

## I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

### DESCRIPCION DEL PROCESO

#### I.1. BASES DE DISEÑO

La estación de descompresión se ubicará dentro de las instalaciones propiedad de **Mission Foods México, S. de R.L. de C.V.**

La estación de descompresión estará montada sobre una loza o piso de concreto armado con capacidad de soportar los 2,500 kg. de peso, la loza o piso del patio de maniobras (descarga) para los semirremolques serán de concreto armado con capacidad de soportar las 60 toneladas de peso, serán instalados 2 topellantas de cemento usinado, de 3 m de largo x .30 m de ancho, color amarillo con franjas negras (pintura esmalte alquidálico berel amarillo 417 y negro 424) mismos que deberán contar con dispositivos de tierras físicas en la parte trasera para aterrizar los contenedores, a su vez se deberán pintar cuatro rayas amarillas de 10 cm de ancho x 11 m de largo para delimitar las cajoneras de los contenedores (se agrega plano de 90 x 60 cm).

El perímetro del área estará delimitado por una barra plana de hierro de 1½" x Ø 5/16", pilares de tubería de hierro redondo con pintura negro mate, con una altura mínima de 2 m, malla metálica hecha de alambre de acero galvanizado y torcido helicoidalmente (se agrega plano de 90 x 60 cm).

Se instalará un tanque de agua suavizada donde se almacenará agua suavizada con anticorrosivo y Etil glicol, teniendo una capacidad de 500 L, y bomba hidroneumática.

La iluminación estará constituida de luminaria tipo proyector de 400w con aditivos metálicos a prueba de explosión, *conduit* metálicos de acero al carbono ASTM a 53 de tipo leve anclados a postes de arreglo doble de 10 m de altura (se agrega plano de 90 x 60 cm).

La estación de descompresión ocupará una superficie de 241 m<sup>2</sup>.



El polígono y el área de la estación de descompresión cuentan con las dimensiones que se citan a continuación:



|                               |                          |
|-------------------------------|--------------------------|
| Superficie total del polígono | 50,935.61 m <sup>2</sup> |
| Estación de descompresión     | 241 m <sup>2</sup>       |

## **SUSCEPTIBILIDAD DE LA ZONA A FENOMENOS NATURALES Y EFECTOS METEREOLÓGICOS ADVERSOS**

### **a) VULCANOLOGÍA**

El Estado Puebla tiene una gran actividad volcánica, principalmente por el Popocatepetl y con menor intensidad el Iztaccíhuatl y el Citlaltépetl.

Durante el año 2008 se registró una emisión de aproximadamente 1.2 millones de toneladas de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), proveniente en su mayoría del volcán Popocatepetl.

El Popocatepetl se localiza en los límites territoriales de los estados de México, Morelos y Puebla.

Durante las erupciones del Popocatepetl en 1995, la caída de ceniza en Puebla fue abundante; en 1997 la mayor cantidad se registró en la ciudad de México, y para el 2004 la actividad volcánica disminuyó notablemente.

Estos hechos confirman que en efecto, el material que lanza el volcán en cada actividad, afecta la salud de manera importante; además, algunas erupciones desechan material más grueso y cuando se trata de erupciones de mayor volumen, arrojan material más fino que afecta las vías respiratorias y el sistema ocular.

Actualmente la actividad del Popocatepetl es moderada, pero constante, con emisiones de fumarolas, compuestas de gases y vapor de agua, y repentinas e imprevistas expulsiones menores de ceniza y material volcánico<sup>1</sup>.

De acuerdo con el Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED), *“Considerando la remota posibilidad de un evento mayor del Popocatepetl, los efectos más serios de una erupción grandes se limitarían a la cercanía del volcán, sobre radios del orden de 20 a 30 km. Un evento de esta naturaleza debería ser previsto por los sistemas de detección y monitoreo del volcán con anticipación suficiente para tomar medidas preventivas.”*

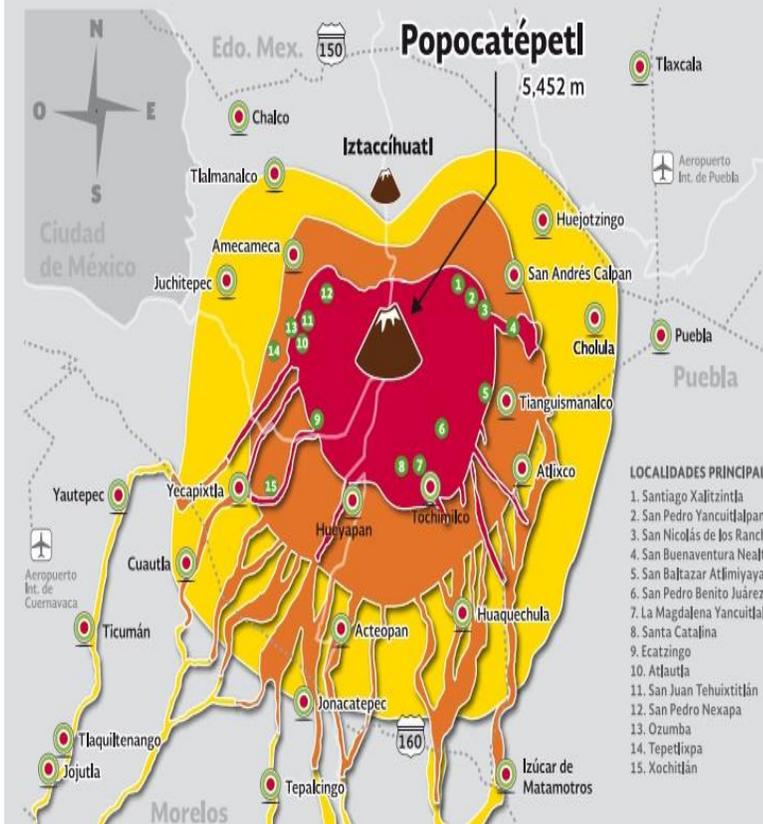
Los efectos de tal evento se limitarían a los problemas derivados de lluvias de cenizas volcánicas en las grandes ciudades, como la Ciudad de México, cuyo centro se encuentra a 72 km. del cráter del volcán, Puebla a unos 43 km., Cuernavaca a 63 km. o Tlaxcala a 53 km.

En este escenario, en los Estados mencionados anteriormente **podrían esperarse lluvias de ceniza** que pudieran causar molestias importantes a sus habitantes, pero de ninguna manera pueden esperarse efectos desastrosos como ríos de lava, grandes terremotos u otros fenómenos destructivos como aparecen en algunas películas de ficción.

Estos riesgos están marcados en el **Mapa de Peligros Volcánicos del Popocatepetl**, que ha sido publicado por el Instituto de Geofísica de la UNAM.

# POPOCATÉPETL

## Flujos piroclásticos, lahares (flujos de lodo) y lava



- Volcanes
- Localidades principales
- Aeropuertos
- Carreteras

### Área 1 PELIGROSIDAD ALTA

Podría ser afectada por derrames de lava, flujos piroclásticos, flujos de lodo e inundaciones producidas por erupciones similares a las que han ocurrido al menos dos veces en los últimos 1,000 años.

### Área 2 PELIGROSIDAD MEDIA

Peligro similar al Área 1 aunque menos frecuente. Este tipo de erupciones han ocurrido al menos diez veces en los últimos 15,000 años.

### Área 3 PELIGROSIDAD BAJA

Menor probabilidad que el evento eruptivo alcance esta zona. Este tipo de erupciones han ocurrido al menos dos veces en los últimos 40,000 años.

| Área | Peligrosidad | Tipo de afectaciones  | Periodicidad de los eventos   | Alcance máximo de afectación (Km) |
|------|--------------|---|---|-----------------------------------|
| 1    | Alta         | Podría ser afectada por gases volcánicos, caída de trefa, proyectiles balísticos, derrames de lava, flujos piroplásticos, flujo de lodos, inundaciones. | Erupciones que han ocurrido al menos dos veces durante los últimos 1,000 años   | 5                                 |
| 2    | Media        | Podría ser afectada por gases volcánicos, caída de trefa, proyectiles balísticos, derrames de lava, flujos piroplásticos, flujo de lodos, inundaciones. | Erupciones que han ocurrido al menos diez veces durante los últimos 10,000 años | 8                                 |
| 3    | Baja         | Podría ser afectada por gases volcánicos, caída de trefa, proyectiles balísticos, derrames de lava, flujos piroplásticos, flujo de lodos, inundaciones. | Erupciones que han ocurrido al menos dos veces durante los últimos 40,000 años  | 14                                |

**Nota:** el alcance varía según el sector hacia donde se dirija la explosión.

En el contexto del **Mapa de Peligros del volcán Popocatepetl**, el municipio de Huejotzingo, Pue. Se localiza en el **AREA 3**

**Los peligros volcánicos** asociados a la localización de **NEOMEXICANA** en el municipio de Huejotzingo, Pue. es el siguiente:

### **CAÍDA DE CENIZA**

Fragmentos de material volcánico, que van de los 2 hasta los 64 mm de diámetro. Son compuestos de ceniza y pómx expulsadas en fumarolas al momento de la explosión, pudiendo recorrer grandes distancias en su dispersión.

El riesgo para **NEOMEXICANA** radica en el aglomeramiento al momento de sedimentarse, ya que el peso puede exceder la resistencia de las tuberías o de la estructura donde está montada la estación de descompresión.

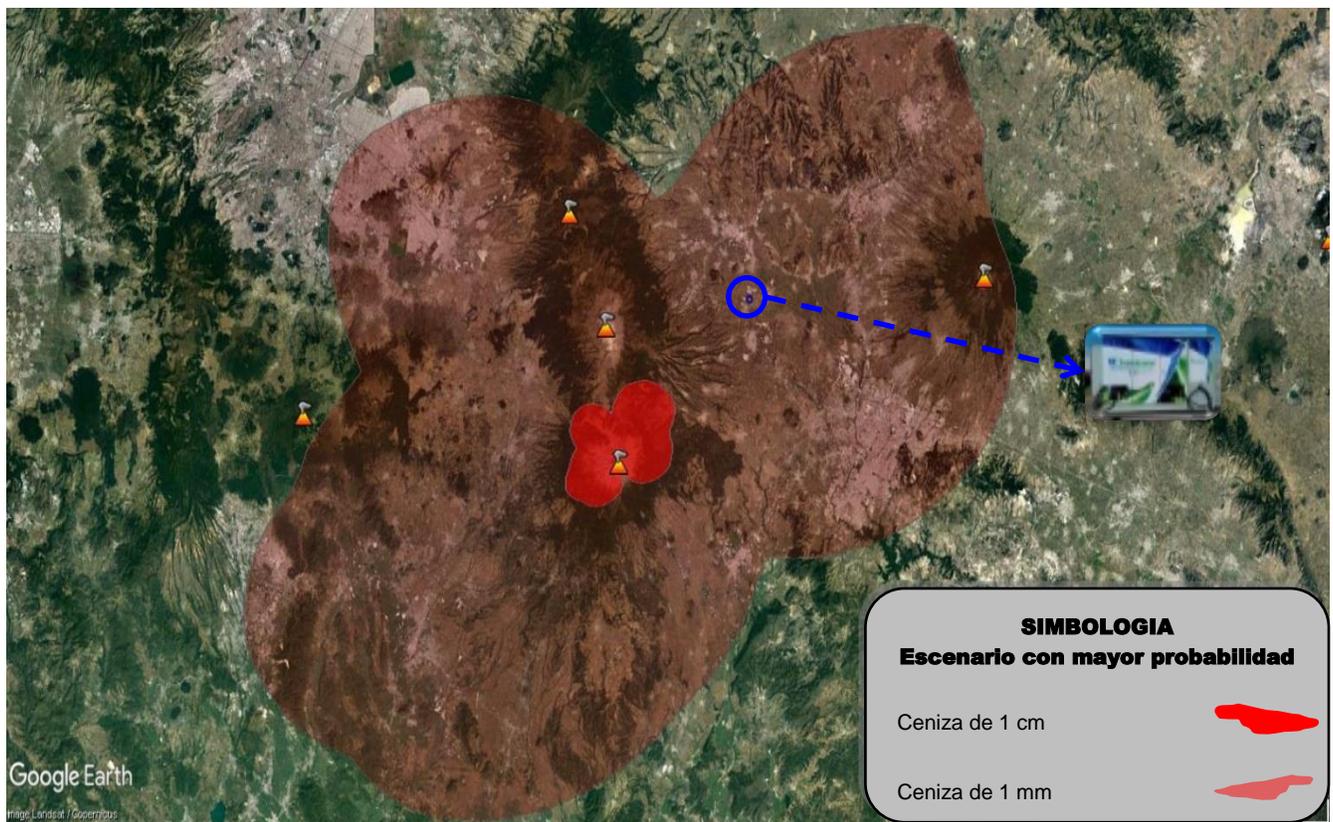


Imagen de escenario con mayor probabilidad de caída de ceniza de 1 cm y de 1 mm, tomada del Atlas Nacional de Riesgos (Mapa de Peligros del Volcán Popocatepetl).

## PROYECTILES BALÍSTICOS

Fragmentos de material rocoso mayor a 64 mm de diámetro originados por la explosión del cráter, las velocidades de impacto van desde los 300 a los 500 km/h y algunos proyectiles conservan altas temperaturas, por lo que al caer a tierra pueden provocar incendios.

En este contexto el riesgo existe para el personal y las instalaciones de **NEOMEXICANA** los que podrían ser impactados por estos proyectiles causando una seria amenaza para el personal y para la estación de descompresión siempre y cuando los fragmentos sean menores a los 64 mm de diámetro.

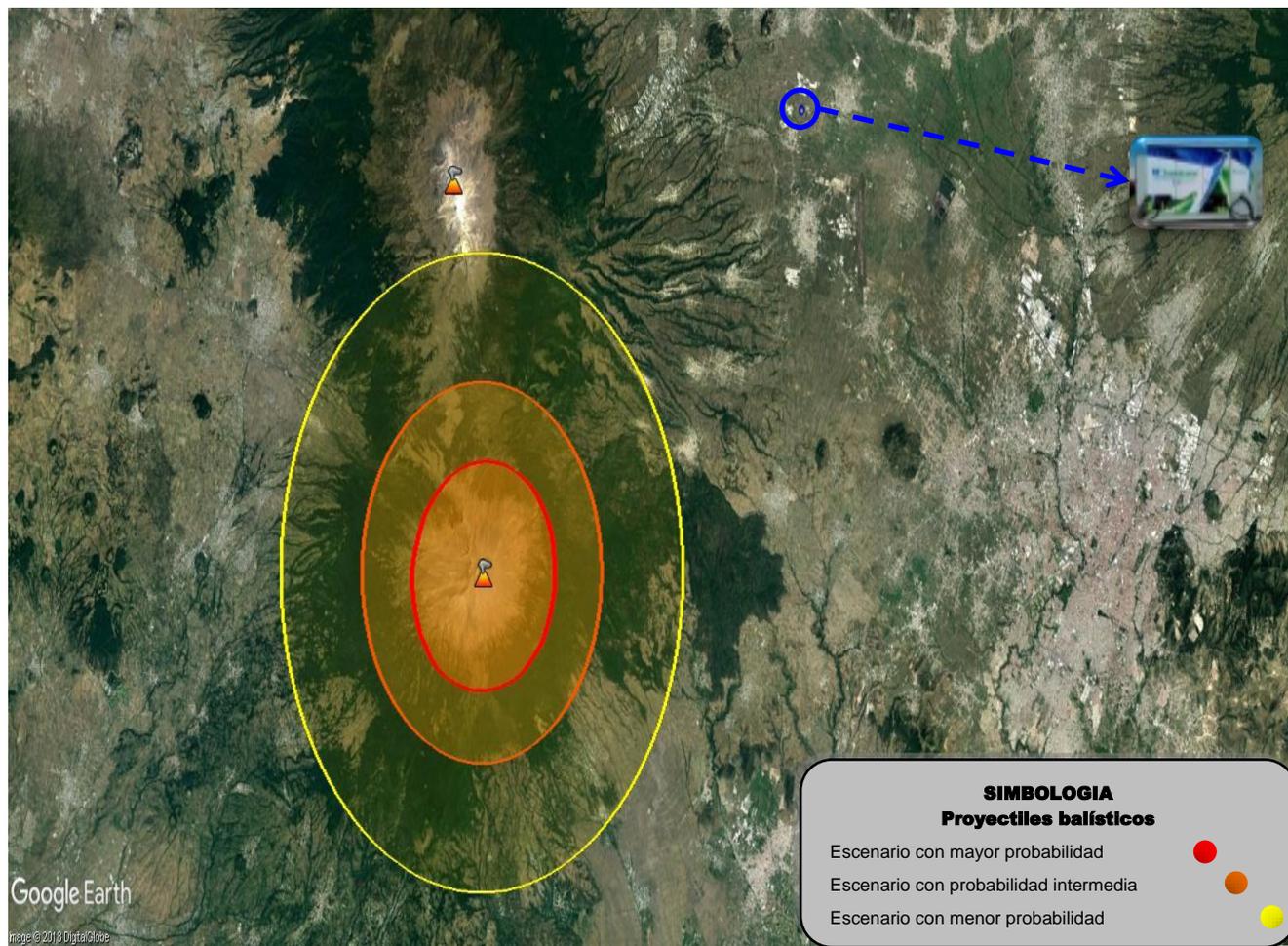


Imagen de escenario con las opciones de probabilidad de caída de Fragmentos de material mayor a 64 mm de diámetro originados por la explosión del cráter, tomada del Atlas Nacional de Riesgos (Mapa de Peligros del Volcán Popocatepetl).

## FLUJOS Y OLEADAS PIROCLÁSTICAS

Son mezclas de material volcánico y gas que se mueven por las laderas del volcán a velocidades de entre 100 y 400 km/h y pueden alcanzar temperaturas de hasta 700 °C, estas velocidades se deben a que el contenido piroclástico contiene más gases que partículas por lo que es capaz de rebasar barreras topográficas con facilidad.

Ambos pueden causar daños serios a infraestructuras y provocar la muerte de personas y animales a su paso.

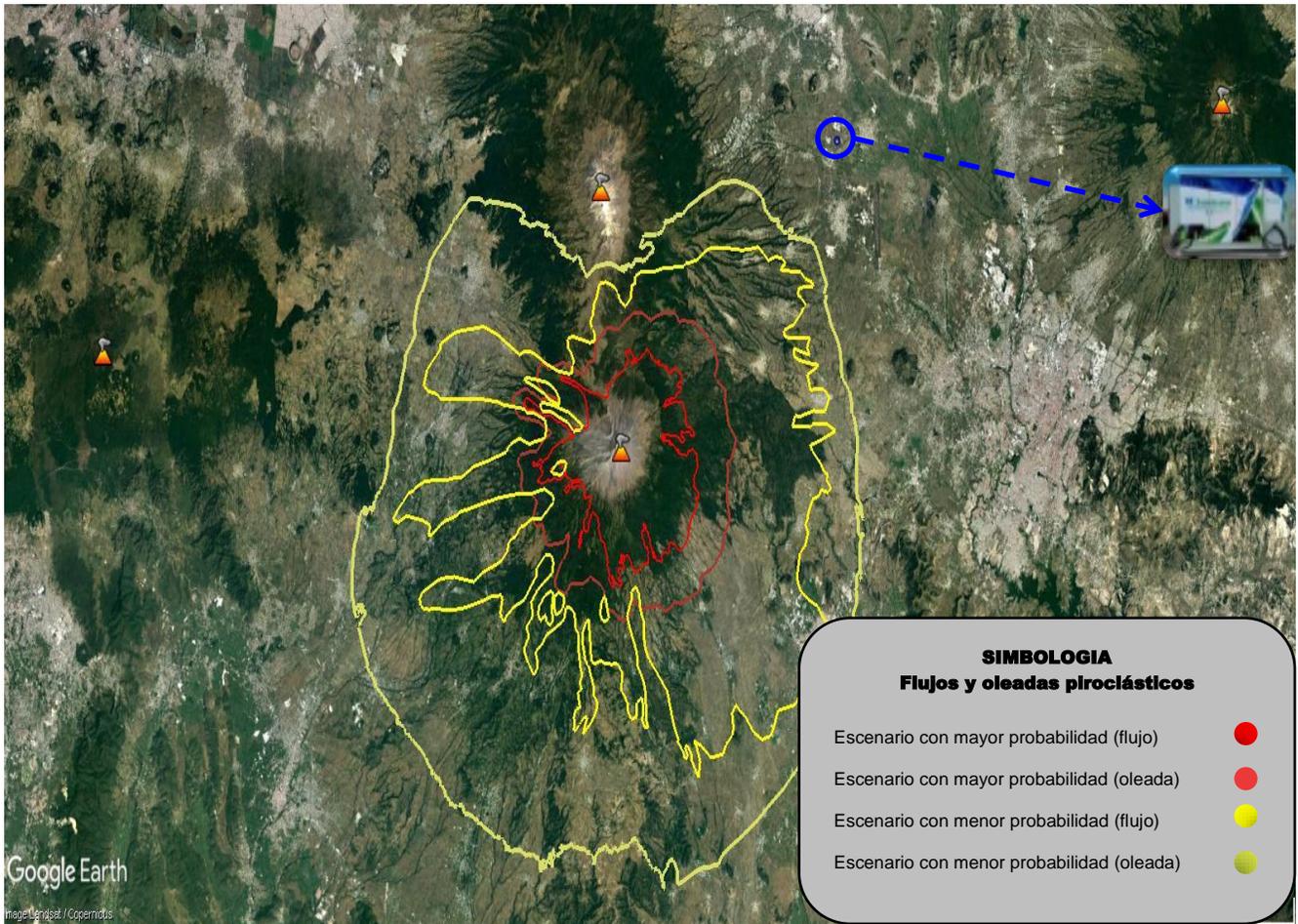


Imagen de escenario con las opciones de probabilidad de flujos y oleadas piroclásticas, tomada del Atlas Nacional de Riesgos (Mapa de Peligros del Volcán Popocatepetl).

