullición (760 mm Hg):** - 160 °C.
- ✓ **Temperatura crítica:** - 82,50°C.
- ✓ **Densidad del vapor (760 mm Hg):** 0,61.
- ✓ **Densidad específica (aire= 1):** 0,68.
- ✓ **Temperatura de auto ignición:** Entre 5 370 y 6 510°C.
- ✓ **Volumen crítico:** 0,098 m^3/kg/mol.
- ✓ **Solubilidad en agua:** 0.4 – 20 microgramos/100 cm^3.
- ✓ **Límite inferior de explosividad:** 15% Metano + 85% Aire.
- ✓ **Límite superior de explosividad:** 5% Metano + 95% Aire.
- ✓ **Valor Umbral Límite 15 min. (TLV 15):** No establecida por OSHA. Asfixiante simple.
- ✓ **Valor Umbral Límite 8 min. (TLV 8):** No establecida por OSHA. Asfixiante simple.
- ✓ **IDLH:** 5000 ppm (correspondiente al Metano).

Índice

II. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO. 3
II.1 COLINDANCIAS DEL PROYECTO 3
II.1.2 Descripción del entorno en un radio de 800 m. 3
II.2 ASPECTOS BIÓTICOS Y ABIÓTICOS. 11
II.2.1 Clima. 11
II.2.2 Geomorfología. 15
II.2.3 Geología. 18
II.2.4 Edafología 21
II.2.5 Hidrología. 23
II.2.6 Uso de Suelo y Vegetación. 29
II.2.7 Regiones Prioritarias. 34
II.2.8 Áreas Naturales Protegidas (ANPs). 34

Índice de Figuras

Figura 1 Tipos de Climas existentes en el SAR del proyecto. 12
Figura 2 Valores de precipitación existentes en el SAR del proyecto. 13
Figura 3 Valores de temperatura existentes en el SAR del proyecto. 14
Figura 4 Incidencia del SAR dentro de las Provincias Fisiográficas. 16
Figura 5 Subprovincias donde incide el SAR del proyecto. 17
Figura 6 Sistemas de Topoformas existentes en el SAR del proyecto. 18
Figura 7 Geología existente en el SAR del proyecto. 19
Figura 8 Edafología presente en el SAR. 21
Figura 9 Incidencia del SAR en las Regiones Hidrológicas. 24
Figura 10 Incidencia del SAR en las Cuencas Hidrológicas. 25
Figura 11 Incidencia del SAR en las Subcuencas Hidrológicas. 26
Figura 12 Incidencia del SAR en los acuíferos de la zona. 27
Figura 13 Uso de Suelo y Vegetación en el SAR del Proyecto. 30

Índice de Tablas

Tabla 1 Principales zonas colindantes con la City Gate. 3
Tabla 2 Cruzamientos en los DDV de los gasoductos en una franja de 800 m. 3
Tabla 3 Proximidades en los DDV de los gasoductos en una franja de 800 m. 7
Tabla 4 Tipos de Climas existentes en el SAR del proyecto. 11
Tabla 5 Características Fisiográficas donde incide el SAR. 15
Tabla 6 Características Fisiográficas donde inciden las ampliaciones del Proyecto. 15
Tabla 7 Características de la Región Hidrológica donde se ubica SAR. 23

Tabla 8 Usos de Suelo y Vegetación en el SAR del Proyecto..... 29
Tabla 9 Especies identificadas en los muestreos dentro del SAR para el estrato arbóreo. 30
Tabla 10 Especies identificadas en los muestreos dentro del SAR para el estrato arbustivo. 31
Tabla 11 Especies identificadas en los muestreos dentro del SAR para el estrato herbáceo. 31
Tabla 12 Especies identificadas en los muestreos del SAR para grupo de las cactáceas. 32
Tabla 13 Especies identificadas en los muestreos del SAR para el pastizal. 32
Tabla 14 Reptiles registrados en el Sistema Ambiental Regional. 32
Tabla 15 Mamíferos registrados en el Sistema Ambiental Regional. 32
Tabla 16 Aves registradas en el Sistema Ambiental Regional. 33

II. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO.

II.1 COLINDANCIAS DEL PROYECTO.

II.1.2 Descripción del entorno en un radio de 800 m.

A continuación, se indican las principales colindancias ajenas al presente proyecto:

Tabla 1 Principales zonas colindantes con la City Gate.

Nombre de la Instalación o Cadenamiento	Zonas interés	Descripción	Ubicación (N/S/E/O/NE /SE/NO/SO))	Distancia respecto al ducto o instalación (m)
City Gate Corralillos	Instalación de Alto Riesgo	Gasoducto 36"	E	Contigua
	Uso de Suelo	Pastizal	S/E/O/NE/NO/SE/SO	Adjunto
	Localidad Puntual	Paso de Canoa	SE	604
	Cuerpo de Agua	Rio Perenne	SE	562
City Gate San Juan de los Lagos	Instalación de Alto Riesgo	Gasoducto 12"	N	Contigua
	Uso de Suelo	Pastizal	S/E/O/NE/NO/SE/SO	Adjunto

Tabla 2 Cruzamientos en los DDV de los gasoductos en una franja de 800 m.

Instalación	Tipo de zona vulnerable y/o componente ambiental	Nombre de la Zona	Distancia de cruce (m)	Cruzamiento	Kilometraje
Gasoducto 12"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 1	UB-CR-LTR-1	16	Cruzamiento	3+800 A
Gasoducto 12"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 2	UB-CR-LTR-2	16	Cruzamiento	12+320 A
Gasoducto 12"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 3	UB-CR-LTR-3	16	Cruzamiento	14+480 A
Gasoducto 12"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 4	UB-CR-LTR-4	16	Cruzamiento	15+560 A
Gasoducto 12"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 5	UB-CR-LTR-5	16	Cruzamiento	17+960 A
Gasoducto 12"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 6	UB-CR-LTR-6	16	Cruzamiento	40+880 A

Instalación	Tipo de zona vulnerable y/o componente ambiental	Nombre de la Zona	Distancia de cruce (m)	Cruzamiento	Kilometraje
Gasoducto 12"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 7	UB-CR-LTR-7	16	Cruzamiento	41+430 A
Gasoducto 12"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 8	UB-CR-LTR-8	16	Cruzamiento	41+660 A
Gasoducto 12"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 9	UB-CR-LTR-9	16	Cruzamiento	41+750 A
Gasoducto 12"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 10	UB-CR-LTR-10	16	Cruzamiento	43+430 A
Gasoducto 12"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 11	UB-CR-LTR-11	16	Cruzamiento	44+350 A
Gasoducto 10"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 12	UB-CR-LTR-12	16	Cruzamiento	2+240 B
Gasoducto 10"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 13	UB-CR-LTR-13	16	Cruzamiento	10+950 B
Gasoducto 10"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 14	UB-CR-LTR-14	16	Cruzamiento	12+770 B
Gasoducto 10"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 15	UB-CR-LTR-15	16	Cruzamiento	14+470 B
Gasoducto 10"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 16	UB-CR-LTR-16	16	Cruzamiento	14+530 B
Gasoducto 10"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 17	UB-CR-LTR-17	16	Cruzamiento	15+180 B
Gasoducto 4"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 18	UB-CR-LTR-18	16	Cruzamiento	0+200 G
Gasoducto 12"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 19	UB-CR-LTR-19	16	Cruzamiento	0+710 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 20	UB-CR-LTR-20	16	Cruzamiento	11+710 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 21	UB-CR-LTR-21	16	Cruzamiento	12+680 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 22	UB-CR-LTR-22	16	Cruzamiento	13+870 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 23	UB-CR-LTR-23	16	Cruzamiento	15+705 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 24	UB-CR-LTR-24	16	Cruzamiento	16+050 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 25	UB-CR-LTR-25	16	Cruzamiento	16+770 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 26	UB-CR-LTR-26	16	Cruzamiento	17+055 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 27	UB-CR-LTR-27	16	Cruzamiento	17+240 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 28	UB-CR-LTR-28	16	Cruzamiento	17+885 J

Instalación	Tipo de zona vulnerable y/o componente ambiental	Nombre de la Zona	Distancia de cruce (m)	Cruzamiento	Kilometraje
Gasoducto 12"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 29	UB-CR-LTR-29	16	Cruzamiento	19+102 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 30	UB-CR-LTR-30	16	Cruzamiento	19+420 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 31	UB-CR-LTR-31	16	Cruzamiento	20+415 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 32	UB-CR-LTR-32	16	Cruzamiento	20+890 J
Gasoducto 6"AC	Cruce Línea de Transmisión No. 33	UB-CR-LTR-33	16	Cruzamiento	0+265 L
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 1	UB-CR-CARR-01	84	Cruzamiento	6+450 A
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 2	UB-CR-CARR-02	59	Cruzamiento	12+320 A
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 3	UB-CR-CARR-03	30	Cruzamiento	17+150 A
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 4	UB-CR-CARR-04	137	Cruzamiento	18+170 A
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 5	UB-CR-CARR-05	40	Cruzamiento	18+750 A
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 6	UB-CR-CARR-06	221	Cruzamiento	40+420 A
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 7	UB-CR-CARR-07	52	Cruzamiento	41+450 A
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 8	UB-CR-CARR-08	45	Cruzamiento	44+720 A
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 9	UB-CR-CARR-09	155	Cruzamiento	45+800 A
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 10	UB-CR-CARR-10	150	Cruzamiento	51+170 A
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 11	UB-CR-CARR-11	100	Cruzamiento	51+490 A
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 12	UB-CR-CARR-12	75	Cruzamiento	52+500 A
Gasoducto 10"AC	Cruce Carretero No. 13	UB-CR-CARR-13	40	Cruzamiento	1+340 B
Gasoducto 10"AC	Cruce Carretero No. 14	UB-CR-CARR-14	56	Cruzamiento	5+830 B
Gasoducto 10"AC	Cruce Carretero No. 15	UB-CR-CARR-15	68	Cruzamiento	6+300 B
Gasoducto 10"AC	Cruce Carretero No. 16	UB-CR-CARR-16	153	Cruzamiento	6+560 B
Gasoducto 10"AC	Cruce Carretero No. 17	UB-CR-CARR-17	20	Cruzamiento	9+410 B

Instalación	Tipo de zona vulnerable y/o componente ambiental	Nombre de la Zona	Distancia de cruce (m)	Cruzamiento	Kilometraje
Gasoducto 10"AC	Cruce Carretero No. 18	UB-CR-CARR-18	42	Cruzamiento	9+430 B
Gasoducto 10"AC	Cruce Carretero No. 19	UB-CR-CARR-19	47	Cruzamiento	10+260 B
Gasoducto 10"AC	Cruce Carretero No. 20	UB-CR-CARR-20	25	Cruzamiento	14+480 B
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 21	UB-CR-CARR-21	18	Cruzamiento	3+750 C
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 22	UB-CR-CARR-22	32	Cruzamiento	0+070 H
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 23	UB-CR-CARR-23	15	Cruzamiento	0+200 H
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 24	UB-CR-CARR-24	107	Cruzamiento	1+720 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 25	UB-CR-CARR-25	10	Cruzamiento	5+450 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 26	UB-CR-CARR-26	15	Cruzamiento	7+870 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 27	UB-CR-CARR-27	15	Cruzamiento	9+000 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 28	UB-CR-CARR-28	88	Cruzamiento	9+323 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 29	UB-CR-CARR-29	15	Cruzamiento	9+430 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 30	UB-CR-CARR-30	50	Cruzamiento	10+660 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 31	UB-CR-CARR-31	21	Cruzamiento	10+735 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 32	UB-CR-CARR-32	26	Cruzamiento	11+325 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 33	UB-CR-CARR-33	15	Cruzamiento	11+750 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 34	UB-CR-CARR-34	20	Cruzamiento	12+743 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 35	UB-CR-CARR-35	30	Cruzamiento	13+717 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 36	UB-CR-CARR-36	32	Cruzamiento	20+640 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 37	UB-CR-CARR-37	28	Cruzamiento	21+930 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 38	UB-CR-CARR-38	40	Cruzamiento	23+120 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 39	UB-CR-CARR-39	30	Cruzamiento	23+870 J

Instalación	Tipo de zona vulnerable y/o componente ambiental	Nombre de la Zona	Distancia de cruce (m)	Cruzamiento	Kilometraje
Gasoducto 6"AC	Cruce Carretero No. 40	UB-CR-CARR-40	50	Cruzamiento	0+320 L
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 41	UB-CR-CARR-41	96	Cruzamiento	53+500 A
Gasoducto 12"AC	Cruce Carretero No. 42	UB-CR-CARR-42	19	Cruzamiento	0+020 K
Gasoducto 12"AC	Cruce Cuerpo de Agua No.1	UB-CR-CNA-01	51	Cruzamiento	15+650 A
Gasoducto 12"AC	Cruce Cuerpo de Agua No.2	UB-CR-CNA-02	40	Cruzamiento	19+975 A
Gasoducto 12"AC	Cruce Cuerpo de Agua No.3	UB-CR-CNA-03	44	Cruzamiento	33+030 A
Gasoducto 10"AC	Cruce Cuerpo de Agua No.4	UB-CR-CNA-04	91	Cruzamiento	2+550 B
Gasoducto 10"AC	Cruce Cuerpo de Agua No.5	UB-CR-CNA-05	33	Cruzamiento	10+365 B
Gasoducto 10"AC	Cruce Cuerpo de Agua No.6	UB-CR-CNA-06	18	Cruzamiento	13+500 B
Gasoducto 12"AC	Cruce Cuerpo de Agua No.7	UB-CR-CNA-07	61	Cruzamiento	0+670 J
Gasoducto 12"AC	Cruce Cuerpo de Agua No.8	UB-CR-CNA-08	55	Cruzamiento	51+840 A
Gasoducto 12"AC	Cruce Ferroviario No.1	UB-CR-FFCC-01	20	Cruzamiento	8+220 A
Gasoducto 10"AC	Cruce Ferroviario No.2	UB-CR-FFCC-02	9	Cruzamiento	10+640 B
Gasoducto 4"AC	Cruce Ferroviario No.3	UB-CR-FFCC-03	24	Cruzamiento	0+680 F

Tabla 3 Proximidades en los DDV de los gasoductos en una franja de 800 m.

Instalación	Tipo de zona vulnerable y/o componente ambiental	Nombre de la Zona	Ubicación (N/S/E/O/NE /SE/NO/SO)	Distancia de proximidad (m)	Kilometraje
12" AC	Localidad Rural	Paso de Canoa	E/NE	Contiguo	00+500 I
12" AC	Localidad Puntual	Paso de Cañas	E	73	01+500 I
12" AC	Localidad Puntual	Las	SO	386	01+500 I

Instalación	Tipo de zona vulnerable y/o componente ambiental	Nombre de la Zona	Ubicación (N/S/E/O/NE /SE/NO/SO)	Distancia de proximidad (m)	Kilometraje
		Palomas			
12" AC	Localidad Puntual	El Toro Chico (La Palmita)	SO	Contiguo	08+500 I
12" AC	Localidad Puntual	El Toro	O	44	09+500 I
12" AC	Localidad Puntual	Las Verdolagas	N	Contiguo	11+500 I
12" AC	Localidad Puntual	La Lagunita	N	Contiguo	13+500 I
12" AC	Localidad Puntual	El Escobillal	N	232	15+000 I
12" AC	Localidad Puntual	Ejido La Jara	N	321	17+500 I
12" AC	Localidad Puntual	Ejido San Antonio	S	430	17+500 I
12" AC	Localidad Puntual	El Atravesaño	NO	103	19+000 I
12" AC	Localidad Puntual	El Pocirón	N	161	20+000 I
12" AC	Localidad Puntual	Loma Bonita	O	35	21+000 I
12" AC	Localidad Puntual	El Tepozán (Granja)	N	102	21+500 I
12" AC	Localidad Rural	Los Aguirre de Arriba	E	Contiguo	22+500 I
12" AC	Localidad Puntual	Ojo de Agua	O	Contiguo	23+500 I
12" AC	Localidad Puntual	La Concha	E	35	25+000 I
12" AC	Localidad Puntual	Corralillos	E	Contiguo	26+000 I
12" AC	Localidad Puntual	Rancho El Coyote	SO	737	26+000 I
12" AC	Localidad Puntual	Rancho La Cadena	E	364	27+500 I
12" AC	Localidad Puntual	La Loma	S	28	01+000 L
12" AC	Localidad Urbana	La Calera	N	103	50+500 A
12" AC	Localidad Urbana	Cañada de Martinez Corredero	S	115	51+000 A
12" AC	Localidad Urbana	Santa Cecilia	O	702	52+500 A

Instalación	Tipo de zona vulnerable y/o componente ambiental	Nombre de la Zona	Ubicación (N/S/E/O/NE /SE/NO/SO)	Distancia de proximidad (m)	Kilometraje
12" AC	Localidad Puntual	El Desperdicio (El Salvador)	N	Contiguo	42+000 A
4" AC	Localidad Puntual	Cañada del Dinero	SO	340	00+430 H
12" AC	Localidad Puntual	El Refugio	S	45	40+500 A
12" AC	Localidad Puntual	El Rincón	S	231	39+500 A
12" AC	Localidad Puntual	El Chupadero	N	419	38+000 A
12" AC	Localidad Rural	Agua de Obispo	SO/S/SE	Contiguo	32+500 A
12" AC	Localidad Puntual	Hacienda Blanca	N	63	31+500 A
12" AC	Localidad Puntual	El Sauz	N	696	28+500 A
12" AC	Localidad Puntual	Puerta del Llano	SO	212	25+500 A
12" AC	Localidad Puntual	Santo Domingo	SE	191	25+500 A
12" AC	Localidad Puntual	San José de la Isla	N	319	24+500 A
12" AC	Localidad Puntual	El Alto	NO	310	22+000 A
12" AC	Localidad Rural	San José del Potrero	SO/S/SE	Contiguo	19+000 A
12" AC	Localidad Puntual	San Juanico	NE	317	19+000 A
12" AC	Localidad Puntual	San Agustín	SE	Contiguo	17+500 A
12" AC	Localidad Puntual	Alto de la Cantera	E	Contiguo	15+000 A
10" AC	Localidad Puntual	Los Chicharos	SE	1 584	00+000 B
10" AC	Localidad Puntual	Santa Emilia	NO	437	05+000 B
10" AC	Localidad Puntual	El Rocío	NE	394	05+000 B
10" AC	Localidad Puntual	Tampico	NO	473	07+500 B
10" AC	Localidad Puntual	La Santísima	E	723	00+500 C
10" AC	Localidad Puntual	Cerro Prieto	E	258	02+000 C

Instalación	Tipo de zona vulnerable y/o componente ambiental	Nombre de la Zona	Ubicación (N/S/E/O/NE /SE/NO/SO)	Distancia de proximidad (m)	Kilometraje
10" AC	Localidad Puntual	Rancho Seco	O	Contiguo	03+500 C
10" AC	Localidad Puntual	El Rodeo	O	Contiguo	05+000 C
10" AC	Localidad Puntual	San Angel	O	Contiguo	06+000 C
4" AC	Localidad Puntual	El Terrenito	SO	418	07+500 C

II.2 Aspectos Bióticos y Abióticos.

De acuerdo a lo establecido en la Guía para la elaboración de los Análisis de Riesgos del Sector Hidrocarburos (ARSH) publicada por la ASEA, los receptores de riesgo a considerar en el presente estudio son el Medio Ambiente y Población, por lo que a continuación se describen las características Medio Ambientales y Socioeconómicas de la zona donde se realizarán las ampliaciones del proyecto, tomando para tal fin, la información del Sistema Ambiental Regional (SAR) delimitado en la MIA que acompaña al presente Análisis de Riesgos del Sector Hidrocarburos (ARSH).

II.2.1 Clima.

A continuación, se indican las características climáticas en el Sistema Ambiental Regional (SAR) del proyecto de acuerdo con la clasificación de Köppen:

Tabla 4 Tipos de Climas existentes en el SAR del proyecto.

Clima	Descripción
(A)C(wo)	Semicalido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frio menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Precipitación del mes más seco menor de 40 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.
BS1hw	Semiárido, semicalido, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frio menor de18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
BS1kw	Semiárido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frio entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
C(w1)	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frio entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
C(wo)	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frio entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

(CONABIO, Portal de Geoinformación)

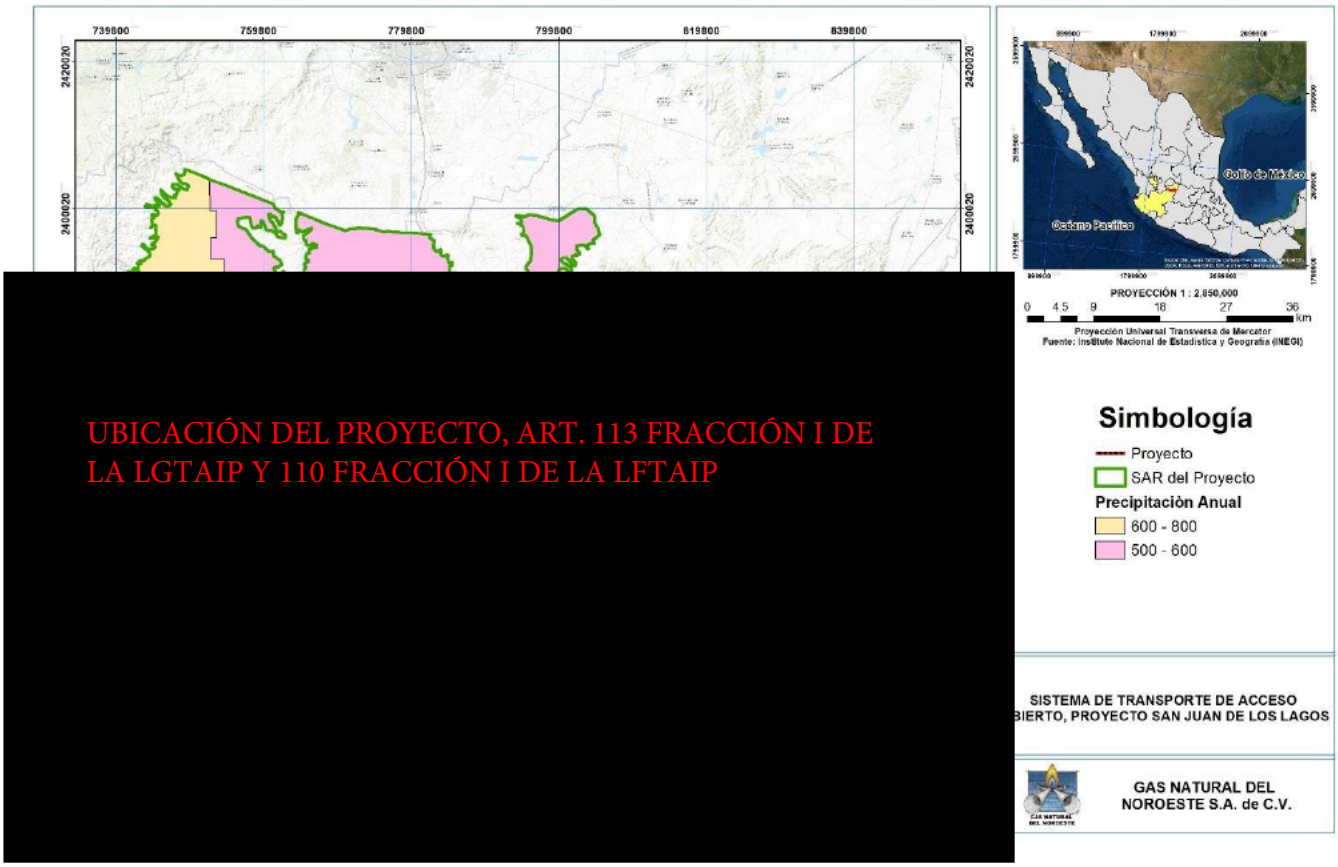
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Figura 1 Tipos de Climas existentes en el SAR del proyecto.

Tal y como se puede apreciar en las siguientes figuras, las ampliaciones del proyecto solo inciden en climas tipo (A)C(wo) y BS1hw.

A.1 Precipitación

De acuerdo a lo establecido por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (*CONABIO*), que establece la delimitación de los valores de precipitación a nivel nacional conforme a lo establecido por E. García, en la mayor parte del SAR del proyecto, se presentan precipitaciones anuales con valores entre 500 y 800 mm, siendo el mismo rango de precipitación en las zonas donde tendrán incidencia las ampliaciones del proyecto. **Ver Figura 3.**



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

Figura 2 Valores de precipitación existentes en el SAR del proyecto.

A.2 Temperatura

De acuerdo a lo establecido por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (*CONABIO*), que establece la delimitación de las Isotermas a nivel nacional conforme a lo establecido por E. García, en la totalidad del SAR del proyecto, se presentan temperaturas anuales con valores entre 15°C y 20°C, siendo los valores entre 18°C y 20° en las zonas donde inciden las ampliaciones del proyecto. **Ver Figura 4.**

Figura 3 Valores de temperatura existentes en el SAR del proyecto.

II.2.2 Geomorfología.

El SAR del proyecto se localiza en la parte Centro del estado de Jalisco, el cual incide en tres provincias principales, el Eje Neovolcánico, Sierra Madre Occidental y la Mesa del Centro, lo cual fue constatado en la carta Fisiográfica escala 1:1 000 000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), sin embargo, las ampliaciones del proyecto solo quedan inmersas en la Provincia Fisiográfica denominada Eje Neovolcánico Transversal, específicamente en la Subprovincia Fisiográfica conocida como Altos de Jalisco, donde los sistemas de topoformas existentes son: Llanura Aluvial, Lomerío de Aluvión antiguo y Meseta basáltica con lomerío.

Tabla 5 Características Fisiográficas donde incide el SAR.

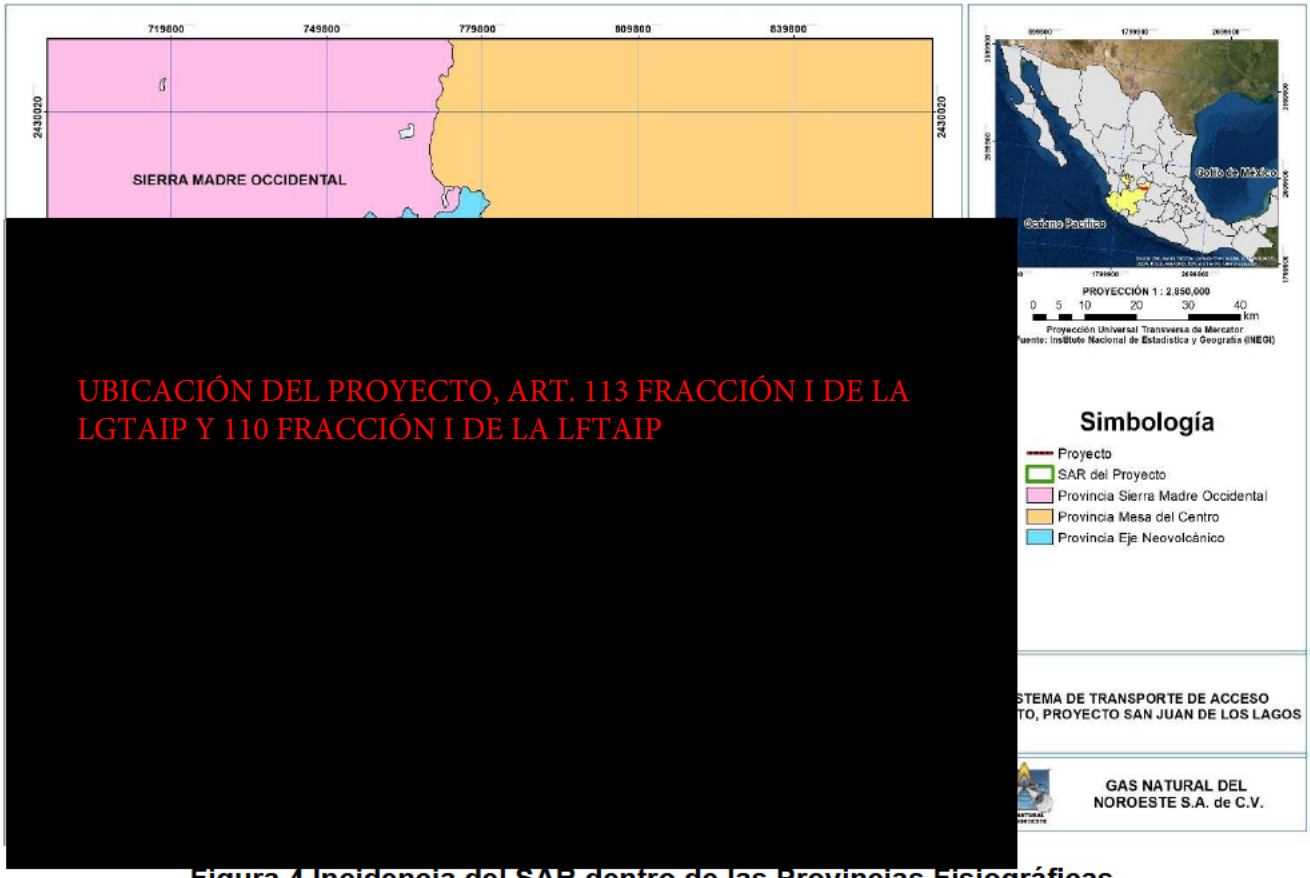
Provincias Fisiográfica	Subprovincias Fisiográfica	Sistema de Topoformas
Eje Neovolcánico, Sierra Madre Occidental y Mesa del Centro	Chapala, Altos de Jalisco, Sierras y Bajíos Michoacanos.	Sierra Alta Escarpada con Mesetas
		Escudo Volcanes
		Sierra Baja
		Valle de Laderas Tendidas
		Llanura Aluvial
		Llanura Aluvial de Piso Rocoso o Cementado
		Llanura Desértica de Piso Rocoso o Cementado
		Lomerío de Aluvión Antiguo
		Meseta Basáltica
		Meseta Basáltica con Lomerío
		Sierra Alta con Mesetas

Tabla 6 Características Fisiográficas donde inciden las ampliaciones del Proyecto.

Provincias Fisiográfica	Subprovincias Fisiográfica	Sistema de Topoformas
Eje Neovolcánico,	Altos de Jalisco,	Llanura Aluvial
		Lomerío de Aluvión Antiguo
		Meseta Basáltica
		Meseta Basáltica con Lomerío

A continuación, se describe la Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico.

- **Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico Transversal:** Cordillera Neovolcánica, también conocida como cordillera de Anáhuac, eje Volcánico transversal o cinturón Volcánico transmexicano, es una joven e irregular meseta volcánica de más de 2 000 m de altitud, conectada con las cadenas de sierra Madre occidental y sierra Madre oriental al sur de ciudad de México. En esta cadena se encuentran las mayores elevaciones del país, como los volcanes Pico de Orizaba o Citlaltépetl (la cumbre más elevada de México: alcanza los 5 610 m de altitud), Popocatépetl (la segunda montaña más alta de México con 5 482 m de altitud), Iztaccíhuatl (tiene tres cumbres, de las que la central es la más alta con 5 286 m) y el nevado de Colima (con una altitud de 4 339 m). (Jácome)



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

Figura 4 Incidencia del SAR dentro de las Provincias Fisiográficas.

A continuación, se presenta la descripción de la subprovincia donde inciden el proyecto en operación y sus ampliaciones.

- **Subprovincia Fisiográfica Altos de Jalisco:** La mayor parte de esta subprovincia queda dentro del estado de Jalisco, se caracteriza por amplias mesetas de origen volcánico y presenta la mayor densidad de topoformas degradativas, generadas por disección hídrica y abundancia de valles profundos de laderas escarpadas a fines de los caños de la Sierra Madre Occidental. Representa el 17.51% con respecto a la superficie total de la entidad y se distinguen en ella los siguientes sistemas de topoformas: Escudo-Volcanes Aislados o en Conjunto, Pequeña Meseta asociada con lomeríos, Gran Meseta con Cañadas, Meseta Lávica, Meseta Lávica asociada con lomeríos, Meseta Escalonada, Lomerío de Colinas Redondeadas, Lomeríos Suave en Arenisca Conglomerado, Valle de Laderas Escarpadas asociadas a lomeríos, Valle con Terrazas, Cañón y Depresión. (Cortez, s.f.)