## b) SISMICIDAD

La sismicidad es un fenómeno natural producto de los esfuerzos de la corteza terrestre. Los sismos se clasifican por su origen (volcánico o tectónico).

La superficie que corresponde al territorio de México está constituida por cinco placas tectónicas.

1. Placa Norteamericana,
2. Placa del Pacífico,
3. Placa del Caribe,
4. Placa de Cocos, y
5. Placa de Rivera.



En este contexto el Estado de Puebla está asentado sobre la Placa Norteamericana la cual se divide en tres regiones, sísmica, penisísmica y asísmica. La zona sísmica comprende los estados de México, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, el sur de Veracruz, Chiapas, Jalisco, **Puebla** y la Ciudad de México.

Del año 1928 a la fecha se han registrado en el Estado de Puebla, cuatro distintos sismos con magnitudes de entre 6.5 y hasta 7.3 grados.

- El 19 de septiembre de 2017 se produjo un movimiento telúrico que alcanzó una magnitud de 7.1 grados y se registró en los límites de Puebla y Morelos, dejando un total de 45 víctimas mortales.
- El 15 de junio de 1999, a las 15:41 horas, un sismo de 7.0 grados con epicentro a 20 kilómetros al sur-suroeste de Tehuacán, sacudió a varios estados del centro del país, como Morelos, el Estado de México y Tlaxcala. Las consecuencias del siniestro son consideradas las más relevantes en la historia de Puebla,
- El 28 de agosto de 1973 se registró un sismo en el municipio de Chalchicomula de Sesma (Ciudad Serdán) que tuvo una magnitud de 7.3 grados. A 300 muertos y casi mil heridos se sumaron daños en viviendas y construcciones.
- En 1928 hubo otro sismo en Puebla con un registro de 6.5 grados; otro en 1937, con una magnitud de 7.3 grados; uno más en 1945, con magnitud de 6.5; otro en 1959, con 6.8 grados de sismicidad.

De acuerdo con especialistas de la Universidad Popular Autónoma de Puebla (UPAEP), estadísticamente ocurren en el estado sismos de gran magnitud cada 20 años, por lo que han recomendado tomar medidas de prevención.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>www.salud180.com  
<sup>3</sup> www.e-consulta.com

Las coordenadas de los epicentros de estos temblores forman una franja que va desde los límites de Puebla y Oaxaca en la zona de Ajalpan, pasando por Tehuacán, llegando a Tulacingo de Valle y culminando en Axochiapan, Morelos, la región del terremoto de la semana pasada.

El pronóstico de retorno se ha cumplido en varios de estos fenómenos. Por ejemplo entre el del 24 de octubre de 1980, con epicentro en los límites de Puebla y Oaxaca, y el de 1999, transcurrieron 19 años.

La explicación del Sismológico Nacional sobre los temblores en esta zona del país es la siguiente:

*“Como bien se sabe, los sismos de profundidad media y de fallamiento normal en la zona de subducción de la Placa de Cocos bajo la de Norteamérica han causado daños a diversas ciudades y poblados del altiplano mexicano. Ejemplos de lo anterior son los sismos del 15 de enero de 1931, del 28 de agosto de 1973 y el del 24 de octubre de 1980, que provocaron daños en los estados de Oaxaca, Puebla y Veracruz”.*

# Sismo del 19-S dejó un mayor daño a Puebla que el del 99

## 2017

19 de septiembre

13:14 horas

Intensidad: 7.1

Epicentro: Axochiapan, Morelos

## 1999

15 de junio

15:41 horas

Intensidad: 7.0

Epicentro: Tehuacán



**45** muertos

**100** heridos

**17** desaparecidos

**112** municipios declarados en emergencia

**33** municipios con daños severos

**12 mil 600** viviendas afectadas

**2 mil 600** casas se deben derribar

**200** inmuebles históricos afectados

**17** hospitales afectados

**280** escuelas dañadas

**226** iglesias afectadas

**Total: No se ha emitido un reporte total de daños**

**18** muertos

**188** heridos

**126** edificios públicos

**94** municipios con afectaciones

**14** municipios con daños severos

**4 mil 299** viviendas afectadas

**33** hospitales

**304** escuelas

**287** iglesias

**Total: 5 mil 836 inmuebles dañados en el estado**

### Municipios más dañados



### Municipios más dañados



El municipio de Huejotzingo, Pue. no resulto tan notoriamente afectado como el resto de los municipios del Estado, con los sismos del 19 de septiembre de 2017 y el 13 de marzo de 2018. El sismo de marzo de 2018 provoco el desgajamiento de barrancas de Huejotzingo.

Estas barrancas se localizan en la parte alta de Huejotzingo. Cercana a las poblaciones de San Miguel Tianguizolco y San Juan Pancoac, se desgajaron por completo, pero no se reportaron víctimas humanas.

**Los peligros sísmicos** asociados a la localización de **NEOMEXICANA** en el municipio de Huejotzingo, Pue. es el siguiente:

Para la zona del proyecto, esto es, el Parque Industrial El Carmen no se denota corrimientos de tierra, derrumbes o hundimientos, inundaciones, deslizamientos o fallas o fracturas geológicas.

### I.1.1. PROYECTO CIVIL

El proyecto consiste en la instalación de una **estación de descompresión** de gas natural comprimido operada por **NEOMEXICANA DE GNC, S.A.P.I. DE C.V. (NEOMEXICANA)**, la cual está constituida por una Unidad de Control y Reducción (RCU), la cual consta con dos procesos o etapas de reducción de presión mediante intercambio de calor y un patín de medición de gas natural por lo que no se tiene contemplado la instalación de tanques de almacenamiento, ni equipos auxiliares de proceso.

La **estación de descompresión** estará ubicada dentro de las instalaciones de **Mission Foods México, S. de R.L. de C.V. (MISSION)**.



**Nota:** La única obra civil considerada es la plancha de concreto armado que se construyó para asentar ahí la estación de descompresión, así como en el área de estacionamiento destinadas a los tráileres (contenedores) y la construcción de la barrera perimetral conformada por malla ciclónica.

### I.1.2. PROYECTO MECÁNICO

El proyecto consiste en la instalación de una **estación de descompresión** de gas natural comprimido operada por **NEOMEXICANA**, la cual está constituida por una Unidad de Control y Reducción (RCU), la cual consta con dos procesos o etapas de reducción de presión mediante intercambio de calor y un patín de medición de gas natural.

En este contexto **NEOMEXICANA** no tiene contemplado la instalación de tanques de almacenamiento, ni equipos auxiliares de proceso, por lo cual no se requiere contar con una memoria técnica descriptiva y justificativa del proyecto mecánico.

### I.1.3. PROYECTO SISTEMAS CONTRA INCENDIOS

Dentro del área donde será constituida la **estación de descompresión** se contará con dispositivos de seguridad para evitar cualquier sobrepresión de gas natural en la salida de la estación de descompresión y medición. Como una medida adicional, la descompresora cuenta con botones instalados de cierre de emergencia localizados: uno en el panel de control de la estación, y dos más a los costados de la estación. Los botones de cierre cortan el flujo de gas inmediatamente.

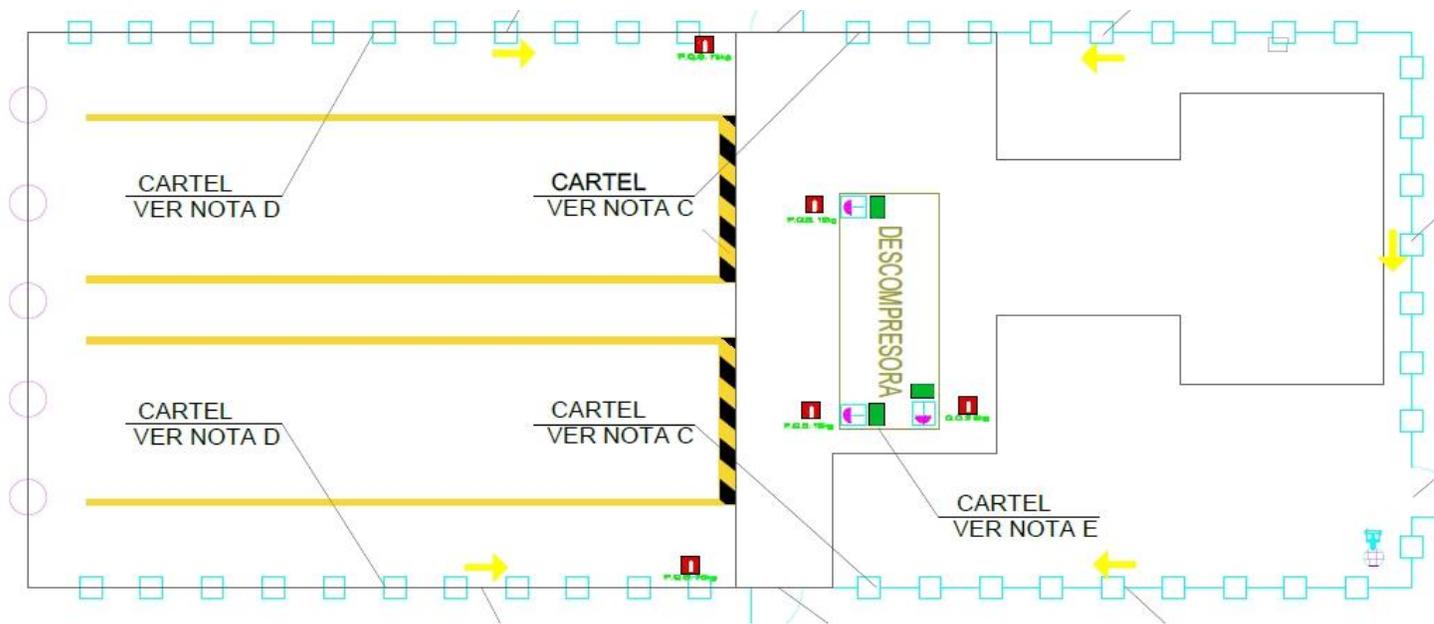
Como medida de seguridad y control de riesgos contra incendios, la estación de descompresión contará con detector de gas, extintores, paradas de emergencia y carteles de seguridad para orientación de los usuarios.

Las paradas de emergencia estarán ubicadas en el área de la descompresora y en el panel de control.

Como equipo de protección contra incendios en la estación de descompresión, se prevé contar con extintores de 6 kg, 12 kg y 75 kg de polvo químico seco.

| SIMBOLOGÍA  | DESCRIPCIÓN                                   | CANTIDAD | UBICACIÓN                               |
|---|---|----------|---|
|  | EXTINTOR DE POLVO QUÍMICO TRICLASE ABC 12 kg. | 2        | ESTACION DE DESCOMPRESION               |
|   | EXTINTOR DE POLVO QUÍMICO TRICLASE ABC 75 kg. | 2        | CONTIGUO A LA ESTACION DE DESCOMPRESION |
|   | EXTINTOR DE CO <sub>2</sub>                   | 1        | CONTIGUO A LOS CONTENEDORES             |
|  | PARADA DE EMERGENCIA A PRUEBA DE EXPLOSIÓN    | 2        | ESTACION DE DESCOMPRESION               |
|  | LETRERO DE PARADA DE EMERGENCIA               | 2        |   |
|  | RUTA DE EVACUACIÓN                            | 5        | ESTACION DE DESCOMPRESION               |

Se agrega plano 90 x 60 cm (SEÑALETICA Y EXTINTORES).



## 1.2. DESCRIPCION DETALLADA DEL PROCESO

Las operaciones que realizará la **estación de descompresión** operada por **NEOMEXICANA DE GNC, S.A.P.I. DE C.V.** consistirán en recibir gas natural comprimido (GNC), con una presión de 250 *bar* y reducir esta presión a una que sea útil para el usuario final, cuantificar el volumen de gas suministrado para fines de facturación y alimentar las líneas de producción de **MISSION**. Cabe señalar que el GNC será transportado vía terrestre por dos tráileres (contenedores).

Para dicho efecto se contara con una serie de procesos linealmente establecidos, tales como:

- a) Recepción de descarga automática de gas natural comprimido (GNC),
- b) Acondicionamiento del gas por medio de la Unidad de Control y Reducción (RCU),
- c) Medición del caudal del GNC.

## UBICACIÓN

Blvd. El Carmen No.10, Parque industrial El Carmen, San Mateo Capultitan, Huejotzingo, Puebla. 74160.



Fuente: Googleearth.com

| Latitud N    | Longitud W   |
|--------------|--------------|
| 19°12'23.90" | 98°24'37.28" |

| Coordenadas | UTM (m) |
|-------------|---------|
| UTM Este X  | 561941  |
| UTM Norte Y | 2123828 |
| Huso        | 14      |

## COMPOSICIÓN DEL GAS NATURAL COMPRIMIDO (GNC)

El gas suministrando por **NEOMEXICANA** deberá cumplir con lo especificado en la tabla 1 del **numeral 5** (especificaciones del gas natural) de la **NOM-001-SECRE-2010** (cancela y sustituye a la NOM-001-SECRE-2003, Calidad del gas natural y la NOM-EM-002-SECRE-2009, Calidad del gas natural durante el periodo de emergencia severa).

**Tabla 1. Especificaciones del Gas Natural**

| Propiedad   | Unidades          | Zona Sur                         |   |                                 | Resto del País             |
|---|-------------------|----------------------------------|---|---------------------------------|----------------------------|
|   |                   | Hasta el 31 de diciembre de 2010 | Del 1 de enero de 2011 al 31 de diciembre de 2012 | A partir del 1 de enero de 2013 |                            |
| Metano (CH <sub>4</sub> )-Min.                            | % vol             | NA                               | NA  | 83,00                           | 84,00                      |
| Oxígeno (O <sub>2</sub> )-Max.                            | % vol             | 0,20                             | 0,20  | 0,20                            | 0,20                       |
| Bióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )-Max.                | % vol             | 3,00                             | 3,00  | 3,00                            | 3,00                       |
| Nitrógeno (N <sub>2</sub> )-Max.                          | % vol             | 9,00                             | 8,00  | 6,00                            | 4,00                       |
| Nitrógeno. Variación máxima diaria                        | % vol             | ±1.5                             | ±1.5  | ±1.5                            | ±1.5                       |
| Total de inertes (CO <sub>2</sub> y N <sub>2</sub> )-Max. | %vol              | 9,00                             | 8,00  | 6,00                            | 4,00                       |
| Etano-Max.  | % vol             | 14,00                            | 12,00   | 11,00                           | 11,00                      |
| Temperatura de rocío de hidrocarburos- Max.               | K (°C)            | NA                               | 271,15 (-2) <sup>(1)</sup>                        | 271,15 (-2)                     | 271,15 (-2) <sup>(1)</sup> |
| Humedad (H <sub>2</sub> O)-Max.                           | mg/m <sup>3</sup> | 110,00                           | 110,00  | 110,00                          | 110,00                     |
| Poder calorífico superior-Min.                            | MJ/m <sup>3</sup> | 35,30                            | 36,30   | 36,80                           | 37,30                      |
| Poder calorífico superior-Max.                            | MJ/m <sup>3</sup> | 43,60                            | 43,60   | 43,60                           | 43,60                      |
| Indice Wobbe-Min.   | MJ/m <sup>3</sup> | 45,20                            | 46,20   | 47,30                           | 48,20                      |
| Indice Wobbe-Max.   | MJ/m <sup>3</sup> | 53,20                            | 53,20   | 53,20                           | 53,20                      |
| Indice Wobbe-Variación máxima diaria                      | %                 | ±5                               | ±5  | ±5                              | ±5                         |
| Acido sulfhídrico (H <sub>2</sub> S)-Max.                 | mg/m <sup>3</sup> | 6,00                             | 6,00  | 6,00                            | 6,00                       |
| Azufre total (S)-Max.                                     | mg/m <sup>3</sup> | 150,00                           | 150,00  | 150,00                          | 150,00                     |

## **FACTOR DE SERVICIO**

La estación de descompresión y medición está diseñada para operar ciclos de 24 horas durante los 365 días del año

## **FUENTE DE GAS NATURAL COMPRIMIDO**

El gas natural comprimido (GNC) se transporta vía terrestre desde la estación de compresión de NEOMEXICANA localizada en Av. De las Torres 18 interior 1, Predio El Carmen, San Miguel Xoxtla, Puebla. 76620, hasta la estación de descompresión localizada en el contexto de las instalaciones de **MISSION** sito en Blvd. El Carmen No.10, Parque industrial El Carmen, San Mateo Capultitan, Huejotzingo, Puebla. 74160.

## **RECEPCIÓN DE GAS NATURAL COMPRIMIDO (GNC)**

El objetivo de la **ESTACIÓN** es reducir la presión del **GNC** que es de 250 *bar* (3,625.94 *psi*) proveniente de vehículos (**CONTENEDORES**) para alimentar las redes de distribución que se utilizan en las líneas de producción.

Estos vehículos son conectados mediante mangueras flexibles al sistema de descompresión, el cual realiza la reducción de presión hasta 4 *bar* (58.0151 *psi*), a partir de ese punto el **GNC** es transferido a la estación de medición del cliente.

La metodología de llegada y conexión se llevara a cabo mediante una serie de lineamientos que el operador del tráiler deberá seguir.

1. Se estacionará el contenedor en el lugar ya establecido para la descarga,
2. Una vez estacionado se colocarán calzas en las ruedas para evitar algún rodamiento del remolque,
3. Abrir las puertas del contenedor y anclar los seguros ubicados a los lados del contenedor,
4. Se deberá verificar que las válvulas de cada cilindro se encuentren cerradas, de igual manera habrá que revisar que las válvulas de venteo se encuentren totalmente cerradas,
5. Conectar el cable a tierra (Cable de tierra independiente del contenedor),
6. Se deberá verificar que el manómetro indicador de presión de la estación de descompresión marque cero,
7. Se activará el sistema *Anti-Tow*, girando la manivela un cuarto de vuelta hacia la izquierda,
8. El mosquetón de las mangueras se debe enganchar a la argolla de anclaje del contenedor,
9. Las mangueras se deben acoplar a los conectores hembras del contenedor, verificar que las mangueras estén correctamente conectadas,
10. Se deberá cerrar la válvula de venteo del contenedor y abrir las 11 válvulas de los cilindros para iniciar con la descarga del gas natural comprimido.

La logística contempla que un contenedor estará en consumo y previo que se agote la disponibilidad de **GNC** llegara otro equipo lleno para reemplazarlo, en consecuencia en ningún momento se tendrán dos contenedores llenos de manera simultánea en el área de la estación de descompresión.

El tiempo de residencia estimada del contenedor será de 24 horas, mismo que variara en función del consumo del **GNC** por parte **MISSION**.