Figura 5 Subprovincias donde incide el SAR del proyecto.

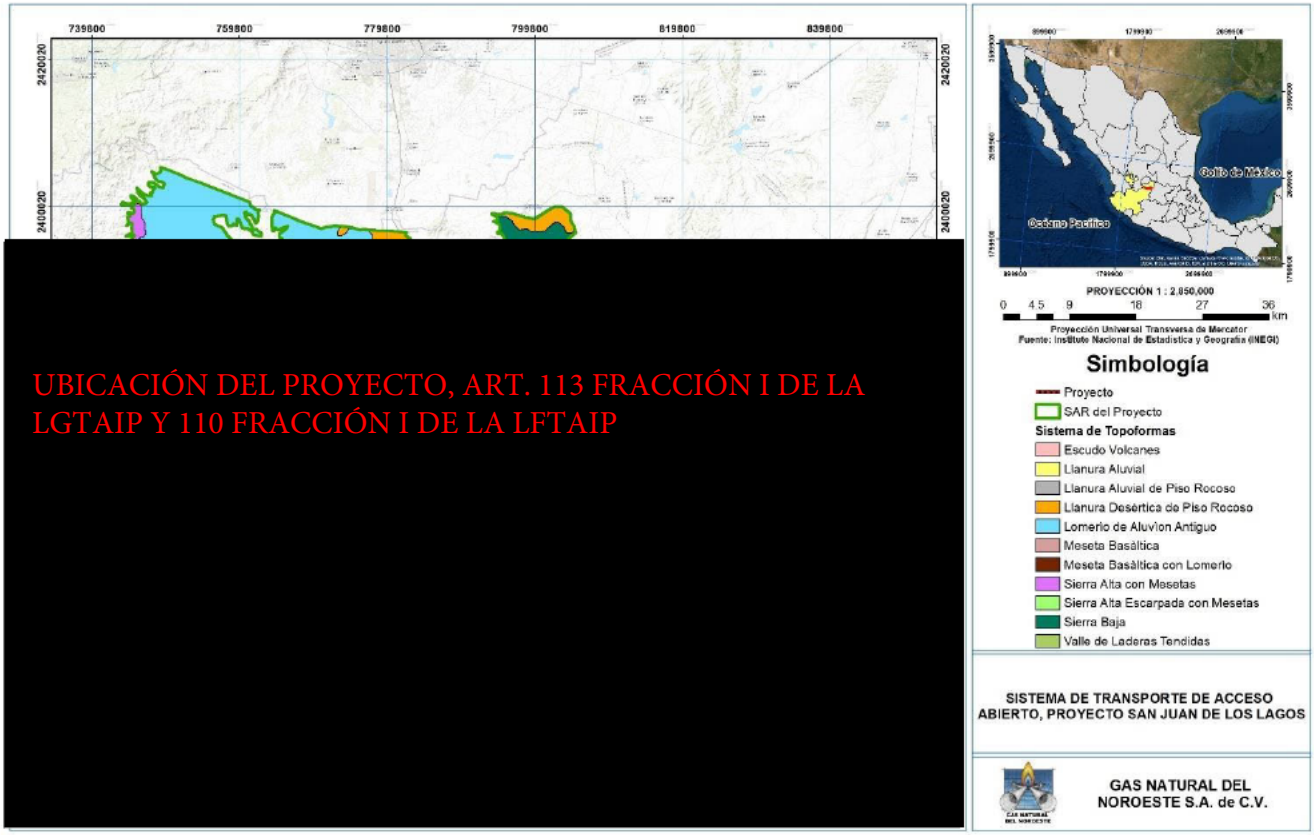


Figura 6 Sistemas de Topoformas existentes en el SAR del proyecto.

II.2.3 Geología.

Los tipos de rocas presentes en el SA están conformados principalmente por Rocas Sedimentarias (Arenisca, Arenisca – Conglomerado, Caliza – Limolita, Limolita – Arenisca y Lutita – Arenisca) y Rocas Ígneas Extrusivas (Basalto, Riolita, Riolita – Toba Ácida y Toba Ácida) complementándose con Suelo tipo Aluvial.

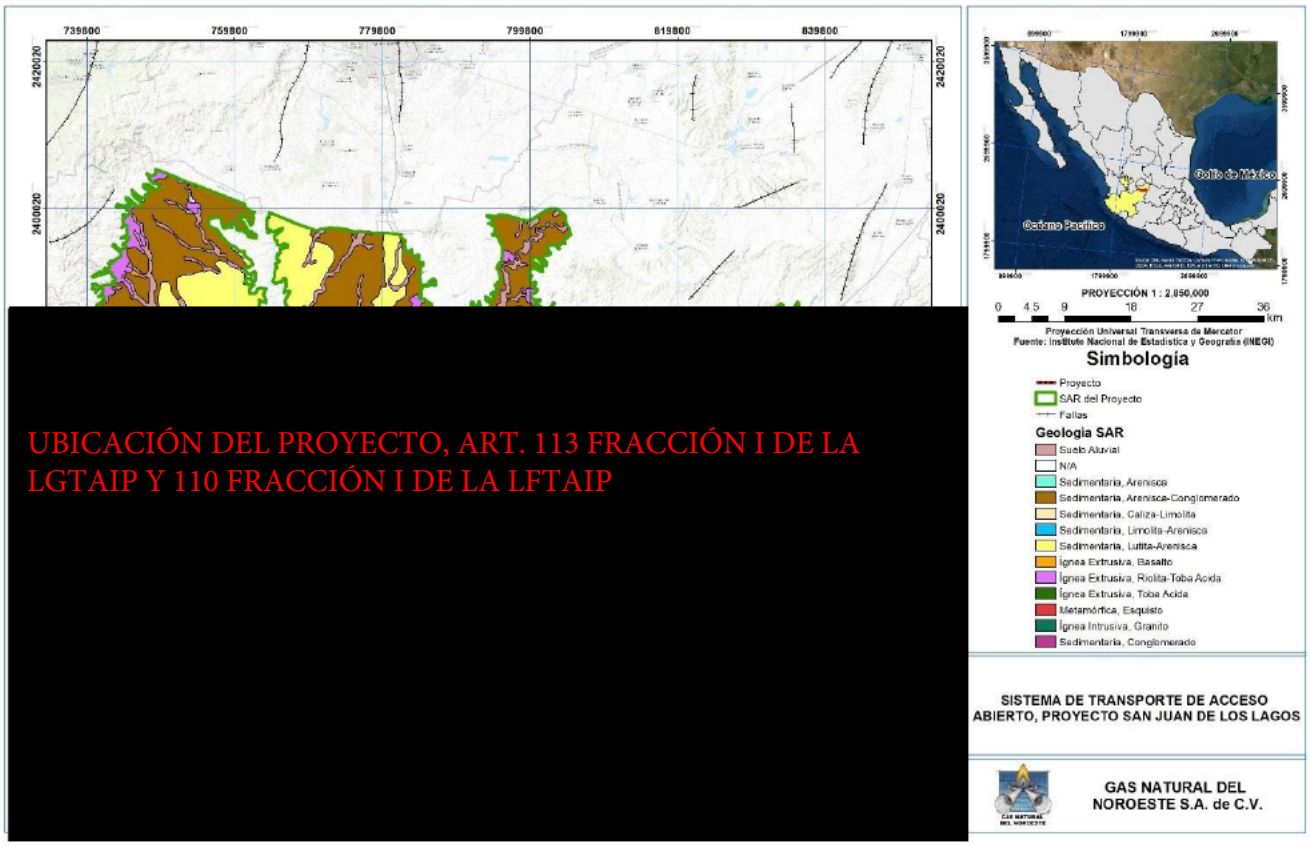


Figura 7 Geología existente en el SAR del proyecto.

El proyecto en operación y sus ampliaciones inciden específicamente en Rocas Sedimentarias (Arenisca – Conglomerado, Caliza – Limolita y Limolita – Arenisca) y Rocas Ígneas Extrusivas (Riolita) complementándose con Suelo tipo Aluvial.

- ***Rocas Ígneas extrusivas:*** Las rocas ígneas extrusivas, o volcánicas, se forman cuando el magma fluye hacia la superficie de la Tierra y hace erupción o fluye sobre la superficie de la Tierra en forma de lava; y luego se enfría y forma las rocas. La lava que hace erupción hacia la superficie de la Tierra puede provenir de diferentes niveles del manto superior de la Tierra, entre 50 a 150 kilómetros por debajo de la superficie de la Tierra.

  Cuando la lava hace erupción sobre la superficie de la Tierra, se enfría rapidamente. Si la lava se enfría en menos de un día o dos, los elementos que unen a los minerales no disponen de mucho tiempo. En su lugar, los elementos son congelados dentro del cristal volcánico. Con frecuencia, la lava se enfría después de unos cuantos días o semanas, y los minerales disponen de suficiente tiempo para formarse, pero no de tiempo para crecer y convertirse en grandes pedazos de cristal.

  Las rocas basalto son el tipo más común de rocas ígneas extrusivas y el tipo de roca más común sobre la superfice de la Tierra.

La clasificación de básica, intermedia o ácida, se debe al contenido en peso de Óxido de Silicio (Silice), el cual es un compuesto ordenado espacialmente en una red tridimensional (cristalizado); forma el cuarzo y todas sus variedades.

- ***Rocas Sedimentarias:*** Las rocas sedimentarias (del latín *sedimentum*, asentamiento) se forman por la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras. Los sedimentos son depositados, una capa sobre la otra, en la superficie de la litósfera a temperaturas y presiones relativamente bajas y pueden estar integrados por fragmentos de roca preexistentes de diferentes tamaños, minerales resistentes, restos de organismos y productos de reacciones químicas o de evaporación.

  Una roca preexistente expuesta en la superficie de la tierra pasa por un *Proceso Sedimentario* (erosión o intemperismo, transporte, depósito, compactación y diagénesis) con el que llega a convertirse en una roca sedimentaria; a esta transformación se le conoce como *litificación*. Debido a que las rocas sedimentarias son formadas cerca o en la superficie de la tierra su estudio nos informa sobre el ambiente en el cual fueron depositadas, el tipo de agente de transporte y, en ocasiones, del origen del que se derivaron los sedimentos.

II.2.4 Edafología.

Los tipos de suelo presentes en el SA del proyecto, son: *Cambisol, Kastañozem, Feozem, Fluvisol, Litosol, Planosol, Regosol, Rendzina, Vertisol y Xerosol..*

Figura 8 Edafología presente en el SAR.

El proyecto y sus ampliaciones únicamente inciden únicamente en suelos tipo *Feozem, Fluvisol, Litosol, Planosol y Xerosol.*

Feozem: Suelos que se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas. Es el cuarto tipo de suelo más abundante en el país. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los Chernozems y los Castañozems, pero sin presentar las capas ricas en cal con las que cuentan estos dos tipos de suelos. Los Feozems son de profundidad muy variable. Cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal, de granos, legumbres u hortalizas, con rendimientos altos. Los Feozems menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con

más facilidad, sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables. El uso óptimo de estos suelos depende en muchas ocasiones de otras características del terreno y sobretodo de la disponibilidad de agua para riego. (INEGI)

Fluvisol: El término fluvisol deriva del vocablo latino "fluvius" que significa río, haciendo alusión a que estos suelos están desarrollados sobre depósitos aluviales.

El material original lo constituyen depósitos, predominantemente recientes, de origen fluvial, lacustre o marino.

Se encuentran en áreas periódicamente inundadas, a menos que estén protegidas por diques, de llanuras aluviales, abanicos fluviales y valles pantanosos. Aparecen sobre todos los continentes y cualquier zona climática.

El perfil es de tipo AC con evidentes muestras de estratificación que dificultan la diferenciación de los horizontes, aunque es frecuente la presencia de un horizonte Ah muy conspicuo. Los rasgos redoximórficos son frecuentes, sobre todo en la parte baja del perfil.

Los Fluvisoles suelen utilizarse para cultivos de consumo, huertas y, frecuentemente, para pastos. Es habitual que requieran un control de las inundaciones, drenajes artificiales y que se utilicen bajo regadío. Cuando se drenan, los Fluvisoles tiónicos sufren una fuerte acidificación acompañada de elevados niveles de aluminio.

Litosol: Son suelos muy delgados, de un espesor inferior a 25 cm y antes de llegar a la capa rocosa pueden ser más profundos, con alto contenido de rocas o grava.

El nombre litosol deriva del griego *lithos* (piedra), haciendo referencia a la condición pedregosa, con abundante grava del suelo. Mientras que leptosol proviene del griego *leptos* (delgado), haciendo alusión al escaso espesor de estos suelos.

Hoy en día el término litosol no es muy empleado y más comúnmente se utiliza el término leptosol para referirse a este grupo de referencia de suelos. En algunos sistemas se restringe el término litosol para aquellos suelos donde solo se muestra un delgado horizonte A directamente sobre la roca madre.

Es uno de los grupos de suelos que deben su formación a condiciones topográficas, ya que se crean en zonas montañosas con pendientes pronunciadas. Así como también a orillas de ríos que depositan más grava que material fino o en planicies con base rocosa calcárea.

Planosol: Connotativo de suelos generalmente desarrollados en relieves planos que en alguna parte del año se inundan en su superficie. Son medianamente profundos en su mayoría, entre 50 y 100 cm, y se encuentran principalmente en los climas templados y semiáridos de nuestro país. Las regiones donde se han registrado con mayor frecuencia son los Altos de Jalisco, llanuras de Ojuelos-Aguascalientes, los valles zacatecanos y algunas porciones de las planicies tarahumaras. Su vegetación natural es de pastizal o matorral. Se caracterizan por presentar debajo de la capa más superficial, una capa infértil y relativamente delgada de un material claro que generalmente es menos arcilloso que las capas tanto que lo cubren como las capas que la subyacen. Debajo de esta capa se presenta un subsuelo muy arcilloso, o bien, roca o tepetate, todos impermeables. En otros países se les conoce como suelos «duplex» por el contraste en su textura. En el centro norte de México, se utilizan con rendimientos moderados en la ganadería de bovinos, ovinos y caprinos. Su rendimiento

agrícola depende de la subunidad de Planosol que se trate. Son muy susceptibles a la erosión, sobre todo en las capas superficiales. (INEGI)

Xerosol: El término Del griego xeros: seco. Literalmente, suelo seco. Se localizan en las zonas áridas y semiáridas del centro y norte de México. Su vegetación natural es de matorral y pastizal y son el tercer tipo de suelo más importante por su extensión en el país. Tienen por lo general una capa superficial de color claro por el bajo contenido de materia orgánica. Debajo de esta capa puede haber un subsuelo rico en arcillas, o bien, muy semejante a la capa superficial. Muchas veces presentan a cierta profundidad manchas, aglomeraciones de cal, cristales de yeso o caliche con algún grado de dureza. Su rendimiento agrícola está en función a la disponibilidad de agua para riego. El uso pecuario es frecuente sobre todo en los estados de Coahuila, Chihuahua y Nuevo León. Son de baja susceptibilidad a la erosión, salvo en laderas o si están directamente sobre caliche o tepetate a escasa profundidad.

II.2.5 Hidrología.

El SAR del proyecto queda comprendido, en términos administrativos, dentro las siguientes regiones, cuencas y subcuencas hidrológicas:

Tabla 7 Características de la Región Hidrológica donde se ubica SAR.

Región Hidrológica	Cuenca	Subcuenca
Lerma - Santiago	R. Verde Grande	R. Teocaltiche, R. Encarnación, R. Grande, R. de los Lagos, R. Verde Grande y R. Aguascalientes

El proyecto y sus ampliaciones únicamente tendrán incidencia en la RH12 Lerma - Santiago, dentro de la Cuenca Hidrológica R. Verde Grande, específicamente en las Subcuencas hidrológicas R. de los Lagos, R. Grande y R. Aguascalientes.

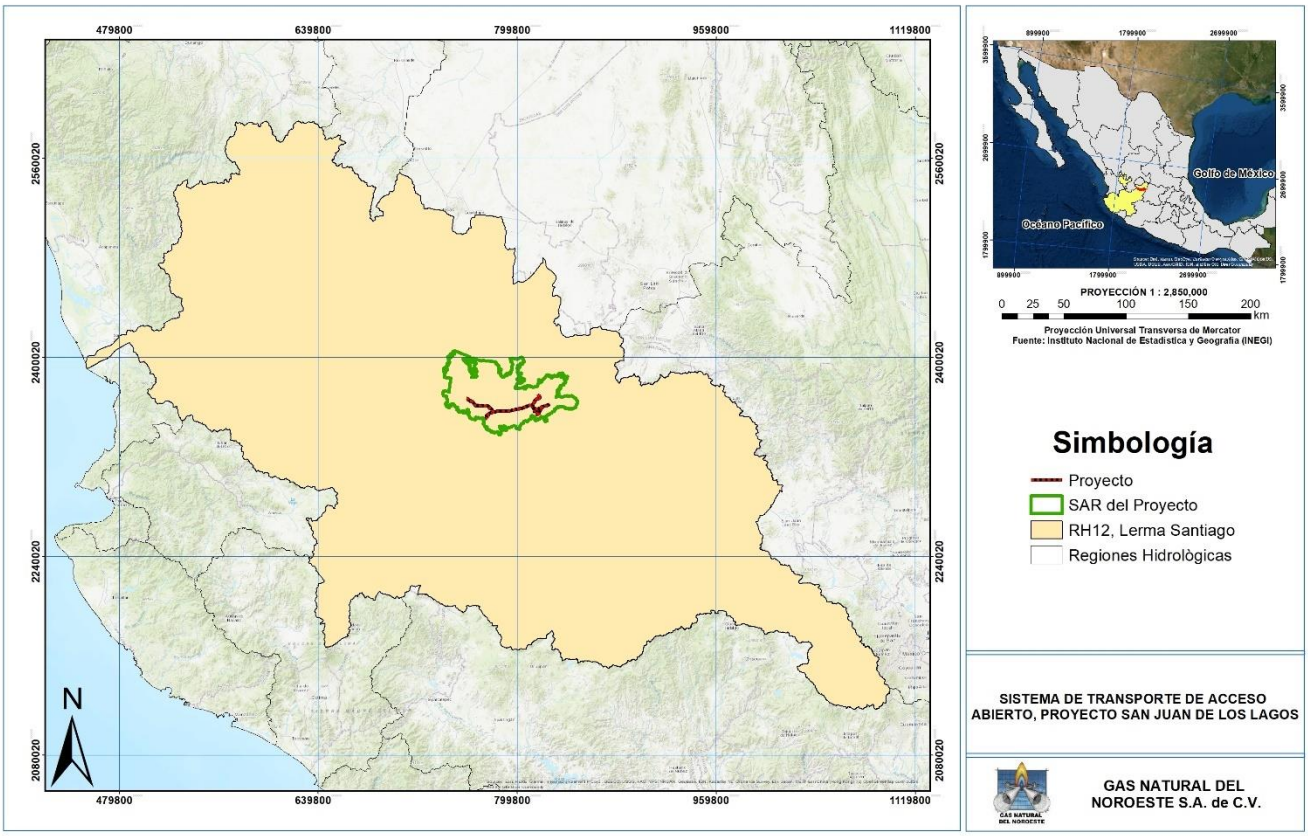
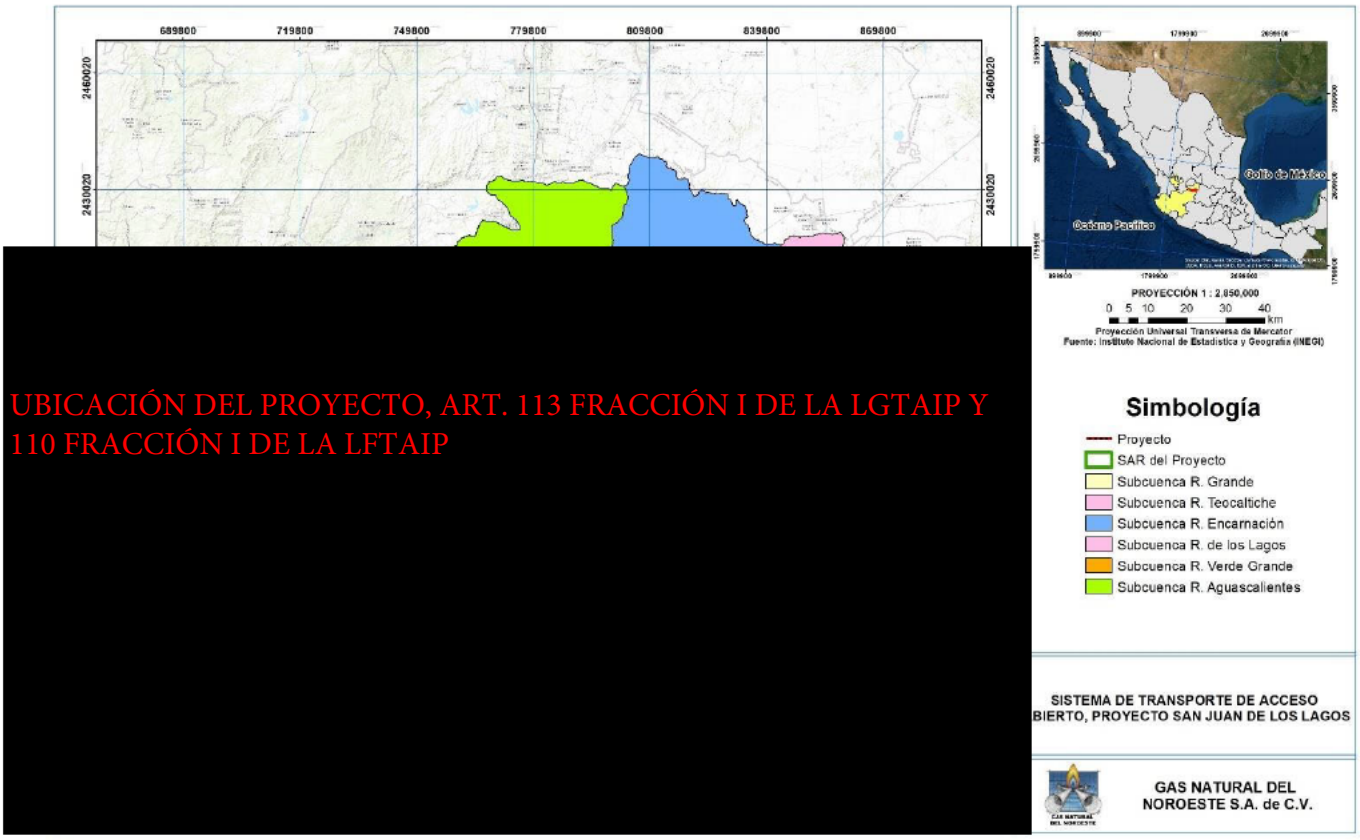


Figura 9 Incidencia del SAR en las Regiones Hidrológicas.

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

Figura 10 Incidencia del SAR en las Cuencas Hidrologicas.



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

Figura 11 Incidencia del SAR en las Subcuencas Hidrológicas.

d.2 Hidrología subterránea.

El SA del proyecto incide en los acuíferos Lagos de Moreno, El Muerto y Encarnación, siendo el Acuífero Lagos de Moreno y Encarnación donde inciden las modificaciones del Proyecto.

Figura 12 Incidencia del SAR en los acuíferos de la zona.

A continuación, se presenta una breve reseña de la situación de las aguas subterráneas en el acuífero de Lagos de Moreno y Encarnación:

El Acuífero Lagos de Moreno ocupa el 63.11% del total del territorio municipal; mientras que el acuífero Encarnación ocupa el 23.36%, San Diego de Alejandría el 5.38%, Primo Verdad el 3.66%, El Muerto el 3.52% y 20 de noviembre ocupa el 0.97% restante.

Según el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA; 2013, 07) de la CONAGUA existen 1 516 aprovechamientos de Aguas Subterráneas en el municipio de Lagos de Moreno los cuales se clasifican de la siguiente manera:

Aprovechamientos de Aguas Subterráneas en el Municipio de Lagos de Moreno.			
Uso	Cantidad	Volumen (Mm3)	% (Volumen)
Agrícola	1186	129.2051733	83.67
Agrícola-Pecuario	1	0.033	0.02
Doméstico	12	0.0115845	0.01
Industrial	24	3.92411	2.54
Multiples	3	0.652	0.42
Pecuario	47	1.210339	0.78
Público Urbano	232	17.321794	11.22
Servicios	11	2.062414	1.34
Total	1516	154.420415	100.00

De acuerdo con el procedimiento establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, la Disponibilidad Media Anual de Aguas Subterráneas (1), se obtiene de restar al Volumen de Recarga Total Media Anual (2), el valor de la Descarga Natural Comprometida (3) y el Volumen de Aguas Subterráneas Concesionado e Inscrito en el REPDA (4): DAS(1) = RECARGA(2) – DNC(3) – REPDA(4).

Acuífero Lagos de Moreno: -30.021923 Mm^3/año (CONAGUA; 2015): DAS = RECARGA – DNC – REPDA DAS = 196.0 - 0.0 - 226.021923 = -30.021923 Mm^3/año

El resultado indica que existe un déficit de aguas subterráneas de -30.021923 Mm^3 por año, por lo que actualmente no existe volumen disponible para nuevas concesiones.

Fuente: (CONAGUA, Gerencia de Aguas Subterráneas, 2015)

El Acuífero de Encarnación se localiza en la porción noreste del Estado de Jalisco y cubre una superficie 2050 km^2, que representa cerca del 2.6% del territorio estatal.

La actividad de mayor importancia en la región es la ganadería que se combina en ocasiones con la agricultura en algunas superficies planas; debido a la escasa productividad de los pozos, no existe una explotación uniforme en toda el área de estudio, por lo que no se aprecia un aprovechamiento exhaustivo del agua subterránea.

El agua subterránea es de muy buena calidad para los usos domésticos, industrial y riego y solo se encontró ligero termalismo en uno o dos pozos profundos.

Los niveles de la zona son los más profundos de la entidad, ya que al estar ubicado el acuífero en una meseta elevada de alrededor de 100 m sobre los valles próximos, resulta que los pozos se encuentran con niveles de 100 y 130 m de profundidad.

El balance hidrológico es negativo ya que la suma de las entradas arroja la cantidad de 15 Mm^3/año y las salidas de aproximadamente 27 Mm^3/año, de los cuales 24 Mm^3/año corresponden a la extracción.

La disponibilidad de aguas subterráneas conforme a la metodología indicada en la norma referida, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA, que de acuerdo con la expresión siguiente, resultó ser de -34 657 193 m^3/año.

-34 657 193 = 63 286 000 – 11 036 000 – 86 907 193

La cifra indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada Acuífero Encarnación, Jalisco.

Fuente: (CONAGUA, Gerencia de Aguas Subterráneas, 2015)

II.2.6 Uso de Suelo y Vegetación.

El Uso de Suelo y Vegetación (USyV) en el SAR del proyecto de acuerdo con la Serie VI del INEGI, se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 8 Usos de Suelo y Vegetación en el SAR del Proyecto.

Clave	Descripción	Superficie (HAS)	Porcentaje (%)
RA	Agricultura de Riego Anual	202 675.8720	53.89
VSa/PN	Vegetación Arbustiva de Pastizal Natural	123 989.0971	32.97
VSa/SBC	Vegetación Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	16 658.4163	4.43
AH	Urbano Construido	6 499.9389	1.73
VSa/BQ	Vegetación Arbustiva de Bosque de Encino	5 516.7986	1.47
PI	Pastizal Inducido	5 511.0331	1.47
PN	Pastizal Natural	4 885.7250	1.30
VSa/BJ	Vegetación Arbustiva de Bosque de táscate	3 042.0811	0.81
H2O	Agua	2 267.2614	0.60
BQ	Bosque de Encino	1 161.7349	0.31
VSa/BQP	Vegetación Arbustiva de Bosque de Encino-Pino	1 080.0773	0.29
VSA/BQ	Vegetación Arbórea de Bosque de Encino	1 057.1651	0.28
VSh/BQ	Vegetación Herbácea de Bosque de Encino	822.9189	0.22
VSA/BJ	Vegetación Arbórea de Bosque de Táscate	285.7676	0.08
BQP	Bosque de Encino-Pino	273.5666	0.07
DV	Sin Vegetación Aparente	109.4494	0.03
BJ	Bosque de Táscate	104.2189	0.03
VSa/MC	Vegetación Arbustiva de Matorral Crasicaule	75.5556	0.02
BP	Bosque de Pino	70.3955	0.02

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

Figura 13 Uso de Suelo y Vegetación en el SAR del Proyecto.

A continuación, se indican los resultados de los muestreos de vegetación en el SAR del proyecto:

Tabla 9 Especies identificadas en los muestreos dentro del SAR para el estrato arbóreo.

Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
Huizache	*Vachellia farnesiana* var. *farnesiana*	No listada
Huizachillo	*Vachellia schaffneri*	No listada
Mezquite	*Prosopis laevigata*	No listada
Papelillo	*Bursera fagaroides*	No listada
Vara dulce	*Eysenhardtia polystachya*	No listada

Tabla 10 Especies identificadas en los muestreos dentro del SAR para el estrato arbustivo.

Nombre común	Nombre científico
Amargocilla	*Ageratina petiolaris*
Árnica	*Trixis angustifolia*
Cinco negritos	*Lantana camara*
Falsa damiana	*Isocoma veneta*
Gatuño	*Mimosa malacophylla*
Gordo lobo	*Verbesina sp*
Granjeno rojo	*Condalia velutina*
Hierba buena	*Brickellia eupatorioides* var. *gracillima*
Hierba de la araña	*Stevia lucida*
Jarilla	*Barkleyanthus salicifolius*
Lechuga	*Montanoa bipinnatifida*
Peisto	*Brickellia veronicifolia*
Pinillo	*Asclepias linaria*
Quelite	*Lagascea heteropappus*
Serpiente	*Ageratina sp*
Talacao	*Montanoa leucantha*
Trompetilla	*Bouvardia ternifolia*
Tronadora	*Montanoa frutescens*
Uña de gato	*Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera*
Zopacle	*Montanoa tomentosa*

Tabla 11 Especies identificadas en los muestreos dentro del SAR para el estrato herbáceo.

Nombre común	Nombre científico
Alfombrilla	*Glandularia bipinnatifida*
Chililllo	*Plumbago pulchella*
Dedos de dios	*Sedum sp*
Estafiate	*Artemisia filifolia*
Gallito de monte	*Zinnia peruviana*
Girasol	*Olivaea tricuspis*
Hierba de San José	*Verbena carolina*
Hierva del sapo	*Eryngium carlinae*
Lentejilla	*Lepidium virginicum*
Mirasol enano	*Cosmos parviflorus*
Pegajoso	*Mentzelia hispida*
Revienta caballo	*Solanum elaeagnifolium*

Tabla 12 Especies identificadas en los muestreos del SAR para grupo de las cactáceas.

Nombre común	Nombre científico
Nopal cardón	*Opuntia streptacantha*
Nopal lacio	*Opuntia lasiacantha*

Tabla 13 Especies identificadas en los muestreos del SAR para el pastizal.

Nombre común	Nombre científico
Barbas de indio	*Chloris virgata*
Espiga	*Nassella leucotricha*
Pasto Buffel	*Cenchrus ciliaris*
Pasto rosado	*Melinis repens*
Zacatillo	*Bouteloua gracilis*

b) Fauna.

A continuación, se indican los resultados de los muestreos de vegetación en el SAR del proyecto:

Tabla 14 Reptiles registrados en el Sistema Ambiental Regional.

Nombre científico	Nombre común
Aspidoscelis gularis	Huico Pinto del Noreste
Masticophis mentovarius	Culebra Chirriadora Neotropical
Aspidoscelis gularis	Huico Pinto del Noreste
Sceloporus torquatus	Lagartija espinosa de collar

Tabla 15 Mamíferos registrados en el Sistema Ambiental Regional.

Nombre científico	Nombre común
Otospermophilus variegatus	Ardillón de roca

Tabla 16 Aves registradas en el Sistema Ambiental Regional.

Nombre científico	Nombre común
Caracara cheriway	Caracara quebrantahuesos
Corvus corax	Cuervo común
Toxostoma curvirostre	Cuicacoche pico curvo
Passer domesticus	Gorrión doméstico
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del desierto
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas
Melozone fusca	Rascador viejita
Columbina inca	Tortolita cola larga
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor
Cathartes aura	Zopilote aura
Parabuteo unicinctus	Aguililla rojinegra
Phainopepla nitens	Capulinero negro
Caracara cheriway	Caracara quebrantahuesos
Cardinalis cardinalis	Cardenal rojo
Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje
Corvus corax	Cuervo común
Toxostoma curvirostre	Cuicacoche pico curvo
Fulica americana	Gallareta americana
Bubulcus ibis	Garza ganadera
Hirundo rustica	Golondrina tijereta
Passer domesticus	Gorrión doméstico
Zenaida macroura	Huilota común
Plegadis chihi	Ibis ojos rojos
Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del desierto
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas
Streptopelia decaocto	Paloma de collar turca
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito
Contopus sordidulus	Papamoscas del oeste
Anas platyrhynchos	Pato de collar
Passerina caerulea	Picogordo azul
Melozone fusca	Rascador viejita
Psaltriparus minimus	Sastrecillo
Sporophila torqueola	Semillero de collar
Tyrannus melancholicus	Tirano pirirí
Columbina inca	Tortolita cola larga
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor

Nombre científico	Nombre común
Cathartes aura	Zopilote aura

II.2.7 Regiones Prioritarias.

Las ampliaciones del STGN no inciden con alguna Región Prioritaria identificada por la CONABIO.

II.2.8 Áreas Naturales Protegidas (ANPs).

Las ampliaciones del STGN no inciden con alguna Área Natural Protegida (ANP).

Índice

III. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS. 2
III.1 ANÁLISIS PRELIMINAR DE RIESGOS. 2
III.1.1 Consideraciones para el Análisis Preliminar de Riesgos. 3
III.1.2 Antecedentes de Accidentes e Incidentes. 3
III.1.3 Listas de Verificación. 16
III.2 ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS. 19
III.2.1 Consideraciones para el Análisis Cualitativo de Riesgos. 20
III.2.2 Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP) 21
III.2.3 Análisis Qué Pasa sí…?? 27
III.2.4 Jerarquización de Riesgos. 29
III.2.5 Escenarios de Riesgo Identificados. 37

Índice de Tablas

Tabla 1 Antecedentes de accidentes e incidentes. 15
Tabla 2 Resultados de la aplicación de la Lista de Verificación. 17
Tabla 3 Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTIs) utilizados. 23
Tabla 4 Nodos analizados mediante HAZOP. 23
Tabla 5 Consecuencias (en forma descriptiva). 24
Tabla 6 Frecuencia de ocurrencia de los eventos. 25
Tabla 7 Matriz de riesgos. 26
Tabla 8 Definiciones de las diferentes regiones de riesgo 26
Tabla 9 Sistema Seleccionado 28
Tabla 10 Tabla de Consecuencias. 29
Tabla 11 Tabla de Frecuencias. 30
Tabla 12 Matriz de Jerarquización de Riesgos al Medio Ambiente (MA). 31
Tabla 13 Matriz de Jerarquización de Riesgos a las Instalaciones/Producción (Pr). 32
Tabla 14 Matriz de Jerarquización de Riesgos a la Población (Po). 34
Tabla 15 Matriz de Jerarquización de Riesgos al Personal (Pe). 35
Tabla 16 Matriz de Jerarquización de Riesgos al Medio Ambiente (MA). 36
Tabla 17 Matriz de Jerarquización de Riesgos a la Población (Po). 36
Tabla 18 Escenarios de Riesgo Identificados en el HAZOP por receptor de riesgo. 37
Tabla 19 Escenarios de Riesgo Identificados en el What If, por receptor de riesgo. 45

III. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS.

Para la realización del presente Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos inherente al Sistema de Transporte de Gas Natural (STGN) por parte de la empresa Gas Natural del Noroeste, S.A. de C.V., se empleó la **Ingeniería Básica Extendida (IBE).**

III.1 Análisis Preliminar de Riesgos.

El Análisis Preliminar de Riesgos (APR) es el precursor de otros métodos de análisis más complejos y es utilizado únicamente en la fase de desarrollo de las instalaciones y para casos en los que no existen experiencias anteriores, sea del tipo de implantación.

El APR selecciona los productos peligrosos y los equipos principales de la planta.

El APR se puede considerar como una revisión de los puntos en los que pueda ser liberada energía de una forma incontrolada.

Fundamentalmente, consiste en formular una lista de estos puntos con los peligros ligados a:

- ✓ Materias primas, productos intermedios o finales y su reactividad. Equipos de planta.
- ✓ Límites entre componentes de los sistemas.
- ✓ Entorno de los procesos.
- ✓ Operaciones (pruebas, mantenimiento, puesta en marcha, paradas, etc.).
- ✓ Instalaciones.
- ✓ Equipos de seguridad.

Los resultados de este análisis incluyen recomendaciones para reducir o eliminar estos peligros. Estos resultados son siempre cualitativos, sin ningún tipo de priorización.

Sí bien todos los accidentes que ocurren en la industria son dados por diferentes factores y a nivel global son distintos por la forma en que se producen y las sustancias químicas que intervienen en ellos, todos comparten una característica común: son acontecimientos no controlados, constituidos en su inicio por las propiedades físicas y químicas del material y como causas iniciadoras, una serie de combinaciones de factores que conllevan a eventos no deseados (fugas, derrames, incendio y explosión, principalmente), ocasionando lesiones o muertes, daños de diversas magnitudes en la infraestructura de las instalaciones y al medio ambiente.

En cualquier circunstancia, decir que en una instalación determinada puede ocurrir una explosión, o un escape tóxico no es suficiente, sino que se requiere un estudio que indique cuales son los mecanismos o secuencias de acontecimientos por los que el accidente puede tener lugar. El primer suceso de la cadena se conoce como suceso iniciador. Por lo general entre el suceso iniciador y el accidente se encuentra una secuencia de hechos que incluyen las respuestas del sistema y de los

operadores, así como otros sucesos concurrentes. Todos estos factores se conocen como elementos del accidente.

III.1.1 Consideraciones para el Análisis Preliminar de Riesgos.

La evaluación preliminar de riesgos para el presente proyecto se realizará mediante las técnicas de Análisis Histórico de Accidentes y Listas de Verificación. Estas técnicas se fundamentan en un análisis de la información documental, contemplando además los siguientes rubros:

- ✓ La evaluación de incidentes y accidentes ocurridos en las instalaciones afines (considerando instalaciones, sustancias involucradas, evento o causa del accidente, nivel de afectación y acciones realizadas).
- ✓ Identificación preliminar del riesgo mediante la aplicación de listas de verificación basadas en la normatividad aplicable para el tipo de proyecto en evaluación.

III.1.2 Antecedentes de Accidentes e Incidentes.

En el manejo y operación de gasoductos utilizados para la conducción de gas natural, se propone una metodología de análisis de riesgo operativo, debido a los daños causados por fallas mecánicas y debido a terceras partes originadas por la extracción descontrolada de gas natural en tomas no autorizadas (tomas clandestinas), en los ductos de conducción de gas natural de las diferentes compañías abastecedoras de gas y principalmente, en ductos a cargo de PEMEX.

De los estudios y análisis realizados por dependencias con gran experiencia dentro del ramo (tal es el caso de PEMEX), se concluye que el factor de riesgo con mayor probabilidad de ocurrencia en gasoductos, es debido principalmente por daños de terceras partes, seguido de los daños por corrosión o fenómenos meteorológicos.

Por ejemplo, en el documento "Estudios de Caso de Fallas y Accidentes en Gasoductos y Oleoductos" realizado por Francisco A. Rumiche P. y J. Ernesto Indacochea B., argumenta que, con relación a las causas de falla, se muestra que la corrosión e interferencia externa son las más comunes en los sistemas europeos y americanos. Así mismo, menciona que "*En el caso de la ex Unión Soviética (SU Gas) se puede observar un alto índice de falla debido a defectos en el material y errores de construcción*". Referente a las causas más comunes de falla en el 2005 para sistemas de transporte de gas natural en los Estados Unidos, es el daño ocasionado en áreas urbanas debido a operaciones de excavación por terceros, además, es importante notar que el porcentaje de fallas debido a materiales o soldaduras defectuosas es casi nulo comparado con las causas comunes de falla, lo cual se debe al estricto control y mejoramiento durante los procesos de construcción e inspección en sistemas de tuberías. **Ver Figuras 1 y 2.**

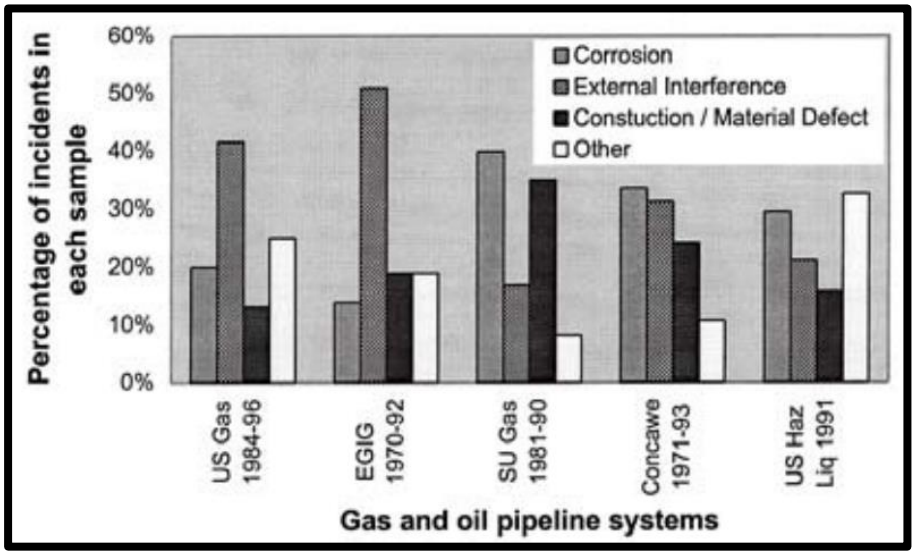


Figura 1 Causas de falla más comunes a nivel mundial

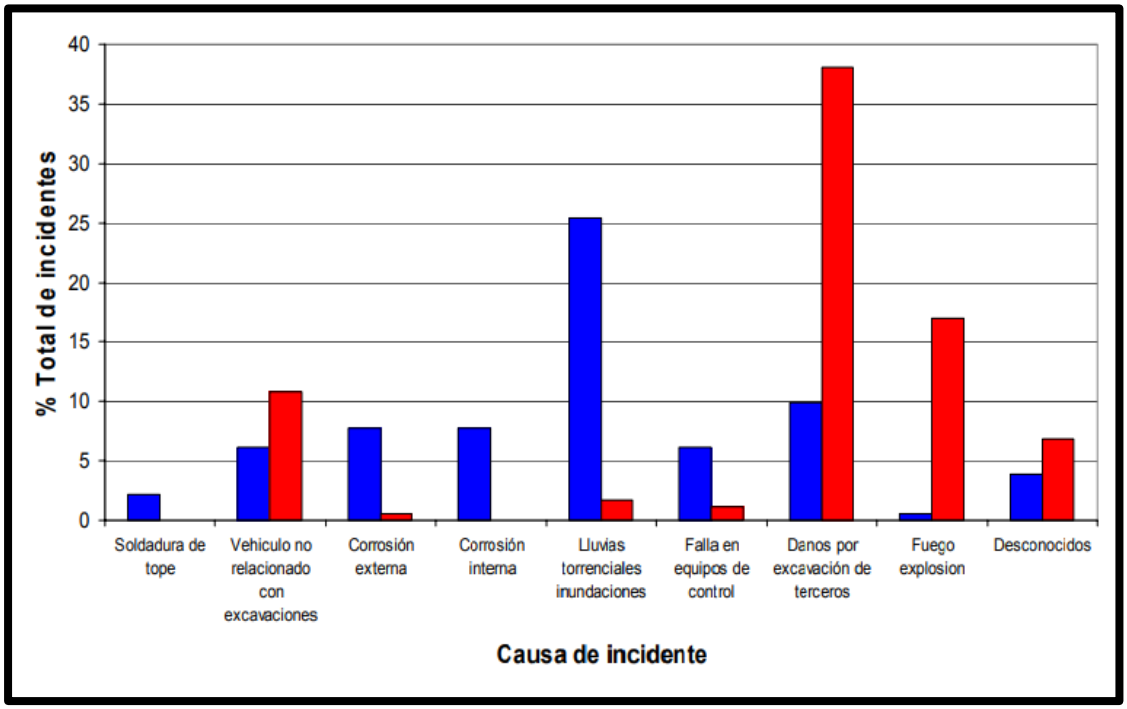


Figura 2 Causas de falla más comunes en gasoductos en Estados Unidos (2005).

Fuente: Estudios de Caso de Fallas y Accidentes en Gasoductos y Oleoductos
Francisco A. Rumiche P. y J. Ernesto Indacochea B.
Joining Science & Advanced Materials Research Laboratory
Materials Engineering Department
University of Illinois at Chicago,
Chicago IL 60607 – USA

En años recientes, algunas causas fundamentales del incremento de accidentes en los gasoductos de PEMEX han sido, la inadecuada evaluación de estos y la falta de gestión para erradicar esta problemática, adicionalmente no hay una base de datos histórica de accidentes en ductos de transporte o distribución de hidrocarburos disponible de manera oficial en el país, estas circunstancias repercuten negativamente en la funcionalidad de los ductos en México.

Sin embargo, para poliductos de PEMEX, se encontraron datos históricos de accidentes:

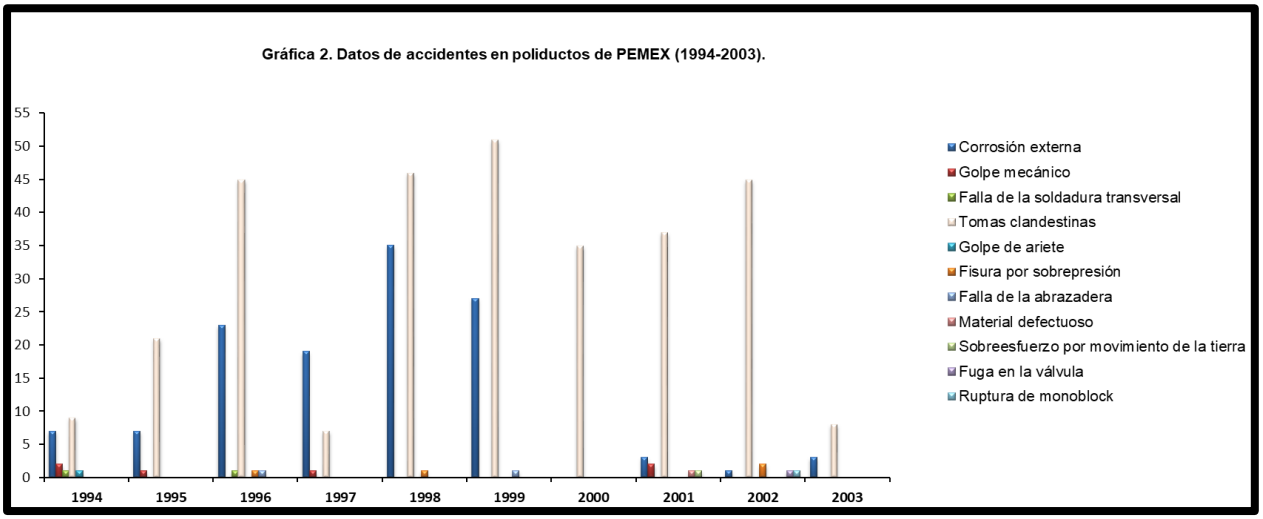


Figura 3 Datos de accidentes en poliductos de PEMEX (1994-2003).

Fuente: Anuario Estadístico de PEMEX, 2005.

Donde los datos estadísticos de causas de falla son similares entre instalaciones de gasoductos y poliductos, resaltando la falla por corrosión externa, así como la intervención de terceras personas (tomas clandestinas).

Como datos históricos, se presenta a continuación la descripción de casos ocurridos en México, relacionados con fugas de gas natural en gasoductos en diferentes partes del país.

1- Explosión en Gasoducto en San Pedro Garza García, Nuevo León.

Una explosión e incendio en una tubería de gas natural en una construcción cercana a la zona comercial y hotelera en el municipio de San Pedro Garza García movilizó a elementos de Protección Civil, Bomberos de Nuevo León y unidades de las cruces Roja y Verde.

El incendio se originó luego de una fuga de agua la que reblandeció la tierra, lo que ocasionó la caída de un poste de energía eléctrica sobre un ducto de gas de 12 pulgadas, lo que ocasionó la conflagración.

El incendio se originó alrededor de las 10:00 horas, a causa del rompimiento de la tubería de gas, lo que ocasionó la explosión e incendio sobre la lateral de la avenida Lázaro Cárdenas y Diego Rivera, en el citado municipio, sin que se presenten personas lesionadas.

Foto 1. Daños generados por la explosión.

2- Reportan explosión de ducto de Gas Natural en Celaya

Al menos 150 personas fueron desalojadas de sus hogares, empleos y escuelas, luego de que se registrara la explosión de un ducto de Gas Natural, en Celaya, Guanajuato.

En un principio se dio a conocer que el estallido provenía de un ducto de Petróleos Mexicanos (Pemex); sin embargo, elementos del cuerpo de bomberos informaron que el siniestro fue generado por propano líquido (gas) y que tardarán entre seis y ocho horas para sofocar el fuego.

Los hechos ocurrieron alrededor de las 10:00 horas en un ducto ubicado sobre el Libramiento Sur, a la altura de la armadora Honda, mientras un grupo de personas manipulaban con maquinaria la zona, golpearon uno de los ductos provocando la explosión

Las llamas alcanzaron a dos de las personas que se encontraban en el lugar, ocasionándoles quemaduras de segundo grado.

A la zona llegaron elementos del cuerpo de emergencia, así como del Ejército mexicano, quienes laboraron para sofocar las llamas, además de ser los encargados de trasladar a los lesionados al hospital más cercano para ser atendidos.

Cerca del lugar de los hechos, se encuentra una primaria en la colonia Villas del Romeral, misma que fue evacuada para evitar accidentes.

Foto 2. Explosión del ducto.

Foto 3. Escuela Primaria evacuada.

Fuente. El Sol de México.com.mx 01 de Julio del 2019.

3- Obras en Viaducto y Eje 3 provocan fuga de gas.

Por segunda ocasión en menos de un mes trabajadores de obras que se encontraban reencarpetando la cinta asfáltica en la lateral del viaducto Miguel Alemán esquina con el Eje 3 Oriente Eduardo Molina, en la colonia Granjas México en la alcaldía de Iztacalco, perforaron la madrugada del miércoles con un trascabo un ducto de gas natural provocando la movilización de los equipos de emergencia, la policía y personal de Protección Civil.

De acuerdo a los datos recabados por la policía capitalina los hechos se registraron alrededor de la 1 de la mañana casi enfrente del Hospital General regional de Troncoso del Instituto Mexicano del Seguro Social, cuando se hacían perforaciones en el pavimento ocasionando una fisura en un tubo de 4 pulgadas por donde se empezó a escapar el gas.

Bomberos, personal de gas natural y de Protección Civil, trabajaron por varios minutos para controlar la fuga, lo que provocó que los trabajadores de las obras fueran retirados del lugar y la gente que se encontraba en el patio de urgencias fuera ingresada al hospital como medida precautoria y el fuerte olor a gas.

Las maniobras para controlar la fuga provocaron que la policía capitalina acordonada la zona y cerrará los carriles centrales del Viaducto y el Eje 3 Oriente, Eduardo Molina hasta las 3 de la mañana que fue controlada la emergencia.

El fuerte olor a gas que se quedó impregnado dentro del hospital ocasionó que al menos 30 personas que se encontraban en urgencias pidieran sus altas voluntarias y los pacientes graves que llegaban al hospital en ambulancias fueron canalizados a otros nosocomios.

Finalmente, la fuga fue controlada a las 3 de la mañana del miércoles y al no existir un riesgo para la población los carriles centrales de Viaducto fueron abiertos a la circulación quedando solamente los carriles laterales cerrados en dirección al Aeropuerto donde continúan los trabajos de personal de gas natural para reparar el tubo.

Fuente: Excelsior.com.mx 04 de septiembre del 2019

4- Por falta de precaución de empleados de Pemex, explotaron ductos de gas natural en Tamaulipas.

Una tubería de gas natural explotó en la ciudad de Reynosa, Tamaulipas, causada por la falta de precaución de trabajadores de la empresa Cenegas S.A. de C.V., quienes realizaban perforaciones para la creación de un tren pluvial.

De acuerdo al reporte de las autoridades locales, los hechos se registraron alrededor de las 07:45 horas, en la colonia Unidad Obrera, cuando los empleados golpearon accidentalmente un ducto de 12 pulgadas, provocando una enorme fuga de gas.

Posteriormente, a las 9:20 horas, se inició una flama como consecuencia del acumulamiento de gas. De manera inmediata bomberos, personal de Secretaría de la Defensa Nacional (Sedena), de Petróleos Mexicanos (Pemex), además de autoridades municipales, se movilizaron para sofocar el fuego, mientras que personal de la Secretaría de Seguridad Pública desalojó a más de 80 personas, entre ellas, empleados de un gas estacionario cercano. Además, se suspendió el servicio de luz en las colonias 16 de septiembre y Unidad Obrera para posteriormente acordonar un kilómetro a la redonda, en ambos sentidos del bulevar Luis Donaldo Colosio.

Horas más tarde, a través de un comunicado el mismo municipio se confirmó que el incendio fue sofocado gracias a que todo el personal que participó realizó un anillo y cortó el suministro, notificando que solamente iba a estarse quemando el residuo de gas que había quedado en la tubería afectada.

No se reportaron daños humanos y las personas evacuadas regresaron inmediatamente a sus viviendas. "La situación retorna a la normalidad", publicó el municipio en redes sociales.

El Centro Nacional de Control de Gas S.A de C.V (CENAGAS), es una empresa propiedad de Pemex, la cual provee de gas natural a maquiladoras de la zona.

Foto 4. Explosión causada por maquinaria.

Fuente: Infobae.com. 29 de diciembre del 2019

5- Explosión en Gasoducto de PEMEX en el estado de Tabasco.

Una explosión se registró el 06 de abril del 2013, en un gasoducto de 16"Ø, a la altura del rancho "Aquiles Serdán", en la localidad La Venta, municipio de Huimanguillo, Tabasco, con saldo de tres heridos, reportaron Pemex y autoridades locales.

La paraestatal, precisó que el incendio se presentó en el gasoducto de 16"Ø Cinco Presidentes, del complejo procesador de gas La Venta, a la altura de la carretera vecinal a Villa La Venta, en el municipio referido.

La explosión, fue ocasionada por el *golpe de una retroexcavadora* de la empresa privada FIRESA.

Como consecuencia de este hecho, resultaron lesionados tres trabajadores de la compañía privada, de los cuales en un principio uno de ellos permanecía desaparecido, pero fue hallado sin mayores consecuencias.

Así mismo, confirmó que una retroexcavadora, una motocicleta y un vehículo resultaron quemados como consecuencia de la explosión.

Por su lado, personal de operación de pozos e instalaciones de Petróleos Mexicanos (PEMEX) procedió a bloquear las válvulas de seccionamiento. La Venta 80 y Margen Derecha del Río Chicozapote, y a suspender el bombeo de las Baterías de Separación Cinco Presidentes 1, 2 y Rodador, indicó la empresa petrolera.

Protección Civil evacuó a personas cercanas al lugar de la explosión para trasladarlas a un lugar seguro. El incendio fue controlado totalmente antes del mediodía.

Por separado, autoridades locales de Huimanguillo informaron que los heridos fueron trasladados por una ambulancia de servicios comunitarios a una clínica de dicho municipio colindante con Veracruz.

El flamazo dañó aproximadamente 80 m^2 de pastizales y como medida preventiva Pemex acordonó el sitio donde se registró la conflagración, en un operativo en que participaron militares y personal de Seguridad Física de Pemex, Protección Civil y Tránsito Municipal.

Foto 5. Chorro de fuego a causa de la fuga de gas natural en el municipio de Huimanguillo, Tabasco.

Fuente: La Crónica.com.mx. 07 de abril del 2013

6- Explosión en Gasoductos de PEMEX, en el municipio de Pedro Escobedo, Estado de Querétaro.

Seis trabajadores de PEMEX resultaron heridos al ocurrir una explosión mientras trabajaban controlando la fuga de un gasoducto en el municipio de Pedro Escobedo.

La fuga fue detectada a la altura de la comunidad Las Postas, en un ducto de 14''Ø correspondiente al tramo Cactus-Guadalajara, tras un percance ocasionado por una retroexcavadora que operaba en el lugar instalando equipo de riego.

Unos 200 pobladores de la localidad fueron evacuados y concentrados en un albergue habilitado en el auditorio municipal de Pedro Escobedo, además de que fueron cerradas las Válvulas de Seccionamiento (V.S.), que permiten la circulación del gas por ese tramo y personal del sector Ductos de Salamanca y de Petroquímica acudieron a efectuar las reparaciones necesarias, según informó la paraestatal.

Dos días después se reportó la situación bajo control y la gente volvió a sus actividades normales. Sin embargo, más tarde un grupo de trabajadores permanecía efectuando tareas para concluir con la reparación del gasoducto, cuando se produjo el flamazo, aparentemente por un error de los mismos técnicos.

En un comunicado, Pemex confirmó que ya no existe riesgo para la población de la zona según los monitoreos efectuados, pero adjudicó a una falta de seguridad y errores de protocolo el percance ocurrido a los trabajadores.

Fuente: Proceso.com.mx. 28 de marzo del 2013

7- Fuga de gas e incendio en el municipio de Zapotlanejo, Jalisco.

La fuga de gas natural fue ocasionada por el golpe de una retroexcavadora de la empresa Cobra Construcciones, que realizaba trabajos en el área, sin el permiso de Pemex, indicó la paraestatal en un comunicado emitido posterior al evento.

El funcionario precisó que a poco más de 24 horas del incidente, el riesgo comenzó a ceder, ya que la presión de salida de gas bajó de 36 kg/cm^2 a 10 kg/cm^2, mientras que el tamaño de la flama pasó de 30 metros de altura a 4 m.

El incidente, ocurrió alrededor de las 18:30 horas, pero el flamazo se dio a las 23:00 horas. Un bombero y un empleado de la compañía Infraestructura Carretera quedaron con heridas leves.

Luego del estallido, las autoridades evacuaron la comunidad de Corralillos y cerraron la autopista México-Morelia, a la altura del kilómetro 461. Los evacuados fueron llevados a la Casa de la Cultura del municipio de Zapotlanejo.

En tanto, Pemex informó que personal especializado atendió el incendio ocasionado por la ruptura del ducto de 14''Ø (35 cm).

Pemex anunció que el abasto de combustible estuvo garantizado en todo momento, ya que solo se suspendió el flujo en el tramo Abasolo-Guadalajara, mientras que continuó en operación otro gasoducto que va de Cactus, Chiapas, a Abasolo, Guanajuato, ya que la única terminal de distribución de Pemex-

Gas afectada fue la de Guadalajara, pero ésta cuenta con suficiente producto almacenado para cumplir con su programa de distribución.

Fotos 6 y 7. Incendio en el municipio de Zapotlanejo, Jalisco, debido a una fuga de gas natural.

Fuente: CNN México. 19 de octubre del 2012

8- Fuga de Gas Natural en Gasoducto ubicado en Ecatepec, Estado de México.

Una fuga de gas natural se registró frente al centro comercial Las Américas el día 05 de septiembre del 2011, por lo que se evacuaron a huéspedes y personal de dicho centro comercial y un hotel ubicado dentro del perímetro de afectación.

De acuerdo con los primeros reportes generados, una de las máquinas que son utilizadas para la construcción de un puente peatonal, ubicado sobre la avenida Central, rompió uno de los ductos que conducen gas natural, propiedad y administrado por la empresa MAXIGAS, así lo indicó el gobierno municipal de Ecatepec, estado de México.

Para evitar riesgos mayores las autoridades cerraron la circulación de la avenida Central frente al centro comercial Las Américas.

Al lugar acudieron de inmediato elementos del cuerpo de bomberos y Protección Civil, así como de la policía estatal y municipal para tratar de reparar la fuga en uno de los ductos de conducción del gas natural.

Fuente: Periódico El Universal, 06 de septiembre del 2011

9- Fuga en Gasoducto propiedad de PEMEX en el municipio de Las Chiapas, Veracruz.

El 21 de octubre del 2011, personal activo de Pemex Exploración y Producción (PEP), controló una fuga de gas natural que se presentó en el gasoducto de 6'' Φ que va de la Estación de Compresores El Plan, a la Batería Los Soldados, ubicado en el kilómetro 3 dentro del municipio de Las Chiapas, Veracruz.

Personal de Mantenimiento a Ductos del Sector Operativo El Plan, procedió a bloquear las válvulas, dejando la línea fuera de operación, y realizar la reparación correspondiente, así como la restauración del área afectada.

Asimismo, personal de Seguridad Física acordonó el lugar en coordinación con personal militar de la Base de Operación El Plan, como medida preventiva.

PEMEX Exploración y Producción realizó el análisis de integridad mecánica para determinar la causa del incidente, y declaró que no hubo lesiones en el lugar ni afectaciones por intoxicación.

Fuente: Periódico Excélsior, 22 de octubre del 2011

10- Fuga en Gasoducto propiedad de PEMEX en el municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila.

El día 25 de enero del 2011, personal especializado de Petróleos Mexicanos (PEMEX) controló una fuga de gas natural detectada en el kilómetro 283+007 del gasoducto de 18''Φ Monterrey, N.L. - Chávez, Coahuila ubicado en las inmediaciones del municipio de Francisco I. Madero, en el estado de Coahuila.

Al tenerse conocimiento de los hechos, de inmediato los técnicos de la paraestatal procedieron a sacar de operación el gasoducto para realizar los movimientos operativos e iniciar los trabajos de reparación del ducto. Personal del Sector Torreón de PEMEX Gas y Petroquímica Básica (PGPB), en coordinación con autoridades de Protección Civil, Bomberos y la Dirección de Seguridad Pública de San Pedro de las Colonias, trabajaron conjuntamente para la atención, control y erradicación del incidente.

Como medida preventiva, se determinó necesaria la evacuación de dos empresas maquiladoras, además de dos instituciones educativas de nivel medio superior y superior.

Fuente: Periódico El Universal, 26 de enero del 2011

11- Fuga en Gasoducto propiedad de PEMEX en Cosamaloapan, Veracruz.

El 24 de agosto del 2011 se generó una fuga de gas natural en los pozos de PEMEX que atraviesan el ejido Fernando López Arias, ubicado a 15 km de la cabecera municipal de Cosamaloapan, Veracruz.

La fuga se originó en la tarde del miércoles 24 de agosto, en una válvula en el Pozo de PEMEX denominado "CEHUALACA", Protección Civil Municipal recibió el reporte de parte de habitantes que se encontraban muy alarmados, también se informó a Protección Civil del Estado, para que se tomaran las medidas conducentes con dicha paraestatal, ya que el objetivo fundamental de Protección Civil es la salvaguarda de la integridad física de la población, de su patrimonio y el entorno ambiental

Al lugar de la fuga, se presentó el Coordinador regional de protección civil, la unidad Municipal de Protección Civil Cosamaloapan, acudiendo posteriormente personal de PEMEX-PGPB encargado de Producción de Campo Alquimia.

La fuga de gas se controló por la mañana del jueves siguiente, realizando el personal de PEMEX-PGPB los trabajos de cierre de ductos y mantenimiento pertinentes.

Fuente: Periódico Vanguardia

12- Fuga en Gasoducto propiedad de PEMEX en la ciudad de Pachuca, Hidalgo.