En un momento dado de la jornada de trabajo el contenedor se podrá encontrar a una capacidad máxima de **GNC**, no superando los 9,000 m<sup>3</sup>, que equivalen a 5,940 kg.

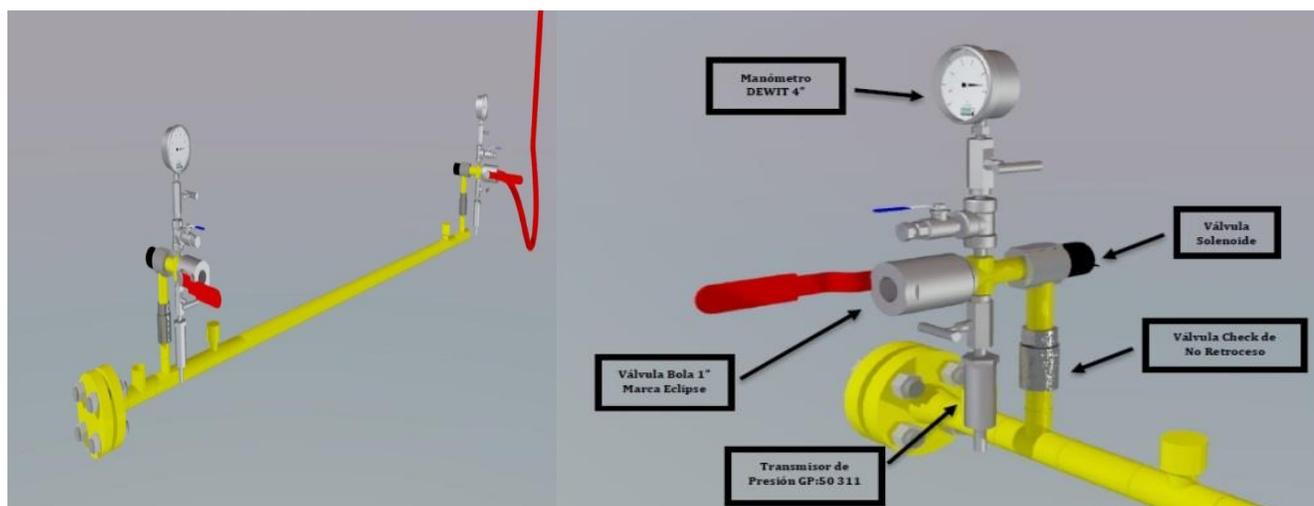
La alimentación del **GNC** recorrerá un trayecto a través del módulo de cabezal de descarga automática, el sistema de filtración, un módulo de calentamiento y dos etapas de reducción, para después ingresar a la estación de medición y posteriormente pasará a las líneas de producción del cliente (**MISSION**).

### **MÓDULO DE CABEZAL DE DESCARGA AUTOMÁTICA**

El cabezal de descarga automática consta de dos líneas independientes, cada una equipada con mangueras especiales para **GNC**, dos válvulas bolas accionadas manualmente, dos válvulas solenoides de alta presión, dos válvulas check sin retorno marca Eclipse modelo VNN-161 de acero inoxidable y transmisores e indicadores de presión. Cuando un tráiler con **GNC** llega a la estación de descompresión, esta se encuentra a una presión normal entre 230 - 250 *bar*.

El cabezal de descarga automática al inicio de la estación de descompresión cuenta con válvulas bola marca Eclipse modelo VNB-162 de 1" roscadas *NPT*, accionadas manualmente, con una presión de operación máxima de 410 *bar*, donde se conectan las mangueras de GNC marca *Parker* modelo 5CNG-16 de 5 metros de longitud.

La manguera marca *Parflex* está especialmente fabricada para el transporte de GNC, está construida con un núcleo de nylon eléctricamente conductivo, diseñado para disipar acumulación electricidad estática. Además, el recubrimiento de poliuretano proporciona resistencia a la abrasión y protección a la intemperie. Tiene una presión de operación máxima de 345 *bar* y una temperatura de operación de -40°C a 85°C.



## b) ACONDICIONAMIENTO DEL GAS POR MEDIO DE LA UNIDAD DE CONTROL Y REDUCCIÓN (RCU)

El proceso de suministro se inicia cuando un contenedor es conectado a una mesa de descompresión, el gas natural comprimido pasa por el módulo de filtración, el cual cuenta con un filtro para partículas sólidas ubicado en la entrada de la estación de descompresión y otro más para gotas líquidas en la salida (tipo coalescente). Ambos contarán con un indicador de presión diferencial, ubicado dentro de la **Unidad de Control y Reducción (RCU)**, cuando alcance una cierta presión diferencial automáticamente se le notificará al operador de la estación de descompresión que es necesario un reemplazo del elemento filtrante.

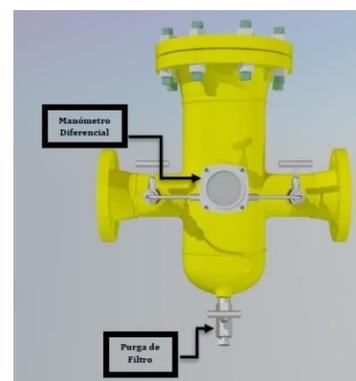
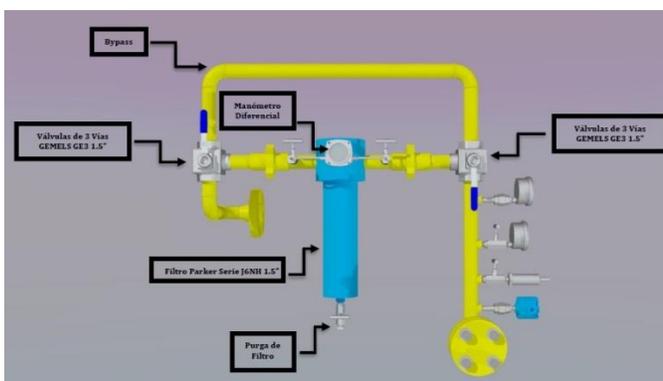
### MÓDULO DE FILTRACIÓN

#### a) Filtro de entrada

Consta de un filtro Parker Serie J6NH diseñado para filtrar óxido y sarro de las tuberías, aceites de los compresores y partículas sólidas en el gas natural comprimido, los elementos filtrantes desechables que utilizan, están diseñados para resistir presiones hasta 345 *bar* y temperaturas hasta 177°C y está equipado con un indicador de presión diferencial, el filtro, está seccionado con válvulas de tipo bola de paso completo de 3 vías marca *Gemels* modelo *GE3*, cuerpo de acero al carbón con conexiones roscables de 1.5", presión máxima de operación 400 *bar*.

#### b) Filtro de salida

Consta de un filtro coalescedor marca *Inova* modelo *FGC* fabricado de acero al carbón con conexiones bridadas de 3" *ANSI 150*, presión máxima de operación 19 *bar* y está equipado con indicador de presión diferencial con aguja de arrastre, está seccionado con válvulas de acero al carbón de tipo bola flotantes de paso completo de 3" *ANSI 150*" marca *Valve-Tek* modelo *V2F Series*, con una presión máxima de operación de 19 *bar*.



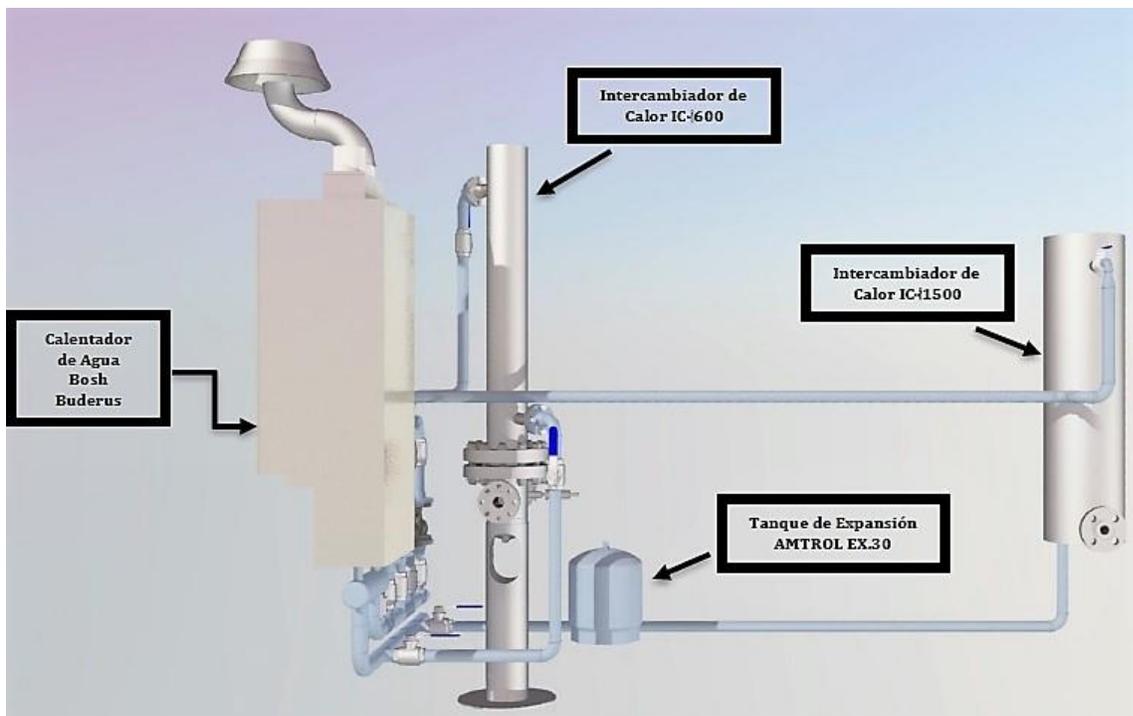
## MÓDULO DE CALENTAMIENTO

El llenado del sistema de calentamiento utiliza una mezcla de agua y glicol al 50/50, mediante una bomba centrífuga de motor fraccionario y un tanque de almacenamiento de 35 galones (132.5 litros) de capacidad.

El sistema de calentamiento utilizará gas natural proveniente de la misma línea de suministro proveniente de una toma ubicada dentro en la misma estación de descompresión instalada aguas abajo de la segunda etapa de regulación de presión.

La línea de suministro cuenta una válvula bola para aislar el gas que fluye al calentador de agua de ser necesario, el calentador de agua es de la marca *Bosch Buderus* modelo *GB162-100LB-298K BTU* está equipado con un módulo *EM-10* para recibir una entrada análoga para controlar de forma automática mediante Delta T la temperatura del gas natural, de la misma manera cuenta con un regulador de presión instalado antes en la entrada del calentador de agua para regular la presión de suministro, tendrá un flujo máximo de  $9.5 \text{ m}^3/\text{h}$  y una presión de  $26 \text{ mbar}$ .

El módulo de calentamiento cuenta con un tanque de expansión térmica marca *Amtrol* modelo *EX-30*, su función es amortiguar el aumento de presión en el interior de los circuitos cuando aumenta la temperatura del agua y está diseñado para realizar una operación máxima de trabajo de  $100 \text{ psig}$ , una temperatura máxima de operación de  $115.55 \text{ }^\circ\text{C}$  y un volumen de 2.5 galones (9.4 litros).



El sistema de regulación se compone de **dos etapas de reducción de presión**: la primera etapa va de 250 a 90 *bar* y la segunda va de 90 a 6 *bar*.

## **PRIMERA ETAPA**

Cuando la presión de entrada vaya de los 250 hasta los 95 *bar*, ambas etapas de regulación estarán en funcionamiento simultáneamente.

Los dispositivos *TA992-SH* están diseñados para funcionar con una presión de entrada hasta 300 *bar* y una presión de salida en el rango de 1 a 85 *bar*, son del tipo de acción directa, equipados con un cabezal estático cargado a presión como contrapeso de fuerza al diafragma, adecuados para aplicaciones de gas filtrado seco. El obturador está completamente equilibrado para una mayor precisión y capacidad de ajuste.

El sistema de seguridad en su primera etapa, contará con una válvula reguladora (*RV-01/02*) y una válvula de seguridad por bloqueo (*SSV-01/02*), esta válvula estará precediendo a los reguladores de presión, contará con doble actuador neumático (equipada con indicador de estado operativo de la válvula y botón de seguridad de cierre rápido). Las válvulas *SSV-01* y *02* serán ajustadas a una presión de 104 y 105 *bares* respectivamente, mientras que las válvulas a *RV-01* y *02* estarán ajustadas para regular presiones de 85 y 84 *bares* respectivamente.

En la salida de la primer etapa de regulación se encuentra ubicada una válvula de alivio *PSV-02*, con una presión de ajuste de 110 *bar*, para proteger el sistema en caso de sobrepresiones en la línea.

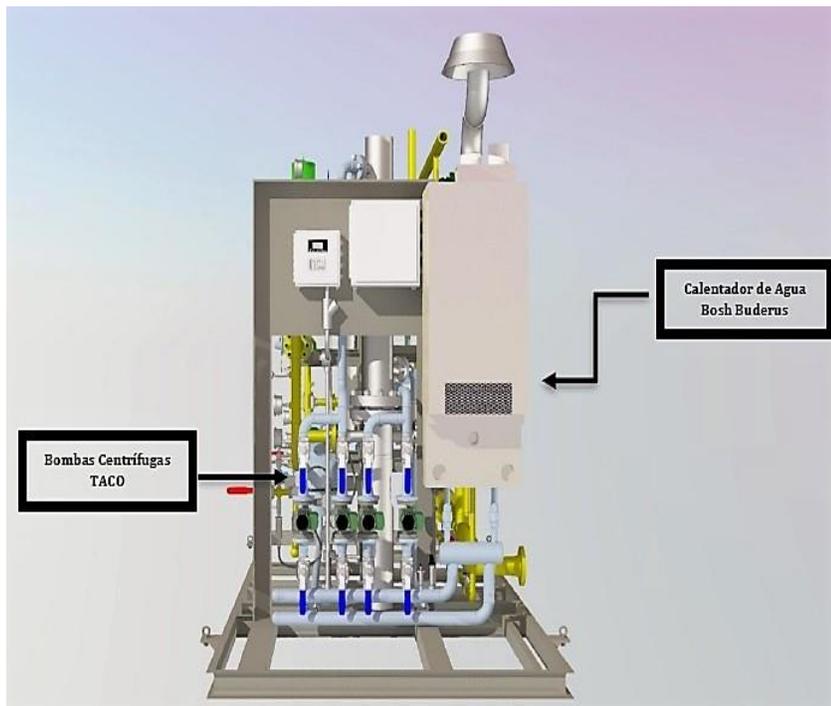
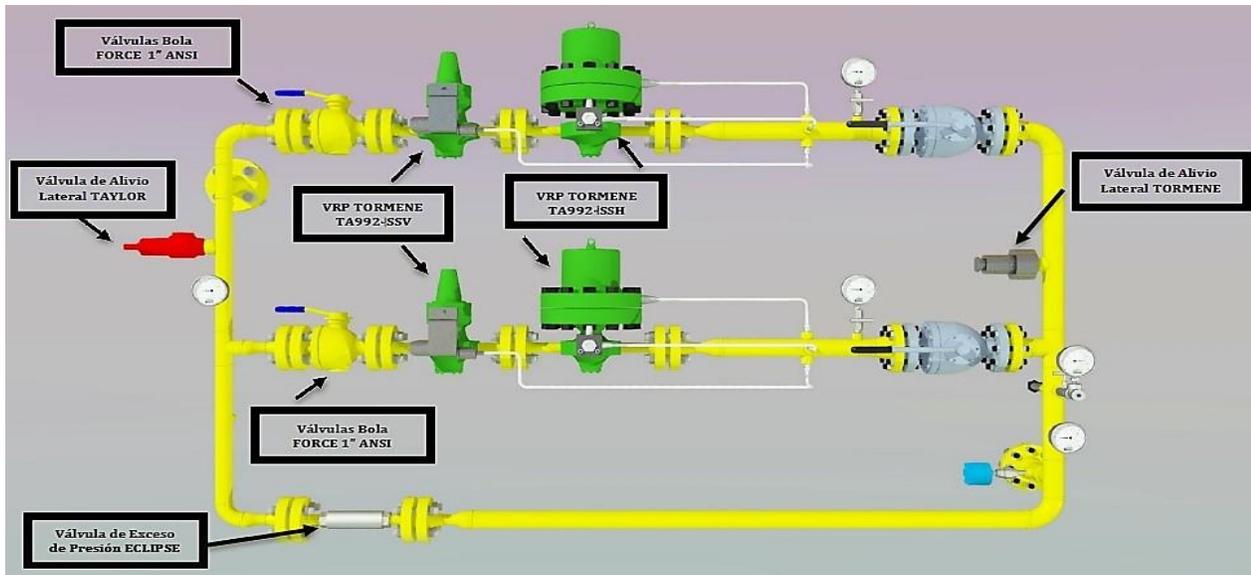
Todo el sistema está seccionado por válvulas tipo bola de paso completo marca *Force*, Tipo flotante, conexiones bridadas de 1" *ANSI* 1500, cuerpo de acero al carbón, operadas mediante palanca y equipadas con portacandado.

El tren de regulación de primera etapa también cuenta con una válvula de exceso de presión automática, que cierra cuando la presión aguas arriba aumenta por encima de 98 *bar*. Del mismo modo, abre cuando la presión cae por debajo de ese valor establecido. Esto la hace útil para derivar la primera etapa de regulación cuando no se tenga la presión diferencial mínima requerida para que operen los reguladores. También actúa como válvula de seguridad de corte, evitando la sobre presurización del sistema aguas debajo de la misma.

## **INTERCAMBIADOR DE CALOR**

El fluido (agua y glicol 50/50) recirculará a través del intercambiador marca *INOVA* modelo *IC-1500* con conexiones de 1.5" *ANSI* 1500, ubicado antes de la primera etapa de reducción de presión, también se contará con bombas marca *TACO* modelo 0013 serie velocidad variable de 1/6 *HP*, están diseñadas para bombear el fluido caliente a diferentes velocidades en función de una entrada de señal de voltaje analógica de 4-20mA. Durante el proceso de calentamiento se encontrarán 2 bombas en operación y 2 en *standby*.

El flujo y la temperatura del fluido a través del intercambiador de calor varían dependiendo de la cantidad de energía térmica necesaria para precalentar el GNC, esto para tener una temperatura de salida final por arriba de 5°C. La variación en la demanda térmica es debido a que la presión de entrada de la estación y el flujo de gas natural no son constantes.



## SEGUNDA ETAPA

La segunda etapa de regulación consta de un regulador de presión de tipo pilotado, marca *Tormene*, modelo *TA 956 DFO+SSV* con una válvula de seguridad integrada con corte por alta y baja presión, conexiones bridadas de 1" *ANSI 600*, en conjunto forman una unidad modular de reguladores de presión de gas y válvula de bloqueo.

El sistema está diseñado alrededor de un cuerpo con entrada superior e inferior que es capaz de albergar hasta tres funciones diferentes, cada una equipada con sus pilotos, asientos y obturador. Todas las protecciones son redundantes lo que significa que si ocurre una sobrepresión en primer lugar se disparará el corte por sobre presión sólo en la línea donde presente el problema, adicionalmente en la salida de la segunda etapa de regulación, existe una válvula de relevo de descarga lateral, marca *Tormene*, modelo *SBV-03*, fabricada en acero inoxidable, conexión roscada de 1", está configurada para desfogue a una presión de 8.1 bar.