El 30 de Noviembre del 2010, Petróleos Mexicanos (PEMEX) puso bajo control una fuga de gas natural que se había registrado en un gasoducto de 6''Φ en el tramo que corre de Ranchería - Minera Autlán en el kilómetro 39, dentro del municipio de Villas de Tezontepec en el estado de Hidalgo.

A través del área de comunicación social de la paraestatal, se informó que la fuga fue ocasionada por un acto vandálico y pudo ser detectada durante los trabajos de control que realiza PGPB.

Explicó que la perforación en el ducto y artefactos se dio durante los trabajos que realizaron personas ajenas a la dependencia para la instalación de una toma clandestina. Como medida de seguridad se suspendió de manera momentánea la operación del ducto afectado.

A fin de evitar algún riesgo a la población, se bloquearon las válvulas de bombeo y se disminuyó la presión del fluido para proceder a su reparación. Se destacó la importancia de mantener la vigilancia en la red nacional de ductos a cargo del personal de seguridad de PEMEX-PGPB.

Fuente: Periódico Vanguardia, 01 de diciembre del 2010

13- Fuga en Gasoducto ubicado en el Distrito Federal.

El día 10 de mayo del 2009, elementos del Cuerpo de Bomberos controlaron una fuga de gas natural que se presentó en el perímetro de la colonia CTM Culhuacán sección V, la cual provocó alerta entre los vecinos del lugar.

Reportes de Secretaría de Seguridad Pública del Distrito Federal (SSPDF) indican que los hechos tuvieron lugar en la zona que se ubica sobre la avenida Santa Ana, casi al cruce con Rosa María Sequeira, en la referida colonia de la delegación Coyoacán.

Fueron vecinos y peatones los que reportaron un olor a gas en la zona, por lo que al sitio se movilizaron bomberos y personal de Protección Civil, quienes ubicaron una fisura en un ducto alimentador de gas natural de 4''Φ.

La zona fue acordonada por la policía capitalina mientras se trabajaba para sellar el ducto de gas fracturado. La circulación vehicular se mantuvo abierta y sólo se restringió el paso en el carril de extrema derecha de Santa Ana, con dirección a la Escuela Naval Militar.

Reportes de la Secretaría de Protección Civil capitalina indicaron que como medida preventiva se desalojó a 65 personas de un edificio habitacional cercano y de un plantel de nivel preescolar.

La fuga fue controlada y no se reportaron intoxicaciones ni personas afectadas.

Fuente: Noticias Terra TV, 11 de mayo del 2009

14- Fuga de Gas Natural en Gasoductos de PEMEX, en el Estado de Veracruz.

Petróleos Mexicanos (PEMEX) informó que a las 2:00 a.m. del día 10 de septiembre del 2007, el sistema SCADA detectó una pérdida de presión inusual en seis puntos de diferentes ductos en el estado de Veracruz ocasionados por actos premeditados, por lo que de inmediato suspendió el suministro de gas natural en dichas líneas. La baja de presión fue ocasionada por explosiones en los siguientes puntos:

1. Válvula de Seccionamiento (V.S.) del gasoducto de cuarenta y ocho pulgadas de diámetro (48''Φ), que coincide con Gas Natural de Cactus - San Fernando, a la altura del municipio La Antigua, sin que se presentara incendio. Sin embargo, por motivos de seguridad, Protección Civil estatal realizó la evacuación de los habitantes que se encontraban cerca del evento,
2. Válvula de Seccionamiento (V.S.), en el mismo gasoducto de 48''Φ, a la altura del Río Actopan, en el cual se registró un incendio,
3. Trampa de diablos del gasoducto de 48''Φ, Cempoala - Santa Ana, a la altura de Delicias, Tlaxcala, en la cual no se presentó incendio,
4. Válvula de Seccionamiento (V.S.), en el gasoducto de 30''Φ, de Minatitlán Veracruz - México D.F. y en el ducto de 24''Φ Cactus, Chiapas – Guadalajara, Jalisco,
5. Válvula de Seccionamiento (V.S.), en el mismo gasoducto de 30'' (Minatitlán, Veracruz – México, D.F.), además del ducto de 24'' Φ (Cactus – Guadalajara), poliducto de 12''Φ y oleoducto de 24''Φ en el Municipio La Balastrera, donde se presentaron incendios debidos a las fugas,
6. Cruce aéreo Algodonera en el gasoducto de 30''Φ, Minatitlán – México, D.F., poliducto de 12''Φ y Oleoducto de 30''Φ, en los cuales se presentó incendio.

Sin embargo, cabe mencionar que cada una de las situaciones de emergencia fue controlada oportunamente por personal de la paraestatal, además de protección civil estatal y municipal.

Fuente: Frente de Trabajadores de la Energía de México.
FTE México Energía

A continuación, se presenta a manera de resumen los accidentes e incidentes relacionados a las actividades que se pretenden desarrollar en el presente Proyecto:

Tabla 1 Antecedentes de accidentes e incidentes.

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia (s) involucrada (s)	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
ND	San Pedro Garza García, Nvo. León	Gasoducto de 12'' Ø	Gas Natural	Explosión e incendio	Debido a una fuga de agua que reblandeció la tierra y ocasionó la caída de un poste de energía eléctrica sobre el gasoducto.	ND	ND
2019	Celaya, Gto.	Ducto	Gas Natural	Explosión e incendio	Golpe por maquinaria pesada	Personal lesionado	Desalojo de escuela primaria cercana.
2019	Ciudad de Mexico	Ducto de 4"	Gas Natural	Fuga	Golpe al ducto por trabajos de reencarpetado de asfalto.	N/D	Desalojo de trabajadores y la gente que se encontraba en el patio de urgencias fue ingresada al hospital
2019	Reynosa Tamaulipas	Ducto de 12"	Gas Natural	Fuga e incendio	Golpe por maquinaria pesada	Suspensión del servicio de luz	Evacuación de más de 80 personas
2013	Huimanguillo, Tabasco	Gasoducto de 16'' Ø	Gas Natural	Explosión e Incendio	Debido a un golpe de una retroexcavadora de la empresa privada FIRESA	80 m^2 de vegetación afectada.	Cierre de válvulas de seccionamiento y suspensión del bombeo de las Baterías de Separación.
2013	Pedro Escobedo, Querétaro	Gasoducto de 14'' Ø	Gas Natural	Explosión	Debido al golpe por una retroexcavadora que operaba en el lugar instalando equipo de riego.	ND	Cierre de Válvulas de Seccionamiento
2012	Zapotlanejo, Jalisco	Gasoducto de 14'' Ø	Gas Natural	Explosión e Incendio	A causa de un golpe pro una retroexcavadora de la empresa Cobra Construcciones que realizaba trabajos en el área sin el permiso de Pemex	ND	Suspensión del flujo de gas en el tramo Abasolo-Guadalajara
2011	Ecatepec,	Gasoducto	Gas Natural	Fuga	Debido a un golpe	N/D	N/D

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia (s) involucrada (s)	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
	Edo. de México.				por una máquina utilizada la construcción de un puente peatonal		
2011	Las Choapas, Veracruz.	Gasoducto de 6'' Ø	Gas Natural	Fuga	N/D	N/D	Cierre de Válvulas de Seccionamiento
2011	San Pedro de las Colonias, Coahuila	Gasoducto de 18'' Ø	Gas Natural	Fuga	N/D	N/D	N/D
2011	Cosamaloapan, Veracruz.	Gasoducto	Gas Natural	Fuga	N/D	N/D	Cierre de ductos y mantenimiento pertinentes
2010	Pachuca, Hidalgo.	Gasoducto de 6'' Ø	Gas Natural	Fuga	Perforación del ducto ocasionado por un acto vandálico	N/D	Bloqueo de válvulas de bombeo y disminución de la presión del fluido
2009	Distrito Federal	Gasoducto de 4'' Ø	Gas Natural	Fuga	N/D	N/D	N/D
2007	Veracruz	Válvula de Seccionamiento	Gas Natural	Incendio y Explosión	N/D	N/D	N/D
2000	El Paso, New México, USA	Gasoducto	Gas Natural en estado líquido	Incendio y explosión	Fractura en tubería, originada por sobre presión, debido a una reducción severa de espesor de pared de la tubería	Crater de 16 m en suelo. Muerte de 12 personas	N/D

III.1.3 Listas de Verificación.

La Lista de Verificación se basa en el desarrollo de una lista de puntos de un estándar o procedimiento para verificar el estado con lo que debe contar un sistema para el funcionamiento y operación segura.

Es sencilla, rápida y fácil de aplicar, no se requiere personal con mucha experiencia.

Para la elaboración de la lista de verificación, se debe delimitar el alcance del estudio, de acuerdo con la etapa correspondiente del proyecto.

Análisis de Riesgos/Peligros en los procesos. Parte 1 Metodologías. Sergio Garza Ayala.

Por lo anterior, el análisis preliminar de riesgos realizado al presente proyecto, mediante la metodología de lista de verificación, se basó en la **NOM-007-ASEA-2016** "Transporte de Gas Natural". Esta norma es la base del diseño bajo la cual está regido el Proyecto.

La **NOM-007-ASEA-2016** establece requisitos para todas las etapas del ciclo de vida de una instalación, en este caso, el proyecto se encuentra en la etapa de ingeniería de diseño para construcción, por lo que se le aplica el capítulo 7 "Diseño".

El capítulo 7 de la norma en mención, establece los requisitos mínimos a cumplir por secciones, las cuales son:

- Requisitos Generales,
- A - Diseño para Ductos de Acero,
- D - Componentes del Sistema de Transporte,
- H - Protección contra sobrepresión accidental,
- I - Estación de regulación y/o medición o en su caso trampa de diablos,
- J - Control de la Corrosión en Ductos.

Con los requisitos normativos considerados en estas secciones se cubre el diseño de las siguientes instalaciones:

1. Gasoductos de 12'' AC,10" AC, 6'' AC, 4'' AC, 3'' AC, 2'' AC.
2. City Gate San Juan de los Lagos,
3. City Gate Corralillos,
4. Estaciones de Regulación y Medición (ERMs) de los usuarios finales.

De la aplicación de la lista de verificación se obtuvo que el presente Proyecto cumple con todos los requisitos aplicables en el numeral 7. Diseño.

En la siguiente tabla se muestran la distribución de requisitos con los que el sistema cumple y los no aplicables.

Tabla 2 Resultados de la aplicación de la Lista de Verificación.

Sección del Capítulo 7. Diseño	No. de Cumplimientos por Numeral	No. de Incumplimientos por Numeral	Numerales No Aplicables
Requisitos Generales	41	0	1
A. Diseño para Ductos de Acero	8	0	0
B. Diseño para Ducto de Polietileno	2	0	0
C. Diseño para Ductos de Poliamida	0	0	3

Sección del Capítulo 7. Diseño	No. de Cumplimientos por Numeral	No. de Incumplimientos por Numeral	Numerales No Aplicables
D. Componentes del Sistema de Transporte	22	0	0
E. Estaciones de Compresión	0	0	15
F. Válvulas para Ductos de Transporte	4	0	0
G. Registros	5	0	0
H. Protección contra sobrepresión accidental	0	0	3
I. Estaciones de regulación y/o medición y en su caso trampas de Diablos	7	0	0
J. Control de la corrosión en Ductos	14	0	0
Totales:	**103 (82.4%)**	**0**	**22 (17.6%)**

En el **Anexo 5,** se adjunta la **Lista de Verificación**; donde se pueden consultar los resultados obtenidos de la aplicación de la presente metodología preliminar.

III.2 ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS.

Los Análisis de Riesgo involucran principalmente tres grandes temas; la identificación de los riesgos, la probabilidad de ocurrencia de accidentes o eventos y el análisis de consecuencias.

La identificación de los riesgos permite determinar las localizaciones, rutas, características y cantidad de materiales de fuentes potenciales de accidentes por explosión, incendio, fuga o derrame de una sustancia peligrosa. Esto lleva a la formulación de escenarios fundamentales de accidentes, que requieren una mayor consideración y análisis.

El análisis probabilístico permite identificar la verosimilitud de ocurrencia del accidente para examinar y priorizar los escenarios de accidentes potenciales en términos de su probabilidad de ocurrencia.

La evaluación de las consecuencias e impactos asociados con la ocurrencia de los escenarios identificados de accidentes, es el proceso denominado Análisis de Consecuencias. Este paso permite una comprensión de la naturaleza y gravedad de un accidente y permite un análisis y priorización de los escenarios en términos del impacto potencial del daño en la gente y las instalaciones.

La combinación de resultados de la probabilidad del accidente y del análisis de consecuencias da una medida del riesgo con la actividad específica y este proceso es lo que constituye el análisis de riesgos, que permite, priorizar y examinar los escenarios potenciales de accidentes en términos de un riesgo total, que a la vez logre el desarrollo y preparación de un plan de emergencias.

Para la identificación de los riesgos involucrados en el proceso del Proyecto, se analizarán las condiciones de operación de las instalaciones que conforman la instalación, para lo cual, se cuenta con los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's), Filosofías de Operación (FOP), Descripción Detallada del Proyecto (DDP), así como de la Memoria Técnico – Descriptiva (MTD).

En base al análisis de falla, se identifican aquellos puntos vulnerables donde exista mayor probabilidad de riesgo de que ocurra un evento no deseado, los cuales estarán dados principalmente por tuberías de conducción de combustibles, válvulas, medidores de flujo, uniones e interconexiones, las cuales son sistemas e instrumentos expuestos a fallas por rotura, por desgaste o por simple defecto de fabricación o construcción, además de que el riesgo aumenta si éstos no son conservados debidamente por la efectiva aplicación de un programa de mantenimiento y la supervisión constante de los mismos, sin descartar fallas por el factor humano, vandalismo o fenómenos naturales.

Aunado a lo anterior, se analizan las situaciones donde la presencia de algún evento externo no deseado, como una explosión o un incendio se puedan generar, mismas que afecten directa o indirectamente a las instalaciones internas y externas del mismo, y por ende se desencadene un evento mayor, con mayores repercusiones a la infraestructura de la zona y daños al medio ambiente (efecto dominó).

Garza Ayala, Sergio. (2015) Análisis de Riesgo Peligrosos en los Procesos, Parte 1: Metodologías. (1ª. Ed) Monterrey, NL.: Dinámica Heurística, S. A. de C. V.
Hyatt, Nigel. (2004) Guidelines for Process Hazards Analysis, Hazards Identification and Risk Analysis. (1ª. Ed) DYADEM Press
Storch de Gracia, J. M. (1998) Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras, Fundamentos, evaluación de riesgo y diseño. Volumen 1. (1ª. Ed) España.: McGraw-Hill/Interamericana de España, S. A. U.
Storch de Gracia, J. M. (1998) Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras, Fundamentos, evaluación de riesgo y diseño. Volumen 2. (1ª. Ed) España.: McGraw-Hill/Interamericana de España, S. A. U.

Cabe mencionar, que todas las técnicas de evaluación de riesgos comparten la meta de identificar peligros en el proceso de manera sistemática y proporcionar un análisis preliminar, dando la primera fase del estudio. Las técnicas comúnmente usadas para esta evaluación deben cumplir los requerimientos de análisis de riesgo contemplados en la OSHA (Occupational Safety and Health Administration), EPA (Environmental Protection Agency) y la CMA (Chemical Manufacturers Association, así como en Literatura especializada como Loss Prevention in the Process Industries. Frank P. Less, second edition.

Con el objetivo de evaluar el riesgo en caso de presentarse incidentes en la operación del Proyecto, las técnicas de identificación de riesgos a emplearse estarán en función de la instalación y del tipo y complejidad del proceso, por lo que se determinó la aplicación de la metodología HazOp y What if?, con el fin de emitir recomendaciones tendientes a controlar y prevenir incidentes, mitigar las consecuencias para evitar pérdidas humanas, daños a la salud, a las instalaciones/producción y al medio ambiente.

III.2.1 Consideraciones para el Análisis Cualitativo de Riesgos.

Las técnicas de identificación de riesgos empleadas están en función de la instalación y del tipo de proceso, por lo que el Grupo Multidiscilpinario de Análisis de Riesgos (GMAR) determinó la aplicación de la metodología HazOp para la evaluación de riesgos en la City Gate y las Estaciones de Regulación y Medición, y aplicar un Análisis ¿Qué pasa si…? (What if) para los gasoductos en acero al carbón y polietileno que conforman las ampliaciones.

La jerarquización de riesgos se desarrolló mediante la aplicación combinada de estas técnicas con las matrices propuestas en la Guía para la elaboración de los Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH) de la ASEA.

A) Información empleada en el Análisis Cualitativo de Riesgos.

Para la elaboración ARSH se empleó principalmente, la siguiente información en su etapa de Ingeniería Básica Extendida (IBE):

- Memoria de Cálculo de la City Gate y ERMs.
- Memoria de Cálculo de los gasoductos que conforman el proyecto.
- Filosofía de Operación de la City Gate y ERMs.
- Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTIs).

III.2.2 Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP)

El método HAZOP (**HAZ**ard and **OP**erability "Riesgo y Operabilidad") o análisis de Riesgo y de Operabilidad se concentra en una metodología mediante un enfoque sistemático para identificar tanto riesgos como problemas de operabilidad. Aunque la identificación de riesgos es el tema principal, los problemas de operabilidad se examinan, ya que tienen el potencial de producir riesgos en los procesos, que resulten en violaciones ambientales y/o laborales o tener un impacto negativo en la productividad.

El análisis de operación y riesgo HAZOP, es el método más amplio y reconocido para realizar un análisis de riesgo en procesos industriales. Es un estudio que identifica cada desviación posible de un diseño, de una operación o de una afectación cualquiera, además de todas las posibles causas y consecuencias que pueden ocurrir en las condiciones más adversas para el proceso, siendo así, éste sirve para identificar problemas de seguridad y mejorar la operabilidad de una instalación industrial.

Un HAZOP es realizado por un equipo multidisciplinario que incluye típicamente lo siguiente:

- ✓ Líder – el individuo al que se le da la responsabilidad de la terminación del HAZOP
- ✓ Facilitador - debe ser un facilitador de HAZOP entrenado para este fin y aprobado por el ingeniero de seguridad del sitio
- ✓ Producción (normalmente ingeniero de operaciones)
- ✓ Mantenimiento (normalmente el ingeniero de la planta)
- ✓ Ingeniero de Sistemas de Control
- ✓ Operaciones (un operador o un técnico)

La selección de los participantes mencionados es flexible, y depende del contenido del material a revisar, por ejemplo, si no hay sistemas de control, el técnico de control de proceso no se requiere Otros recursos tales como un químico, un ingeniero de seguridad del sitio, un mecánico, o algún otro especialista pueden ser utilizados para todo el estudio o para solo parte de este.

El HAZOP fue realizado bajo el siguiente procedimiento:

1. Selección de nodos.

   El proceso se analiza seccionándolo en partes discretas o nodos. Un nodo es generalmente una línea o un recipiente o un procedimiento. Los nodos deben ser bastante pequeños para ser manejables, y a la vez lo bastante grandes para reducir la duplicación y hacer buen uso del tiempo.

2. Registre la intención, los parámetros de diseño y las condiciones de proceso. Es decir, parámetros de diseño del equipo, condiciones de operación normales y máximas. Esto incluye típicamente la temperatura, la presión, la composición, el nivel, el flujo, etc.

3. Repase con el equipo la matriz de desviación preparada previamente para este nodo y agregue otras desviaciones si es necesario.

4. Identificar las causas o las razones por las que las desviaciones pueden ocurrir. Las causas deben ser locales en el origen, es decir, originan en el nodo bajo evaluación. Con el nodo de la alimentación o de la fuente, considere causas en aguas arriba. Donde no haya causas identificadas escribir "ninguna causa".

El estudio del HAZOP sólo considera eventos causales únicos (errores o fallas). Escenarios que requieran de analizar dos fallas separadas, dos errores de operador o una falla más un error son considerados "doble falla" y no son considerados normalmente durante un estudio de HAZOP.

Los drenes y válvulas que están normalmente cerradas, y con tapones o bridas ciegas, no son considerados fuentes de fugas. Similarmente, medidores reemplazables localizados en las tuberías con válvulas de raíz no son consideradas fuentes de fuga, si el procedimiento estándar requiere verificar que la válvula esté cerrada y el sistema al cual está conectado ya sea que este despresurizado o bien que no surja ningún riesgo debido a una fuga, o la apertura de dos válvulas en serie simultáneamente no es considerada una causa creíble para la fuga o mezcla de fluidos, etc.

La Causa deberá estar en el Nodo en cuestión.

5. Identifique las consecuencias o los resultados de las desviaciones asumiendo que los controles básicos de proceso fallan y las salvaguardas no existen. Considere las consecuencias fuera del nodo así como en el interior. Si no hay consecuencias de que preocuparse, escribir "ninguna consecuencia de preocupación".
6. Identifique la severidad de las consecuencias identificadas asumiendo que los sistemas básicos de control y los sistemas de protección fallan.
7. Identifique las capas adicionales de protección requeridas para reducir el riesgo a un nivel aceptable. Si el riesgo del peligro no se ha reducido a un nivel aceptable, la eficacia de las capas propuestas debe ser mejorada o capas adicionales deben ser agregadas según sea necesario.
8. Asigne una categoría a la consecuencia identificada.
9. Asigne una categoría a la probabilidad de ocurrencia de la consecuencia analizada, considerando esta vez los sistemas de control y/o capas de protección válidas, así como cualquier otro modificador de frecuencia que aplique.
10. Identifique las recomendaciones y asigne las responsabilidades. Donde esté clara una solución específica, deberá ser registrada como tal. Los equipos a menudo se detienen a intentar conseguir una recomendación. Es absolutamente apropiado que la recomendación sea investigar las medidas de protección apropiadas. Es también bueno redactar las recomendaciones que permitan una cierta flexibilidad, por ejemplo, diciendo: considerar tales y tal opción. La recomendación se debe escribir con bastante detalle para poder entender el intento sin el resto de la hoja de trabajo delante del lector.

Para la realización de los análisis HAZOP se emplearon los siguientes Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTIs):

Tabla 3 Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTIs) utilizados.

ID del Plano	Título (DTI)
GNN-JAL-SJL-COR-ASEA-CG-IC-DTI-20_01 (RC) (250320)	City Gate Corralillos
GNN-JAL-SJL-ASEA-CG-DTI-19_01(RC)(190320)	City Gate San Juan de los Lagos
GNN-JAL-SJL-ASEA-ERM-AP-T4-DTI-19_01 (RC)(190320)	Estación de Regulación y Medición (ERM) Tipo 4
GNN-JAL-SJL-ASEA-ERM-AP-T5-DTI-19_01(RC)(261120)	Estación de Regulación y Medición (ERM) Tipo 5
GNN-JAL-SJL-ASEA-ERM-IAP-T7-DTI-20_01 (RC)(20-10-20)	Estación de Regulación y Medición (ERM) Tipo 7

Para mayor detalle, **Ver Anexo 7.** DTIs.

A. Nodos Seleccionados para el Desarrollo HAZOP.

La delimitación de los nodos de estudio se definió en común acuerdo con los integrantes del GMAR; lo cual quedó definido de la siguiente manera.

Tabla 4 Nodos analizados mediante HAZOP.

Nodo	Descripción	DTI
1	Interconexión con Gasoducto de 36"	GNN-JAL-SJL-COR-ASEA-CG-IC-DTI-20_01 (RC) (250320)
2	Tren de filtración de la CG Corralillos	GNN-JAL-SJL-COR-ASEA-CG-IC-DTI-20_01 (RC) (250320)
3	Tren de Control y Medición de Flujo de la CG Corralillos	
4	Tren de Regulación de Gas Natural de la CG Corralillos	
5	Sistema de condensado en la CG Corralillos	
6	Tren de filtración de la CG San Juan de los Lagos	GNN-JAL-SJL-ASEA-CG-DTI-19_01(RC)(190320)
7	Tren de Control y Medición de Flujo de la CG San Juan de los Lagos	
8	Tren de Regulación de Gas Natural de la CG San Juan de los Lagos	
9	Sistema de condensado en la CG San Juan de los Lagos	
10	Sistema de Filtración en la Estación de Regulación y Medición (Tipo 7) Alta Presión	GNN-JAL-SJL-ASEA-ERM-IAP-T7-DTI-20_01 (RC)(20-10-20)

Nodo	Descripción	DTI
11	Reguladores de Gas Natural en la Estación de Regulación y Medición (Tipo 7) Alta Presión	
12	Estación de Regulación y Medición Industrial (ERM) Tipo 5	GNN-JAL-SJL-ASEA-ERM-AP-T5-DTI-19_01(RC)(261120)
13	Estación de Regulación y Medición Industrial (ERM) Tipo 4	GNN-JAL-SJL-ASEA-ERM-AP-T4-DTI-19_01 (RC)(190320)

En el **Anexo 8**, se incluye el Reporte del HAZOP.

Para establecer las Matrices de Riesgo (Risk Ranking) con la cual se calificaron y jerarquizaron las desviaciones identificadas en las Hojas de Trabajo del HAZOP, se asignaron niveles de CONSECUENCIAS de acuerdo con lo que indica la **Tabla 5**, así como la FRECUENCIA de falla de acuerdo a lo que establece la **Tabla 6**, con lo cual, mediante lo establecido en la **Tabla 7**, se determina el Nivel de Riesgo del nodo analizado.

Tabla 5 Consecuencias (en forma descriptiva).

Categoría de consecuencia (Impacto)	Daños al personal	Efecto en la población	Impacto ambiental	Perdida o Diferimiento de Producción (USD)	Daños ala Instalación (USD)
6 (Catastrófico)	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones mayores a 1 semana.	>500´000,000	<500´000,000
5 (Mayor)	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 6 a 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de 1 día a 1 semana.	>50´000,000 a 500´000,000	>50´000,000 a 500´000,000
4 (Grave)	Lesiones o daños físicos con atención medica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones en hasta 24 horas.	>5´000,000 a 50´000,000	>5´000,000 a 50´000,000
3 (Moderado)	Lesiones o daños físicos que requieren atención medica que pueda generar una incapacidad.	Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía se requieren acciones de evacuación y	Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora.	>500,000 a 5´000,000	>500,000 a 5´000,000

Categoría de consecuencia (Impacto)	Daños al personal	Efecto en la población	Impacto ambiental	Perdida o Diferimiento de Producción (USD)	Daños ala Instalación (USD)
		existe la posibilidad de lesiones o daños físicos.			
2 (Menor)	Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica.	Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación.	Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación. El control es inmediato.	>50,000 a 500,000	>50,000 a 500,000
1 (Despreciable)	No se esperan lesiones o daños físicos.	No se esperan impactos, lesiones o daños físicos.	No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos.	<50,000	<50,000

Tabla 6 Frecuencia de ocurrencia de los eventos.

Clasificación	Categoría	Descripción de la frecuencia de ocurrencia	Frecuencia/Año
F6	Muy Frecuente	Puede ocurrir más de una vez en un Año.	≥1.0 ($\geq 1x10^{0}$)
F5	Frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un Periodo mayor a 1 año y hasta 5 años.	≥0.2 a<1.0 ($\geq 2x10^{-1}$ a $<1x10^{0}$)
F4	Poco Frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un Periodo mayor a 5 años y hasta 10 años.	≥0.1 a <0.2 ($\geq 1x10^{-1}$ a $<2x10^{-1}$)
F3	Raro	Puede ocurrir una o más veces en un Periodo mayor a 10 años.	≥0.01 a <0.1 ($\geq 1x10^{-2}$ a $<1x10^{-1}$)
F2	Muy Raro	Puede ocurrir solamente una vez en la Vida útil de la instalación.	≥0.001 a <0.01 ($\geq 1x10^{-3}$ a $<1x10^{-2}$)
F1	Extremadamente Raro	Es posible que ocurra, pero que a la Fecha no existe ningún registro.	≥0.0001 a <0.001 ($\geq 1x10^{-4}$ a $<1x10^{-3}$)

Tabla 7 Matriz de riesgos.

	CONSECUENCIAS					
FRECUENCIAS	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**
F6	B	B	A	A	A	A
F5	C	B	B	A	A	A
F4	C	C	B	B	A	A
F3	C	C	C	B	B	A
F2	C	C	C	C	B	A
F1	C	C	C	C	C	B

A continuación, se describe el significado de cada nivel de Riesgo:

Tabla 8 Definiciones de las diferentes regiones de riesgo

Región de Riesgo	Descripción
No Tolerable "A"	El riesgo requiere acción inmediata; el costo no debe ser una limitación y el no hacer nada no es una opción aceptable. Un riesgo Muy Alto representa una situación de emergencia y deben establecerse controles temporales inmediatos. La mitigación debe hacerse por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a Medio o de preferencia a Bajo, en un lapso de tiempo menor a 90 días
ALARP[1] "B"	El riesgo debe ser reducido y hay margen para investigar y analizar a más detalle. No obstante, la acción correctiva debe darse en los próximos 90 días. Si la solución se demora más tiempo, deben establecerse controles temporales inmediatos en sitio, para reducir el riesgo
Tolerable "C"	El riesgo es significativo, pero se pueden compensar con las acciones correctivas en el paro de instalaciones programado, para no presionar programas de trabajo y costos. La mitigación debe enfocarse en la disciplina operativa y en la confiabilidad de los sistemas de protección

Los riesgos no tolerables se deberán considerar para establecer los objetivos de seguridad y salud ocupacional y los requisitos de las instalaciones, maquinaria, necesidades de capacitación y los controles operacionales para el control de riesgos, así como considerar las acciones requeridas de supervisión para asegurar la efectividad y oportunidad.

[1] *As Low As Reasonably Practicable*, por sus siglas en inglés

III.2.3 Análisis Qué Pasa sí…??

A. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA.

Aunado a lo anterior, para el presente estudio se realizará una identificación de riesgos, utilizando el método What if (¿Qué pasa si…?), el cual tiene el propósito de identificar peligros, situaciones peligrosas o eventos accidentales específicos que pueden producir una consecuencia indeseable.

El análisis ¿Qué pasa si…? es una investigación creativa a manera de lluvia de ideas de un proceso u operación, conducida por un grupo de individuos experimentados, con capacidad para preguntar o enunciar dudas concernientes a eventos no deseables. No es inherentemente tan estructurado como otros métodos, tales como el estudio de peligro y operatividad (HAZOP) o el análisis de modos de falla y efectos (FMEA).

La metodología de análisis ¿Qué pasa si…? tiene el enfoque de una lluvia de ideas en la cual el grupo interdisciplinario familiarizado con el proceso formula preguntas o manifiesta preocupaciones acerca de posibles eventos indeseados. De cualquier forma, es frecuentemente utilizado por la industria en sus etapas tempranas o durante la vida de un proceso y tiene buena reputación entre aquellos especialistas que lo apliquen.

Generalmente, se registran todas las preguntas y luego éstas se dividen dentro de áreas específicas de investigación (generalmente relacionadas con las consecuencias de interés), como la seguridad eléctrica, protección contra incendios o seguridad del personal. Cada área es subsecuentemente direccionada a un equipo de una o más personas expertas. Las preguntas se formulan en base a la experiencia y aplicando los diagramas y descripciones de procesos existentes.

Para una planta en operación, la investigación incluye entrevistas con el personal de la planta no representado en el grupo multidisciplinario de análisis y evaluación de riesgos. Puede no haber un patrón específico u orden para las preguntas, a menos que el líder suministre un patrón lógico como una división del proceso dentro de sistemas funcionales.

Las preguntas pueden direccionarse a cualquier condición no normal relacionada con la planta, no solamente componentes de falla o variaciones de proceso.

B. DESARROLLO DEL WHAT IF…?

A través de la metodología de identificación de riesgos ¿Qué pasa si…? se analizaron los tramos de Gasoducto de acero al carbón y en polietileno, los cuales fueron identificados como Sistema 1 y sistema 2.

El análisis se realiza considerando que las desviaciones se puedan presentar en cualquiera de los tramos del gasoducto. El equipo evaluador, analizó y concluyó que las variaciones de las condiciones del terreno no ejercían influencia significativamente en los resultados del ¿Qué pasa si…?.

En la siguiente tabla se muestran los sistemas seleccionados para la evaluación e identificación de riesgos.

Tabla 9 Sistema Seleccionado

Sistema	Descripción	Dibujo de Referencia
1	Tuberías en acero al carbón de 12'', 10", 6'', 4'', 3" y 2" que conforman el sistema de Transporte de Gas Natural (STGN).	GNN-JAL-SJL-ASEA-DPe-21_01(RC) (06-01-21)

Las hojas de trabajo del análisis ¿Qué pasa si…? se presentan en el **Anexo 9. What If.**

III.2.4 Jerarquización de Riesgos.

La jerarquización de riesgos se realiza conforme a los criterios establecidos en la Guía para la elaboración del Análisis de Riesgos del Sector Hidrocarburos (ARSH), conforme a la designación de las categorías de Frecuencia (probabilidad) y Consecuencias (severidad) de los escenarios de Riesgo identificados en el Análisis HAZOP y What If.

Cabe mencionar que, para la asignación de los niveles de consecuencia, se consideró la no existencia de salvaguardas, protecciones o barreras; para el caso de la asignación de la frecuencia, si se tomaron en cuenta todas las salvaguardas y protecciones consideradas en el Proyecto conforme a la Ingeniería de Detalle aprobada para Construcción.

A continuación, se indican las categorías de frecuencia y consecuencia, empleadas para la determinación de los Niveles de Riesgo de cada desviación establecida en los Nodos estudiados.

Tabla 10 Tabla de Consecuencias.

Clasificación de Consecuencia	Receptores de Riesgo			
	Personas	Población	Medio Ambiente	Producción y/o instalación (Pérdidas en USD)
C6 (Catastrófico)	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones mayores a 1 semana.	>500´000,000
C5 (Mayor)	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 6 a 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de 1 día a 1 semana.	>50´000,000 a 500´000,000
C4 (Grave)	Lesiones o daños físicos con atención medica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones en hasta 24 horas.	>5´000,000 a 50´000,000
C3 (Moderado)	Lesiones o daños físicos que requieren atención medica que pueda generar una incapacidad.	Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía se requieren acciones de evacuación y existe la posibilidad de	Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora.	>500,000 a 5´000,000

Clasificación de Consecuencia	Receptores de Riesgo			
	Personas	Población	Medio Ambiente	Producción y/o instalación (Pérdidas en USD)
		lesiones o daños físicos.		
C2 (Menor)	Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica.	Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación.	Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación. El control es inmediato.	>50,000 a 500,000
C1 (Despreciable)	No se esperan lesiones o daños físicos.	No se esperan impactos, lesiones o daños físicos.	No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos.	<50,000

Tabla 11 Tabla de Frecuencias.

Clasificación	Categoría	Descripción	Frecuencia/Año
F6	Muy Frecuente	Puede ocurrir más de una vez en un Año.	≥1.0 ($\geq 1x10^{0}$)
F5	Frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un Periodo mayor a 1 año y hasta 5 años.	≥0.2 a<1.0 ($\geq 2x10^{-1}$ a $<1x10^{0}$)
F4	Poco Frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un Periodo mayor a 5 años y hasta 10 años.	≥0.1 a <0.2 ($\geq 1x10^{-1}$ a $<2x10^{-1}$)
F3	Raro	Puede ocurrir una o más veces en un Periodo mayor a 10 años.	≥0.01 a <0.1 ($\geq 1x10^{-2}$ a $<1x10^{-1}$)
F2	Muy Raro	Puede ocurrir solamente una vez en la Vida útil de la instalación.	≥0.001 a <0.01 ($\geq 1x10^{-3}$ a $<1x10^{-2}$)
F1	Extremadamente Raro	Es posible que ocurra, pero que a la Fecha no existe ningún registro.	≥0.0001 a <0.001 ($\geq 1x10^{-4}$ a $<1x10^{-3}$)

III.2.4.1 Matrices de Riesgo resultantes del HAZOP.

De acuerdo con lo establecido en la Guía para la elaboración de los Análisis de Riesgos del sector Hidrocarburos (ARSH) publicada por la ASEA, los receptores de riesgo a considerar en el presente estudio son el Medio ambiente y Población.

Tabla 12 Matriz de Jerarquización de Riesgos al Medio Ambiente (MA).

	CONSECUENCIAS					
FRECUENCIAS	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**
F6						
F5						
F4						
F3			2.6.1 6.6.1	2.9.1 6.9.1 10.9.1	1.1.4	
F2		5.11.2 9.11.2	1.11.1 1.12.1 2.11.1 2.12.1 2.12.2 3.11.1 3.12.1 3.12.2 4.11.1 4.12.1 4.12.2 5.11.1 6.11.1 6.12.1 6.12.2 7.11.1 7.12.1 7.12.2 8.11.1 8.12.1 8.12.2 9.11.1 10.12.1 10.12.2 11.12.2 12.12.2 13.12.2		1.12.2 1.12.3 2.12.3 3.12.3 4.12.3 5.10.1 6.12.3 7.12.3 8.12.3 9.10.1 10.1.3 10.7.2 10.12.3 11.12.1 11.12.3 12.1.4 12.12.1 12.12.3 13.1.4 13.12.1 13.12.3	
F1						

Tabla 13 Matriz de Jerarquización de Riesgos a las Instalaciones/Producción (Pr).

	CONSECUENCIAS					
FRECUENCIAS	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**
F6						
F5						
F4						
F3		2.6.1 2.6.2 2.6.3 3.1.1 6.6.1 6.6.2 6.6.3 7.1.1	1.1.3 2.6.1 2.6.1 2.9.1 3.1.1 3.6.1 3.6.2 4.1.1 4.6.2 6.6.1 6.6.1 6.9.1 7.1.1 7.6.1 7.6.2 8.1.1 8.6.2 10.6.2 10.7.2 10.8.1 10.9.1 12.1.1 12.1.2 12.1.3 12.6.1 12.6.2 13.1.1 13.1.2 13.1.3 13.6.1 13.6.2 13.7.1	1.1.4		
F2		1.11.1 1.12.1 1.12.2 1.12.3 2.8.1 2.11.1 2.12.1 2.12.2 2.12.3	10.6.1 10.11.1 11.6.1 11.7.2 11.11.1 12.11.1	4.6.1 4.7.1 5.10.1 8.6.1 8.7.1 9.10.1 10.1.3 12.1.4 13.1.4		

		3.11.1 3.12.1 3.12.2 3.12.3 4.11.1 4.12.1 4.12.2 4.12.3 6.8.1 6.11.1 6.12.1 6.12.2 6.12.3 7.11.1 7.12.1 7.12.2 7.12.3 8.11.1 8.12.1 8.12.2 8.12.3 10.1.1 10.1.2 10.7.1 10.12.1 10.12.2 10.12.3 11.7.1 11.12.1 11.12.2 11.12.3 12.12.1 12.12.2 12.12.3 13.11.1 13.12.1 13.12.2 13.12.3				
F1						

Tabla 14 Matriz de Jerarquización de Riesgos a la Población (Po).

	CONSECUENCIAS					
FRECUENCIAS	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**
F6						
F5						
F4						
F3		1.1.4 10.7.2	2.6.1 6.6.1	2.9.1 6.9.1 10.9.1		
F2		10.12.1 10.12.2 10.12.3 11.12.1 11.12.2 11.12.3 12.12.1 12.12.2 12.12.3 13.12.1 13.12.2 13.12.3		1.11.1 1.12.1 1.12.2 1.12.3 2.11.1 2.12.1 2.12.2 2.12.3 3.11.1 3.12.1 3.12.2 3.12.3 4.11.1 4.12.1 4.12.2 4.12.3 5.10.1 6.11.1 6.12.1 6.12.2 6.12.3 7.11.1 7.12.1 7.12.2 7.12.3 8.11.1 8.12.1 8.12.2 8.12.3 9.10.1 10.1.3 12.1.4 13.1.4		
F1						

Tabla 15 Matriz de Jerarquización de Riesgos al Personal (Pe).

	CONSECUENCIAS					
FRECUENCIAS	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**
F6						
F5						
F4						
F3		10.9.1	2.6.1 2.9.1 6.6.1 6.9.1	10.7.2	1.1.4	
F2	10.1.3 12.1.4 13.1.4	10.12.1 10.12.2 10.12.3 11.12.1 11.12.2 11.12.3 12.12.1 12.12.2 12.12.3 13.12.1 13.12.2 13.12.3	1.12.1 2.12.1 3.12.1 4.12.1 6.12.1 7.12.1 8.12.1	1.12.2 2.12.2 3.12.2 4.12.2 5.10.1 6.12.2 7.12.2 8.12.2 9.10.1	1.11.1 1.12.3 2.11.1 2.12.3 3.11.1 3.12.3 4.11.1 4.12.3 6.11.1 6.12.3 7.11.1 7.12.3 8.11.1 8.12.3	
F1						

De los 263 escenarios evaluados mediante HAZOP, se tienen los siguientes resultados:

- 56 escenarios (21.3%) generan Consecuencias para el Receptor de Riesgo Medio Ambiente (MA),
- 103 escenarios (39.2%) generan Consecuencias para el Receptor de Riesgo a las Instalaciones/Producción (Pr),
- 52 escenarios (19.8%) generan Consecuencias para el Receptor de Riesgo a la Población (Po),
- 52 escenarios (19.8%) generan Consecuencias para el Receptor de Riesgo al Personal (Pe).

De la totalidad de escenarios evaluados: 217 (82.5%) recaen en la Zona de Riesgo Tolerable "C"; 46 (17.5%) recaen en la Zona de ALARP "B", mientras que en la Zona de Riesgo No Tolerable no inciden escenarios de riesgo.

III.2.4.2 Matrices de Riesgo resultantes del What If.

Tabla 16 Matriz de Jerarquización de Riesgos al Medio Ambiente (MA).

	CONSECUENCIAS					
FRECUENCIAS	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**
F6						
F5						
F4						
F3						
F2	1.2.1		2.1.1 2.2.1 3.1.1 4.2.1	1.3.1 3.1.2 4.1.1	1.1.1 1.2.2 1.4.1	
F1						

Tabla 17 Matriz de Jerarquización de Riesgos a la Población (Po).

	CONSECUENCIAS					
FRECUENCIAS	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**
F6						
F5						
F4						
F3						
F2	1.2.1 2.1.1 2.2.1 3.1.1 3.1.2			1.1.1 1.2.2 1.3.1 1.4.1 4.1.1 4.2.1		
F1						

De los 11 escenarios de riesgo evaluados mediante What If, 8 (72.7%) recaen en la Zona de Riesgos Tolerables, 3 (27.3%) en la Zona de ALARP y ningún escenario en la zona de Riesgos No Tolerables.

III.2.5 Escenarios de Riesgo Identificados.

A continuación, se indica la relación de los escenarios de riesgo que fueron identificados en el Análisis HAZOP y What If, conforme a lo establecido en la Guía para la elaboración de los ARSH.

Cabe mencionar que, para una jerarquización más objetiva, se tomó la decisión de incluir un parámetro adicional, siendo este la Magnitud de Riesgo, empleando la formula simplificada del método William Fine, que se representa de la siguiente manera:

$$MR = FxC \quad \rightarrow \quad MR = F(C_{MA} + C_{Pr} + C_{Po} + C_{Pe})$$

Donde:

MR= Magnitud de Riesgo
F= Frecuencia
C= Consecuencias
C_{MA}= Consecuencias al medio ambiente
C_{Pr}= Consecuencias a las instalaciones
C_{Po}= Consecuencias a la población
C_{Pe}= Consecuencias al personal

Tabla 18 Escenarios de Riesgo Identificados en el HAZOP por receptor de riesgo.

Nodo	Descripción del escenario	Frec	Consecuencias				Región de Riesgo				MR	Instalación	Sustancia Involucrada
			MA	Pr	Po	Pe	MA	Pr	Po	Pe			
1	1.1.4 Rotura de Gasoducto de 36'' AC durante los trabajos de Hot Tap producto de las maniobras con maquinaria pesada.	3	5	4	3	3	B	B	C	C	45	Interconexión con Gasoducto de 36"	Gas Natural
2	2.9.1 Falla Abierta del control de Nivel (LV-001/002/003/004)	3	4	3	4	3	B	C	B	C	42	Tren de Filtración CG	Gas Natural
6	6.9.1 Falla Abierta del control de Nivel (LV-001/002/003/004)	3	4	3	4	3	B	C	B	C	42	Tren de Filtración CG	Gas Natural
10	10.7.2 Rotura del ducto de 12'' aguas arriba de la ERM.	3	5	3	2	4	B	C	C	B	42	Sistema de Filtración ERM T7	Gas Natural
10	10.9.1 Apertura en falso de la válvula de drenado del Filtro Coalescente.	3	4	3	2	4	B	C	C	B	39	Sistema de Filtración ERM T7	Gas Natural
11	11.9.1 No se identificaron causas.	3	4	3	2	4	B	C	C	B	39	Sistema de Regulación de la ERM T7	Gas Natural
2	2.6.1 Saturación del Filtro Coalescente	3	3	3	3	3	C	C	C	C	36	Tren de Filtración CG	Gas Natural

Nodo	Descripción del escenario	Frec	Consecuencias				Región de Riesgo				MR	Instalación	Sustancia Involucrada
			MA	Pr	Po	Pe	MA	Pr	Po	Pe			
6	6.6.1 Saturación del Filtro Coalescente	3	3	3	3	3	C	C	C	C	36	Tren de Filtración CG	Gas Natural
1	1.12.3 Materiales fuera de especificación	2	5	2	4	5	B	C	C	B	32	Interconexión con Gasoducto de 36"	Gas Natural
2	2.12.3 Materiales fuera de especificación	2	5	2	4	5	B	C	C	B	32	Tren de Filtración CG	Gas Natural
3	3.12.3 Materiales fuera de especificación	2	5	2	4	5	B	C	C	B	32	Tren de Control y Medición de Flujo	Gas Natural
4	4.12.3 Materiales fuera de especificación	2	5	2	4	5	B	C	C	B	32	Tren de Regulación de Gas Natural	Gas Natural
6	6.16.3 Materiales fuera de especificación	2	5	2	4	5	B	C	C	B	32	Tren de Filtración CG	Gas Natural
7	7.12.3 Materiales fuera de especificación	2	5	2	4	5	B	C	C	B	32	Tren de Control y Medición de Flujo	Gas Natural
8	8.12.3 Materiales fuera de especificación	2	5	2	4	5	B	C	C	B	32	Tren de Regulación de Gas Natural	Gas Natural
1	1.12.2 Fuga de gas natural en uniones bridadas	2	5	2	4	4	B	C	C	C	30	Interconexión con Gasoducto de 36"	Gas Natural
5	5.10.1 Durante un mantenimiento, se deja abierta cualquier válvula manual que va a sistema de drenaje abierto	2	5	4	4	2	B	C	C	C	30	Sistema de Condensados	Gas Natural
9	9.10.1 Durante un mantenimiento, se deja abierta cualquier válvula manual que va a sistema de drenaje abierto	2	5	4	4	2	B	C	C	C	30	Sistema de Condensados	Gas Natural
1	1.11.1 Falta de Mantenimiento	2	3	2	4	5	C	C	C	B	28	Interconexión con Gasoducto de 36"	Gas Natural

Nodo	Descripción del escenario	Frec	Consecuencias				Región de Riesgo				MR	Instalación	Sustancia Involucrada
			MA	Pr	Po	Pe	MA	Pr	Po	Pe			
2	2.11.1 Falta de Mantenimiento	2	3	2	4	5	C	C	C	B	28	Tren de Filtración CG	Gas Natural
3	3.11.1 Falta de Mantenimiento	2	3	2	4	5	C	C	C	B	28	Tren de Control y Medición de Flujo	Gas Natural
4	4.11.1 Falta de Mantenimiento	2	3	2	4	5	C	C	C	B	28	Tren de Regulación de Gas Natural	Gas Natural
6	6.11.1 Falta de Mantenimiento	2	3	2	4	5	C	C	C	B	28	Tren de Filtración CG	Gas Natural
7	7.11.1 Falta de Mantenimiento	2	3	2	4	5	C	C	C	B	28	Tren de Control y Medición de Flujo	Gas Natural
8	8.11.1 Falta de Mantenimiento	2	3	2	4	5	C	C	C	B	28	Tren de Regulación de Gas Natural	Gas Natural
10	10.1.3 Rotura de la tubería de entrada a la ERM	2	5	4	1	4	B	C	C	C	28	Sistema de Filtración ERM T7	Gas Natural
12	12.1.4 Rotura de la tubería de entrada a la ERM	2	5	4	1	4	B	C	C	C	28	ERM T5	Gas Natural
13	13.1.4 Rotura de la tubería de entrada a la ERM	2	5	4	1	4	B	C	C	C	28	ERM T4	Gas Natural
2	2.12.2 Fuga de gas natural en uniones bridadas	2	3	2	4	4	C	C	C	C	26	Tren de Filtración CG	Gas Natural
3	3.12.2 Fuga de gas natural en uniones bridadas	2	3	2	4	4	C	C	C	C	26	Tren de Control y Medición de Flujo	Gas Natural
4	4.12.2 Fuga de gas natural en uniones bridadas	2	3	2	4	4	C	C	C	C	26	Tren de Regulación de Gas Natural	Gas Natural
6	6.16.2 Fuga de gas natural en uniones bridadas	2	3	2	4	4	C	C	C	C	26	Tren de Filtración CG	Gas Natural
7	7.12.2 Fuga de gas natural en uniones bridadas	2	3	2	4	4	C	C	C	C	26	Tren de Control y Medición de Flujo	Gas Natural

Nodo	Descripción del escenario	Frec	Consecuencias				Región de Riesgo				MR	Instalación	Sustancia Involucrada
			MA	Pr	Po	Pe	MA	Pr	Po	Pe			
8	8.12.2 Fuga de gas natural en uniones bridadas	2	3	2	4	4	C	C	C	C	26	Tren de Regulación de Gas Natural	Gas Natural
1	1.12.1 Golpe externo	2	3	2	4	3	C	C	C	C	24	Interconexión con Gasoducto de 36"	Gas Natural
2	2.12.1 Golpe externo	2	3	2	4	3	C	C	C	C	24	Tren de Filtración CG	Gas Natural
3	3.12.1 Golpe externo	2	3	2	4	3	C	C	C	C	24	Tren de Control y Medición de Flujo	Gas Natural
4	4.12.1 Golpe externo	2	3	2	4	3	C	C	C	C	24	Tren de Regulación de Gas Natural	Gas Natural
6	6.16.1 Golpe externo	2	3	2	4	3	C	C	C	C	24	Tren de Filtración CG	Gas Natural
7	7.12.1 Golpe externo	2	3	2	4	3	C	C	C	C	24	Tren de Control y Medición de Flujo	Gas Natural
8	8.12.1 Golpe externo	2	3	2	4	3	C	C	C	C	24	Tren de Regulación de Gas Natural	Gas Natural
10	10.12.3 Materiales fuera de especificación	2	5	2	2	2	B	C	C	C	22	Sistema de Filtración ERM T7	Gas Natural
11	11.12.1 Golpe externo	2	5	2	2	2	B	C	C	C	22	Sistema de Regulación de la ERM T7	Gas Natural
11	11.12.3 Materiales fuera de especificación	2	5	2	2	2	B	C	C	C	22	Sistema de Regulación de la ERM T7	Gas Natural
12	12.12.1 Golpe externo	2	5	2	2	2	B	C	C	C	22	ERM T5	Gas Natural
12	12.12.3 Materiales fuera de especificación	2	5	2	2	2	B	C	C	C	22	ERM T5	Gas Natural
13	13.12.1 Golpe externo	2	5	2	2	2	B	C	C	C	22	ERM T4	Gas Natural
13	13.12.3 Materiales fuera de especificación	2	5	2	2	2	B	C	C	C	22	ERM T4	Gas Natural

Nodo	Descripción del escenario	Frec	Consecuencias				Región de Riesgo				MR	Instalación	Sustancia Involucrada
			MA	Pr	Po	Pe	MA	Pr	Po	Pe			
10	10.12.1 Golpe externo	2	3	2	2	2	C	C	C	C	18	Sistema de Filtración ERM T7	Gas Natural
10	10.12.2 Fuga de gas natural en uniones bridadas	2	3	2	2	2	C	C	C	C	18	Sistema de Filtración ERM T7	Gas Natural
11	11.12.2 Fuga de gas natural en uniones bridadas	2	3	2	2	2	C	C	C	C	18	Sistema de Regulación de la ERM T7	Gas Natural
12	12.12.2 Fuga de gas natural en uniones bridadas	2	3	2	2	2	C	C	C	C	18	ERM T5	Gas Natural
13	13.12.2 Fuga de gas natural en uniones bridadas	2	3	2	2	2	C	C	C	C	18	ERM T4	Gas Natural
1	1.1.3 Cierre de la Válvula XV por error humano	3	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	9	Interconexión con Gasoducto de 36"	Gas Natural
3	3.1.1 Cierre en falso de la válvula HV a la entrada del tren de control de flujo	3	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	9	Tren de Control y Medición de Flujo	Gas Natural
3	3.6.1 Cierre en falso de la válvula XV-002/003 por fallas en el lazo de control	3	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	9	Tren de Control y Medición de Flujo	Gas Natural
3	3.6.2 Cierre en falso de la válvula XV-004/005 por fallas en el lazo de control	3	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	9	Tren de Control y Medición de Flujo	Gas Natural
4	4.1.1 Cierre en falso de la válvula HV a la entrada del tren de regulación	3	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	9	Tren de Regulación de Gas Natural	Gas Natural
4	4.6.2 Cierre en falso de la válvula XV-006/007 por fallas en el lazo de control	3	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	9	Tren de Regulación de Gas Natural	Gas Natural
7	7.1.1 Cierre en falso de la válvula HV a la entrada del tren de control de flujo	3	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	9	Tren de Control y Medición de Flujo	Gas Natural
7	7.6.1 Cierre en falso de la válvula XV-002/003 por fallas en el lazo de control	3	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	9	Tren de Control y Medición de Flujo	Gas Natural

Nodo	Descripción del escenario	Frec	Consecuencias				Región de Riesgo				MR	Instalación	Sustancia Involucrada
			MA	Pr	Po	Pe	MA	Pr	Po	Pe			
7	7.6.2 Cierre en falso de la válvula XV-004/005 por fallas en el lazo de control	3	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	9	Tren de Control y Medición de Flujo	Gas Natural
8	8.1.1 Cierre en falso de la válvula HV a la entrada del tren de regulación	3	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	9	Tren de Regulación de Gas Natural	Gas Natural
8	8.6.2 Cierre en falso de la válvula XV-006/007 por fallas en el lazo de control	3	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	9	Tren de Regulación de Gas Natural	Gas Natural
10	10.6.2 Incremento en la presión entregada por el Sistema de Transporte	3	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	9	Sistema de Filtración ERM T7	Gas Natural
10	10.8.1 Aumento del nivel de condensados en el filtro.	3	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	9	Sistema de Filtración ERM T7	Gas Natural
11	11.8.1 No se identificaron causas.	3	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	9	Sistema de Regulación de la ERM T7	Gas Natural
12	12.1.1 Apertura del By Pass de la ERM.	3	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	9	ERM T5	Gas Natural
12	12.1.2 Sin alimentación de GN por gasoducto troncal	3	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	9	ERM T5	Gas Natural
12	12.1.3 Cierre en falso de la Válvula a la entrada de la ERM	3	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	9	ERM T5	Gas Natural
12	12.6.1 Cierre en falso de la válvula de bola (VB) a la salida de la ERM.	3	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	9	ERM T5	Gas Natural
12	12.6.2 Más presión proveniente del gasoducto troncal	3	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	9	ERM T5	Gas Natural
13	13.1.1 Apertura del By Pass de la ERM.	3	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	9	ERM T4	Gas Natural
13	13.1.2 Sin alimentación de GN por gasoducto troncal	3	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	9	ERM T4	Gas Natural
13	13.1.3 Cierre en falso de la Válvula a la entrada de la ERM	3	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	9	ERM T4	Gas Natural

Nodo	Descripción del escenario	Frec	Consecuencias				Región de Riesgo				MR	Instalación	Sustancia Involucrada
			MA	Pr	Po	Pe	MA	Pr	Po	Pe			
13	13.6.1 Cierre en falso de la válvula de bola (VB) a la salida de la ERM.	3	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	9	ERM T4	Gas Natural
13	13.6.2 Más presión proveniente del gasoducto troncal	3	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	9	ERM T4	Gas Natural
13	13.7.1 Taponamiento del Filtro Coalescente	3	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	9	ERM T4	Gas Natural
4	4.6.1 Aumento en la presión del gas natural a la salida del tren de regulación	2	0	4	0	0	N/A	C	N/A	N/A	8	Tren de Regulación de Gas Natural	Gas Natural
4	4.7.1 Falla de los reguladores de presión	2	0	4	0	0	N/A	C	N/A	N/A	8	Tren de Regulación de Gas Natural	Gas Natural
8	8.6.1 Aumento en la presión del gas natural a la salida del tren de regulación	2	0	4	0	0	N/A	C	N/A	N/A	8	Tren de Regulación de Gas Natural	Gas Natural
8	8.7.1 Falla de los reguladores de presión	2	0	4	0	0	N/A	C	N/A	N/A	8	Tren de Regulación de Gas Natural	Gas Natural
2	2.6.2 Cierre en falso de la válvula HV-001/002 a la entrada del Filtro Coalescente	3	0	2	0	0	N/A	C	N/A	N/A	6	Tren de Filtración CG	Gas Natural
2	2.6.3 Cierre en falso de la válvula HV-003/004 en la línea de salida del Filtro Coalescente	3	0	2	0	0	N/A	C	N/A	N/A	6	Tren de Filtración CG	Gas Natural
5	5.11.1 Golpe externo	2	3	0	0	0	C	N/A	N/A	N/A	6	Sistema de Condensados	Gas Natural
6	6.6.2 Cierre en falso de la válvula HV-001/002 a la entrada del Filtro Coalescente	3	0	2	0	0	N/A	C	N/A	N/A	6	Tren de Filtración CG	Gas Natural
6	6.6.3 Cierre en falso de la válvula HV-003/004 en la línea de salida del Filtro Coalescente	3	0	2	0	0	N/A	C	N/A	N/A	6	Tren de Filtración CG	Gas Natural
9	9.11.1 Golpe externo	2	3	0	0	0	C	N/A	N/A	N/A	6	Sistema de Condensados	Gas Natural

Nodo	Descripción del escenario	Frec	Consecuencias				Región de Riesgo				MR	Instalación	Sustancia Involucrada
			MA	Pr	Po	Pe	MA	Pr	Po	Pe			
10	10.11.1 Presencia de corrosión en las uniones de los dispositivos de medición y/o control o en el cuerpo de la tubería	2	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	6	Sistema de Filtración ERM T7	Gas Natural
10	10.6.1 Cierre en falso de la válvula de esfera a la salida del filtro.	2	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	6	Sistema de Filtración ERM T7	Gas Natural
11	11.11.1 Presencia de corrosión en las uniones de los dispositivos de medición y/o control o en el cuerpo de la tubería	2	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	6	Sistema de Regulación de la ERM T7	Gas Natural
11	11.6.1 Cierre de las válvulas XV a la salida del tren de medición.	2	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	6	Sistema de Regulación de la ERM T7	Gas Natural
11	11.7.2 Taponamiento en los filtros aguas arriba del patín de medición.	2	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	6	Sistema de Regulación de la ERM T7	Gas Natural
12	12.11.1 Presencia de corrosión en las uniones de los dispositivos de medición y/o control o en el cuerpo de la tubería	2	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	6	ERM T5	Gas Natural
13	13.11.1 Presencia de corrosión en las uniones de los dispositivos de medición y/o control o en el cuerpo de la tubería	2	0	3	0	0	N/A	C	N/A	N/A	6	ERM T4	Gas Natural
2	2.8.1 Falla al cierre del control de nivel (LV-001/002/003/004) por alto nivel de condensados.	2	0	2	0	0	N/A	C	N/A	N/A	4	Tren de Filtración CG	Gas Natural
5	5.11.2 Materiales fuera de especificación	2	2	0	0	0	C	N/A	N/A	N/A	4	Sistema de Condensados	Gas Natural

Nodo	Descripción del escenario	Frec	Consecuencias				Región de Riesgo				MR	Instalación	Sustancia Involucrada
			MA	Pr	Po	Pe	MA	Pr	Po	Pe			
6	6.8.1 Falla al cierre del control de nivel (LV-001/002/003/004) por alto nivel de condensados.	2	0	2	0	0	N/A	C	N/A	N/A	4	Tren de Filtración CG	Gas Natural
9	9.11.2 Materiales fuera de especificación	2	2	0	0	0	C	N/A	N/A	N/A	4	Sistema de Condensados	Gas Natural
10	6.1.1 Sin alimentación de GN por gasoducto troncal.	2	0	2	0	0	N/A	C	N/A	N/A	4	Sistema de Filtración ERM T7	Gas Natural
10	10.1.2 Cierre en falso de la Válvula a la entrada de la ERM.	2	0	2	0	0	N/A	C	N/A	N/A	4	Sistema de Filtración ERM T7	Gas Natural
10	10.7.1 Descontrol en la operación del gasoducto que alimenta a la ERM	2	0	2	0	0	N/A	C	N/A	N/A	4	Sistema de Filtración ERM T7	Gas Natural
11	11.7.1 Apertura del tren de medición en stand by.	2	0	2	0	0	N/A	C	N/A	N/A	4	Sistema de Regulación de la ERM T7	Gas Natural

Tabla 19 Escenarios de Riesgo Identificados en el What If, por receptor de riesgo.

Sist	Descripción del escenario	Frec					MR	Instalación	Sustancia Involucrada
			MA	Po	MA	Po			
1	1.1.- Golpe o daño mecánico por terceros, derivado de actividades de mantenimiento / excavación.	2	5	4	B	C	36	Tubería en operación	Gas Natural
1	1.2.- Toma clandestina	2	5	4	B	C	36	Tubería en operación	Gas Natural
1	1.4. Causas naturales (sismicidad o deslizamiento de tierras)	2	5	2	C	C	34	Tubería en operación	Gas Natural
1	4.2.- Golpes o daños mecánicos por terceros	2	3	4	C	C	30	Tubería en operación	Gas Natural
1	1.3. Falla de soldadura o material defectuoso (fuera de especificaciones)	2	4	4	C	C	28	Tubería en operación	Gas Natural
1	4.1.- Causas naturales (sismicidad o deslizamiento de tierras) de tierras)	2	4	4	C	C	28	Tubería en operación	Gas Natural
1	3.1.- Problemas de operación aguas arriba	2	4	1	C	C	20	Tubería en operación	Gas Natural

Sist	Descripción del escenario	Frec					MR	Instalación	Sustancia Involucrada
			MA	Po	MA	Po			
2	3.1.- Problemas de operación aguas arriba	2	4	1	C	C	20	Tubería en operación	Gas Natural
1	2.1.- Ambiente corrosivo	2	3	1	C	C	18	Tubería en operación	Gas Natural
1	2.2.- Deficiente aplicación del recubrimiento anticorrosivo	2	3	1	C	C	18	Tubería en operación	Gas Natural
1	3.1.- Problemas de operación aguas arriba	2	3	1	C	C	18	Tubería en operación	Gas Natural
1	1.2.- Toma clandestina	2	1	1	C	C	16	Tubería en operación	Gas Natural

Índice

IV. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS. 3
IV.1 CONSIDERACIONES PARA EL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS. 3
IV.2 ANÁLISIS DETALLADO DE FRECUENCIAS. 4
IV.2.1 Árbol de Fallos. 4
IV.3 ANÁLISIS DETALLADO DE CONSECUENCIAS. 5
IV.3.1 Relación de Escenarios y Consideraciones de Simulación. 6
IV.3.2 Representación de los resultados de la simulación de consecuencia. 15
IV.4 ANÁLISIS DE RIESGO. 16
IV.4.1 Análisis de Vulnerabilidad. 16
IV.4.2 Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo. 84

Índice de Tablas

Tabla 1 Relación de Escenarios de simulación. 7
Tabla 2 Parámetros a utilizar para la determinación de las zonas de riesgo. 10
Tabla 3 Resultados de los escenarios simulados. 10
Tabla 4 Efectos generados por radiación térmica. 13
Tabla 5 Efectos generados por ondas de sobrepresión. 14
Tabla 6 Interacciones de Riesgo. 16
Tabla 7 Interacciones de Riesgos y Descripción de los Posibles Receptores de Riesgo. 20
Tabla 8 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc1). 29
Tabla 9 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc2). 31
Tabla 10 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc3). 33
Tabla 11 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc4). 35
Tabla 12 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc5). 37
Tabla 13 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc6). 39
Tabla 14 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc7). 41
Tabla 15 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc8). 43
Tabla 16 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc9). 45
Tabla 17 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc10). 47
Tabla 18 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc11). 49
Tabla 19 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc12). 51
Tabla 20 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc13). 53
Tabla 21 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc14). 55
Tabla 22 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc15). 57
Tabla 23 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc16). 59
Tabla 24 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc17). 61
Tabla 25 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc18). 63
Tabla 26 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc19). 65

Tabla 27 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc20). 67
Tabla 28 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc21). 69
Tabla 29 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc22). 71
Tabla 30 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc23). 73
Tabla 31 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc24). 75
Tabla 32 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc25). 77
Tabla 33 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc26). 79
Tabla 34 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc27). 81
Tabla 35 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc28). 83

IV. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS.