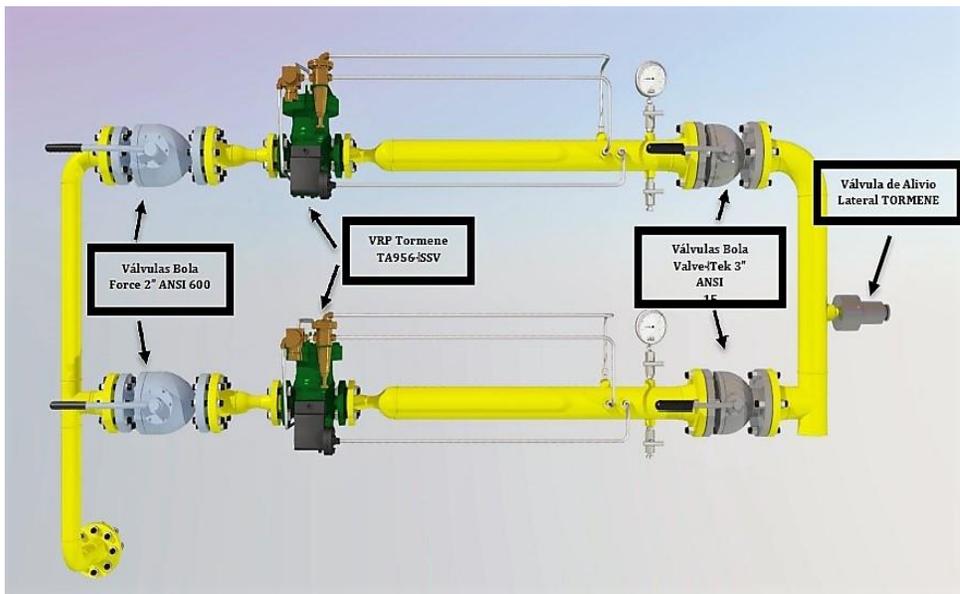
Toda la segunda etapa de regulación está seccionado por válvulas tipo bola de paso completo marca *FORCE*, tipo flotante, norma de diseño *API 6D, 6F*; Conexiones bridadas de 2" *ANSI 600*, cuerpo de acero al carbón, operadas mediante palanca, incluye portacandado

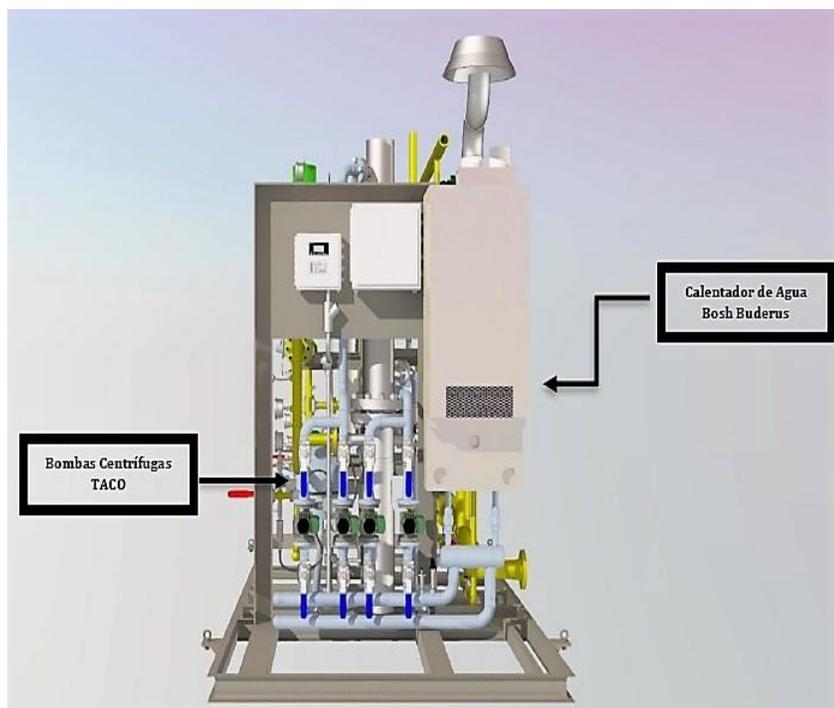
## INTERCAMBIADOR DE CALOR

El segundo intercambiador de calor marca *INOVA* modelo *IE-600* con conexiones 2" *ANSI 600* recirculará mediante bombas una mezcla de agua caliente y glicol a través del intercambiador ubicado aguas arriba de la segunda etapa de reducción de presión.

El flujo de fluido caliente pasa a través del intercambiador de calor de la segunda etapa, el cual varía dependiendo de la cantidad de energía térmica que sea necesaria para precalentar el gas natural lo suficiente para tener una temperatura aguas abajo del segundo paso de regulación de alrededor de 10 a 15° C.

Las bombas marca *TACO* modelo 0010 *Series Variable Speed* de 1/8 *HP* instaladas en el circuito que alimenta este intercambiador, están diseñadas para bombear el fluido caliente a diferentes velocidades en función de una entrada de señal de voltaje analógica de 4--20mA que les envía la UTR.





En el sistema se instalarán dispositivos de corte para evitar cualquier sobrepresión en la salida de la estación de descompresión y medición. Como una medida adicional se instalan botones de cierre de emergencia localizados en el panel de control de la estación.

Los botones de cierre cortarán el flujo de GNC.

Los sistemas de protección son *redundantes*, lo que significa que si ocurre una sobrepresión se abrirá la *válvula de alivio de presión*, después se disparará el corte por sobre presión solo en aquella línea donde se presente la anomalía.

### **VÁLVULAS DE RELEVO O ALIVIO POR SOBREPRESIÓN**

Las válvulas de relevo brindan protección contra sobrepresión a los componentes presurizados, como tuberías, válvulas, filtros y accesorios. Aunque el sistema está protegido por válvulas de corte por sobrepresión en todas sus etapas, en el caso improbable de que uno de estas falle, las válvulas de relevo alivian con seguridad el exceso de presión.

La estación de descompresión cuenta con 3 válvulas de relevo localizadas en la entrada de la estación, y aguas debajo de cada tren de regulación.

Antes de la primera etapa de regulación, a la entrada de la estación, se localiza una válvula de relevo de descarga lateral, marca *Taylor*, modelo *T-8200* fabricada en acero al carbón, conexión roscada de 1", y está configurado para desfogar en caso de exceso de presión a 275 *bar*.

Aguas debajo de cada tren de regulación se localiza una válvula de relevo de descarga lateral, marca *Tormene*, modelo *SBV-03*, fabricada en acero inoxidable, conexión roscada de 1". Después de la primera etapa de regulación, está configurado para desfogar a una presión de 110 *bar* y 8.1 *bar* para la válvula de relevo localizada aguas abajo del segundo paso de regulación.

La estación de descompresión y medición está diseñada para operar ciclos de 24 horas durante los 365 días del año, considerando que cuenta con *líneas redundantes* de regulación de presión equipadas con reguladores de presión y válvulas manuales de alta calidad lo que permite realizar operaciones de mantenimiento de rutina sin necesidad de realizar paros.

No se requiere de aire comprimido para operar la estación de descompresión, ya que todas las válvulas automáticas o reguladoras utilizan la presión del mismo gas natural en las líneas como fuente motriz de actuación.

La configuración estándar incluye dos detectores de nivel de explosividad, así como dos luminarias a prueba de explosión de tipo *LED* instaladas en el patín de la estación de descompresión y en el cuarto del sistema de alertamiento.

#### NOMECLATURA

|     |                                  |
|-----|----------------------------------|
| PSV | VALVULA DE ALMIO                 |
| RV  | VALVULA REGULADORA               |
| SV  | VALVULA SOLENOIDE - BLOQUEO      |
| SSV | VALVULA DE SEGURIDAD POR BLOQUEO |

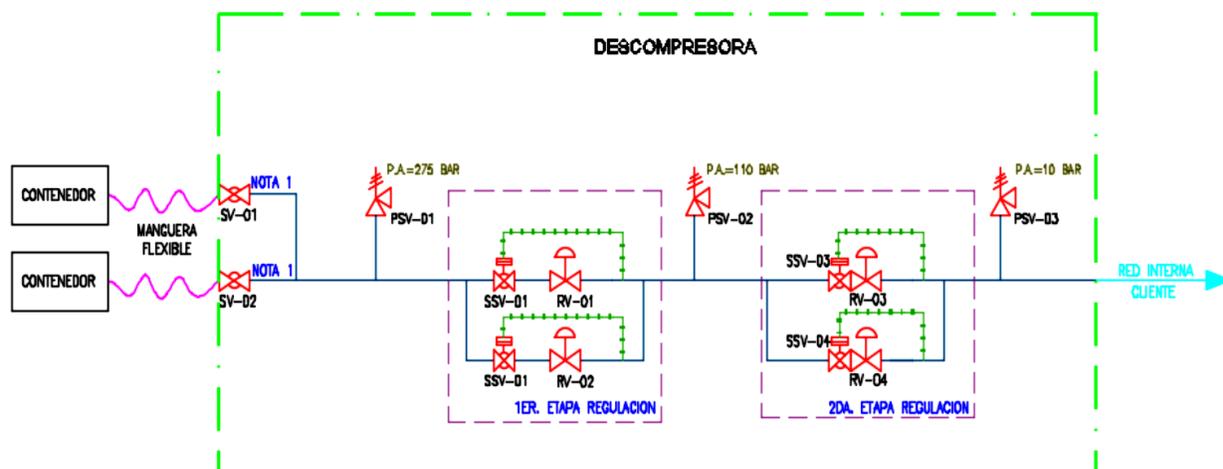


Diagrama de los sistemas de seguridad - descompresora

## MÓDULO DE CONTROL

El sistema de control de la estación por medio de una **unidad de transmisión remota** permite realizar el control y seguimiento de la seguridad de la estación y de los parámetros básicos de proceso, así mismo permiten ajustar local y remotamente los parámetros de trabajo a las necesidades del cliente, en el presente caso **MISSION**.

El sistema de control es local y remoto ya que cuenta con un *modem* celular *GPRS* que permite enlazar a la estación a un sistema *SCADA* para monitorear variables y para modificar parámetros operativos, realizar paros remotos, etc.

El sistema se abastece de energía del gabinete de control al cual ingresan 110/120 VCA para después transformarla a 12/24 VDC. En el gabinete se localizan los interruptores de iluminación, computador, calentador de agua y bombas centrífugas.



El sistema de control es capaz de producir alarmas y paro por las circunstancias que se anotan:

- Alta presión del GNC,
- Baja temperatura del GNC,
- Baja o alta temperatura del agua de refrigeración,
- Baja o alta presión del agua de refrigeración,
- Detección de explosividad (% LEL)
- Falta de presión en línea de alimentación del *boiler*, y
- Alto flujo (indicativo de una fuga).

Por último, habrá un botón de paro de emergencia ubicado en la estación de descompresión. Cuando este sea activado, las válvulas selenoides ubicadas en el cabezal de descarga deberán cerrarse automáticamente.

### **c) ESTACIÓN DE MEDICIÓN**

Las funciones principales de la **ESTACIÓN DE MEDICIÓN DE GAS NATURAL (EM)** son:

- o Acondicionamiento del gas natural, y
- o Medición del caudal del gas natural.

#### **ACONDICIONAMIENTO DEL GAS NATURAL**

El gas natural entrará a la estación de medición por medio de la tubería de entrada de 3" de Ø. , el gas puede fluir hacia el tren de filtración, o por el *bypass* de filtración cuando por alguna circunstancia se requiera sacar de operación el filtro como puede ser una operación de remplazo del elemento filtrante.

Para lograr la filtración adecuada para la operación de los equipos sensibles como el medidor tipo turbina, el Filtro Seco 90° ANSI 150 de 4" x 2", utilizará cartuchos reutilizables de alta eficiencia, con una efectividad de 99.5% de retención en partículas sólidas mayores o iguales a 2 micras.

Con el paso del tiempo y el aumento de impurezas retenidas, el cartucho se saturará y la caída de presión comenzará a incrementarse paulatinamente hasta alcanzar la máxima presión diferencial de 5 *psi*, lo cual es un indicativo de que se debe remplazar el cartucho lo cual se realizará empleando el *bypass*.

Se contará también con un manómetro de presión diferencial en el filtro marca *Mid-West* modelo 120 *FilterMinder* con rango de 0 - 10 *psi*, el cual permitirá monitorear las condiciones de operación del filtro seco. Como ya se hizo mención, para dar mantenimiento al filtro seco, se manipulará la válvula de 3" de Ø para comenzar a operar con el *Bypass*, a fin de dejarlo fuera de operación para su revisión y/o mantenimiento. El filtro está provisto de un mecanismo de cierre y apertura de birlos y tuercas de fácil acceso y operación, esto con la finalidad de expeditar el proceso de recambio de elemento filtrante, evitando pasar gas sin filtrar por la línea de derivación o *bypass* el menor tiempo posible.

El tren de medición, está compuesto por una línea de medición independiente equipada con un medidor tipo turbina marca *Flow Meter Group (FMG) FMT-Lx DN80 G160* de 3" ANSI 150.

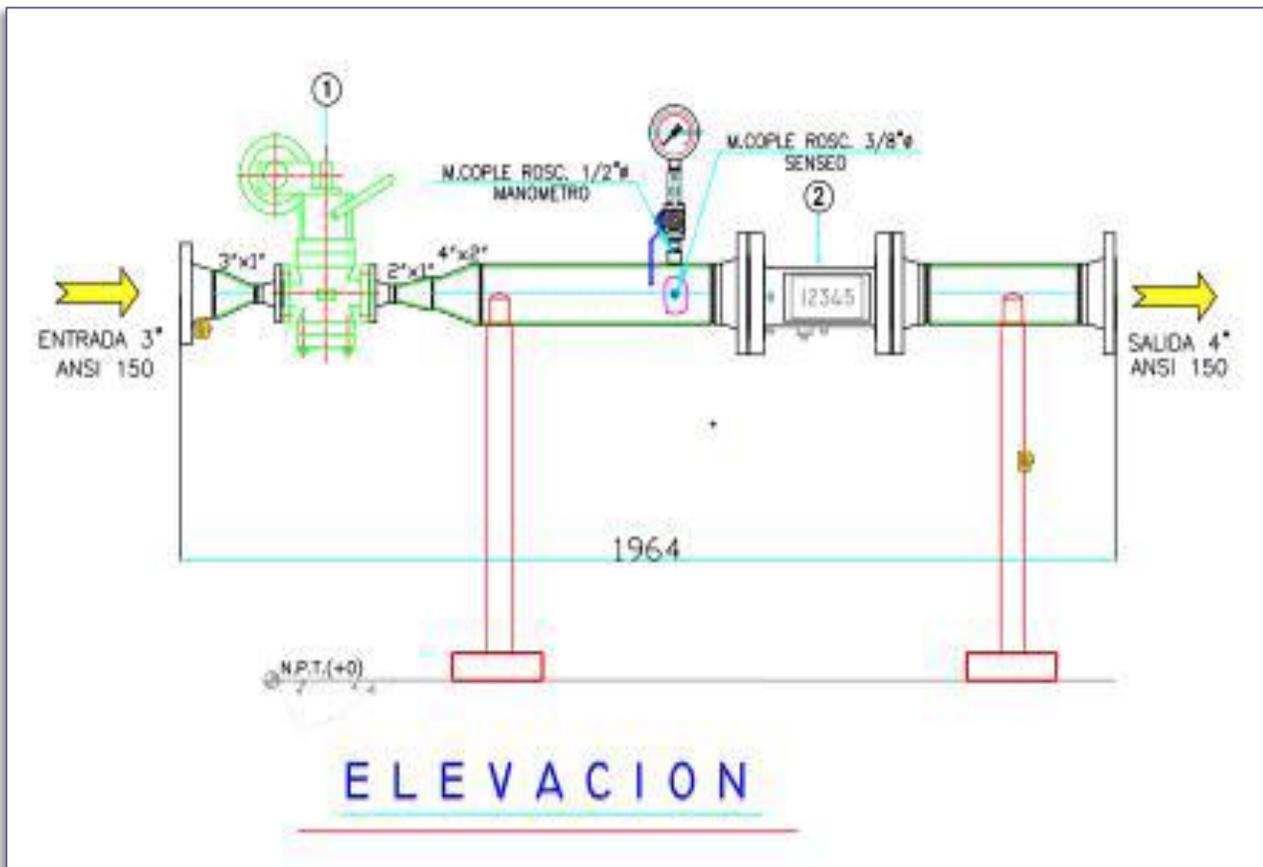
El medidor estará seccionado con válvulas tipo bola de paso completo, con conexiones bridadas de 3" ANSI 150, fabricado en acero al carbón.

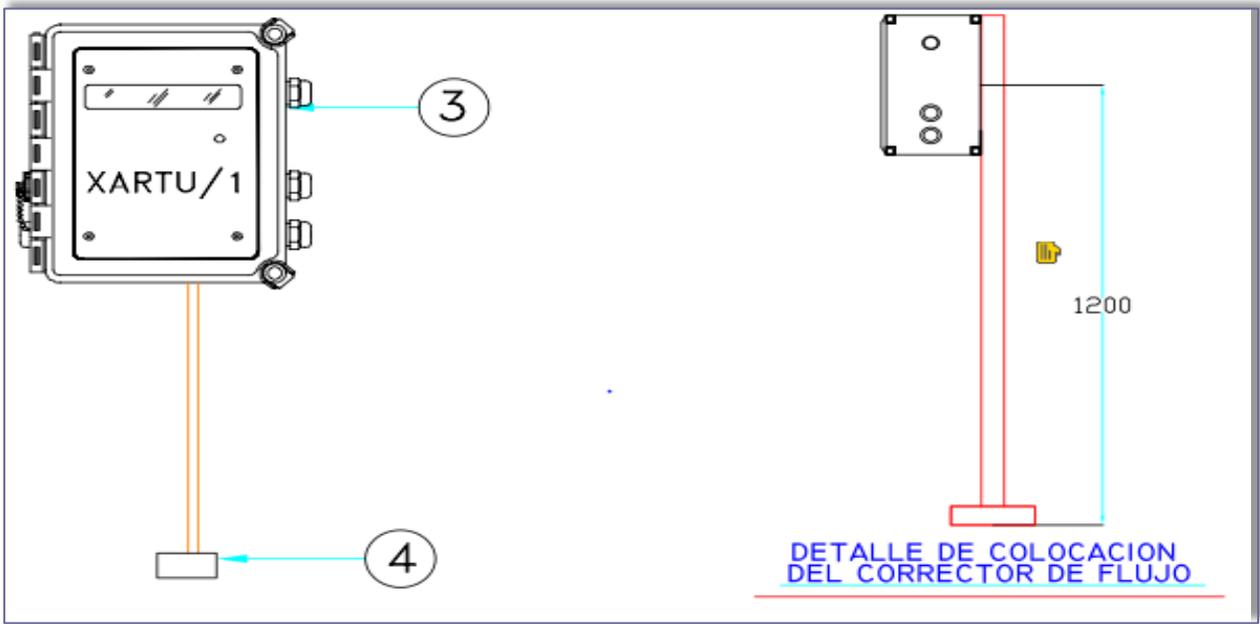
## MEDICIÓN DEL CAUDAL DEL GAS NATURAL

La estación de medición cuenta con un medidor tipo turbina G160 de 3" DN ANSI 150 transmisor de baja frecuencia integrado al contador mecánico en  $m^3$ , para realizar mantenimiento y/o revisión al medidor se operará el *bypass* el cual suministra el flujo a la salida de la estación de medición e interrumpe el mismo hacia la filtración y medición, permitiendo realizar las maniobras para el mantenimiento.

Las señales de pulsos del volumen mecánico medido, el censo de presión y de temperatura *RTD* llegarán a un computador electrónico de flujo marca *Eagle Research modelo XARTU/1B*. Este último calculará el flujo de gas natural que esté pasando por la estación de medición y por medio de un sistema de comunicación vía *modem celular GPRS* se enlazará al sistema *TALON* para su facturación, obtención de registros históricos de medición y monitoreo de las variables de operación.

El computador electrónico de flujo cuenta con un módulo de expansión *XA/ESP* el cual mediante el protocolo de comunicación *MODBUS* entrega los valores al *PLC* del sistema de descompresión y este a su vez al sistema de telemetría.





### I.2.1. HOJAS DE SEGURIDAD

Se agregan en un disco compacto (CD).

### I.2.2. ALMACENAMIENTO

En la metodología del proceso de descompresión la estación no contempla almacenamiento alguno de gas natural (comprimido o descomprimido), por lo que no se requieren almacenes, recipientes o envases de almacenamiento.

### I.2.3. EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES

La **Unidad de Control y Reducción (RCU)** es un sistema integral que cuenta con los siguientes equipos de proceso:

- Un intercambiador de calor,
- Dos etapas de reducción,
- Transmisores de presión, temperatura y flujo,
- Una unidad de medición, y
- Un sistema de tuberías.

Se agregan planos 90 x 60 cm (ubicación de equipos y sistemas de tuberías)

### I.2.4. PRUEBAS DE VERIFICACION

Previo al inicio de las operaciones se tiene contemplado que la estación de descompresión cuente con los dictámenes de tierras físicas, radiografías de tuberías y todas las pruebas correspondientes de conformidad con las normas aplicables.