IV.1 CONSIDERACIONES PARA EL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS.

De los 263 escenarios evaluados mediante HAZOP, se tienen los siguientes resultados:

56 escenarios (21.3%) generan Consecuencias para el Receptor de Riesgo Medio Ambiente (MA),

103 escenarios (39.2%) generan Consecuencias para el Receptor de Riesgo a las Instalaciones/Producción (Pr),

52 escenarios (19.8%) generan Consecuencias para el Receptor de Riesgo a la Población (Po),

52 escenarios (19.8%) generan Consecuencias para el Receptor de Riesgo al Personal (Pe).

De la totalidad de escenarios evaluados: 217 (82.5%) recaen en la Zona de Riesgo Tolerable "C"; 46 (17.5%) recaen en la Zona de ALARP "B", mientras que en la Zona de Riesgo No Tolerable no inciden escenarios de riesgo.

Como resultado de la realización del análisis de riesgo mediante What If en un sistema, se obtuvieron los siguiente:

- Receptor de Riesgo Medio Ambiente (MA): 11 escenarios (25%) identificados,
- Receptor de Riesgo Población (Po): 11 escenarios (25%) identificados.

De los 11 escenarios de riesgo evaluados mediante What If, 8 (72.7%) recaen en la Zona de Riesgos Tolerables, 3 (27.3%) en la Zona de ALARP y ningún escenario en la zona de Riesgos No Tolerables.

Debido a que ningún escenario se localiza en la región de Riesgo No Tolerable, no se requiere el Análisis Detallado de Frecuencias, de acuerdo con lo indicado en la Guía para la elaboración del ARSH; por lo que se procedió a realizar únicamente el apartado de Análisis de Consecuencias.

IV.2 ANÁLISIS DETALLADO DE FRECUENCIAS.

No se desarrolla conforme a lo descrito en el apartado anterior.

IV.2.1 Árbol de Fallos.

No se desarrolla conforme a lo descrito en el apartado anterior.

IV.3 ANÁLISIS DETALLADO DE CONSECUENCIAS.

Una vez desarrollado el Análisis Cualitativo de Riesgo donde se determinaron los escenarios de riesgo resultantes del HAZOP y What if, se realizó el análisis de consecuencias, conforme a lo especificado en el apartado 5.4.2.2 de la Guía para elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos de la ASEA.

De acuerdo a los resultados del análisis HAZOP y What if, no existe ningún escenario que se localice en la zona de riesgo "No Tolerable"; los escenarios identificados en la Zona de ALARP fueron los seleccionados para el Análisis de Consecuencias, en donde, con base a la experiencia del Grupo Multidisciplinario de Análisis de Riesgos, se determinó descartar los escenarios donde su frecuencia de ocurrencia era menor a 3; por lo que dentro del presente análisis se presentan los escenarios de la zona de ALARP con frecuencia de 3 o mayor, simulando para tal fin el Caso Más Probable (CMP), Peor Caso (PC) y Caso Alterno (CA), considerando además la experiencia técnica del equipo evaluador.

Una vez obtenido el listado de los escenarios de riesgo para la elaboración del análisis de consecuencias, estos fueron complementados de acuerdo con lo especificado en el apartado 5.4.2.2 de la Guía de la ASEA, por lo que a continuación, se mencionan las consideraciones generales para la simulación de los escenarios de riesgo:

- Se seleccionó la estabilidad F, considerando una temperatura promedio anual de 21°C y una humedad relativa de 40%, la cual es el promedio anual.
- Las condiciones ambientales son las más adversas para la dispersión del producto: velocidad del viento de 1.5 m/s y condición de estabilidad atmosférica de Pasquill F. Además, se considera que las condiciones ambientales y meteorológicas permanecen constantes, durante el tiempo del evento.
- El flujo volumétrico de cada escenario simulado es el producto de la capacidad de cada componente.
- La duración de la fuga se considera constante con el fin de estimar las peores consecuencias, sin embargo, para fines de determinar el inventario de descarga, se consideró un tiempo de 60 segundos, considerando que es el tiempo de accionamiento para el cierre de válvulas de corte
- El flujo y las condiciones de operación son las máximas estimadas conforme a los Diagramas de Flujo y operación del proyecto.
- Los diámetros equivalentes de fuga fueron considerados con base a la experiencia del Grupo Multidisciplinario de Análisis de Riesgos, tal y como se muestran a continuación:
  - Peor Caso (PC): Rotura al 100% del DN del ducto.
  - Caso Alterno (CA): Rotura al 20% del DN del ducto.
- La determinación de las Zonas de Amortiguamiento, Zona de Alto Riesgo y Zona de Alto Riesgo a por Daño a Equipos, considera lo siguiente respecto a la Guía de la ASEA.

	Zona de Alto Riesgo por daño a equipos	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Inflamabilidad (Radiación térmica)	Rango de 12.5 kW/m^2 a 37.5 kW/m^2	5.0 kW/m^2	1.4 kW/m^2
Explosividad (Sobrepresión)	Rango de 3 psi a 10 lb/in^2	1.0 psi (0.070 kg/cm2)	0.5 psi (0.035 kg/cm2)

IV.3.1 Relación de Escenarios y Consideraciones de Simulación.

A continuación, se indica la relación de escenarios a simular, además de los datos empleados para la determinación del inventario y la tasa de descarga utilizados:

Tabla 1 Relación de Escenarios de simulación.

No.	Clave de Escenario	Descripción del escenario	RR[1]	DEF[1]	Presión (kg/cm^2)	Temp. (°C)	Flujo (MMSCFD)	Duración de Fuga	Tasa de Descarga (kg/s)	Tipo de Esc.
1	PHA-Esc1-CA-CG-Corralillos	En condiciones normales de operación Falla Abierta de la válvula de Purgado del Filtro Coalescente de la City Gate Corralillos y queda gas con escape directo hacia el exterior.	B	1''	63.28	25	10	120 s	3.63	CA
2	PHA-Esc2-CMP-CG-Corralilos	Fuga de 0.75"ø en el ducto de entrada a la City Gate Corralillos debido a la presencia de corrosión o desgaste de material (materiales fuera de especificación), con posible incendio y/o explosión en caso de encontrar una fuente de ignición	B	0.75''	63.28	25	10	120 s	2.04	CMP
3	PHA-Esc3-PC-Dcto-36''	Rotura del 100% del diámetro del gasoducto de 36" ø debido a golpe o daño mecánico por tercero	B	36''	63.28	25	10	60 s	4 704.16	PC
4	PHA-Esc4-CA-Dcto-36''	Rotura del 20% del diámetro del gasoducto de 36" ø debido a golpe o daño mecánico por tercero	B	7.2''	63.28	25	10	60 s	188.17	CA
5	PHA-Esc5-CA-CG-SJDL	En condiciones normales de operación Falla Abierta de la válvula de Purgado del Filtro Coalescente de la City Gate San Juan de los Lagos y queda gas con escape directo hacia el exterior.	B	1''	75.48	25	6	120 s	4.33	CA
6	PHA-Esc6-CMP-CG-SJDL	Fuga de 0.75"ø en el ducto de entrada a la City Gate San Juan de los Lagos debido a la presencia de corrosión o desgaste de material (materiales fuera de especificación), con posible incendio y/o explosión en caso de encontrar una fuente de ignición	B	0.75''	75.48	25	6	120 s	2.44	CMP
7	PHA-Esc7-CA-ERM-Tipo7	En condiciones normales de operación Falla Abierta de la válvula de 1'' instalada en el filtro coalescente de la ERM y queda gas con paso directo al tanque de condensados, el cual es atmosférico por lo que se escapa el gas natural	B	1"	21	25	1.413	120 s	1.20	CA
8	PHA-Esc8-PC-ERM-Tipo7	Rotura diametral al 100% de la tubería de 4'' AC que alimenta a la ERM Tipo 7 producto de actos vandálicos.	B	4''	21	25	1.413	60 s	19.27	PC

[1] **RR=** Clasificación de Riesgo; **DEF=** diámetro Equivalente de Fuga0.43

No.	Clave de Escenario	Descripción del escenario	RR[1]	DEF[1]	Presión (kg/cm^2)	Temp. (°C)	Flujo (MMSCFD)	Duración de Fuga	Tasa de Descarga (kg/s)	Tipo de Esc.
9	PHA-Esc9-CA-ERM-Tipo7	Rotura diametral al 20% de la tubería de 4'' AC que alimenta a la ERM Tipo7 producto de actos vandálicos.	B	0.8''	21	25	1.413	60 s	0.77	CA
10	PHA-Esc10-CMP-ERM-Tipo7	Fuga de 0.75"ø en el ducto de entrada a la ERM debido a la presencia de corrosión o desgaste de material (materiales fuera de especificación), con posible incendio y/o explosión en caso de encontrar una fuente de ignición	B	0.75''	21	25	1.413	120 s	0.68	CMP
11	PHA-Esc11-PC-ERM-Tipo5	Rotura diametral al 100% de la tubería de 3'' AC que alimenta a la ERM Tipo 5 producto de actos vandálicos.	B	3''	21	25	0.636	60 s	10.84	PC
12	PHA-Esc12-CA-ERM-Tipo5	Rotura diametral al 20% de la tubería de 3'' AC que alimenta a la ERM Tipo 5 producto de actos vandálicos.	B	0.6''	21	25	0.636	60 s	0.43	CA
13	PHA-Esc13-CMP-ERM-Tipo5	Fuga de 0.75"ø en el ducto de entrada a la ERM Tipo 3 debido a la presencia de corrosión o desgaste de material (materiales fuera de especificación), con posible incendio y/o explosión en caso de encontrar una fuente de ignición	B	0.75''	21	25	0.636	120 s	0.68	CMP
14	PHA-Esc14-PC-ERM-Tipo4	Rotura diametral al 100% de la tubería de 2'' AC que alimenta a la ERM Tipo 4 producto de actos vandálicos.	B	2''	21	25	0.254	60 s	4.82	PC
15	PHA-Esc15-CA-ERM-Tipo4	Rotura diametral al 20% de la tubería de 2'' AC que alimenta a la ERM Tipo 4 producto de actos vandálicos.	B	0.4''	21	25	0.254	60 s	0.19	CA
16	PHA-Esc16-CMP-ERM-Tipo4	Fuga de 0.75"ø en el ducto de entrada a la ERM Tipo 4 debido a la presencia de corrosión o desgaste de material (materiales fuera de especificación), con posible incendio y/o explosión en caso de encontrar una fuente de ignición	B	0.75''	21	25	0.254	120 s	0.68	CMP
17	PHA-Esc17-PC-Dcto-12''AC	Rotura del 100% del diámetro del gasoducto de 12"ø AC debido a golpe o daño mecánico por tercero	B	2.4''	21	25	13.5	60 s	173.46	PC
18	PHA-Esc18-CA-Dcto-12''AC	Rotura del 20% del diámetro del gasoducto de 12"ø AC debido a golpe o daño mecánico por tercero	B	2''	21	25	13.5	60 s	6.94	CA

No.	Clave de Escenario	Descripción del escenario	RR[1]	DEF[1]	Presión (kg/cm^2)	Temp. (°C)	Flujo (MMSCFD)	Duración de Fuga	Tasa de Descarga (kg/s)	Tipo de Esc.
19	PHA-Esc19-PC-Dcto-10''AC	Rotura del 100% del diámetro del gasoducto de 10"ø AC debido a golpe o daño mecánico por tercero	B	10''	21	25	Variable	60 s	120.46	PC
20	PHA-Esc20-CA-Dcto-10''AC	Rotura del 20% del diámetro del gasoducto de 10"ø AC debido a golpe o daño mecánico por tercero	B	2''	21	25	Variable	60 s	4.82	CA
21	PHA-Esc21-PC-Dcto-6''AC	Rotura del 100% del diámetro del gasoducto de 6"ø AC debido a golpe o daño mecánico por tercero	B	6''	21	25	Variable	60 s	43.36	PC
22	PHA-Esc22-CA-Dcto-6''AC	Rotura del 20% del diámetro del gasoducto de 6"ø AC debido a golpe o daño mecánico por tercero	B	1.2''	21	25	Variable	60 s	1.73	CA
23	PHA-Esc23-PC-Dcto-4''AC	Rotura del 100% del diámetro del gasoducto de 4"ø AC debido a golpe o daño mecánico por tercero	B	4''	21	25	Variable	60 s	19.27	PC
24	PHA-Esc24-CA-Dcto-4''AC	Rotura del 20% del diámetro del gasoducto de 4"ø AC debido a golpe o daño mecánico por tercero	B	0.8''	21	25	Variable	60 s	0.77	CA
25	PHA-Esc25-PC-Dcto-3''AC	Rotura del 100% del diámetro del gasoducto de 3"ø AC debido a golpe o daño mecánico por tercero	B	3''	21	25	Variable	60 s	10.84	PC
26	PHA-Esc26-CA-Dcto-3''AC	Rotura del 20% del diámetro del gasoducto de 3"ø AC debido a golpe o daño mecánico por tercero	B	0.6''	21	25	Variable	60 s	0.43	CA
27	PHA-Esc27-CA-Dcto-2''AC	Rotura del 100% del diámetro del gasoducto de 2"ø AC debido a golpe o daño mecánico por tercero	B	2''	21	25	Variable	60 s	4.82	PC
28	PHA-Esc28-CA-Dcto-2''AC	Rotura del 20% del diámetro del gasoducto de 2"ø AC debido a golpe o daño mecánico por tercero	B	0.4''	21	25	Variable	60 s	0.19	CA

Ver Caracterización de Escenarios en el **Anexo 10**.

Los criterios para la determinación de las áreas de riesgo (Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos (ZARDE), Zona de Alto Riesgo (ZAR) y Zona de Amortiguamiento (ZA)), fueron los que establece la Guía para elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos en su apartado 5.4.2.2 (Tabla 31), mismos que se indican a continuación:

Tabla 2 Parámetros a utilizar para la determinación de las zonas de riesgo.

	Zona de Alto Riesgo por daño a equipos	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Inflamabilidad (Radiación térmica)	Rango de 12.5 kW/m^2 a 37.5 kW/m^2	5.0 kW/m^2	1.4 kW/m^2
Explosividad (Sobrepresión)	Rango de 3 psi a 10 lb/in^2	1.0 psi (0.070 kg/cm2)	0.5 psi (0.035 kg/cm2)

Los resultados obtenidos de acuerdo con el análisis de consecuencias de los escenarios de riesgo seleccionados por el grupo multidisciplinario a diferentes niveles (radiación térmica y sobrepresión) se describen a continuación.

Tabla 3 Resultados de los escenarios simulados.

Clave de Escenario	Radiación Térmica				Sobrepresión			
	ZARDE (37.5 kW/m^2)	ZARDE (12.5 kW/m^2)	ZAR (5.0 kW/m^2)	ZA (1.4 kW/m^2)	ZARDE 10 psi	ZARDE 3 psi	ZAR 1 psi	ZA 0.5 psi
PHA-Esc1-CA-CG-Corralillos	9.84	19.35	30.28	55.94	29.89	61.00	139.25	236.70
PHA-Esc2-CMP-CG-Corralilos	7.13	14.65	22.97	42.47	24.67	50.34	114.91	195.33
PHA-Esc3-PC-Dcto-36''	300.45	600.08	936.42	1 727.54	258.66	527.87	1 204.97	2 048.26
PHA-Esc4-CA-Dcto-36''	64.90	128.80	200.82	370.32	88.46	180.53	412.10	700.50
PHA-Esc5-CA-CG-SJDL	10.86	21.25	33.07	60.94	31.70	64.70	147.68	251.03
PHA-Esc6-CMP-CG-SJDL	8.06	15.99	25.02	46.22	26.18	53.44	121.98	207.35
PHA-Esc7-CA-ERM-Tipo7	5.72	11.06	17.64	32.88	13.92	28.41	64.85	110.24
PHA-Esc8-PC-ERM-Tipo7	21.60	42.55	67.02	124.21	41.39	84.46	192.80	327.73
PHA-Esc9-CA-ERM-Tipo7	5.13	9.15	14.38	26.63	14.15	28.88	65.91	112.04
PHA-Esc10-CMP-ERM-Tipo7	4.66	8.32	13.35	24.94	17.10	34.90	79.68	135.44
PHA-Esc11-PC-ERM-Tipo5	16.12	32.08	50.75	94.24	34.16	69.72	159.16	270.54
PHA-Esc12-CA-ERM-Tipo5	3.72	6.66	10.74	20.12	11.65	23.78	54.28	92.27

Clave de Escenario	Radiación Térmica				Sobrepresión			
	ZARDE (37.5 kW/m²)	ZARDE (12.5 kW/m²)	ZAR (5.0 kW/m²)	ZA (1.4 kW/m²)	ZARDE 10 psi	ZARDE 3 psi	ZAR 1 psi	ZA 0.5 psi
PHA-Esc13-CMP-ERM-Tipo5	4.66	8.32	13.35	24.94	17.10	34.90	79.68	135.44
PHA-Esc14-PC-ERM-Tipo4	10.86	21.70	34.39	63.91	26.08	53.22	121.48	206.49
PHA-Esc15-CA-ERM-Tipo4	2.52	4.39	7.21	13.61	8.87	18.11	41.34	70.28
PHA-Esc16-CMP-ERM-Tipo4	4.66	8.32	13.35	24.94	17.10	34.90	79.68	135.44
PHA-Esc17-PC-Dcto-12"AC	60.75	121.42	191.58	355.32	86.09	175.70	401.07	681.75
PHA-Esc18-CA-Dcto-12"AC	13.18	26.13	41.12	76.19	29.45	60.09	137.17	233.17
PHA-Esc19-PC-Dcto-10"AC	52.12	102.03	160.93	298.45	76.24	155.59	355.17	603.72
PHA-Esc20-CA-Dcto-10"AC	10.80	21.95	34.55	63.99	26.08	53.22	121.48	206.49
PHA-Esc21-PC-Dcto-6"AC	31.90	62.66	98.76	183.07	54.23	110.68	252.65	429.46
PHA-Esc22-CA-Dcto-6"AC	7.06	13.48	21.20	39.25	18.53	37.82	86.33	146.75
PHA-Esc23-PC-Dcto-4"AC	21.60	42.55	67.02	124.21	41.39	84.46	192.80	327.73
PHA-Esc24-CA-Dcto-4"AC	5.13	9.15	14.38	26.63	14.15	28.88	65.91	112.04
PHA-Esc25-PC-Dcto-3"AC	16.12	32.33	50.90	94.32	34.16	69.72	159.16	270.54
PHA-Esc26-CA-Dcto-3"AC	3.72	6.95	10.93	20.22	11.65	23.78	54.28	92.27
PHA-Esc27-CA-Dcto-2"AC	10.86	21.95	34.55	63.99	26.08	53.22	121.48	206.49
PHA-Esc28-CA-Dcto-2"AC	2.52	4.72	7.41	13.72	8.87	18.11	41.34	70.28

Las Hojas de Resultados de la Simulación de los Escenarios de Riesgo se incluyen en el **Anexo 11**.

Modelación de Explosiones (Sobrepresión).

Para realizar las simulaciones de los efectos por sobrepresiones en los escenarios definidos para el presente estudio se utilizó el modelo SCRI Fuego en la versión 2.1, el cual es un conjunto de herramientas, para simular en computadora; emisiones de contaminantes, fugas y derrames de productos tóxicos y daños por nubes explosivas, para estimar escenarios de afectación de emisiones continuas o instantáneas, bajo diversas condiciones meteorológicas, para estudios de riesgo e impacto ambiental,

diseño de plantas e instalaciones industriales y apoyar en la capacitación y entrenamiento de personal, en el manejo de situaciones de emergencia.

Si partimos de la premisa que una explosión se caracteriza por la liberación repentina de energía que produce un área momentánea de alta presión en el medio ambiente, entonces la emisión de energía y la disipación de la energía hacia el medio ambiente debe ocurrir muy rápido a fin de que el evento sea clasificado como explosión.

El efecto de una explosión se debe a la disipación de la energía liberada y una gran parte de la energía liberada se transforma en un incremento de presión en la atmósfera (sobrepresión explosiva).

Modelación de Incendio.

Este modelo calcula y proporciona los radios de la zona en donde el fuego provoca quemaduras a personas sin protección, dichos radios están dados en dos escalas que determinan quemaduras letales para el radio que delimita los 9.5 kW/m^2 y quemaduras de segundo grado para el radio que marca los 5 kW/m^2 de radiación. El modelo trabaja con los siguientes parámetros de la sustancia simulada:

- Peso molecular,
- Gravedad específica,
- Temperatura,
- Área del incendio.

El modelo asume que la velocidad del viento es insuficiente, como para mantener un área circular de fuego y que las personas expuestas no están protegidas completamente contra los efectos de la radiación térmica por el uso de cualquier ropa.

Límites para definición de las áreas de riesgo y amortiguamiento.

Para poder definir los límites con los que se establecen los escenarios y las zonas de seguridad en el entorno de estos, se utilizan los criterios dados por la Agencia de Seguridad Energía y Medio Ambiente (ASEA).

Para el caso de la radiación térmica y las sobrepresiones se cuenta con los siguientes valores definidos por la ASEA.

Inflamabilidad (radiación térmica).

- Zona de alto riesgo por daño a equipos: 37 kW/m^2 (kilowatt por metro cuadrado) a 12.5 kW/m^2,
- Zona de alto riesgo: 5 kW/m^2,
- Zona de bajo riesgo (amortiguamiento): 1.4 kW/m^2.

Explosividad (sobrepresión).

- Zona de alto riesgo por daño a equipos: 10 psi (Libras por pulgada cuadrada) a 3 psi,
- Zona de alto riesgo: 1 psi,
- Zona de bajo riesgo (amortiguamiento): 0.5 psi.

Una evaluación del riesgo sólo queda completa si se conocen las consecuencias de un accidente por muy eventual que sea. Por este motivo, la última etapa de una evaluación de riesgo consiste en analizar las consecuencias de un accidente potencial importante en las instalaciones y su efecto en el medio ambiente.

El análisis de consecuencias busca determinar la magnitud de las consecuencias de un incidente peligroso, esto es, un acontecimiento que por lo general ocurre sin advertencia, durante un periodo corto y con efectos potencialmente serios en personas y propiedades.

En la práctica, el análisis de consecuencias atiende los siguientes factores:

- Término de la fuente,
- Dispersión,
- Efecto.

Factores de mitigación.

Término de la fuente. Es la evaluación de las características de la liberación peligrosa inicial, y es la base sobre la cual se construye el resto de la secuencia del análisis.

Dispersión. Los modelos de dispersión se aplican a escenarios de liberaciones al aire y se clasifican en términos de la diferencia en densidad entre el material liberado y la atmósfera.

Fuego y explosión. Se hace énfasis en peligros provenientes de liberaciones que causan radiación térmica e impactos de presión para poder estimar los efectos de éstos en personas y materiales.

Factores de mitigación. Estos modelos analizan datos para sistemas de aislamiento, barreras, procedimientos de evacuación y acciones evasivas durante accidentes.

Los efectos de los incendios sobre las personas son quemaduras de piel por exposición a las radiaciones térmicas. La gravedad de las quemaduras depende de la intensidad del calor y del tiempo de exposición.

La radiación térmica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la fuente. En general, la piel resiste una energía térmica de 10 kW/m^2 durante aproximadamente 5 segundos y de 30 kW/m^2 durante sólo 0.4 segundos antes de que sienta dolor.

Para evaluar los efectos en un incendio, se tomarán como base los datos indicados en la siguiente tabla:

Tabla 4 Efectos generados por radiación térmica.

(kW/m^2)	Daño a equipos / materiales	Daño a personas
400	Máxima radiación tolerable por una pared de ladrillos.	-
200	Debilitamiento del hormigón armado.	-
60	Máxima radiación tolerable por el cemento.	-
40	Máximo tolerable por el acero estructural y el hormigón prensado. Destrucción de equipos y tanques.	-
37.5	Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras.	100% de mortalidad en 1 minuto.

(kW/m^2)	Daño a equipos / materiales	Daño a personas
25	El acero delgado, aislado, puede perder su integridad mecánica. Energía mínima para encender madera, por la larga exposición, sin llama.	1% de mortalidad en 1 minuto. Lesiones significativas en 10 segundos.
12.5	Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos. Daños severos a equipos de instrumentación.	ZONA DE INTERVENCIÓN: máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado (ejemplo bomberos). Es más que conveniente, de todos modos, refrigerar a la persona expuesta a esta dosis. Sin trajes especiales, 1% de mortalidad en 1 minuto, quemaduras de 1er grado en 10 segundos.
11.7	El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica.	-
9.5		Umbral de dolor alcanzado después de 8 segundos, quemaduras de segundo grado después de 20 segundos.
8	-	Umbral de letalidad (1% de afectación) por incendio, para un tiempo de exposición de 1 minuto. Asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.
4	-	ZONA DE ALERTA: suficiente para causar dolor si la exposición es mayor a 20 segundos. Quemadura de 1er grado. Improbable formación de ampollas.
1.5	-	Máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado.
1.39	-	No causará incomodidad en exposiciones prolongadas.

Formación de ondas de sobrepresión.

Los efectos producidos por una explosión se generan a través de una serie de ondas expansivas, 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 diámetros mayores. La tabla siguiente muestra la relación entre la sobrepresión y el tipo de daño asociado.

Tabla 5 Efectos generados por ondas de sobrepresión.

Sobrepresión (psi)	Daño esperado
0.03	Ruptura ocasional de ventanas de vidrio grandes que ya se encuentren bajo tensión.
0.04	Ruido elevado (143 dB); fallas en vidrio debido al "boom" sónico.
0.10	Ruptura de ventanas pequeñas bajo tensión.
0.15	Presión típica para fallas en vidrio.
0.30	Cierto daño en techos de casas, 10% de rupturas en vidrios de ventana.
0.40	Daño estructural menor limitado.

Sobrepresión (psi)	Daño esperado
0.50 - 1.0	Normalmente ventanas despedazadas, algo de daño en los marcos de estas.
0.7	Daño menor a estructuras de casas.
1.0	Demolición parcial de casas, estas se vuelven inhabitables.
1.0 – 2.0	Paneles de metal corrugado que fallan y se doblan. Implosión de paneles de madera para construcción.
1.0 – 8.0	Rango de lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles.
1.3	Ligera distorsión en marco de metal de edificios recubiertos.
2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
2.0 – 3.0	Destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado.
2.3	Límite inferior de daño estructural serio.
2.4 - 12.2	Rango de 1 a 90% de rotura de tímpanos entre las personas expuestas.
2.5	Destrucción del 50% del enladrillado casero.
3.0	Edificios con estructura de acero distorsionados y arrancados en sus cimientos.
3.0 – 4.0	Edificios de panel de acero sin estructura arruinados.
4.0	Ruptura en recubrimiento de edificios industriales ligeros.
5.0	Postes de madera arrancados.
5.0 – 7.0	Destrucción casi completa de casas.
7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga.
7.0 – 8.0	Falla en muros de ladrillo de 8 a 12" de espesor sin refuerzo debido a la flexión o desgarre.
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.
14.5 - 29.0	Rango de 1 ha 99% de fatalidades entre las personas expuestas debido a los efectos directos del estallido.
300	Formación de cráter.

Baker, W.E; Explosion Hazards and Evaluation
Lees, F.P.; Prevención de Pérdidas en Industrias de Procesos, Vol. 1, Butterworths, London & Boston, 1980.

IV.3.2 Representación de los resultados de la simulación de consecuencia.

La representación de los radios de afectación se incluye en el **Anexo 12**.

IV.4 ANÁLISIS DE RIESGO.

IV.4.1 Análisis de Vulnerabilidad.

Para cada escenario de riesgo simulado se realiza un análisis y evaluación de posibles interacciones, en el probable caso de que estos se lleguen a presentar, considerando las áreas de interés, instalaciones, población, personal, ductos, cruzamientos, que se encuentren dentro de las Zonas de Alto Riesgo (ZAR y ZARDE) y Zona de Amortiguamiento, donde se consideró la probabilidad de ocurrencia de un efecto domino, se describe detalladamente las posibles afectaciones a los receptores de riesgo. (Personas, población, medio ambiente, instalaciones, etc.).

De igual manera se mencionan las medidas preventivas que son consideradas para evitar el evento o minimizar la probabilidad de que ocurra, donde se justifica la compatibilidad del proyecto con el entorno.

La evaluación de los riesgos a través de los escenarios más probables junto a la simulación de los eventos máximos definidos con el software SCRI, permite determinar las áreas potencialmente vulnerables, de tal manera que se generen recomendaciones para evitar la ocurrencia del evento o contar con la protección adecuada en caso de que este ocurra.

Cabe hacer mención, que el gas natural no representa un riesgo significativo de contaminación para los cuerpos de agua como son lagunas, arroyos, ríos, etc.

A continuación, se realiza la descripción de los efectos que se tendrán sobre los equipos existentes en el proyecto, así como al medio ambiente y la población en general, así como los sistemas de seguridad y medidas para reducir la probabilidad de ocurrencia y/o consecuencia.

Tabla 6 Interacciones de Riesgo.