#### Pruebas principales de verificación.

| Norma              | Descripción  | Aplicabilidad             |
|--------------------|--|---------------------------|
| NOM-010-ASEA-2016  | Gas Natural Comprimido (GNC). Requisitos mínimos de seguridad para Terminales de Carga y Terminales de Descarga de Módulos de almacenamiento transportables y Estaciones de Suministro de vehículos automotores. | Estación de descompresión |
| NOM-002-SECRE-2010 | Instalaciones de aprovechamiento de gas natural  | Sistema de tuberías       |

### I.3. CONDICIONES DE OPERACIÓN

Para el proyecto de **MISSION** el área de logística de **NEOMEXICANA** tiene contemplado el diseño de la **estación de descompresión** para soportar una presión inicial de 250 *bar*.

#### Parámetros de diseño de la estación de descompresión

| Parámetros de diseño      |                        |
|---------------------------|------------------------|
| Presión máxima de entrada | 250 <i>bar</i>         |
| Presión mínima de entrada | 10 <i>bar</i>          |
| Presión de salida         | 4-6 <i>bar</i>         |
| Gasto máximo de gas       | 1500 m <sup>3</sup> /h |
| Temperaturas de diseño    | 20°C                   |
| Fluido                    | Gas natural            |
| Gravedad específica       | 0.6                    |

Para el proyecto de **MISSION** el área de logística de **NEOMEXICANA** tiene contemplado el uso de dos equipos (contenedores) de 40 pies.

|                      |   |
|----------------------|---|
| Nombre del producto  | Tráiler de cilindros                            |
| Numero de contenedor | LXCUN 1712120                                   |
| Número del producto  | JGE17-01-05                                     |
| Manufacturera        | <i>Luxi New Energy Equipment Group CO. Ltd.</i> |
| Numero de licencia   | TS2210A82                                       |
| Fecha de manufactura | 14/marzo/2017                                   |

**El módulo de calentamiento de llama indirecta consiste en:**

- Dos intercambiadores de calor antes de cada etapa de regulación de presión,
- Un calentador de agua,
- Un tanque de almacenamiento de agua suavizada con capacidad de 500 L,
- Cuatro bombas centrifugas de velocidad variable (2 en operación y 2 en *standby*) que recirculan el fluido caliente a través de los intercambiadores con el objetivo de calentar el gas natural antes de cada etapa de regulación para evitar el efecto de congelamiento.

**El módulo de regulación de la primera etapa consiste en dos elementos principales:**

- TA992SH Regulador de alta presión de gas
- TA992SSV Válvula de cierre de seguridad por alta y baja presión del gas

Las características principales del regulador *TA992-SH* son las siguientes:

- Entrada de alta presión hasta 325 *bar*.
- Alta precisión hasta 5%.
- Obturador completamente equilibrado.
- Amplio rango de regulación de presión (1 a 85 *bar*).
- Válvulas de alivio incorporadas para proteger la cámara con una menor presión de diseño.

**Las características principales de las válvulas TA992SSV son las siguientes:**

- Entrada de alta presión hasta 325 *bar*.
- Alta precisión hasta 1%.
- Obturador completamente equilibrado.
- Amplio rango de presión de ajuste de 1 a 105 *bar*.
- Corte por sobrepresión y baja presión en caso de fuga.
- Accesorio de control remoto.
- Pulsador incorporado para igualar la presión.

**La unidad terminal remota instalada en la estación de descompresión cuenta con las siguientes características:**

- Entrada de voltaje de 9 a 30 *VCD*,
- Temperatura de operación de 40 a 70 °C,
- Tablero (*display*) de 4 líneas alfanumérico,
- Procesador de 32 *Bit* a 240 *MHz*,
- Memoria *SRAM* 8 *MB*,
- Memoria *flash* de 8 *MB*,
- 16 entradas analógicas,
- 8 entradas o salidas digitales,
- 4 canales de salida analógica 4 a 20 *mA*,
- 2 puertos de comunicación configurables *RS232/RS485*,
- 1 puerto *RS232*,
- 1 puerto para comunicación local,
- 1 puerto *Ethernet* para 16 comunicaciones simultaneas, y
- Entrada de pulsos para medición en *AGA7*.



Elementos principales de la primera etapa de la estación de descompresión

| Cantidad | Descripción de accesorios                             | Características   |
|----------|---|---|
| 2        | Válvulas tipo bola de paso completo                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tipo flotante,</li> <li>○ Conexiones briadas de 1" ANSI 1500,</li> <li>○ Cuerpo de acero al carbón,</li> <li>○ Son operadas mediante palanca y cuentan con un porta-candado.</li> </ul>  |
| 4        | Válvulas tipo bola de paso completo                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tipo flotante,</li> <li>○ Conexiones briadas de 2" ANSI 1500,</li> <li>○ Cuerpo de acero al carbón,</li> <li>○ Son operadas mediante palanca y cuentan con un porta-candado.</li> </ul>  |
| 5        | Válvulas tipo bola de paso completo                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tipo flotante,</li> <li>○ Conexiones briadas de 3" ANSI 1500,</li> <li>○ Cuerpo de acero al carbón,</li> <li>○ Son operadas mediante palanca y cuentan con un porta-candado.</li> </ul>  |
| 2        | Regulador de presión                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Marca <i>Tormene</i>,</li> <li>○ Modelo TA-992,</li> <li>○ Conexiones de 1" NPT ANSI 1500.</li> </ul>  |
| 2        | Válvula de seguridad de corte por alta y baja presión | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Marca <i>Tormene</i>,</li> <li>○ Modelo TA-992,</li> <li>○ Conexiones de 1" ANSI 1500,</li> <li>○ Esta válvula estará precediendo a los reguladores de presión, contará con un doble actuador neumático para realizar el corte ya sea por alta o baja presión</li> </ul> |
| 1        | Filtro para partículas sólidas                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Marca <i>Parker</i>,</li> <li>○ Cuerpo de acero al carbón,</li> <li>○ Conexiones roscales de 1",</li> <li>○ Presión máxima de operación 350bar,</li> <li>○ Indicador de presión diferencial con aguja de arrastre y <i>switch</i> para indicación remota.</li> </ul>     |
| 2        | <i>Baypass</i> para filtro                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Marca <i>HYDAC</i>,</li> <li>○ Cuerpo de acero al carbón,</li> <li>○ Conexiones roscales de 1.5",</li> <li>○ Presión máxima de operación 400bar.</li> </ul>  |
| 1        | Filtro coalescedor                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Marca <i>Inova</i>,</li> <li>○ Conexiones de 3" ANSI 150,</li> <li>○ Presión máxima de operación 19bar,</li> <li>○ Indicador de presión diferencial con aguja de arrastre y <i>swith</i> para indicación remota.</li> </ul>  |

Elementos principales de la segunda etapa de la estación de descompresión.

| Cantidad | Descripción de accesorios                         | Características  |
|----------|---|--|
| 2        | Regulador de presión tipo                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tipo pilotado,</li> <li>○ Marca <i>Tormene</i>,</li> <li>○ Conexiones briadas de 1" ANSI 600,</li> <li>○ Con corte por alta presión incorporado.</li> </ul> |
| 2        | Válvula de seguridad o alivio de descarga lateral | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Marca <i>Tormene</i>,</li> <li>○ Fabricada en acero inoxidable,</li> <li>○ Conexiones roscadas de 1".</li> </ul>  |
| 1        | Válvula de seguridad o alivio de descarga lateral | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Marca <i>Taylor</i>,</li> <li>○ Fabricada en acero al carbón,</li> <li>○ Conexiones roscadas de 1".</li> </ul>  |

Elementos principales del módulo de control (unidad de transmisión remota).

| Equipos periféricos            | Características  |
|--------------------------------|--|
| Medidor de turbina             | <i>FMG G0160</i>   |
| Transmisores de presión        | <i>GP:50</i>   |
| Transmisores de temperatura    | <i>NOVUS</i>   |
| Motor de circulación de agua   | <i>0010-VVF3</i>   |
| Calentador de agua             | <i>Buderus Logamax Plus GB126-LB</i>                               |
| Válvulas selenoides            | <i>3054 N-A</i><br><i>PO-759291</i><br><i>ASCO 8291G431H0100F1</i> |
| Sensor de corte en reguladores | <i>Omron E2E-X1C1</i>  |
| Sensor detector de gas         | <i>Honeywell SensePoint XCD</i>                                    |

Parámetros de operación de la estación de medición

|                          |                                |          |        |
|--------------------------|--------------------------------|----------|--------|
| Fluido                   | Gas Natural                    |          |        |
| Estado al entrar         | Líquido                        |          |        |
| Diseño                   | Toda la estación será 150 ANSI |          |        |
| Flujo m <sup>3</sup> /h  | Inicial                        | Promedio | Máximo |
|                          | 400                            | 500      | 1,000  |
| Temperatura del gas      | 30°C                           |          |        |
| Temperatura de operación | 21°C                           |          |        |
| Presión de entrada       | 4.0 -6.89 bar                  |          |        |
| Presión de trabajo       | 4.0 -6.89 bar                  |          |        |
| Estado al salir          | Gaseoso                        |          |        |

### Elementos principales de la estación de medición

| Cantidad | Descripción de materiales                   | Características   |
|----------|---|---|
| 1        | Medidor tipo turbina                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Modelo Itron model G 160 ANSI 150,</li> <li>○ Cuerpo de acero al carbón,</li> <li>○ Conexiones de 3" ANSI 150, Presión máxima de operación, 20 bar,</li> <li>○ Totalizador de lectura directa tipo M3, con generador de pulsos de alta y baja frecuencia.</li> </ul>   |
| 1        | Válvula de corte                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Marca Itrón</li> <li>○ Modelo SBC 782 ANSI 150</li> </ul>  |
| 1        | Electro corrector de flujo                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Marca <i>Eagle Research</i> XARTU/1</li> <li>○ <i>Standard volume corrector wall mount Hoffman.</i></li> <li>○ <i>Fiberglass enclosure 18" x 12" (B) quick release hasps.</i></li> <li>○ <i>External LCD with magnetic scroll switch- pressure Xducer.</i></li> <li>○ Transductor de presión PSIG (0-150) ó (0-100) *6'.</li> <li>○ <i>Temperature probe with 1/2" NPTM thermal well adaptor fitting Internal 2,400 baud.</i></li> <li>○ Tarjeta de comunicación XA EPS y modem de comunicación marca <i>Witech</i>, con membrana de teclado exterior.</li> <li>○ Base de datos 61001.</li> <li>○ Batería.</li> <li>○ Panel solar.</li> <li>○ Cable de pulsos.</li> <li>○ <i>Tubing</i> para senseo de presión.</li> </ul> |
| 1        | Bridas de entrada y salida de 3" A/C        | N/D   |
| 3        | Soportes de tubería y de corrector de flujo | N/D   |

### Información técnica

| Dato  | Valor numérico |
|---|----------------|
| Presión de servicio (bar)   | 25             |
| Capacidad nominal (m3)  | 27.84          |
| Medio de llenado  | GNC            |
| Presión de prueba hidrostática (bar)  | 375            |
| Temperatura ambiente  | -40 60         |
| Peso del gas (kg)   | 6,264          |
| Material del cilindro   | 30 CRMoLX      |
| Presión de prueba de fugas (bar)  | 250            |
| El llenado del contenedor con cilindros de gas natural tipo cascada está adaptado para un contenido de humedad no mayor a 8 mg/m <sup>3</sup> y de H <sub>2</sub> S no mayor a 20 mg/m <sup>3</sup> , tal como lo indica la ISO 11114-1:2012 de regulaciones estándares |                |

La estación de descompresión debe cumplir con los requisitos mínimos de seguridad para terminales de carga y **terminales de descarga**, de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-010-ASEA-2016.

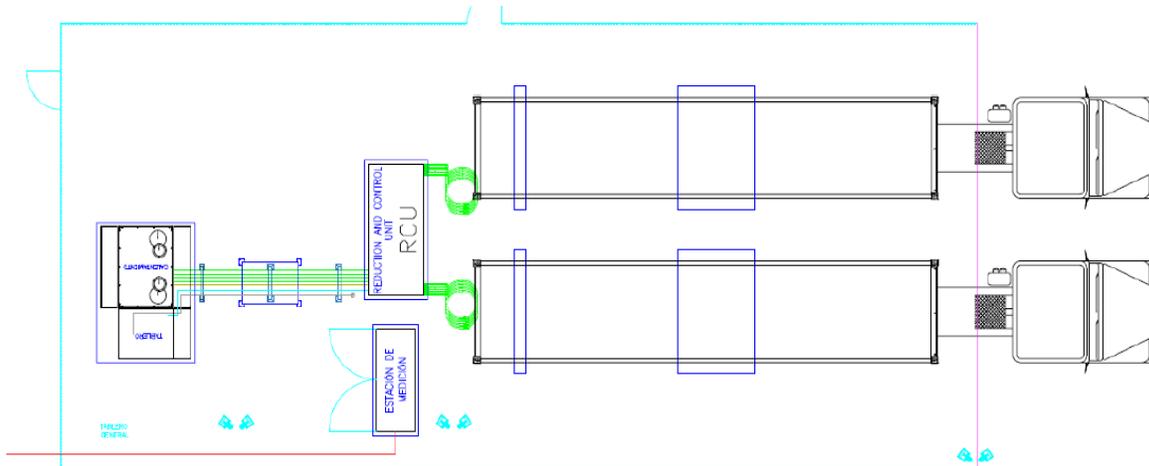
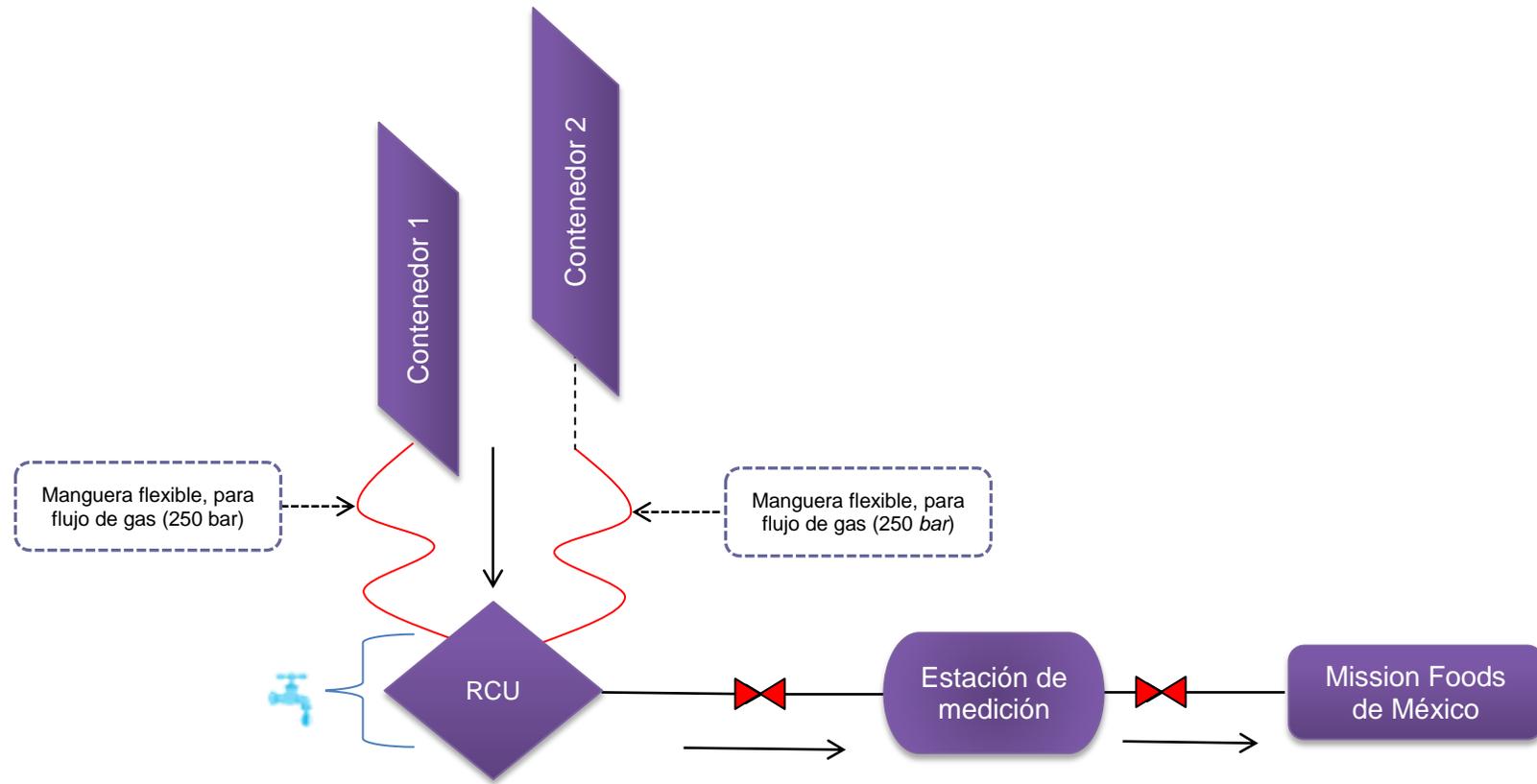


Diagrama de la red interna para el proyecto de la estación de descompresión.

## Diagrama de flujo de la estación de descompresión



### SIMBOLOGIA

Uso de agua caliente



Flujo de gas natural



Válvulas manuales



### **I.3.1. Especificaciones del cuarto de control**

Debido a que la estación de descompresión está compuesta por un módulo de control integrado, en donde el operador del tracto-camión puede acceder y manipularlo puesto que está a la intemperie, no está considerada la construcción de un cuarto de control.

### **I.3.2. Sistemas de aislamiento**

Debido a que la estación de descompresión es un sistema modular cerrado y ubicado por separado de las áreas administrativas o de producción, no se considera implementar algún tipo de sistema de aislamiento.

## **I.4. ANALISIS Y EVALUACION DE RIESGO**

### **I.4.1. Antecedentes de accidentes e incidentes**

Explosión en estación de servicio: Estalló tanque de GNC en medio de la carga.

Esta fue la nota publicada en Tele9 en Argentina con fecha 24 de marzo de 2015, donde explota el auto al cargar Gas Natural Comprimido (GNC) en una estación de servicios. No hubo personas heridas a pesar de que se encontraban 6 personas alrededor del automóvil.

Mediante la utilización de buscadores (*Google*, etc.) no se encontraron accidentes en México y otros sitios.

### **I.4.2. Metodologías de identificación y jerarquización**

#### **I.4.2.1 Metodologías de identificación y jerarquización de riesgos**

El proceso de identificación de riesgos se realizó utilizando la siguiente metodología:

- Se estudiaron a detalle las características de los procesos, los materiales utilizados y su entorno para la identificación preliminar de posibles riesgos reales y potenciales.
- Se identificaron los riesgos específicos existentes.
- Se evaluó la magnitud del evento e se identificaron las posibles consecuencias, y
- Se establecieron las medidas preventivas para eliminar o minimizar los riesgos detectados.

En el análisis de los riesgos potenciales se siguieron procedimientos metodológicos consecutivos, divididos en etapas, los cuales se esquematizan a continuación:

### **a) Selección de metodología**

Para seleccionar el tipo de metodología que utilizaría para cada sección de interés se realizó una revisión de seguridad de los procesos operacionales, la cual consto de una serie de visitas de inspección a la planta de **NEOMEXICANA**, entrevistas con personal y revisión de los diagramas de flujo y bloques que se generaron en la etapa de descripción de los procesos.

El objetivo de la revisión es la identificación de desviaciones de seguridad y de las condiciones de las instalaciones y procedimientos que podrían llegar a provocar algún tipo de contingencia, lesiones, daños a la salud, seguridad del personal, a la propiedad o al medio ambiente.

Se resolvió utilizar para la identificación de riesgos, el método de Análisis combinado “Lista de Verificación/Que pasa si...?” (“*What – If/Checklist*”). Para el desarrollo de esta metodología se requiere una descripción completa de los procesos donde se involucra principalmente el GNC; primero se cuestionó cada parte del proceso y cada componente para descubrir que desviaciones pueden ocurrir y se determinó cuáles de esas desviaciones pueden representar algún riesgo al personal de la compañía o al medio ambiente.