Escenario	Instalación	Zonas de interés	Distancia respecto al ducto o instalación	Zonas de riesgo que inciden con la Zona de Interés	
				Radiación	Sobre-presión
PHA-Esc1-CA-CG-Corralillos	Válvula de Purgado en filtro de la City Gate	Vegetación Natural	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
		Ducto de 36" AC empresa Fermaca	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
PHA-Esc2-CMP-CG-Corralilos	Ducto de entrada a City Gate Corralillos	Vegetación Natural	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
		Ducto de 36" AC empresa Fermaca	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
PHA-Esc3-PC-Dcto-36''	Gasoducto de 36" en Acero al Carbón Rotura al 100%	Vegetación Natural	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA

Escenario	Instalación	Zonas de interés	Distancia respecto al ducto o instalación	Zonas de riesgo que inciden con la Zona de Interés	
				Radiación	Sobre-presión
		City Gate Corralillos	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
PHA-Esc4-CA-Dcto-36''	Gasoducto de 36" en Acero al Carbón Rotura al 20%	Vegetación Natural	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
		City Gate Corralillos	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
PHA-Esc5-CA-CG-SJDL	Válvula de Purgado en filtro en Gasoducto de entrada a City Gate	Vegetación Natural	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
		Ducto de 12" AC empresa Gasoducto del Bajío	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
PHA-Esc6-CMP-CG-SJDL	Ducto de entrada a City Gate Corralillos	Vegetación Natural	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
		Ducto de 12" AC empresa Gasoducto del Bajío	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
PHA-Esc7-CA-ERM-Tipo7	ERM tipo 7	Vegetación Natural	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
PHA-Esc8-PC-ERM-Tipo7	ERM tipo 7	Vegetación Natural	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
		Incubadora de Huevos	157 m a 317 m	--	ZAR ZA
		Universidad	124 m a 279 m	--	ZAR ZA
PHA-Esc9-CA-ERM-Tipo7	ERM tipo 7	Vegetación Natural	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
PHA-Esc10-CMP-ERM-Tipo7	ERM tipo 7	Vegetación Natural	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
PHA-Esc11-PC-ERM-Tipo5	ERM tipo 5	Fábrica de Tapas metálicas	36 m a 137 m	ZAR ZA	ZARDE ZAR
		Pasteurizadora de leche	80 m a 233 m	--	ZAR ZA
		Estación de servicio Gas L.P.	95 m a 140 m	--	ZAR ZA
PHA-Esc12-CA-ERM-	ERM tipo 5	Fábrica de Tapas metálicas	36 m a 137 m	--	ZAR ZA

Escenario	Instalación	Zonas de interés	Distancia respecto al ducto o instalación	Zonas de riesgo que inciden con la Zona de Interés	
				Radiación	Sobre-presión
Tipo5		Pasteurizadora de leche	80 m a 233 m	--	ZAR ZA
		Estación de servicio Gas L.P.	95 m a 140 m	--	ZA
PHA-Esc13-CMP-ERM-Tipo5	ERM tipo 5	Fábrica de Tapas metálicas	36 m a 137 m	--	ZAR ZA
		Pasteurizadora de leche	80 m a 233 m	--	ZAR ZA
		Estación de servicio Gas L.P.	95 m a 140 m	--	ZA
PHA-Esc14-PC-ERM-Tipo4	ERM tipo 4	Vegetación Natural	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
		Fábrica de fertilizantes	106 m a 200 m	--	ZA
PHA-Esc15-CA-ERM-Tipo4	ERM tipo 4	Vegetación Natural	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
PHA-Esc16-CMP-ERM-Tipo4	ERM tipo 4	Vegetación Natural	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
		Fábrica de fertilizantes	106 m a 200 m	--	ZA
PHA-Esc17-PC-Dcto-12"AC	Gasoducto de Acero al Carbón de 12"	Vegetación Natural	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
PHA-Esc18-CA-Dcto-12"AC	Gasoducto de Acero al Carbón de 12"	Vegetación Natural	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
PHA-Esc19-PC-Dcto-10"AC	Gasoducto de Acero al Carbón de 10"	Vegetación Natural	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
PHA-Esc20-CA-Dcto-10"AC	Gasoducto de Acero al Carbón de 10"	Vegetación Natural	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
PHA-Esc21-PC-Dcto-6"AC	Gasoducto de Acero al Carbón de 6"	Vegetación Natural	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
PHA-Esc22-CA-Dcto-6"AC	Gasoducto de Acero al Carbón de 6"	Vegetación Natural	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
PHA-Esc23-PC-Dcto-4"AC	Gasoducto de Acero al Carbón de 4"	Vegetación Natural	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA

Escenario	Instalación	Zonas de interés	Distancia respecto al ducto o instalación	Zonas de riesgo que inciden con la Zona de Interés	
				Radiación	Sobre-presión
PHA-Esc24-CA-Dcto-4"AC	Gasoducto de Acero al Carbón de 4"	Vegetación Natural	Contiguo	ZARDE ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
PHA-Esc25-PC-Dcto-3"AC	Gasoducto de Acero al Carbón de 3"	Empaque de huevos	102 m a 272 m	ZA	ZAR ZA
		Procesadora de alimentos	151 m a 272 m	--	ZA
		Tienda de Materiales para construcción	224 m a 269 m	--	ZA
		Vegetación Natural	60 m	ZA	ZAR ZA
PHA-Esc26-CA-Dcto-3"AC	Gasoducto de Acero al Carbón de 3"	Vegetación Natural	60 m	--	ZA
PHA-Esc27-CA-Dcto-2"AC	Gasoducto de Acero al Carbón de 2"	Empaque de huevos	79 m a 200 m	--	ZA
		Procesadora de alimentos	51 m a 200 m	ZA	ZAR ZA
		Tienda de Materiales para construcción	113 m a 187 m	--	ZA
		Vegetación Natural	30 m	ZAR ZA	ZARDE ZAR ZA
PHA-Esc28-CA-Dcto-2"AC	Gasoducto de Acero al Carbón de 2"	Procesadora de alimentos	51 m a 200 m	--	ZA
		Vegetación Natural	30 m	--	ZAR ZA

Tabla 7 Interacciones de Riesgos y Descripción de los Posibles Receptores de Riesgo.

Clave del Escenario	Equipo/Sitio de la planta	Sustancia Peligrosa Involucrada	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o instalaciones presentes en el radio de afectación	Distancia de los equipos o instalaciones al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
PHA-Esc1-CA-CG-Corralillos	Válvula de Purgado en de la City Gate	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	19.31	Vegetación Natural	Contiguo	Indicador de presión diferencial en el cuerpo del filtro. Transmisor de Presión en el cabezal de entrada a los filtros coalescentes. Sistema NOVO. SCADA.	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias. Supervisión diaria del sistema de filtración con bitácora para registro de los parámetros normales de operación (presión y temperatura, principalmente).
						Ducto de 36" AC empresa Fermaca	Contiguo		
				Sobrepresión	61	Vegetación Natural	Contiguo		
						Ducto de 36" AC empresa Fermaca	Contiguo		
			Alto riesgo	Radiación	30.28	Vegetación Natural	Contiguo		
						Ducto de 36" AC empresa Fermaca	Contiguo		
				Sobrepresión	139.25	Vegetación Natural	Contiguo		
						Ducto de 36" AC empresa Fermaca	Contiguo		
PHA-Esc2-CMP-CG-Corralillos	Ruptura de 0.75" rnl Ducto de entrada a City Gate Corralillos	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	14.65	Vegetación Natural	Contiguo	Indicador de presión en la tubería de entrada a los filtros. Sistema NOVO. SCADA Activación del Plan Integral de Seguridad.	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias.
						Ducto de 36" AC empresa Fermaca	Contiguo		
				Sobrepresión	50.34	Vegetación Natural	Contiguo		
						Ducto de 36" AC empresa Fermaca	Contiguo		
			Alto riesgo	Radiación	22.97	Vegetación Natural	Contiguo		
						Ducto de 36" AC empresa Fermaca	Contiguo		
				Sobrepresión	114.91	Vegetación Natural	Contiguo		
						Ducto de 36" AC empresa Fermaca	Contiguo		
PHA-Esc3-PC-Dcto-36''	Gasoducto de 36" en Acero al Carbón Rotura al 100%	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	600.08	Vegetación Natural	Contiguo	Indicador de presión en la tubería de entrada a los filtros. Sistema NOVO. SCADA	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y registros de
						City Gate Corralillos	Contiguo		
				Sobrepresión	527.87	Vegetación Natural	Contiguo		
						City Gate Corralillos	Contiguo		
			Alto	Radiación	936.42	Vegetación	Contiguo		

Clave del Escenario	Equipo/Sitio de la planta	Sustancia Peligrosa Involucrada	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o instalaciones presentes en el radio de afectación	Distancia de los equipos o instalaciones al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
			riesgo			Natural		Activación del Plan Integral de Seguridad.	aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias.
						City Gate Corralillos	Contiguo		
				Sobrepresión	1 204.97	Vegetación Natural	Contiguo		
						City Gate Corralillos	Contiguo		
PHA-Esc4-PC-Dcto-36''	Gasoducto de 36" en Acero al Carbón Rotura al 20%	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	128.8	Vegetación Natural	Contiguo	Indicador de presión en la tubería de entrada a los filtros. Sistema NOVO. SCADA Activación del Plan Integral de Seguridad.	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias.
						City Gate Corralillos	Contiguo		
				Sobrepresión	180.53	Vegetación Natural	Contiguo		
						City Gate Corralillos	Contiguo		
			Alto riesgo	Radiación	200.82	Vegetación Natural	Contiguo		
						City Gate Corralillos	Contiguo		
				Sobrepresión	412.1	Vegetación Natural	Contiguo		
						City Gate Corralillos	Contiguo		
PHA-Esc5-CA-CG-SJDL	Válvula de Purgado en filtro en Gasoducto de entrada a City Gate	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	21.25	Vegetación Natural	Contiguo	Indicador de presión diferencial en el cuerpo del filtro. Transmisor de Presión en el cabezal de entrada a los filtros coalescentes. Sistema NOVO. SCADA.	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias. Supervisión diaria del sistema de filtración con bitácora para registro de los parámetros normales de operación (presión y temperatura, principalmente).
						Ducto de 12" AC empresa Gasoducto del Bajío	Contiguo		
				Sobrepresión	64.7	Vegetación Natural	Contiguo		
						Ducto de 12" AC empresa Gasoducto del Bajío	Contiguo		
			Alto riesgo	Radiación	33.07	Vegetación Natural	Contiguo		
						Ducto de 12" AC empresa Gasoducto del Bajío	Contiguo		
				Sobrepresión	147.68	Vegetación Natural	Contiguo		
						Ducto de 12" AC empresa Gasoducto del Bajío	Contiguo		
PHA-Esc6-CMP-CG-SJDL	Ruptura de 0.75" al Ducto de entrada a City Gate SJDL	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	15.99	Vegetación Natural	Contiguo	Indicador de presión en la tubería de entrada a los filtros. Sistema NOVO.	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante
						Ducto de 12" AC empresa Gasoducto del Bajío	Contiguo		
				Sobrepresi	53.44	Vegetación	Contiguo		

Clave del Escenario	Equipo/Sitio de la planta	Sustancia Peligrosa Involucrada	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o instalaciones presentes en el radio de afectación	Distancia de los equipos o instalaciones al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
				ón		Natural		SCADA Activación del Plan Integral de Seguridad.	capacitación y registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias.
						Ducto de 12" AC empresa Gasoducto del Bajío	Contiguo		
			Alto riesgo	Radiación	25.02	Vegetación Natural	Contiguo		
						Ducto de 12" AC empresa Gasoducto del Bajío	Contiguo		
				Sobrepresión	121.98	Vegetación Natural	Contiguo		
						Ducto de 12" AC empresa Gasoducto del Bajío	Contiguo		
PHA-Esc7-CA-ERM-Tipo7	Válvula de Purgado en filtro en Gasoducto de entrada a ERM	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	11.06	Vegetación Natural	Contiguo	Indicador de presión diferencial en el cuerpo del filtro. Transmisor de Presión en el cabezal de entrada a los filtros coalescentes. Sistema NOVO. SCADA.	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias. Supervisión diaria del sistema de filtración con bitácora para registro de los parámetros normales de operación (presión y temperatura, principalmente).
				Sobrepresión	28.41	Vegetación Natural	Contiguo		
			Alto riesgo	Radiación	17-64	Vegetación Natural	Contiguo		
				Sobrepresión	64.85	Vegetación Natural	Contiguo		
PHA-Esc8-PC-ERM-Tipo7	Ruptura de 0.75" del Ducto de entrada a la ERM	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	42.55	Vegetación Natural	Contiguo	Indicador de presión en la tubería de entrada a los filtros. Sistema NOVO. SCADA Activación del Plan Integral de Seguridad.	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos
				Sobrepresión	84.46	Vegetación Natural	Contiguo		
			Alto riesgo	Radiación	67.02	Vegetación Natural	Contiguo		
				Sobrepresión	192.8	Vegetación Natural	Contiguo		
						Incubadora de Huevos	157 m a 317 m		
						Universidad	124 m a 279 m		

Clave del Escenario	Equipo/Sitio de la planta	Sustancia Peligrosa Involucrada	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o instalaciones presentes en el radio de afectación	Distancia de los equipos o instalaciones al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
									para la atención de emergencias.
PHA-Esc9-CA-ERM-Tipo7	Ruptura del 100% en ducto de entrada a la ERM.	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	9.15	Vegetación Natural	Contiguo	Indicador de presión en la tubería de entrada a los filtros. Sistema NOVO. SCADA Activación del Plan Integral de Seguridad.	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias.
				Sobrepresión	28.88	Vegetación Natural	Contiguo		
			Alto riesgo	Radiación	14.38	Vegetación Natural	Contiguo		
				Sobrepresión	65.91	Vegetación Natural	Contiguo		
PHA-Esc10-CMP-ERM-Tipo7	Ruptura del 20% en ducto de entrada a la ERM	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	8.32	Vegetación Natural	Contiguo	Indicador de presión en la tubería de entrada a los filtros. Sistema NOVO. SCADA Activación del Plan Integral de Seguridad.	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias.
				Sobrepresión	34.9	Vegetación Natural	Contiguo		
			Alto riesgo	Radiación	13.35	Vegetación Natural	Contiguo		
				Sobrepresión	79.68	Vegetación Natural	Contiguo		
PHA-Esc11-PC-ERM-Tipo5	Ruptura de 0.75" del Ducto de entrada a la ERM	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	32.08	NA	NA	Indicador de presión en la tubería de entrada a los filtros. Sistema NOVO. SCADA Activación del Plan Integral de Seguridad.	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias.
				Sobrepresión	69.72	Fábrica de Tapas metálicas	36 m a 137 m		
			Alto riesgo	Radiación	50.75	Fábrica de Tapas metálicas	36 m a 137 m		
				Sobrepresión	159.16	Fábrica de Tapas metálicas	36 m a 137 m		
						Pasteurizadora de leche	80 m a 233 m		
						Estación de servicio Gas L.P.	95 m a 140 m		
PHA-Esc12-CA-ERM-Tipo5	Ruptura del 100% en ducto de entrada a la ERM.	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	6.66	NA	NA	Indicador de presión en la tubería de entrada a los filtros. Sistema NOVO.	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante
				Sobrepresión	23.78	NA	NA		
			Alto riesgo	Radiación	10.74	NA	NA		
				Sobrepresi	54.28	Fábrica de	36 m a 137		

Clave del Escenario	Equipo/Sitio de la planta	Sustancia Peligrosa Involucrada	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o instalaciones presentes en el radio de afectación	Distancia de los equipos o instalaciones al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
				ón		Tapas metálicas	m	SCADA Activación del Plan Integral de Seguridad.	capacitación y registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias.
						Pasteurizadora de leche	80 m a 233 m		
PHA-Esc13-CMP-ERM-Tipo5	Ruptura del 20% en ducto de entrada a la ERM	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	8.32	NA	NA	Indicador de presión en la tubería de entrada a los filtros. Sistema NOVO. SCADA Activación del Plan Integral de Seguridad.	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias.
				Sobrepresión	34.9	NA	NA		
			Alto riesgo	Radiación	13.35	NA	NA		
				Sobrepresión	79.68	Fábrica de Tapas metálicas	36 m a 137 m		
						Pasteurizadora de leche	80 m a 233 m		
PHA-Esc14-PC-ERM-Tipo4	Ruptura de 0.75" del Ducto de entrada a la ERM	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	21.7	Vegetación Natural	Contiguo	Indicador de presión en la tubería de entrada a los filtros. Sistema NOVO. SCADA Activación del Plan Integral de Seguridad.	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias.
				Sobrepresión	53.22	Vegetación Natural	Contiguo		
			Alto riesgo	Radiación	34.39	Vegetación Natural	Contiguo		
				Sobrepresión	121.48	Vegetación Natural	Contiguo		
PHA-Esc15-CA-ERM-Tipo4	Ruptura del 100% en ducto de entrada a la ERM.	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	4.39	Vegetación Natural	Contiguo	Indicador de presión en la tubería de entrada a los filtros. Sistema NOVO. SCADA Activación del Plan Integral de Seguridad.	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de
				Sobrepresión	18.11	Vegetación Natural	Contiguo		
			Alto riesgo	Radiación	7.21	Vegetación Natural	Contiguo		
				Sobrepresión	41.34	Vegetación Natural	Contiguo		

Clave del Escenario	Equipo/Sitio de la planta	Sustancia Peligrosa Involucrada	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o instalaciones presentes en el radio de afectación	Distancia de los equipos o instalaciones al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
									emergencias.
PHA-Esc16-CMP-ERM-Tipo4	Ruptura del 20% en ducto de entrada a la ERM	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	8.32	Vegetación Natural	Contiguo	Indicador de presión en la tubería de entrada a los filtros. Sistema NOVO. SCADA Activación del Plan Integral de Seguridad.	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias.
				Sobrepresión	34.9	Vegetación Natural	Contiguo		
			Alto riesgo	Radiación	13.35	Vegetación Natural	Contiguo		
				Sobrepresión	79.68	Vegetación Natural	Contiguo		
PHA-Esc17-PC-Dcto-12''AC	Ruptura del 100% en ducto de 12" AC	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	121.41	Vegetación Natural	Contiguo	Indicador de presión en la tubería de entrada a los filtros. Sistema NOVO. SCADA Activación del Plan Integral de Seguridad.	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias.
				Sobrepresión	175.7	Vegetación Natural	Contiguo		
			Alto riesgo	Radiación	191.58	Vegetación Natural	Contiguo		
				Sobrepresión	401.07	Vegetación Natural	Contiguo		
PHA-Esc18-CA-Dcto-12''AC	Ruptura del 20% en ducto de 12" AC	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	26.13	Vegetación Natural	Contiguo	Indicador de presión en la tubería de entrada a los filtros. Sistema NOVO. SCADA Activación del Plan Integral de Seguridad.	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias.
				Sobrepresión	60.09	Vegetación Natural	Contiguo		
			Alto riesgo	Radiación	41.12	Vegetación Natural	Contiguo		
				Sobrepresión	137.17	Vegetación Natural	Contiguo		
PHA-Esc19-PC-Dcto-10''AC	Ruptura del 100% en ducto de 10" AC	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	102.03	Vegetación Natural	Contiguo	Indicador de presión en la tubería de entrada a los filtros. Sistema NOVO. SCADA	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y
				Sobrepresión	155.59	Vegetación Natural	Contiguo		
			Alto riesgo	Radiación	160.93	Vegetación Natural	Contiguo		
				Sobrepresi	355.17	Vegetación	Contiguo		

Clave del Escenario	Equipo/Sitio de la planta	Sustancia Peligrosa Involucrada	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o instalaciones presentes en el radio de afectación	Distancia de los equipos o instalaciones al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
				ón		Natural		Activación del Plan Integral de Seguridad.	registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias.
PHA-Esc20-CA-Dcto-10''AC	Ruptura del 20% en ducto de 10" AC	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	21.95	Vegetación Natural	Contiguo	Indicador de presión en la tubería de entrada a los filtros. Sistema NOVO. SCADA Activación del Plan Integral de Seguridad.	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias.
				Sobrepresión	53.22	Vegetación Natural	Contiguo		
			Alto riesgo	Radiación	34.55	Vegetación Natural	Contiguo		
				Sobrepresión	121.48	Vegetación Natural	Contiguo		
PHA-Esc21-PC-Dcto-6''AC	Ruptura del 100% en ducto de 6" AC	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	62.66	Vegetación Natural	Contiguo	Indicador de presión en la tubería de entrada a los filtros. Sistema NOVO. SCADA Activación del Plan Integral de Seguridad.	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias.
				Sobrepresión	110.68	Vegetación Natural	Contiguo		
			Alto riesgo	Radiación	98.76	Vegetación Natural	Contiguo		
				Sobrepresión	252.65	Vegetación Natural	Contiguo		
PHA-Esc22-CA-Dcto-6''AC	Ruptura del 20% en ducto de 6" AC	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	13.48	Vegetación Natural	Contiguo	Indicador de presión en la tubería de entrada a los filtros. Sistema NOVO. SCADA Activación del Plan Integral de Seguridad.	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias.
				Sobrepresión	37.82	Vegetación Natural	Contiguo		
			Alto riesgo	Radiación	21.2	Vegetación Natural	Contiguo		
				Sobrepresión	86.33	Vegetación Natural	Contiguo		

Clave del Escenario	Equipo/Sitio de la planta	Sustancia Peligrosa Involucrada	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o instalaciones presentes en el radio de afectación	Distancia de los equipos o instalaciones al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
PHA-Esc23-PC-Dcto-4''AC	Ruptura del 100% en ducto de 4" AC	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	42.55	Vegetación Natural	Contiguo	Indicador de presión en la tubería de entrada a los filtros. Sistema NOVO. SCADA Activación del Plan Integral de Seguridad.	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias.
				Sobrepresión	84.46	Vegetación Natural	Contiguo		
			Alto riesgo	Radiación	67.02	Vegetación Natural	Contiguo		
				Sobrepresión	192.8	Vegetación Natural	Contiguo		
PHA-Esc24-CA-Dcto-4''AC	Ruptura del 20% en ducto de 4" AC	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	9.15	Vegetación Natural	Contiguo	Indicador de presión en la tubería de entrada a los filtros. Sistema NOVO. SCADA Activación del Plan Integral de Seguridad.	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias.
				Sobrepresión	28.88	Vegetación Natural	Contiguo		
			Alto riesgo	Radiación	14.38	Vegetación Natural	Contiguo		
				Sobrepresión	65.91	Vegetación Natural	Contiguo		
PHA-Esc25-PC-Dcto-3''AC	Ruptura del 100% en ducto de 3" AC	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	32.33	NA	NA	Indicador de presión en la tubería de entrada a los filtros. Sistema NOVO. SCADA Activación del Plan Integral de Seguridad.	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias.
				Sobrepresión	69.72	NA	NA		
			Alto riesgo	Radiación	50.9	NA	NA		
				Sobrepresión	159.16	Empaque de huevos	102 m a 272 m		
PHA-Esc26-CA-Dcto-3''AC	Ruptura del 20% en ducto de 3" AC	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	6.95	NA	NA	Indicador de presión en la tubería de entrada a los filtros. Sistema NOVO. SCADA	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y registros de
				Sobrepresión	23.78	NA	NA		
			Alto riesgo	Radiación	10.93	NA	NA		
				Sobrepresión	54.28	NA	NA		

Clave del Escenario	Equipo/Sitio de la planta	Sustancia Peligrosa Involucrada	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o instalaciones presentes en el radio de afectación	Distancia de los equipos o instalaciones al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
								Activación del Plan Integral de Seguridad.	aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias.
PHA-Esc27-CA-Dcto-2''AC	Ruptura del 100% en ducto de 2" AC	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	21.95	NA	NA	Indicador de presión en la tubería de entrada a los filtros. Sistema NOVO. SCADA Activación del Plan Integral de Seguridad.	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias.
				Sobrepresión	53.22	Vegetación Natural	30 m		
			Alto riesgo	Radiación	34.55	Vegetación Natural	30 m		
				Sobrepresión	121.48	Procesadora de alimentos	51 m a 200 m		
						Vegetación Natural	30 m		
PHA-Esc28-CA-Dcto-2''AC	Ruptura del 20% en ducto de 2" AC	Gas Natural	Alto riesgo en equipos	Radiación	4.72	NA	NA	Indicador de presión en la tubería de entrada a los filtros. Sistema NOVO. SCADA Activación del Plan Integral de Seguridad.	Asegurar la correcta aplicación de los programas de operación y mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación. Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos para la atención de emergencias.
				Sobrepresión	18.11	NA	NA		
			Alto riesgo	Radiación	7.41	NA	NA		
				Sobrepresión	41.34	Vegetación Natural	30 m		

Tabla 8 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc1).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc1-CA-CG-Corralillos	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2.	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica, indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 9 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc2).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc2-CMP-CG-Corralilos	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica, indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 10 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc3).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc3-PC-Dcto-36''	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica,	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 11 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc4).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc4-CA-Dcto-36''	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica,	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 12 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc5).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc5-CA-CG-SJDL	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica,	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 13 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc6).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc6-CMP-CG-SJDL	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica,	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 14 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc7).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc7-CA-ERM-Tipo7	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica,	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 15 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc8).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc8-PC-ERM-Tipo7	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica,	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 16 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc9).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc9-CA-ERM-Tipo7	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica,	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 17 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc10).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc10-CMP-ERM-Tipo7	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica,	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 18 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc11).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc11-PC-ERM-Tipo5	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica,	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 19 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc12).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc12-CA-ERM-Tipo5	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica,	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 20 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc13).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc13-CMP-ERM-Tipo5	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica,	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 21 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc14).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc14-PC-ERM-Tipo4	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica,	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 22 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc15).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc15-CA-ERM-Tipo4	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica,	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 23 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc16).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc16-CMP-ERM-Tipo4	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica,	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 24 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc17).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc17-PC-Dcto-12''AC	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución.
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica, indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	▪ Apoyo de los servicios de emergencia correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 25 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc18).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc18-CA-Dcto-12''AC	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica,	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 26 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc19).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc19-PC-Dcto-10''AC	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica,	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 27 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc20).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc20-CA-Dcto-10''AC	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica,	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 28 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc21).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc21-PC-Dcto-6''AC	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica,	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 29 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc22).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc22-CA-Dcto-6''AC	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica,	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 30 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc23).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc23-PC-Dcto-4''AC	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica,	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 31 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc24).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc24-CA-Dcto-4''AC	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica,	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 32 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc25).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc25-PC-Dcto-3''AC	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica,	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 33 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc26).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc26-CA-Dcto-3''AC	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica,	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 34 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc27).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc27-CA-Dcto-2''AC	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica,	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

Tabla 35 Afectaciones a los receptores de Riesgo (Esc28).

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
PHA-Esc28-CA-Dcto-2''AC	Población/ Personal	Radiación	Alto Riesgo	El daño esperado en las personas dentro de las Zonas de Riesgo donde se alcanzan niveles de Radiación de hasta 40 kW/m^2, es el 100% de mortalidad si se exponen a la radiación térmica por más de un minuto, posterior a los 40 kW/m^2 y hasta niveles de 25 kW/m^2 solo se esperan lesiones significativas en las personas si se exponen a la radiación en 10 segundos. Posterior a los 25 kW/m^2 y hasta niveles de 12.5 kW/m^2 las afectaciones en seres humanos es que éstos presentarán quemaduras de primer grado en un tiempo de 40 segundos. A partir 12.5 kW/m^2 y hasta niveles de 5 kW/m^2, es suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 40 segundos y se presentarán quemaduras de primer grado, aunque es improbable la formación de ampollas, hasta este nivel es que se pueden causar afectaciones a las personas.	▪ Protección envolvente de la tubería tipo epóxica para ductos enterrados y pintura para instalaciones superficiales. ▪ Centro de Control SCADA operado las 24 horas del día por personal capacitado que monitorea las condiciones operativas de la red de distribución en la City Gate. ▪ TALÓN. Software que permite monitorear las condiciones operativas de nuestros sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. ▪ Válvulas de Seccionamiento de Línea ubicadas a lo largo de la red de distribución conforme a los lineamientos de la NOM-007-ASEA-2016. ▪ Celajes por personal de la empresa en todo el Derecho de Vía (DDV) de la red de distribución. ▪ Número de emergencia indicado en los postes del DDV para que habitantes de las comunidades cercanas puedan notificar la presencia de cualquier situación de riesgo en la red de distribución. ▪ Apoyo de los servicios de emergencia
			Amortiguamiento	A partir de los 5 kW/m^2 m las personas pueden soportar la radiación con la vestimenta adecuada (vestimenta de civil) y por tiempos prolongados. A niveles de 1.4 kW/m^2, las afectaciones a las personas son nulas ya que es el nivel de radiación máxima que se alcanza en un día soleado y que no causa efectos significativos en la piel siempre y cuando se cuente con vestimenta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	Valores máximos de sobrepresión y hasta 10 psi se esperan posibles fatalidades en personas expuestas directamente a las ondas de sobrepresión. De 10 psi y hasta 5 psi, se estaría en un rango de 1 al 90% de rotura de tímpanos en personas expuestas directamente a la explosión, sin causar mortalidades en las mismas.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, no existen daños en personas.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Energía mínima suficiente para encender la madera y vegetación con radiaciones que van desde 37.5 kW/m^2 a 12.5 kW/m^2, por lo que sería suficiente para la generación de un incendio forestal. Con radiaciones que van de 12.5 kW/m^2 5.0 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
			Amortiguamiento	Radiaciones que van de 5.0 kW/m^2 1.4 kW/m^2 no se generan afectaciones al medio ambiente, solo molestias a la fauna que provocará el desplazamiento de esta.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	La generación de una explosión no confinada conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, por las ondas de sobrepresión que estarían generando la posible caída de arboles y el desplazamiento de fauna, por la generación de ruido, sin embargo, son mínimas las afectaciones hacia el medio ambiente.	
			Amortiguamiento		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo	Las afectaciones en la infraestructura son muy significativas, ya que tanto el acero estructural como el hormigón armado tienen a perder su integridad física, además de que las estructuras de madera o vegetación en general tienen a verse afectadas por la autoignición de las mismas, ocasionando un incendio mayor. Además de la destrucción y colapso de las estructuras de acero y civiles existentes, ya que la máxima radiación que puede soportar el acero es de 40 kW/m^2. De 40 kW/m^2 hasta 25 kW/m^2. En esta zona se causarán daños a las instalaciones o instrumentación conformadas por acero delgado, tales como instrumentación (válvulas de seguridad, válvulas de relevo de presión térmica,	

Clave del Escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción	Salvaguardas existentes
				indicadores de presión, temperatura y medidores de flujo, principalmente). En el límite de la ZARDE que equivale a 12.5 kW/m^2, solo se causarán daños menores a los equipos y estructuras de acero. 12.5 kW/m^2 y hasta los 5 kW/m^2 que es el límite de la Zona de Alto Riesgo (ZA), los daños a equipos son mínimos y no se corre el riesgo de colapso de los mismo o perdida de materiales por daños mayores.	correspondientes a cada una de las áreas de la red de distribución. ▪ Plan de Respuesta a Emergencias. ▪ Plan Integral de Seguridad para fugas de Gas Natural.
			Amortiguamiento	La Zona de Amortiguamiento (ZA) para Radiación se encuentra a partir de los 5 kW/m^2 hasta alcanzar valores de radiación de 1.4 kW/m^2; para esta zona no se esperan daños de ningún tipo en la infraestructura mecánica, eléctrica o civil del Proyecto.	
		Sobre presión	Alto Riesgo	A 300 psi se sufrirá la destrucción total de equipos sistemas y estructuras, ya que a este nivel de sobrepresión se pueden generar cráteres en la zona de la explosión. De 300 psi a 10 psi, se espera la destrucción de la infraestructura de proceso y servicios (tuberías, tanques, bombas, medidores, etc.), con valores de hasta $50,000,000 USD. Con valores de sobrepresión de hasta 3 psi, la presión es suficiente para causar el colapso parcial de estructuras mecánicas y civiles, con pérdidas de hasta $5,000,000 USD. Valores de hasta 1 psi, daños parciales en techos y muros por lo que los cuartos de control y edificios administrativos tienden a ser inhabitables por los daños generados.	
			Amortiguamiento	En la Zona de Amortiguamiento de hasta 0.5 psi, solo se causarán daños menores en estructuras civiles como, malformaciones menores en marcos de puertas y ventanas, en esta zona y a partir de los 0.5 psi, no existen daños en la infraestructura civil o mecánica de zonas industriales o habitacionales.	

IV.4.2 Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo.

De acuerdo a lo establecido en la Figura 1 (página 5) de la Guía para la elaboración del Análisis de Riesgos para el Sector Hidrocarburos (ARSH), este apartado no se desarrolla.

Índice

V. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PREVENTIVAS. 2
V.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD 2
V.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 7

V. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PREVENTIVAS.

V.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD.

Los sistemas de seguridad son:

- Válvulas de corte automático en la City Gate.
- Medidores de presión en la Estación de Medición, Regulación y Control (EMRyC) City Gate.
- SCADA FERMACA. Sistema que permite monitorear vía remota el comportamiento de la presión en la EMRyC City Gate, para envío de las variables operativas a los sistemas de control del proveedor y cliente de gas natural.
- SCADA GNN (NOVO). Software que permite monitorear las condiciones operativas de los sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia, para envío a oficinas de GNN en Torreón, Coah., el cual se describe a detalle a continuación:

NOVO

Es un software que permite monitorear las condiciones operativas de los sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. Facilita la retroalimentación en tiempo real con los dispositivos de campo (Transmisores de Presión y de Temperatura), así mismo, provee la información de dichas condiciones operativas que se generan en la estación de Gas Natural cada vez que sea necesario, teniendo la capacidad de almacenar en su base de datos central los históricos ya sea por día o por hora.