Los principales riesgos se presentan en las operaciones donde se involucra el manejo del GNC, siendo estas; manejo del GNC en los semirremolques, descompresión del GNC y alimentación del GNC al proceso de producción por medio de tuberías.

Los riesgos específicos asociados a estas operaciones se refieren a la producción de incendios o explosiones, como consecuencia de fugas de GNC, las cuales se consideran como:

- o Fugas de GNC sin fuego.
- o Fugas de GNC encendidas.

### **b) Áreas peligrosas identificadas**

El área de descompresión en la que se maneja el GNC en el contexto de la planta industrial se identifica como área peligrosa, lo que conlleva a la posibilidad de la ocurrencia de estados definidos como Inseguros o de Riesgo, con esta consideración se identificaron las siguientes áreas:

- o De recepción de GNC del semirremolque.
- o Descompresión del GNC de 250 *bar* (3,625.94 *psi*) a 4 *bar* (58.0151 *psi*),
- o Líneas de conducción del GNC, y
- o Alimentación del GNC al proceso de producción.

### c) Identificación y jerarquización de riesgos

Conforme a la “Guía para análisis de riesgo” del Centro de Seguridad para Procesos de “The American Institute of Chemical Engineers” los posibles orígenes de accidentes potenciales en cualquier tipo de proceso relacionado con sustancias químicas son los siguientes:

| Fallas de contención | Fallas de funcionamiento de equipos | Errores humanos | Eventos externos                    |
|----------------------|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|
| Tuberías             | Bombas                              | Diseño          | Condiciones climatológicas extremas |
| Conexiones           | Motores                             | Construcción    | Temblores / sismos                  |
| Mangueras            | Válvulas                            | Operación       | Accidentes cercanos                 |
|                      |                                     | Mantenimiento   |                                     |

### d) Aplicación de criterios y valores a los factores de riesgo

|    | Riesgo   | Factor de riesgo |
|----|----------|------------------|
| A) | Nulo     | 0                |
| B) | Bajo     | 1                |
| C) | Moderado | 3                |
| D) | Alto     | 5                |

| Área                                       | Riesgo   | Factor de riesgo |
|--|----------|------------------|
| Tomas de recepción y suministro            | Alto     | 5                |
| Bombas                                     | Alto     | 5                |
| Descompresión de GNC                       | Alto     | 5                |
| Alimentación de gas a líneas de producción | Moderado | 3                |
| Controles, tableros eléctricos             | Moderado | 3                |

**e) Posibles eventos que pudieran suscitarse por falla en equipo, accesorios y operación**

| POSIBLE ORIGEN   | TIPO DE RIESGO | PROBABILIDAD*            |
|--|----------------|--------------------------|
| <b>Fallas de contención</b>  |                |                          |
| <b>Mangueras de recepción y suministro de GNC/ Red de tuberías</b> (tuberías, conexiones y uniones)  |                |                          |
| Suponiendo que existiera una fuga en la manguera que va de la descarga del semirremolque a través de la válvula de cierre rápido al acoplador de llenado para GNC de la toma de recepción.   | Fuga           | Baja                     |
|  | Incendio       | Muy baja                 |
|  | Explosión      | Prácticamente improbable |
| Suponiendo que en el evento anterior la fuga que se genera entra en contacto con alguna chispa eléctrica, la que a su vez es generada por la falta de aterrizaje del semirremolque, con esto se provoca un incendio.   | Fuga           | Baja                     |
|  | Incendio       | Muy baja                 |
|  | Explosión      | Prácticamente improbable |
| Considerando el evento anterior, se toma en cuenta que en las proximidades del punto donde se desarrolla el incendio se tiene transmisión de calor, y la transmisión de calor se efectúa exclusivamente por radiación, disminuyendo su intensidad al aumentar la distancia.  | Fuga           | Baja                     |
|  | Incendio       | Muy baja                 |
|  | Explosión      | Prácticamente improbable |
| Si el semirremolque estuviera acoplándose y por error se arrancara, existiría una ruptura en la manguera y fractura de las válvulas, provocando una fuga de GNC, lo anterior provocara que se escape solamente el gas que queda atrapado en la tubería, así como la cantidad que se libera por la acción de la bomba de llenado en medio minuto, tiempo en que el operador cierra la válvula y apaga la bomba. | Fuga           | Baja                     |
|  | Incendio       | Muy baja                 |
|  | Explosión      | Prácticamente improbable |
| Suponiendo que las válvulas de seguridad no funcionan, teniendo cerrada la válvula de bola y cerrada la válvula, de entrada a los tanques de almacenamiento, provocando la fuga del gas atrapado en la tubería por contrapresión.  | Fuga           | Baja                     |
|  | Incendio       | Muy baja                 |
|  | Explosión      | Prácticamente improbable |
| <b>Unidad de Control y Reducción (RCU)</b>   |                |                          |
| Si se suministra más GNC de lo indicado a la unidad de control y reducción se abrirán las válvulas de seguridad.   | Fuga           | Muy baja                 |
|  | Incendio       | Prácticamente improbable |
|  | Explosión      | Prácticamente improbable |
| Considerando que se presente una fuga y en consecuencia la ocurrencia de una nube explosiva posterior a una fuga de GNC, hasta encontrar una fuente de ignición y en consecuencia generar una explosión.<br>El tiempo que tarda en ocurrir la ignición a partir del momento en que comienza la emisión del combustible es un factor crítico en la determinación del poder crítico de la explosión.             | Fuga           | Extremadamente baja      |
|  | Incendio       | Prácticamente improbable |
|  | Explosión      | Prácticamente improbable |

| POSIBLE ORIGEN   | TIPO DE RIESGO | PROBABILIDAD*            |
|--|----------------|--------------------------|
| <b>Fallas de funcionamiento de equipo</b>  |                |                          |
| Bombas   | Fuga           | Baja                     |
|  | Incendio       | Prácticamente improbable |
|  | Explosión      | Prácticamente improbable |
| Válvulas   | Fuga           | Baja                     |
|  | Incendio       | Prácticamente improbable |
|  | Explosión      | Prácticamente improbable |
| <b>Fallas por errores humanos</b>  |                |                          |
| Operación de la estación de descompresión  |                |                          |
| Fallas provocadas por el mal diseño y construcción de la estación de descompresión. Errores de operación de controles y equipos auxiliares. Falta de mantenimiento preventivo y correctivo en las instalaciones.   | Fuga           | Extremadamente baja      |
|  | Incendio       | Prácticamente improbable |
|  | Explosión      | Prácticamente improbable |
| Operaciones de suministro de GNC al proceso de producción. Suponiendo que por una falla en la operación se abrieran todas las válvulas selenoides que aumentan la presión del GNC que se suministrara en el proceso de producción y además por error se abrieran las válvulas de seguridad, esto provocaría que la presión en las líneas de suministro suba y provocara una fuga de gas por las válvulas de seguridad. | Fuga           | Baja                     |
|  | Incendio       | Muy baja                 |
|  | Explosión      | Prácticamente improbable |
| <b>Mantenimiento de la estación de descompresión</b>   |                |                          |
| Falta de mantenimiento de la estación de descompresión, tales como: cambio de válvulas dañadas, cambio de tuberías corroídas, etc.   | Fuga           | Baja                     |
|  | Incendio       | Muy baja                 |
|  | Explosión      | Prácticamente improbable |

| POSIBLE ORIGEN                                    | TIPO DE RIESGO | PROBABILIDAD*            |
|---|----------------|--------------------------|
| <b>Fallas por eventos externos</b>                |                |                          |
| Condiciones climatológicas externas               | Fuga           | Baja                     |
|   | Incendio       | Prácticamente improbable |
|   | Explosión      | Prácticamente improbable |
| Sismos  | Fuga           | Muy baja                 |
|   | Incendio       | Prácticamente improbable |
|   | Explosión      | Prácticamente improbable |
| Erupciones (exhalaciones) del volcán Popocatepetl | Fuga           | Muy baja                 |
|   | Incendio       | Prácticamente improbable |
|   | Explosión      | Prácticamente improbable |
| Accidentes cercanos                               | Fuga           | Muy Baja                 |
|   | Incendio       | Baja                     |
|   | Explosión      | Prácticamente improbable |

\*Las probabilidades especificadas son de acuerdo a la "Guía para Análisis de Riesgo" del Centro de Seguridad para Procesos de "The American Institute of Chemical Engineers". Esta se ajustó con la inclusión de erupciones volcánicas, considerando la cercanía del sitio con el volcán Popocatepetl.

### 1.4.2.2 Identificación de riesgos

Para la identificación de riesgos se utilizó la metodología de **Análisis combinado “Lista de Verificación/¿Qué pasa si...?” (“What-If/Checklist”)**.

El método ¿Qué pasa si...? consiste en determinar las consecuencias no deseadas originadas por un evento, este puede aplicarse para examinar posibles desviaciones en el diseño, construcción, operación o modificaciones de la operación de la estación de descompresión.

Para lograr los objetivos de este estudio se realizó un análisis *What-If* que comprende los siguientes escenarios: Recepción y descarga del GNC, descompresión del GNC y suministro de GNC al proceso productivo.

Se analizaron los diagramas de flujo y bloques, llevando a cabo una serie de visitas de campo, para ayudar a identificar los riesgos potenciales de la operación que pudieran tener como consecuencia una fuga, derrame o explosión.

La “Lista de verificación/¿Qué pasa si...?” es un método híbrido que combina las características creativas y simples de una lluvia de ideas generadas en el método ¿Qué pasa si?, con las características completas y metódicas de la lista de verificación. De esta manera se compensan los puntos débiles de cada metodología con los puntos fuertes de la otra. Utilizando ¿Qué pasa si? la lluvia de ideas puede ser tan grande, al considerar cualquier peligro potencial o evento de accidente, que hace la lista de preguntas demasiado amplia, mientras que en la lista de verificación varios puntos pueden ser ignorados con facilidad.

El desarrollo del análisis se realizó utilizando el software computacional *SCRI What-If/ Análisis de Riesgos en los Procesos con la Metodología What-If/Checklist Versión 2.1 marzo 2018*. Se anexan las hojas de campo y los resultados de la corrida del análisis con el software.

### 1.4.2.3 Jerarquización de riesgos

La metodología de jerarquización de los riesgos identificados, se basó en la técnica de claves y siglas recomendadas por Butron (1993), obteniendo un marco sencillo que permita conocer su probabilidad (P) y gravedad (G) y teniendo como resultado un valor de importancia para facilitar su clasificación.

Dichas siglas y letras se presentan a continuación:

#### **Probabilidad**

Criterios para clasificar la probabilidad de un riesgo según Butron (1993).

| Literal | Calificación | Criterio  |
|---------|--------------|---|
| A       | Inminente    | Ocurre prácticamente diario en cualquier momento                |
| B       | Muy Alta     | Puede ocurrir varias veces al año.                              |
| C       | Alta         | Puede ocurrir en un año   |
| D       | Poco         | No se ha presentado durante 2-5 años                            |
| E       | Muy Poco     | No se ha presentado entre 5-10 años                             |
| F       | Remota       | Nunca se ha presentado pero existe la posibilidad de que ocurra |

#### **Gravedad**

Criterios para clasificar la gravedad de un riesgo según Butron (1993).

| Literal | Calificativo | Criterio   |
|---------|--------------|--|
| A       | Muy Alta     | Aproximadamente mayor del 100 % de lo permisible o daños de equipo que impliquen suspensión de proceso por emergencia mayor de 5 días. |
| B       | Alta         | Aproximadamente mayor del 50 % de lo permisible o que puede implicar paros de proceso por emergencia mayor de un día.                  |
| C       | Media        | Aproximadamente en el límite de lo permisible o que puede implicar paros de proceso por emergencia menor de un día.                    |
| D       | Baja         | Aproximadamente 25% menor de lo permisible o que no implique paros programables a más de 5 días.                                       |
| E       | Muy Baja     | Menor del 50% de lo permisible o que no implique paro de la planta para corrección.  |
| F       | Despreciable | Menor del 25% de lo permisible o no implica paro de la planta y puede corregirse hasta el período de mantenimiento mayor.              |

De igual manera se agrega una variable más, riesgo potencial a la salud.

| Literal | Calificativo | Criterio  |
|---------|--------------|---|
| A       | Catastrófico | Muerte  |
| B       | Alta         | Incapacidad total, significa que una o más personas no puedan volver a trabajar debido a las lesiones causadas                                      |
| C       | Media        | Incapacidad parcial, significa que una o más personas pierdan la capacidad de uno o más miembros pero aun pueden trabajar                           |
| D       | Baja         | Incapacidad temporal, significa que una o más personas se incapaciten por un día o mas pero que puedan volver a trabajar en plenitud de capacidades |
| E       | Despreciable | Incapacidad transitoria, significa que un trabajador o mas dejen de laborar pero se reincorporar el mismo día                                       |

A continuación se presentan los resultados obtenidos luego de aplicar la metodología descrita anteriormente:

### Resultados de la jerarquización de riesgo utilizando el método de Butron

1. Descarga de GNC en presencia de semirremolque y presencia de fuga de GNC.

| Nodo  | Riesgo específico | Consecuencia  |
|---|-------------------|---|
|   |                   | Probabilidad  |
|   |                   | Gravedad  |
|   |                   | Daños a la salud  |
| Recepción de GNC  | Fuga de GNC       | Formación de ambiente inflamable  |
|   |                   | F, nunca ha ocurrido pero puede llegar a pasar  |
|   |                   | C, implica paro de emergencia para corregir el problema   |
|   | Nube explosiva    | E, el mayor daño sería una intoxicación leve  |
|   |                   | Formación de UVCE (Unconfined Vapour Cloud Explosion; Explosión de Nube de vapor no confinada)                                    |
|   |                   | F, nunca ha ocurrido pero puede llegar a pasar  |
|   |                   | C, en caso de encender la nube los daños posibles pueden implicar paros en el proceso por mas de un día pero no en toda la planta |
|   | Fuego tipo Jet    | A-B, Puede ocurrir alguna muerte en caso de que nos e tomen las medidas necesarias, como alejarse de la zona de peligro           |
|   |                   | Formación de flama continua   |
|   |                   | F, nunca ha ocurrido pero puede llegar a pasar  |
|   |                   | C-D, en caso de controlar la fuga se podría necesitar un día o mas para componer la fisura pero no en toda la planta              |
|   | Bolas de fuego    | C-D, el mayor daño sería la radiación a la flama al tratar de controlarla   |
| El gas liberado puede formar bolas de fuego en caso de encontrar una fuente de ignición   |                   |   |
| F, nunca ha ocurrido pero puede llegar a pasar  |                   |   |
| B-C, en caso de encender la nube los daños posibles pueden implicar paros en el proceso por mas de un día pero no en toda la planta |                   |   |
|   |                   | A-B, Puede ocurrir alguna muerte en caso de que nos e tomen las medidas necesarias, como alejarse de la zona de peligro           |

2. Ruptura de la manguera del semirremolque (contenedor).

| Nodo  | Riesgo específico  | Consecuencia  |
|---|--|---|
|   |  | Probabilidad  |
|   |  | Gravedad  |
|   |  | Daños a la salud  |
| Ruptura de manguera de semirremolque de alimentación de GNC a proceso de producción | Fuga de GNC sin fuego o consecuencia   | Formación de ambiente inflamable  |
|   |  | F, nunca ha ocurrido pero puede llegar a pasar  |
|   |  | C, implica paro de emergencia para corregir el problema   |
|   | Formación de nube explosiva (implica fuga incontrolada por más de 3 minutos) | E, el mayor daño sería una intoxicación leve  |
|   |  | Formación de UVCE (Unconfined Vapour Cloud Explosion; Explosión de Nube de vapor no confinada)                          |
|   |  | F, nunca ha ocurrido pero puede llegar a pasar  |
|   |  | B, en caso de encender la nube los daños posibles pueden implicar paros en el proceso por mas de un día                 |
|   | Fuego tipo <i>Jet</i> (se quema el gas que está saliendo en forma de flama)  | A-B, Puede ocurrir alguna muerte en caso de que nos e tomen las medidas necesarias, como alejarse de la zona de peligro |
|   |  | Formación de flama continua   |
|   |  | F, nunca ha ocurrido pero puede llegar a pasar  |
|   |  | B-C, en caso de controlar la fuga se podría necesitar un día o mas para componer la fisura                              |
|   |  | C-D, el mayor daño sería la radiación a la flama al tratar de controlarla   |

Asignándoles valores a las literales se puede hacer una jerarquización cuantitativa de los riesgos identificados. De la A a la F se estableció un valor de 6 (A) a 1 (F) y medio punto para las literales combinadas (ej, E-F = 1.5).

De esta manera los incidentes con mayor puntuación son los que representan un riesgo mayor.

Es importante observar que la puntuación máxima es de 18 puntos, que corresponden a tres A's.

En la siguiente tabla se presentan los valores cuantificados para cada incidente.

## Cuantificación de riesgos

| Incidente             | Estación de descompresión | Sistema de alimentación GNC al proceso de producción | Total |
|-----------------------|---------------------------|--|-------|
| Fuga de GNC           | $1 + 4 + 2 = 7$           | $1 + 4 + 2 = 7$                                      | 14    |
| Nube explosiva        | $1 + 4 + 5.5 = 10.5$      | $1 + 5 + 5.5 = 11.5$                                 | 21.5  |
| Fuego tipo <i>Jet</i> | $1 + 3.5 + 3.5 = 8$       | $1 + 4.5 + 3.5 = 9$                                  | 17    |
| Bolas de fuego        | $1 + 4.5 + 5.5 = 11$      | ---  | 11    |
| <b>Total</b>          | <b>36.5</b>               | <b>27.5</b>  |       |

De lo anterior se deduce que el accidente más catastrófico sería una explosión por nubes explosivas.

Es importante acotar que, la explosión de una nube de vapor requiere como paso previo la formación de dicha nube, a partir de la fuga de un gas inflamable (GNC). El tiempo que tarda en ocurrir la ignición a partir del momento que comienza la emisión del combustible es un factor crítico en la determinación del poder destructivo de la explosión.

Entonces colocando los riesgos jerarquizados, tenemos lo siguiente:

1. Nube explosiva (sistema de alimentación)... 11
2. Bolas de fuego (estación de descompresión)... 11
3. Nube explosiva (estación de descompresión)... 10.5
4. Fuego tipo *Jet* (sistema de alimentación)... 9
5. Fuego tipo *Jet* (estación de descompresión)... 8
6. Fuga de GNC (estación de descompresión y sistema de alimentación)... 7

#### 1.4.2.4 Determinación de los radios potenciales de afectación

La determinación de los radios de afectación se hace a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación, del o los eventos máximos probables de riesgo identificados.

Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, se utilizaron los criterios de modelado que se indican a continuación:

|                         | <b>INFLAMABILIDAD<br/>(RADIACION TERMICA)</b>         | <b>EXPLOSIVIDAD<br/>(SOBREPRESION)</b> |
|-------------------------|---|--|
| Zona de Alto Riesgo     | 5 KW/m <sup>2</sup> o<br>1,500 BTU/Pie <sup>2</sup> h | 1.0 lb/plg <sup>2</sup>                |
| Zona de Amortiguamiento | 1.4 KW/m <sup>2</sup> o<br>440 BTU/Pie <sup>2</sup> h | 0.5 lb/plg <sup>2</sup>                |

#### **NOTAS:**

- 1) Para el caso de simulaciones por explosividad, deberá considerarse en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento el 10% de la energía total liberada.
- 2) Los criterios especificados en la tabla, son los indicados en la guía para la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental (Instalaciones en operación). Presentación del Estudio de Riesgo para empresas que realizan Actividades Altamente Riesgosas.

#### 1.4.2.5 Modelación de los eventos máximos probables de riesgo

A efecto de estimar las consecuencias de un posible incidente que conduciría a una contingencia por fuga, fuego y/o explosión de GNC se utilizaron los programas de simulación denominados SCRI FUEGO Modelos de Simulación para Análisis de consecuencias por Fuego y Explosiones Versión 1.2 Marzo de 2018 y SCRI Modelos Atmosféricos para Simulación de Contaminación y Riesgos en Industrias Versión 4.01 Marzo de 2018.

Se determinaron los riesgos en las siguientes fases del proceso:

##### **1. Manejo del GNC**

**El GNC se maneja en contenedores, los que están acoplados a un semirremolque, manejándose 5,940 kg.**

**El GNC funciona como como combustible en las operaciones de producción (planta de producción de tortillas de harina, maíz, trigo y frituras).**

**La capacidad máxima de manejo del semirremolque es de 5,940 kg.**

Respecto a los riesgos potenciales en el área de descompresión, la posibilidad de su ocurrencia se reduce si se considera lo siguiente:

a) Se cuenta con un sistema de control por medio de una unidad de transmisión remota, la que permite realizar el control y seguimiento de la seguridad de la estación de descompresión y de los parámetros básicos de proceso.

El sistema de control es capaz de producir alarmas y paro por las circunstancias que se anotan:

- Alta presión del GNC,
- Baja temperatura del GNC,
- Baja o alta temperatura del agua de refrigeración,
- Baja o alta presión del agua de refrigeración,
- Detección de explosividad (% LEL)
- Falta de presión en línea de alimentación del *boiler*, y
- Alto flujo (indicativo de una fuga).

Por último, habrá un botón de paro de emergencia ubicado en la estación de descompresión. Cuando este sea activado, las válvulas selenoides ubicadas en el cabezal de descarga deberán cerrarse automáticamente.

**b) Los contenedores de GNC se encuentran acoplados a un semirremolque. Lo que hace poco probable que ocurra algún accidente que pueda dañar las instalaciones, esto también debido al reducido tráfico de personas y vehículos que pudieren transitar por el área, que se reduce casi a cero.**

**c) La base de concreto sobre la cual está montada la estación de descompresión. Además está delimitada con malla ciclónica, lo que sirve de salvaguarda de las instalaciones de GNC.**

## **2. Abastecimiento de GNC a la planta de producción**

Se reconocen como principales riesgos potenciales los generados por fuga, incendio y explosión.

### **3. Descompresión del GNC**

El GNC se maneja en los contenedores a 250 *bar* (3,625.94 psi) y se descomprime en la estación de descompresión hasta 4 *bar* (58.0151 psi).

Como se puede apreciar el mayor riesgo en esta operación sería la liberación del GNC a una presión de 250 *bar* (3,625.94 psi).

\*Consideraciones especiales para la simulación de eventos de mayor impacto.

Se analizan los riesgos potenciales de mayor magnitud y gravedad, bajo condiciones anormales de operación, es decir, se consideran condiciones extremas que sobreestiman los riesgos.

En la simulación de la fase de manejo de GNC se consideró la cantidad máxima que corresponde a una masa de 5,940 kg.

## Escenario 1. Fuga de gas en la tubería dentro de la Unidad de Control y Reducción (RCU)

Se parte del supuesto que los 12 cilindros se encuentran llenos a su máxima capacidad, es decir 5,940 kg. -la suma de la masa de todos-.

Para que se produzca una fuga en la válvula PSV02 de descarga, debe excederse su resistencia mecánica. Las causas inmediatas pueden ser variadas, incluyendo el fallo del equipo de regulación y alivio de presión, defectos de diseño o de construcción, reducción de la resistencia debido a un potencial sobrecalentamiento o subenfriamiento, defectos de la estructura, entre otros.

En cualquier caso se produce la liberación de la energía almacenada, lo que da lugar a la formación de la onda de choque correspondiente y acelera los fragmentos de los recipientes resultantes de la ruptura. Estos se convierten en proyectiles peligrosos y pueden dar origen a daños adicionales.

### Descripción de los eventos modelados

#### Evento 1. Dardos de fuego (*Jet fire*)

Cuando un gas comprimido escapa a la atmósfera a través de un orificio se produce la típica descarga en tobera del chorro gaseoso (*jet*), con un máximo de velocidad en la garganta. Si la descarga del gas combustible entra en ignición, se produce el característico “dardo de fuego”.

El modelo de “dardo de fuego” estima la longitud de la flama y la zona de los alrededores que estará sujeta a la radiación térmica.

En la estimación de los efectos de dardos de fuego el peligro principal es la incidencia directa del dardo sobre otras superficies.

A partir de la radiación superficial emitida desde el dardo, y junto con el cálculo del factor de visión y la transmisividad atmosférica determinamos tres distancias que nos delimitan zonas de peligrosidad de la radiación emitida por el dardo:

- **Zona de intervención:** delimita la zona alrededor del dardo de fuego sometida a una radiación de 5 Kw/m<sup>2</sup> con un tiempo máximo de exposición de 3 minutos.
- **Zona de alerta:** delimita la zona alrededor del dardo de fuego sometida a una radiación térmica de 3 Kw/m<sup>2</sup>.
- **Zona de efecto dominó:** se refiere a la zona donde elementos cercanos al punto de fuga pueden llegar a sufrir daños importantes por efecto de la radiación térmica generada por el propio dardo, como para dar lugar a nuevos accidentes.

Condición no aplicable en el presente caso, considerando que hasta los 428 metros lineales de la estación de descompresión de NEOMEXICANA se localiza la planta de almacenamiento de gas L.P. (Gas sólido) que en el probable caso de presentarse un dardo de fuego (*Jet Fire*) no podría dar lugar a un *Bleve*.

En este contexto los dardos de fuego (*Jet fire*) no trascenderían más allá de las instalaciones de **MISSION**, localizándose la emergencia en el entorno y/o proximidades de la estación de descompresión.

## Resultados obtenidos de la simulación

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| Longitud de la flama     | 1.72 m |
| Distancia de salvaguarda | 100 m  |

|             | Niveles de radiación / Dosis<br>(Kw/m <sup>2</sup> ) | Distancia<br>(m) |
|-------------|--|------------------|
| Radiación 3 | 31.50  | 31.23            |
| Radiación 2 | 12.60  | 49.41            |
| Radiación 1 | 5.05   | 78.06            |

NOTA: a mayor distancia, menor radiación.

\*Se agrega simulación en SCRI Fuego (modelo de radiación térmica por chorro de fuego *Jet fire*).



**SIN TEXTO**

**SIN TEXTO**

## Escenario 2. Fuga de gas que origina una sobrepresión provocada por una nube explosiva (explosión de nube de vapor no confinada modelo SCRI-Fuego)

La explosión de una nube de vapor requiere como paso previo la formación de dicha nube, por ejemplo, a partir de la fuga de un gas inflamable, pudiendo ser este un gas comprimido.

El tiempo que tarda en ocurrir la ignición a partir del momento en que comienza la emisión del combustible, es un factor crítico en la determinación del poder destructivo de la explosión.

Así, en una ignición temprana el tamaño de la nube inflamable es aún lo suficientemente reducido como para que los efectos sean de pequeña magnitud. A medida que aumenta el tiempo hasta la ignición los efectos van aumentando como consecuencia de la acumulación de material en la nube.

Por último, si la ignición se retrasa lo suficiente, la mayor parte de los materiales emitidos pueden haberse diluido hasta concentraciones por debajo del límite de inflamabilidad, con lo que los efectos serían pequeños o inexistentes.

### Resultados obtenidos

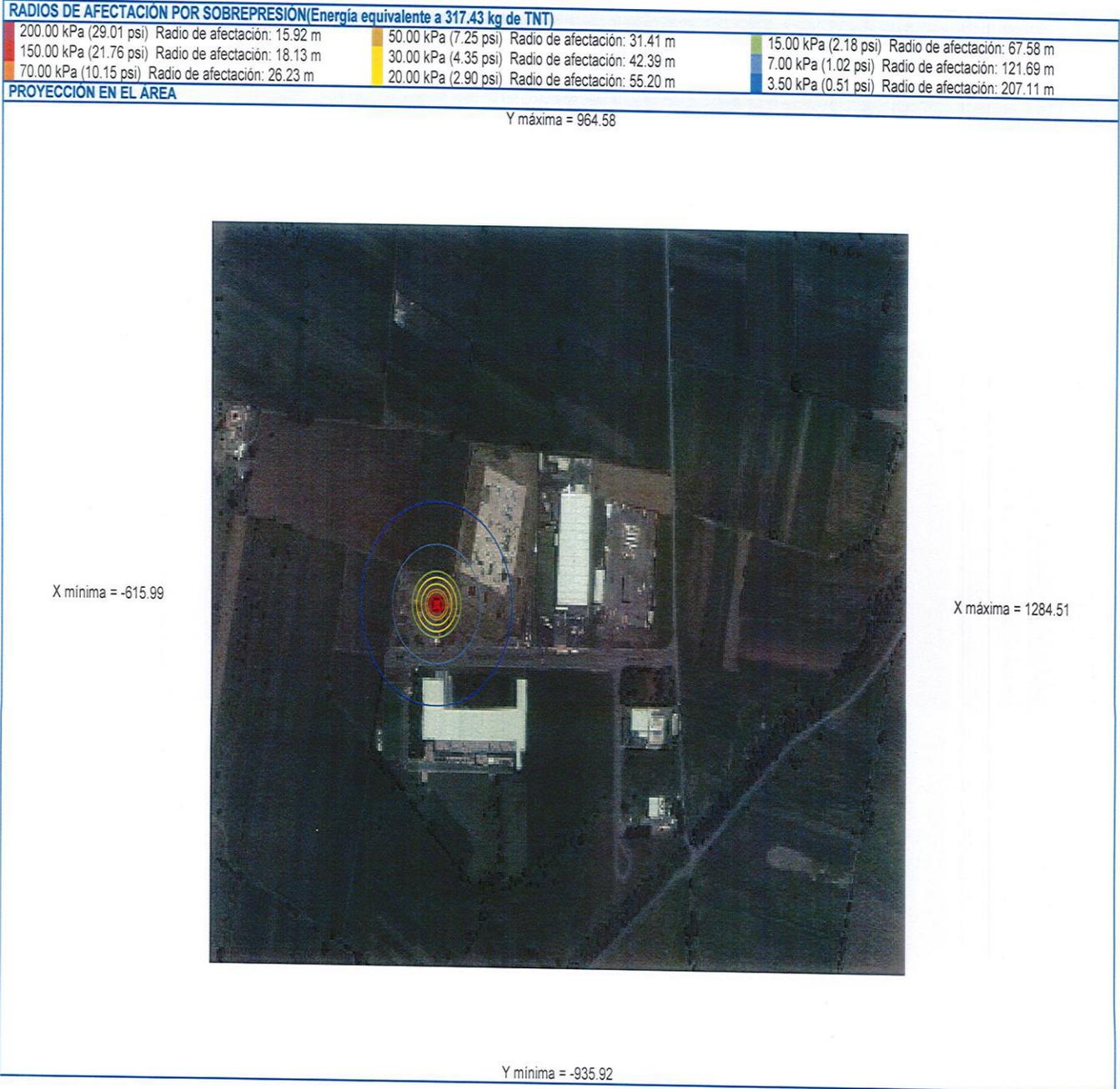
| Radio de la zona de fatalidades | Radio de la zona de lesionados | Radio máximo de afectación | Radio de salvaguarda |
|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------|
| 43 - 70 m                       | 85 – 150 m                     | 560 m                      | 700 m                |

### Estimado de daños por sobrepresión de la explosión de nube de vapor no confinada (F.E.E. = 0.1)

| Efectos de una explosión de nube de vapor no confinada |                    |   |
|--|--------------------|---|
| Distancia de la explosión (metros)                     | Sobrepresión (kPa) | Daño esperado   |
| 200  | 3.68               | <ul style="list-style-type: none"> <li>3.45 kPa - Ventanas generalmente destrozadas; algunos marcos de ventanas dañados.</li> </ul>   |
| 150  | 5.38               | <ul style="list-style-type: none"> <li>3.45 - 7 kPa - Ventanas generalmente destrozadas; algunos marcos de ventanas dañados.</li> <li>4.83 kPa - Daños menores para estructuras en casas.</li> <li>7 kPa - Demolición parcial de casas; convertidas en inhabitables. Algunos paneles de metales acanalados desfasados y doblados. Inicio de rango de daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles.</li> </ul>   |
| 100  | 8.95               | <ul style="list-style-type: none"> <li>13.8 - 20.7 kPa - Desplome parcial de paredes y techos de casas. Paredes de bloque recocado ó paredes de concreto no reforzado destrozadas.</li> <li>15.9 kPa - Límite inferior de daño estructural grave.</li> <li>16.5 kPa - Inicio de Rango de 1-90% de ruptura de tímpano entre la población.</li> <li>17.2 kPa - 50% de destrucción de casas de ladrillo.</li> <li>20.7 kPa - Estructuras de acero de construcciones distorsionadas y extraídas de sus cimientos. Algunos edificios de paneles de acero sin marco.</li> </ul> |
| 70   | 14.29              | <ul style="list-style-type: none"> <li>20.7 - 27.6 kPa - Estructuras de acero de construcciones distorsionadas y extraídas de sus cimientos. Edificios de paneles de acero sin marco.</li> <li>27.6 kPa - Cubiertas rotas de edificios industriales ligeros.</li> <li>34.5 kPa - Armazón de madera destrozada. Algunas casas destruidas casi completamente.</li> </ul>  |
| 50   | 23.18              | <ul style="list-style-type: none"> <li>34.5 - 500 kPa - Casi completa la destrucción de casas.</li> <li>50 kPa - Vagones de tren cargados, volcados. Algunos ladrillos no reforzados de 8-12 in de espesor sufren fallas por corte de las juntas.</li> </ul>  |

|    |        |   |
|----|--------|---|
| 30 | 54.35  | <ul style="list-style-type: none"> <li>50 - 55.2 kPa - Falla de ladrillos no reforzadas de 8-12 in.</li> <li>62.05 kPa - Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</li> <li>70 kPa - Posible destrucción de edificios</li> </ul> |
| 20 | 121.42 | Rango de 1 a 99% de fatalidades entre la población expuesta debido a los efectos directos de la explosión.  |

\*Se agrega simulación en SCRI Fuego.



Fecha de impresión: miércoles, 20 de junio de 2018

Pág. 2

En el supuesto de una posible nube explosiva alcanzaría a las instalaciones de **MISSION** y *Espintex*

## II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES

Como resultado de la aplicación de las técnicas de identificación de riesgos, los eventos con mayor riesgo que se pueden presentar son:

1. Fuga de gas en la tubería dentro de la Unidad de Control y Reducción (RCU). La fuga puede encenderse de inmediato formando un *jet fire*.
2. Fuga de gas que origina una sobrepresión provocada por una nube explosiva, originando una fuga de **GNC** aplicando un modelo de sobrepresión provocado por nubes explosivas.

## **II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN**

Para la determinación de los radios potenciales de afectación, se emplea el *Software* SCRI-Modelos, que es un conjunto de herramientas para simular en computadora; emisiones de contaminantes, fugas y derrames de productos tóxicos y/o inflamables 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.

Se agregan en las simulaciones de SCRI-FUEGO.

## II.2 INTERACCIONES DE RIESGO

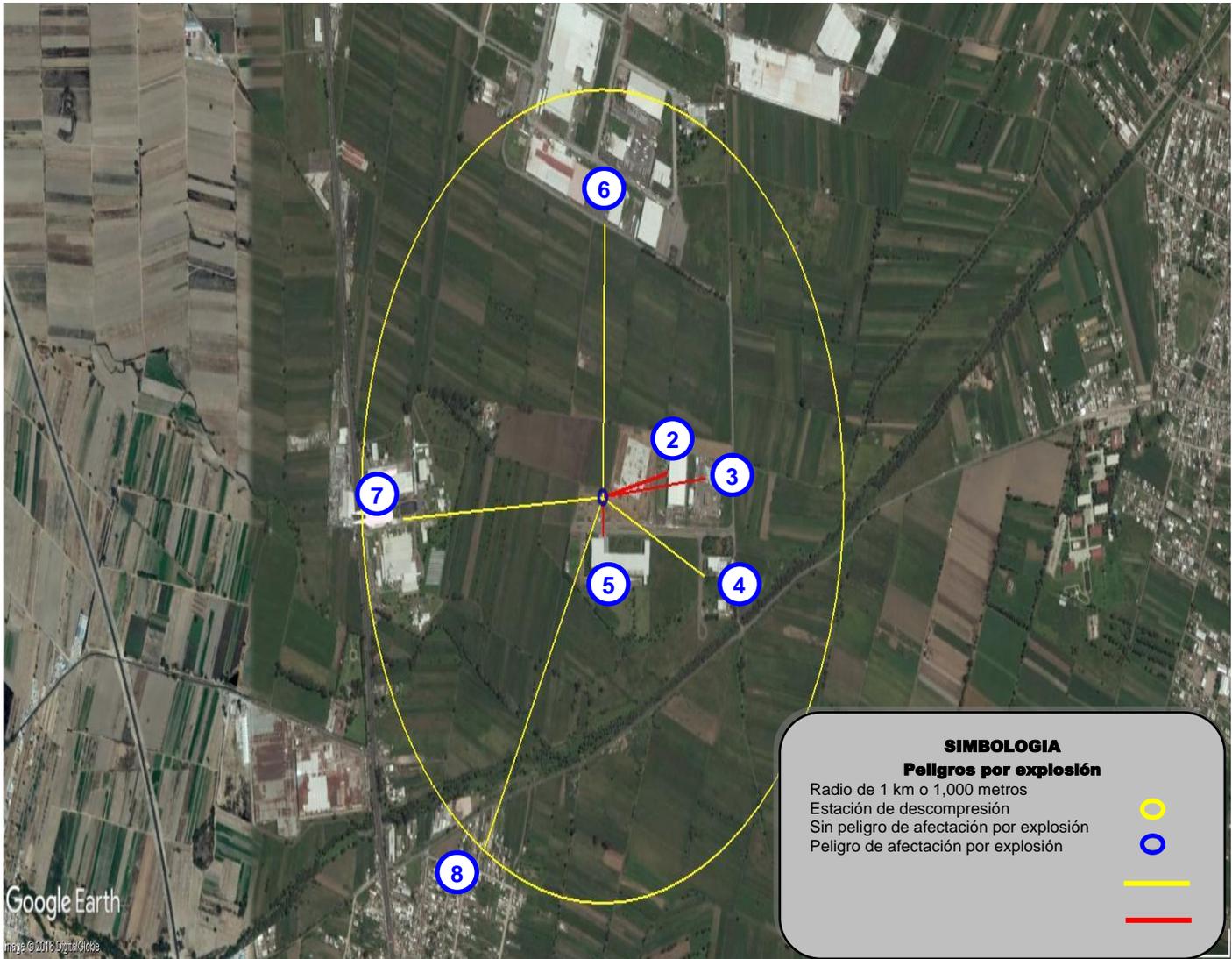
En lo que respecta a interacciones de riesgo, **NEOMEXICANA** se localiza en el Parque Industrial El Carmen.

Las industrias que se localizan en un radio de 1 km. llevan a cabo actividades consideradas altamente riesgosas, en lo específico Gas Sólido en el P.I. El Carmen y *Big Cola* y *Red Cola* en el P.I. Quetzalcóatl.

Considerando el espacio en que serán instaladas las instalaciones de **NEOMEXICANA**, las áreas de producción (**MISSION**) más cercanas se localizan a 50 m aproximadamente.