Básicamente se divide en 2 unidades las cuales se componen de los siguientes elementos:

1. **UNIDAD CENTRAL**
    - 2 servidores que se encargaran de visualizar las estaciones de Gas Natural.
    - Una Red Virtual que será el espacio destinado para albergar el software de monitoreo.
    - Un software de monitoreo (Sheduler) encargado de desplegar y registrar las condiciones operativas de cada estación.
    - Un modem maestro operado mediante un paquete de datos con una velocidad de 512Kilobits por segundo el cual será el encargado de interrogar de manera automática cada una de las estaciones integradas al sistema de monitoreo remoto.
    - Un sistema de respaldo de energía el cual además de suministrarle la energía necesaria al modem, se encargará de mantener operando la red virtual por 30 minutos en lo que se restablece la falla eléctrica.

2. UNIDAD REMOTA

- Un computador electrónico de flujo, el cual se encarga de procesar la información de las variables de la estación (Presión, Temperatura, Volumen y Energía), con la capacidad de almacenar dicha información en su base de datos.
- Transmisores de presión, temperatura y un medidor de Gas Natural, los cuales se encargarán de sensar las variables de la estación.
- Un modem esclavo operado mediante un paquete de datos con una velocidad de 512Kilobits por segundo el cual será el encargado de enviar la información registrada en el computador cada vez que el modem maestro lo solicite.
- Un sistema de respaldo de energía solar para mantener un enlace de comunicación continuo, el cual está diseñado para respaldar has 48 horas en caso de falla.

Debido a las propiedades químicas de la materia prima que Gas Natural del Noroeste suministra a sus clientes, fue necesaria la puesta en operación de un sistema de monitoreo remoto denominado "NOVO".

DESCRIPCIÓN SISTEMA DE MONITOREO REMOTO "NOVO"

Es un sistema de monitoreo remoto que permite visualizar las condiciones operativas de las Estaciones de Regulación y Medición, ubicadas en diferentes puntos del país. El cual interroga mediante un modem GPRS cada una de las estaciones que se desea monitorear, operando con un paquete de datos. Este enlace se refleja en él, mediante el software del sistema NOVO (Sheduler), a través de una red privada virtual (VPN), se logra el enlace de comunicación en tiempo real. Para ello, se instala un computador electrónico de flujo de la marca EAGLE RESEARCH, cuya función principal es recopilar los consumos de volumen y energía, así como las variables de presión y temperatura.

El sistema NOVO fue diseñado por la misma compañía EAGLE RESEARCH, el cual permite monitorear y al mismo tiempo operar el computador electrónico de flujo y así, supervisar de manera constante las condiciones operativas tanto de la estación principal del gasoducto (CITY GATE), así como el último punto de entrega del mismo.

Actualmente se cuenta con 117 sistemas enlazados al sistema NOVO, los cuales son supervisados por personal capacitado las 24 horas. Cada sistema está configurado con una serie de alarmas para las variables de presión, aumento de flujo y falla en el suministro de energía del computador electrónico de flujo, las cuales están estandarizadas en 3 condiciones críticas, que dependerán de las condiciones operativas de cada estación.

Así mismo, al suscitarse algún evento que pudiera poner en riesgo a la población cercana al gasoducto y a este, el software tiene la capacidad de notificar tanto al responsable del sistema NOVO como a los responsables de los diferentes sistemas de distribución o transporte. Estas notificaciones serán enviadas a través de una alerta vía e-mail y un mensaje de texto vía celular describiendo el tipo de condición que se esté generando en el momento.

En algunos sistemas de Transporte y Distribución, se cuentan con válvulas de seccionamiento automatizadas, las cuales podrán ser accionadas remotamente en caso de una contingencia o cualquier situación que requiera el cierre total del gasoducto. Sus condiciones de operación, principalmente presión y estado de la válvula, son monitoreadas mediante un Computador Electrónico de Flujo. Una vez que el computador reciba esta información se encargará de analizar las presiones recolectadas y determinar si éstas se encuentran fuera de rango de las Presiones de Operación establecidas, para posteriormente realizar el envío de una alarma, ya sea por baja o alta presión. Esta alarma será procesada en el SCADA Talón el cual genera una alerta que se enviará, vía correo y SMS (mensaje de texto) al personal de GNN para su atención.

El SCADA Talón también se encargará de recopilar la información del Computador Electrónico en un tiempo programable para guardar históricos y para su monitoreo vía remoto.

SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

Para el caso de la EMRyC se contará con 1 cuarto de medición/Site de comunicación, así mismo la información obtenida del computador electrónico de flujo de dicha estación será enviada hacia el Centro de Control y Monitoreo que está ubicado en las oficinas de Torreón Coahuila a través del siguiente sistema de telecomunicaciones.

Por medio de un convertidor RJ45-Serial LANTRONIX, el Computador de Flujo se enlazará con un Modem Satelital IDIRECT, modelo X3, que servirá para crear la puerta de enlace a través del segmento de red del proveedor de servicios de conectividad satelital.

El tráfico de datos de medición será a través de una VPN (Red Privada Virtual), de este modo el tráfico será exclusivamente entre la red del Proveedor de Servicios y la red de GNN. Cabe señalar, que la interrogación del Computador de Flujo podrá ser desde cualquier punto de la red.

Todos estos equipos tendrán respaldo de energía con un UPS APC Smart UPS 1500, el cual dará un respaldo de 90 minutos con una carga de 100 watts. Los equipos anteriormente mencionados se quedarán dentro del Cuarto de Medición/Site de comunicación que estará ubicado dentro del predio de la ERMyC.

El tipo de enlace para el envío de información hacia el cuarto de control central ubicado en Torreón Coahuila es de tipo satelital, el cual cuenta con un ancho de banda de 256 Kbps.

En la siguiente imagen se muestra un esquemático del sistema de Telecomunicaciones aplicado a este proyecto:

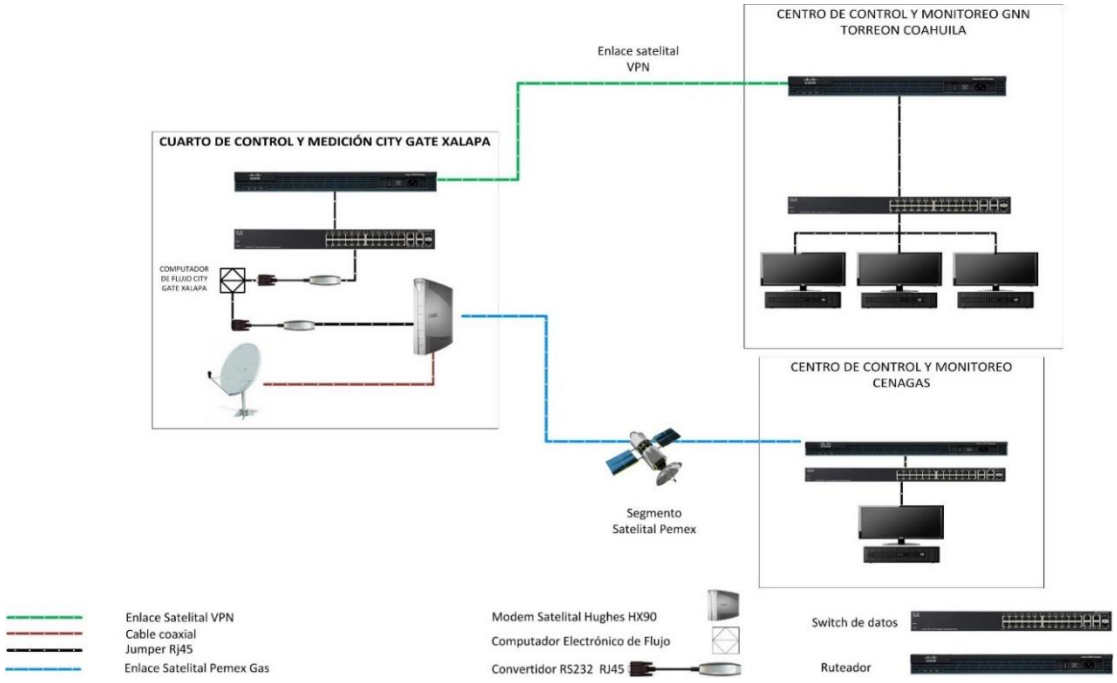


Figura 1 "Esquema de Telecomunicaciones en la City Gate".

En el caso de un incendio por fuga de gas, se tomarán en cuenta las siguientes indicaciones:

a) Fuga de gas natural a la atmósfera, sin incendio:

Si esto sucede a la intemperie, el gas natural se disipa fácilmente en las capas superiores de la atmósfera; contrariamente, cuando queda atrapado en la parte inferior de techumbres se forman mezclas explosivas con gran potencial para explotar, y explotarán violentamente al entrar en contacto con una fuente de ignición.

- Verificar anticipadamente por medio de pruebas y Auditorias de Seguridad, que la integridad mecánica-eléctrica de las instalaciones está en óptimas condiciones (diseño, construcción y mantenimiento) de acuerdo a las especificaciones establecidas en normas para gasoductos que incluya válvulas, conexiones y accesorios.
- Se instalarán detectores de mezclas explosivas, calor y humo con alarmas audibles y visuales.

b) Incendio por una fuga de gas natural:

En caso de incendio por fuga de gas natural, procede lo siguiente:

- Se activa el plan de emergencia, según la magnitud del evento.
- Aún sin incendio, asegurarse que el personal utilice el equipo de protección para combate de incendios.

- Bloquear las válvulas que alimentan la fuga y proceder con los movimientos operacionales de ataque a la emergencia, mientras tanto, serán enfriadas con agua las superficies de las instalaciones expuestas al calor.

Aunado a lo anterior, el sistema para transporte de gas natural contará con los siguientes dispositivos y equipos para emergencias:

Cantidad	Artículo	Especificaciones
1	Medidor de temperatura ambiente,	Graficador de temperatura,
1	Detector de gas (espacios cerrados),	Exposímetro,
1	Medidor de energía,	Milímetro digital,
1	Medidor de presión,	Graficador de presión,
1	Detector de gas natural,	Micro gas,
1	Medidor de mercaptano en sistema,	Detección (odorizante),
1	Medidor de presión (digital),	Manómetro digital,
1	Medidor de temperatura del gas,	Block calibrador de temperatura,
1	Medidor de presión,	Graficador de presión,
1	Detector de fallas fushion bond (en tubería de A.C.),	SPY,
1	Calibrador de espesores,	Positector UTG-ME,
1	Probador portátil para presión hidráulica,	0-3000 PSI,
1	Equipo de auto riego,	Motor a gasolina de 15 HPS,
2	Equipo abrebridas.	Abrebridas.

V.2 MEDIDAS PREVENTIVAS.

Gas Natural del Noroeste, S.A. de C.V. cuenta con un programa de seguridad, del cual se deriva una serie de actividades preventivas-correctivas para la eficiente operación del sistema para transporte de gas natural, las cuales se indican en la siguiente tabla:

Tabla 1 Programa de Actividades de Seguridad.

Actividades de Seguridad	Frecuencia
Patrullaje de la franja de desarrollo del sistema.	Diario
Descarga de información en el sistema para promedios de medición de facturación.	Quincenal
Inspección, verificación y prueba de válvula registro de interconexión.	Mensual
Inspección y verificación de equipos e instrumentos de las ERMs y City Gate.	
Inspección y verificación de equipos e instrumentos de los registros de seccionamiento.	
Monitoreo de emanaciones de gas natural en las instalaciones del cuarto de interconexión.	
Monitoreo de emanaciones de gas natural en las instalaciones de las ERMs y City Gate.	
Monitoreo de emanaciones de gas natural en el interior de los registros de seccionamiento.	
Monitoreo de porcentaje de odorización en el sistema.	
Monitoreo de emanaciones de gas natural sobre la franja de desarrollo del sistema.	Trimestral
Inspección en el incremento de la clase de localización.	Anual

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

La empresa Gas Natural del Noroeste, S.A. de C.V. cuenta con un programa anual de operación y mantenimiento, el cual está enfocado a disminuir el riesgo de eventos que lleguen a impactar el ecosistema y dañar la integridad mecánica de la instalación. A continuación, se indican las actividades de mantenimiento preventivo a realizar en el sistema para transporte de gas natural:

Tabla 2 Actividades de mantenimiento a realizar.

Actividades de Mantenimiento	Frecuencia
Mantenimiento instrumentación.	
Calibración de manómetros en las EMRyCs.	Semestral
Mantenimiento eléctrico.	
Levantamiento de potenciales del sistema.	Mensual
Toma de resistividad del suelo donde se aloja el gasoducto.	Anual

Actividades de Mantenimiento	Frecuencia
Medición de tierras físicas.	
Mantenimiento mecánico.	
Mantenimiento y prueba en registros de válvulas de seccionamiento y disparos del sistema.	Bimestral
Mantenimiento preventivo de los filtros en las ERMs y City Gate.	Semestral
Mantenimiento preventivo, calibración y ajuste a las válvulas reguladoras de las ERMs y City Gate.	Anual
Mantenimiento preventivo, calibración y ajuste a las válvulas de seguridad de las ERMs y City Gate.	Semestral
Aplicación de recubrimiento en la interconexión.	
Aplicación de recubrimiento en las ERMs y City Gate.	
Aplicación de recubrimiento en los registros de seccionamiento.	
Medición de espesores en instalaciones superficiales.	Anual
Mantenimiento al equipo de motorización.	
Servicios generales.	
Limpieza y aseo general de las instalaciones del cuarto de interconexión.	Mensual
Limpieza y aseo general de las instalaciones de las ERMs y City Gate.	
Limpieza y aseo general de las instalaciones de los registros de seccionamiento.	
Limpieza y desazolve de la señalización tipo "4" y tipo "R".	Trimestral
Aplicación de pintura a la señalización tipo "4" y tipo "R" en el sistema.	
Limpieza y desazolve de la franja de desarrollo del sistema.	Cuatrimestral

Aunado a las actividades indicadas en la **Tabla 1** y **2**, se realizarán las siguientes actividades de mantenimiento en el sistema para transporte:

1. Monitoreo de fugitivos de Gas Natural en el derecho de vía,
2. Mantenimiento a señalamientos.

Para todas y cada una de las actividades de operación y mantenimiento, se contará con evidencias de su realización, tales como: órdenes de trabajo y registros de las actividades realizadas.

Para la operación del proyecto, GNN cuenta con procedimientos técnicos operativos, mismos que se encuentran actualizados y serán aplicados por parte del personal al momento de presentarse una situación de emergencia durante la operación normal del sistema. Dichos procedimientos se indican a continuación:

- PO-OYM-OPE-08. Patrullaje de los sistemas de transporte.

- PO-OYM-OPE-09. Detección y localización de fugas.
- PO-OYM-OPE-10. Clasificación de fugas de gas Natural.
- PO-OYM-MANTTO-04. Medición de resistividad del suelo.
- PO-OYM-MANTTO-05. Toma de potencial entre tubería y suelo.
- PO-OYM-MANTTO-06. Revisión de aislamiento eléctrico en camisas.
- PO-OYM-MANTTO-07. Revisión de aislamiento eléctrico.
- PO-OYM-MANTTO-10. Calibración de espesores en instalaciones superficiales.
- PO-OYM-MANTTO-11. Manejo e instalación de tuberías de acero.
- PO-OYM-MANTTO-12. Mantenimiento a casetas de ERM.
- PO-OYM-MANTTO-14. Mantenimiento a válvulas reguladores instaladas en la ERM.
- PO-OYM-MANTTO-18. Pintado de instalaciones.
- PO-OYM-MANTTO-19. Garantizar la señalización de la franja de desarrollo del sistema.
- PO-OYM-MANTTO-20. Lavado de tuberías y accesorios en City Gates, ERM y cuarto de interconexión.
- PO-OYM-MANTTO-21. Limpieza a la franja de desarrollo del sistema.
- PO-OYM-MANTTO-25. Calibración de los transmisores multivariables.
- PO-OYM-MANTTO-26. Calibración del tablero y sensores de mezclas explosivas.
- PR-OYM-OPE-02. Programa de visitas a sistemas en operación.
- FR-OYM-OPE-02. Verificación de fugas de gas natural.
- FR-OYM-OPE-03. Verificación de conexión eléctrica ánodo-cables y ánodo-ánodo.
- FR-OYM-OPE-04. Verificación de instalación de poste de monitoreo y cupón.
- FR-OYM-OPE-05. Puesta en marcha del sistema de protección catódica por ánodos galvánicos.
- FR-OYM-MANTTO-04. Informe de calibración.
- FR-OYM-MANTTO-05. Etiqueta de calibración.
- FR-OYM-MANTTO-06. Reporte de medición de espesores.
- FR-OYM-MANTTO-07. Reporte de recubrimiento anticorrosivo.
- FR-OYM-MANTTO-09. Calibración de instrumentos.

Estos procedimientos se incluyen en el **Anexo 6**.

Así mismo, se cuenta con un programa de capacitación anual de seguridad en el cual se tiene programada la realización de simulacros tanto en gabinete y en campo, lo cual forma parte de la política de seguridad, ya que es importante tener al personal operativo capacitado y entrenado para atender cualquier situación de emergencia de manera oportuna.

En términos generales, la empresa Gas Natural del Noroeste, S.A. de C.V. cuenta con las medidas de seguridad requeridas para asegurar la eficiente operación y mantenimiento de la instalación, con el objeto de brindar una operación confiable del sistema para transporte de gas natural a los socios comerciales e industriales; así mismo, contará con un Sistema de Auditorías y Verificaciones por empresas acreditadas y Unidades de Verificación, para la obtención de los dictámenes que aseguren la integridad mecánica y la operabilidad del sistema.

VERIFICACIONES Y/O AUDITORÍAS DE SEGURIDAD.

Las actividades de mantenimiento a ejecutar en el sistema para transporte de gas natural, estarán fundamentadas desde la planeación eficiente y diseños de construcción del proyecto, por lo que se dará cumplimiento a la **NOM-007-ASEA-2016**, misma que establece que se debe realizar una verificación anual por parte de una Unidad de Verificación, acreditada ante la Comisión Reguladora de Energía (CRE), la cual verificará y emitirá el dictamen en base a los siguientes puntos relacionados con la seguridad, operación y mantenimiento del sistema para transporte de Gas Natural.

Verificación de Operación y Mantenimiento.

1. Procedimientos de Operación y Mantenimiento,
2. Señalamientos,
3. Registros de vigilancia y patrullaje,
4. Registros de inspección de los dispositivos de control de presión,
5. Mantenimiento de registros,
6. Registros de mantenimiento de válvulas,
7. Control de corrosión externa,
8. Registros de Inspección y mantenimiento a estación de regulación y medición,
9. Documentación histórica y evaluación de la ingeniería,
10. Programa y registros de capacitación y/o entrenamiento.

Verificación de Seguridad.

1. Plan Integral de Seguridad y Protección Civil,
2. Programa de Prevención de Accidentes y registros de simulacros,
3. Programa para la prevención de daños,
4. Programa de auxilio,
5. Programa de recuperación,

6. Educación al público,
7. Investigación de fallas,
8. Procedimientos de emergencias.

Así mismo, para la etapa de construcción e instalación del sistema para transporte de gas natural, se debe de contar con un dictamen de inicio de operaciones o de construcción realizado por la Unidad Verificadora.

ATENCIÓN A EMERGENCIAS.

En caso de emergencia se activa el siguiente protocolo:

1. Identificación de la Emergencia.

A continuación, se indican las emergencias ambientales que se pueden presentar durante las etapas de proyecto:

Etapas del proyecto	Actividad	Emergencia Ambiental	Impacto ambiental ocasionado por la emergencia
Preparación del sitio	Carga de combustible a maquinaria	Derrame de combustible sobre suelo natural	Contaminación del suelo y subsuelo
Construcción y montaje de estructuras	Carga de combustible a maquinaria y manejo de sustancias químicas	Derrame de sustancias peligrosas sobre suelo natural	Contaminación del suelo y subsuelo
	Manejo de residuos peligrosos	Derrame de residuos peligrosos sobre suelo natural	Contaminación del suelo y subsuelo
	Trabajo de corte y soldadura	incendio	Contaminación del aire, suelo y subsuelo
Operación y mantenimiento	Manejo de residuos peligrosos	Derrame de residuos peligrosos sobre suelo natural	Contaminación del suelo y subsuelo
	Trabajo de corte y soldadura	incendio	Contaminación del aire, suelo y subsuelo

Cualquier persona que detecte alguna de las emergencias ambientales indicadas debera reportarlo de inmediato al Supervisor de Medio Ambiente de GNN.

El Supervisor de Medio Ambiente debe asegurarse de que cuenta con toda la informacion, para proceder a coordinar la atencion de la emergencia. Utilizando el formato correspondiente dentro del Manual de Calidad, denominado: *Reporte de Investigacion de Accidentes/Incidentes*.

2. Equipo y materiales.

El Supervisor de Medio Ambiente debera asegurarse de disponer los recursos materiales para atender las emergencias ambientales, los cuales son (enunciativa mas no limitativamente) los siguientes:

Tipo de emergencia	Material para su atencion
Derrames	• Kit para control de derrames: cinta delimitadora de area, pico, pala, escoba, metrial absorvente (cojin, almohadilla, cordon-salchicha, polimero solidificador/encapsulador, arena, y/o aserrin), recipiente y/o bolsas; • EPP (botas, guantes, lentes, cubre bocas).
Incendios	• Extintores, agua, tierra.

3. Mecanismos para la atencion de las emergencias ambientales identificadas.

Derrames sobre suelo natural (combustibles, sustancias quimicas, residuos peligrosos).

ANTES
• Asegurarse que se cuenta con kit para control de derrames; • Colocarse el EPP (botas, guantes, lentes, cubre bocas); • Consultar la hoja de datos de seguridad del material derramado para identificar la peligrosidad de la sustancia e indicaciones de manejo "especiales"; • Delimitar con cinta el area afectada.
DURANTE
• Acordonar el suelo afectado con el material absorvente y evitar la propagacion del derrame; • Para absorver el derrame: esparcir el material absorvente sobre toda la superficie del derrame, desde la periferia hacia el centro; • Una vez controlado el derrame, recolectar el suelo contaminado con pico y pala, y depositarlo en las bolsas y/o recipientes destinados para tal fin; • Manejar y disponer como residuos peligrosos tanto el suelo contaminado como el material utilizado para la contencion del derrame.
DESPUES
• Evaluar el entorno ambiental para identificar los impactos ambientales adversos ocasionados, y en su caso determinar las acciones mitigar/minimizar dichos impactos.

Para mayor detalle, Ver **Anexo 13**.

Incendio.

Combatir el incendio con apego al Plan de emergencia en obra.

Una vez que el incendio ha sido atendido, el Supervisor de Medio Ambiente, debera;

- Evaluar el entorno ambiental para identificar los impactos ambientales adversos ocasionados, y en su caso determinar las acciones para mitigar/minimizar dichos impactos, especialmente si el incendio sucedió en areas con vegetacion.

Índice

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 2
VI.1 CONCLUSIONES. 2
VI.2 RECOMENDACIONES 4

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

VI.1 CONCLUSIONES.

El proyecto inherente a la ampliación del Sistema de Transporte de Gas Natural, presenta un grado de riesgo Tolerable Tipo "C" y un nivel de seguridad aceptable, con base a los resultados del Análisis Cualitativo, lo cual está directamente relacionado a que Gas Natural del Noroeste, S.A. de C.V., reúne años de experiencia en la construcción y operación de proyectos inherentes al Sector Hidrocarburos, por lo que se tiene conocimiento del grado de responsabilidad tanto civil como ambiental que conlleva la operación de un proyecto de este tipo.

- ✓ De los resultados del Análisis HAZOP, se constató que las variables principal a monitorear son Presión, Flujo y Nivel principalmente, ya que ésta última está involucrada principalmente en los sistemas de filtración de proceso y servicios auxiliares, donde la desviación de más y menos nivel, puede repercutir principalmente en el arrastre de condensados aguas arriba de los filtros causando severos daños a los sistemas existentes, por su parte menos nivel, provocado por la apertura en falso de las válvulas de control de nivel en las líneas de drenado, provocaría el paso directo de gas natural por las líneas de condensados ocasionando la fuga de gas hacia la atmosfera de combustible que con la presencia de una fuente de ignición puede provocar una situación de emergencia donde las pérdidas materiales y de proceso serían significativas. Por su parte, las variables de presión y flujo, de acuerdo al análisis realizado, las principales desviaciones detectadas de mayor riesgo (riesgo Medio) son las de menos y más presión/flujo y/o flujo en otra dirección, por fallas especificas en los instrumentos de control y de seguridad.
- ✓ Del Análisis What If, se determinó que una de las causas principales causas a la pregunta ¿Qué Pasa si no hay flujo?, sería por agentes externos que pueden afectar la operación del sistema de transporte de gas natural, tal es el caso de una ruptura de línea aguas arriba del punto de análisis, causada por terceros o fenómeno natural, mismas que, de acuerdo a la literatura son las principales afectaciones en gasoductos enterrados.

El presente estudio llevó a la conclusión de que los riesgos mayores, son las variaciones en las condiciones de proceso por agentes externos, principalmente en las instalaciones superficiales como las ERMs y City Gate, ya que de acuerdo al análisis HAZOP existen parámetros operacionales que pueden repercutir en posibles fallas (rupturas de línea) con probable liberación de gas en las principales instalaciones de proceso, causadas por sobrepresión en las líneas de conducción, falla de válvulas manuales o por la activación de los sistemas de seguridad como válvulas de alivio, y que por su ubicación podrían afectar la infraestructura aledaña y las áreas agrícolas extiendes directamente, y en su caso, desencadenar un incendio mayor si la capacidad de respuesta es mayor, sin embargo la empresa tiene instalados sistemas de seguridad para prevenir situaciones de riesgo que estén directamente relacionadas con las condiciones operativas del sistema, tal es el caso del SCADA GNN/FERMACA (en el caso de la City Gate Corralillos) y el monitoreo remoto de las instalaciones.

El riesgo existente por la conducción de Gas Natural por ductos es evidente, mismo que para el presente sistema de transporte se encuentra controlado mediante los instrumentos de seguridad y por la supervisión de las condiciones operativas del sistema, aunado a que el transporte por ductos de hidrocarburos es de los más seguros y confiables. Aunado a lo anterior, los programas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, ayudan a anticiparse a cualquier falla mecánica o de operación que se pueda presentar.

De acuerdo con lo anterior, es importante señalar que los Escenarios de Riesgos que fueron propuestos en el presente Estudio, en apego a lo solicitado por la autoridad mediante la Guía para la elaboración del Análisis de Riesgos del Sector Hidrocarburos, han sido simulados en el contexto donde no se tomaron en cuenta las medidas preventivas y sistemas de seguridad del proyecto para evaluar los Riesgos Operativos, y así mismo, posteriormente, considerando la aplicación de cada una de las salvaguardas especificadas determinar el Riesgo Residual del Proyecto, lo cual determinó que todas los escenarios de riesgo tienen una Categoría "C" que equivale a ***Riesgo Significativo, pero se pueden compensar con las acciones correctivas en el paro de instalaciones programado, para no presionar programas de trabajo y costos. La mitigación debe enfocarse en la disciplina operativa y en la confiabilidad de los sistemas de protección.***

VI.2 RECOMENDACIONES.

Para la realización del presente Análisis de Riesgos, se utilizó la técnica del HAZOP (Hazard and Operability) para la evaluación y determinación de riesgos y mediante el paquete SCRI (Modelos de Simulación para el análisis de consecuencias por Fuego y Explosión, versión 2.0) se realizaron las simulaciones de fugas de gas natural, de lo cual, aunado a los recorridos en campo donde se instalará el presente proyecto, se derivan las siguientes recomendaciones.

- Atender las recomendaciones que se incluyen en las hojas de trabajo del HAZOP.
- Elaborar y poner en práctica un programa para la calibración de los instrumentos de medición y control, así como para el mantenimiento de los mismos de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de proveedor del gas natural, para reportar cualquier falla en el suministro de gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto principal que suministrará el energético.
- Realizar simulacros por lo menos dos veces al año en los que se evalúe la capacidad de respuesta del personal para la atención de los eventos de riesgo identificados en el Capítulo IV del presente Estudio.
- Considerar la implementación de un sistema de monitoreo operativo en toda la trayectoria del sistema para distribución de gas natural, que además de realizar actividades de supervisión pueda actuar en caso de una emergencia (i.e. cierre de válvulas).

RECOMENDACIONES ESPECIFICAS

- ✓ Considerar en la ingeniería de detalle del proyecto, el diseño y construcción de trampas de envío y recibo de dispositivos de limpieza e inspección interna para la evaluación de la integridad de los gasoductos troncales de acero al carbón.
- ✓ Cuando por razones técnicas el diseño la red de distribución, no considere la instalación de trampas de envío y recibo de diablos, establecer los métodos de evaluación de la integridad mecánica de los ductos de acuerdo a la NOM-009-ASEA-2017.
- ✓ Elaboración del Estudio de Impacto Social, donde se establezcan medidas de atención a la comunidad que tendrá incidencia en la red de distribución de gas natural.

Control de la Corrosión

- ✓ Asegurarse que la memoria de cálculo del sistema de protección catódica cumpla con la normatividad aplicable.
- ✓ Asegurar que la memoria técnica del Sistema de Protección Catódica a instalar para protección de los gasoductos de acero, contenga como mínimo lo siguiente: tiempo de vida, criterios, ubicación de camas anódicas, número, dimensiones y tipo de los ánodos utilizados, densidad de corriente eléctrica, resistencia total de circuito, por ciento de área desnuda a proteger, especificación de materiales y equipo, cálculos, recomendaciones, prácticas de ingeniería, normas, códigos, reglamentos y regulaciones a observar durante la implementación del mismo.

- ✓ Toda la tubería de acero debe estar protegida mediante Sistema de Protección Catódica desde el primer día de operación; en dado caso que, GNN decida lo contrario, se debe demostrar mediante un estudio técnico realizado por el área técnica responsable del control de la corrosión externa, que los materiales son resistentes al ataque corrosivo del medio ambiente en el cual son instalados, en este caso el sistema de protección catódica deberá estar instalado en un plazo no mayor a un año posterior al primer día de operación del sistema de distribución de gas natural.
- ✓ Además de la memoria técnica del Sistema de Protección Catódica, contar con los resultados de pruebas de interacción con otros sistemas eléctricos ajenos al sistema de protección catódica (líneas de alta tensión, sistemas de tierras, estructuras metálicas vecinas protegidas o no catódicamente y dependencias involucradas).
- ✓ Una vez instalado el Sistema de Protección Catódica, elaborar los planos y diagramas del sistema de tal y como fue instalado. (Arreglos constructivos de la cama anódica, de la fuente externa de corriente eléctrica directa, conexiones eléctricas cable-Ducto, Ducto-estación de registro de potencial y puenteos eléctricos entre Ductos).
- ✓ Elaborar y poner en práctica programas de inspección y mantenimiento periódico de los elementos que conforman los sistemas de protección catódica, evidenciando dichas acciones mediante los registros respectivos.
- ✓ Dentro de la etapa de operación, realizar inspecciones cuando menos cada seis meses del recubrimiento dieléctrico en todos los tramos de los ductos de acero superficiales y en áreas expuestas. Cuando el recubrimiento se encuentre deteriorado se debe reemplazar o reparar.
- ✓ Elaborar y poner en práctica métodos de evaluación de la corrosión externa en ductos en operación, con la finalidad de constatar el óptimo funcionamiento del sistema de protección catódica, lo anterior principalmente para los siguientes factores: corrosión microbiológica, agrietamiento por corrosión bajo esfuerzos (SCC por sus siglas en inglés) agrietamiento bajo tensión en presencia de sulfuros y agrietamiento inducido por sulfuros.
- ✓ Elaborar y poner en práctica métodos de evaluación de la corrosión interna de ductos, con la finalidad de evaluar la pérdida de espesor de la tubería por corrosión interna, tales como: probetas con pérdida de peso, sondas de hidrógeno, embobinadores de ensayo y/o sondas de corrosión.