Las instalaciones y las posibles interacciones de riesgo se indican en la siguiente tabla:

| Localización | Instalación   | Distancia (metros) | Interacciones de riesgo   |
|--------------|---|--------------------|---|
| Norte        | Parque Industrial Quetzalcóatl                                | 700 a 1,000        | Las probabilidades de afectación por algún tipo de explosión son nulas.   |
| Noreste      | Nave industrial <b>MISSION</b>                                | 50                 | En caso de presentarse una ruptura de manguera o un <b>Jet fire</b> en la estación de descompresión, la nave puede resultar afectada mínimamente por el incendio o sufrir los efectos de las ondas de sobrepresión.<br><br>En caso de la explosión de la estación de descompresión, la nave puede sufrir el colapso de su estructura. |
| Este         | Mexicana de Industrias y Marcas, S.A. de C.V. ( <i>MlyM</i> ) | 317.14             | Las probabilidades de afectación por algún tipo de explosión son nulas.   |
| Este         | Gas Sólido, S.A. de C.V.                                      | 428                | Las probabilidades de afectación por algún tipo de explosión son nulas.   |
| Sur          | Espyntex, S.A. de C.V.  | 100                | En caso de la explosión de la estación de descompresión, la compañía <b>Espyntex</b> Podría sufrir afectaciones por las <b>nubes explosivas</b> .   |
| Sureste      | Falanx, S.A. de C.V.  | 506                | Las probabilidades de afectación por algún tipo de explosión son nulas.   |
| Sureste      | Ecotérmica de Oriente, S.A. de C.V.                           | 560                | Las probabilidades de afectación por algún tipo de explosión son nulas.   |
| Oeste        | Jensen México Cilag   | 1,000              | Las probabilidades de afectación por algún tipo de explosión son nulas.   |
| Suroeste     | Poblado de San Mateo Capultitlán                              | 700 a 1,000        | Las probabilidades de afectación por algún tipo de explosión son nulas.   |



| No. | Compañía / espacio  |
|-----|---|
| 1   | <b>Neomexicana de GNC, S.A.P.I. de C.V. (estación de descompresión)</b> |
| 2   | Mexicana de Industrias y Marcas, S.A. de C.V. ( <i>MlyM</i> )           |
| 3   | Gas Solido, S.A. de C.V.  |
| 4   | Falanx, S.A. de C.V.  |
| 5   | Espyntex, S.A. de C.V.  |
| 6   | Parque Industrial Quetzalcóatl  |
| 7   | Jensen Cilag México   |
| 8   | San Mateo Calputitan  |

### II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

El polígono se localiza en la zona industrial de Huejotzingo, Pue. A su vez la zona industrial se ubica a una distancia estimada de 8 km. en dirección norte del centro de la ciudad de Huejotzingo con rumbo a Santa Ana Xalmimilulco, Pue.

El Parque Industrial El Carmen se localiza al oeste de del poblado de Santa Ana Xalmimilulco y al noroeste de San Mateo Capultitan en el estado de Puebla.

**El Parque Industrial El Carmen**, sirve de asiento de una diversidad de usos industriales, entre los que se destacan los siguientes:

- *Mexicana de Industrias y Marcas, S.A. de C.V. (MlyM). Compañía de envasado de leches y productos lacteos. Localizada contigua a **MISSION** en dirección este.*
- *Espyntex, S.A. de C.V. Compañía del ramo textil. Localizada a 50 metros en dirección sur.*
- *Falanx, S.A. de C.V. Ramo alimenticio. Producción de bebidas de soya y cremas para café, Localizada a 300 metros en dirección este.*
- *Ecotermica de Oriente, S.A. de C.V. Manejo de residuos peligrosos biológico – infecciosos (RPBI). Localizada a 300 metros en dirección este.*
- *Gas Solido, S.A. de C.V. Planta de almacenamiento y distribución de gas L.P. Ubicada a 200 metros en dirección este.*

De conformidad con el Plan Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Huejotzingo 2011 -2014, el uso de suelo que se define para el Parque Industrial El Carmen como INDUSTRIA PESADA (IP).

El Parque Industrial El Carmen en Huejotzingo Pue. Cuenta con los siguientes servicios:

- Electrificación y alumbrado público.
- Calles pavimentadas a base de mezcla asfáltica con camellón central y banquetas con guarniciones de concreto hidráulico, en el caso del bulevar El Carmen, mismo que tiene una longitud de 220 metros.

El camino vecinal que sirve de ingreso a los Parques Industriales El Carmen y Quetzalcóatl también es de mezcla asfáltica aunque presenta un nivel de deterioro muy alto.

La carretera (de dos carriles) que conecta a Santa Ana Xalmimilulco y San Mateo Capultitan, también es de mezcla asfáltica.

A través de esta carretera Santa Ana Xalmimilulco - San Mateo Capultitan y en el entronque con el camino vecinal que lleva al Parque Industrial Quetzalcóatl es como se llega al Parque Industrial El Carmen.

- Red de telefonía.
- Red de Gas Natural (ducto de alta presión). Que viene desde la carretera Santa Ana Xalmimilulco – San Mateo Calputitan y que corre por la vialidad hacia el Parque Industrial Quetzalcóatl.

Es oportuno citar que, el Parque Industrial El Carmen no cuenta con cobertura de la red de agua potable y alcantarillado.

**Nota:** Debido a que el proyecto se instalará dentro del predio de una planta industrial que se localiza en un parque industrial (El Carmen), y considerando el alcance de los eventos simulados, los riesgos identificados no afectarán zonas habitacionales. Pero cabe señalar que si causará interacciones riesgosas con instalaciones cercanas.

El proyecto de **NEOMEXICANA** no tiene ningún tipo de cobertura vegetal, por lo que no habrá ninguna afectación sobre este componente ambiental. Considerando que el predio donde se instalará la **estación de descompresión de gas natural** está desprovista de cobertura vegetal, posiblemente el tipo de fauna presente está representada por los siguientes grupos: insectos, reptiles (lagartijas), arácnidos y algunas especies de aves que cruzan por la zona. Su presencia dentro de las instalaciones está condicionada a la existencia de áreas verdes.

### III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL

#### III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO OPERATIVAS

- Cumplir con las disposiciones especificadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-010-ASEA-2016. Gas Natural Comprimido (GNC). Requisitos mínimos de seguridad para terminales de carga y terminales de descarga de módulos de almacenamiento transportables y estaciones de suministro de vehículos automotores.
- Verificar la estación de descompresión a través de una Unidad de Verificación acreditada por la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. (EMA).
- Verificar las instalaciones eléctricas de la estación de descompresión a través de una Unidad de Verificación acreditada por la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. (EMA). A fin de dar cumplimiento a la NOM-001-SEDE-2012.
- Realizar la *Medición y registro de los valores de resistencia de la red de puesta a tierra y continuidades*, de conformidad con la NOM-022-STPS-2015.

Inspección periódica de los electrodos, su limpieza y ajuste para mantener la red efectiva de descarga a tierra, considerando que estos (los electrodos) quedan sujetos a las condiciones climatológicas que provocan corrosión y oxidación, así como los impactos involuntarios que afectan la sujeción adecuada.

La medición de la resistencia a tierra de la red de puesta a tierra y la comprobación de la continuidad en los puntos de conexión a tierra, se deberá realizar al menos cada doce meses, de acuerdo con lo especificado en el numeral 7.2. inciso c) de la NOM-022-STPS-2015.

- Deberá instalar un sistema de protección contra descargas atmosféricas, tal como el **sistema de pararrayos**, de conformidad con los numerales 5.2. y 8 de la NOM-022-STPS-2015.

De acuerdo con el numeral 5.2. de la NOM-022-STPS-2015, el pararrayos se deberá instalar en las áreas o instalaciones del centro de trabajo donde se almacenen, manejen o transporten sustancias inflamables o explosivas.

Para el diseño e instalación del sistema de protección contra descargas eléctricas atmosféricas, se puede consultar la Norma Mexicana NMX-J-549-ANCE-2005 (*sistema de protección contra tormentas eléctricas – especificaciones, materiales y métodos de medición*), o las normas que las sustituyan.

- Implementar los procedimientos operativos de la estación de descompresión y del semirremolque establecidos.
- Cumplir con los programas de mantenimiento preventivos y llevar registros periódicos verificables.
- Implementar programas de capacitación y entrenamiento para el personal, enfocados a mantener la seguridad de la estación de descompresión de GNC.
- Elaborar e implementar el Programa para la Prevención de Accidentes.
- Supervisar que el operario del tracto camión y del descompresor cumplan con el procedimiento de conexión y desconexión de contenedor *LUXI* directamente con el cliente en base de descompresión sin operador. De conformidad con el instructivo "*Conexión y descompresión de contenedor LUXI Sin Operador*".

- Verificar que se utilice tubería nueva y de la especificación señalada en diseño.
- Verificar anualmente el funcionamiento y ajuste de las válvulas de seguridad (calibración).
- Una vez que se realice la Clasificación de Riesgo de Incendio de la estación de descompresión de conformidad con el numeral 5.1, de la NOM-002-STPS-2010, se estará a lo que establecen el numeral 5.7 de la NOM-002-STPS-2010 y el artículos 76 fracción V del Reglamento de la Ley General de Protección Civil y se puede estar **obligado a ejecutar dos simulacros por año** de:
  - a) Uso de equipo contra incendios (extintores y carretillas),
  - b) Evacuación y resguardo,
  - c) Primeros auxilios,
  - d) búsqueda y rescate.
- La estación de descompresión, de conformidad con el numeral 5.10 de la NOM-002-STPS-2010, estará obligado a contar con lo siguiente:
  - a) Medios de detección y equipos contra incendio,
  - b) Sistemas fijos de protección contra incendios, y
  - c) Alarmas de incendio.
- Las instalaciones eléctricas de la estación de descompresión, están sujetas a un *Programa Anual de Revisión*, de conformidad con el numeral 7.5 de la NOM-002-STPS-2010.
- Establecer y dar seguimiento a un *Programa Anual de Revisión y Pruebas a los Equipos contra Incendios, a los medios de detección y en su caso a las alarmas de incendio y sistemas fijos contra incendios*, de conformidad con el numeral 7.4 de la NOM-002-STPS-2010.
- Mantener en óptimas condiciones de operación el equipo contra incendios y de atención a emergencias.
- Verificar mensualmente el estado del equipo contra incendios y de atención a emergencias.

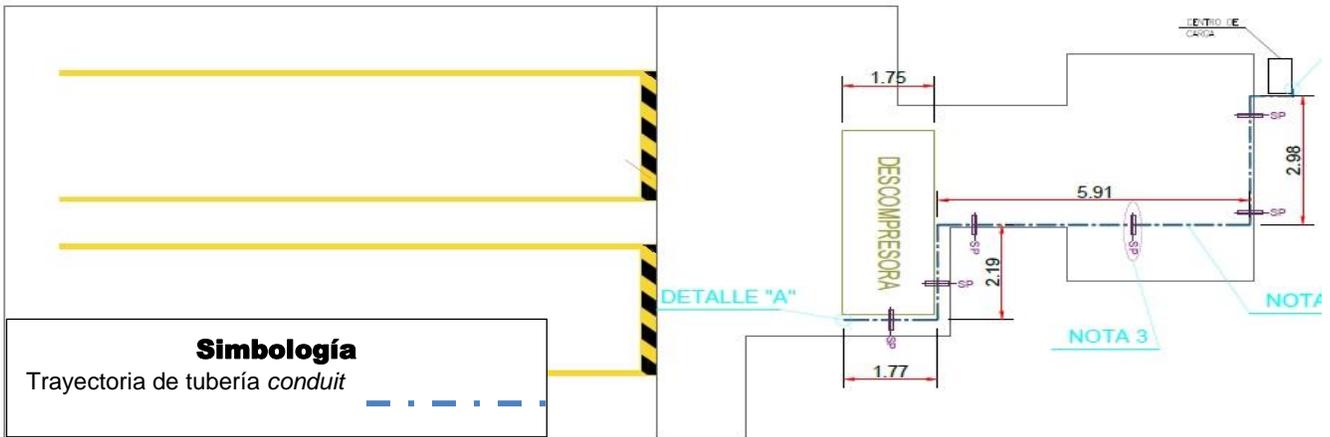
### III.1.1 Sistemas de seguridad

La estación de descompresión operada por NEOMEXICANA contará con los siguientes sistemas de seguridad:

#### Canalización eléctrica

La tubería y *conduits* metálicos deben de estar contruidos con acero galvanizado roscado y ser a prueba de explosión.

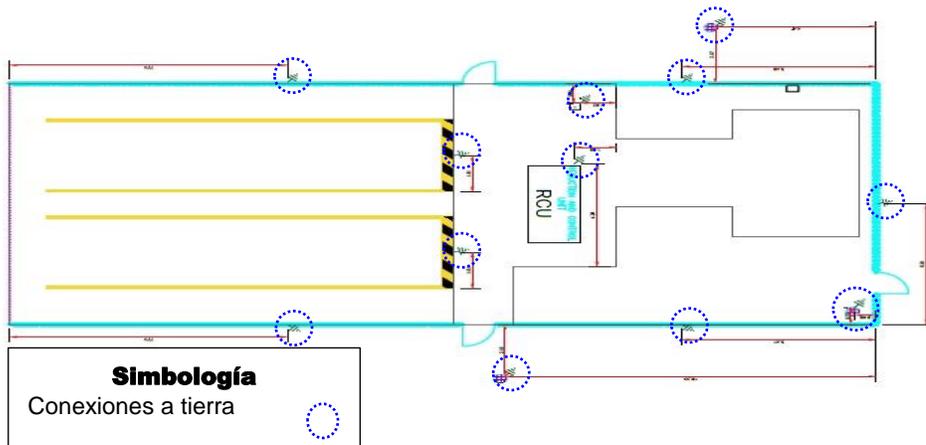
El diámetro de la tubería debe ser calculado de acuerdo al calibre del cableado y cumplir con el porcentaje de ocupación, de conformidad con la NOM-001-SEDE-2012.



#### Red de sistema de tierras

Toda el área que comprende la estación de descompresión estará aterrizada a tierra en 12 puntos. El sistema de tierras debe dar cumplimiento a la NOM-001-SEDE-2012.

Como parte de la instalación del sistema de tierras se deberán hacer mediciones de resistencia de suelo (resistividad del medio - *Ohm*), factor de seguridad +2.0, factor de Utilización de 0.85, sistema de tierras único de malla cerrada con protección de sobretensión unido por soldaduras *Cadwell*, todas las cercas perimetrales, equipos y puertas metálicas deben ser puestos a tierra, se deben dejar puntos de anclaje para hacer la conexión con la malla en todo su perímetro, así como en la parte posterior de los topellantas para aterrizar los contenedores. En caso de dudas, utilizar carga estática de baja tensión – 4.0 Ohm.



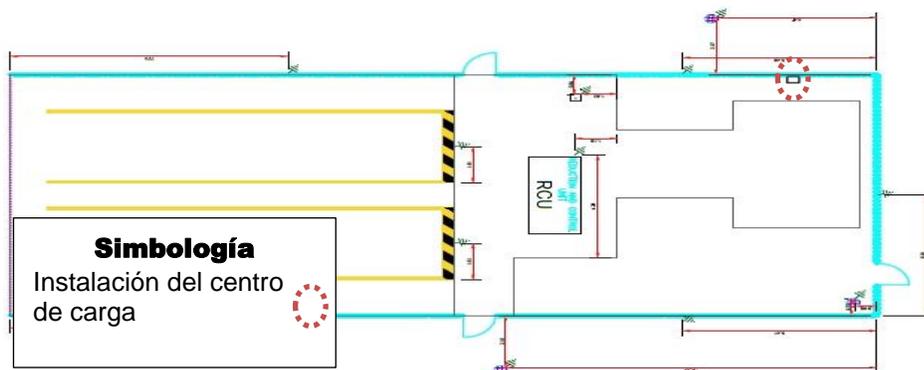
## Centro de carga

El centro de carga será instalado con protecciones para alimentar el tablero de control del equipo de descompresión, el sistema de iluminación con fotocelda para encendido automático en circuitos separados y circuito de 127v y alimentar el tanque hidroneumático de agua suavizada.

El suministro eléctrico del centro de carga debe ser proporcionado por **MISSION**, el cual debe tener una potencia de 10KW con tensión de operación de 220v Trifásico a 60Hz, debe contar con:

- 3 fases de 127V
- Voltaje de Línea a Línea de 220v
- Voltaje de Línea a Neutro de 127v
- 1 neutro
- 1 tierra

Una vez instalada y operando la estación de descompresión, deberá contar con el Dictamen de las instalaciones de GNC expedido por una Unidad de Verificación (UV) acreditada ante la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. (EMA).



## Sistema contra incendios

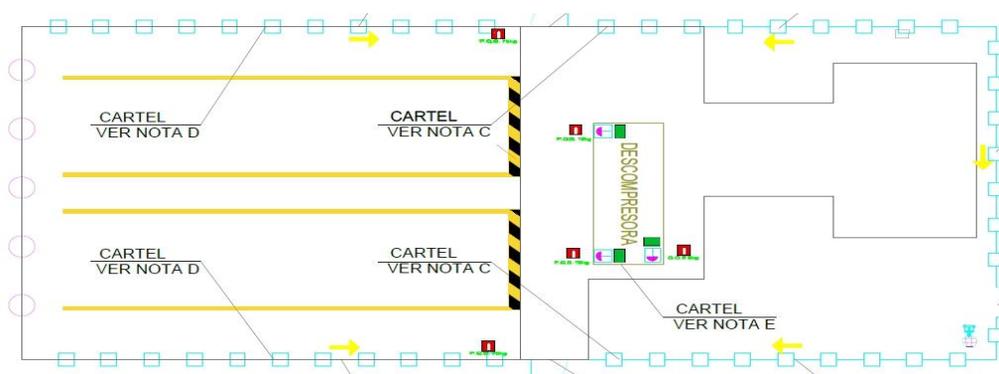
Se instalarán equipos contra incendio de conformidad con la NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo y la señalización de acuerdo con la NOM-026-STPS-2008, Condiciones de seguridad-Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.

Como medida de seguridad y control de riesgos contra incendios, la estación de descompresión contara con detector de gas, extintores, paradas de emergencia y carteles visibles restrictivos, preventivos e informativos, para orientación de los usuarios con las leyendas siguientes: "NO FUMAR", "APAGUE MOTOR", "NO ESTACIONARSE", "10 km/h MAXIMO", "NO FLAMA ABIERTA", entre otros.

Las paradas de emergencia estarán ubicadas en la descompresora, en el panel de control.

Como parte del equipo de protección contra incendios en la estación de descompresión, se prevé contar con extintores de 6, 12 y 75 kg de polvo químico seco, distribuidos en diferentes puntos del área.

| SIMBOLOGÍA  | DESCRIPCIÓN                                   | CANTIDAD | UBICACIÓN                               |
|---|---|----------|---|
|   | EXTINTOR DE POLVO QUÍMICO TRICLASE ABC 12 kg. | 2        | ESTACION DE DESCOMPRESION               |
|   | EXTINTOR DE POLVO QUÍMICO TRICLASE ABC 75 kg. | 2        | CONTIGUO A LA ESTACION DE DESCOMPRESION |
|   | EXTINTOR DE CO <sub>2</sub>                   | 1        | CONTIGUO A LOS CONTENEDORES             |
|  | PARADA DE EMERGENCIA A PRUEBA DE EXPLOSIÓN    | 2        | ESTACION DE DESCOMPRESION               |
|  | LETRERO DE PARADA DE EMERGENCIA               | 2        |   |
|  | RUTA DE EVACUACIÓN                            | 5        | ESTACION DE DESCOMPRESION               |



## **Sistemas de seguridad**

Es absolutamente esencial que todos los dispositivos de seguridad y el sistema de paro de emergencia estén en pleno funcionamiento, y dentro de sus períodos de certificación, antes de permitir cualquier operación o servicio en la estación.

### **Observaciones de seguridad en caso de fugas de gas**

La entrada de gas de la **DESCOMPRESORA** cuenta con válvulas solenoides (SV-01/02) las cuales cortan el flujo de los contenedores si son activadas las botoneras de paro por emergencia y/o los transmisores que detectan alta concentración de gas. Los detectores de gas marca *Honeywell*, modelo *XCD* de sensor infrarrojo, están divididos en dos cámaras, uno se encuentra en la de la estación de descompresión y otro donde se encuentra en calentador de agua, las bombas y el módulo de control. Si existe una fuga, o hay sospecha de una fuga, se deben de adoptar las siguientes medidas de seguridad:

- Cortar toda la energía al sistema,
- Aislar los tanques de almacenamiento cerrando y bloqueando las válvulas de bola en los tanques de almacenamiento,
- Purgar todo el gas del sistema con nitrógeno,
- Localizar y reparar la fuga de inmediato.

Se cuenta con dispositivos de seguridad para evitar cualquier sobrepresión en la salida de la estación de descompresión y medición. Como una medida adicional, la descompresora cuenta con botones instalados de cierre de emergencia localizados: uno en el panel de control de la estación, y dos más a los costados de la estación. Los botones de cierre cortan el flujo de gas inmediatamente.

### Elementos principales de la primera etapa de la estación de descompresión

| Cantidad | Descripción de accesorios                             | Características   |
|----------|---|---|
| 2        | Válvulas tipo bola de paso completo                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tipo flotante,</li> <li>○ Conexiones briadas de 1" ANSI 1500,</li> <li>○ Cuerpo de acero al carbón,</li> <li>○ Son operadas mediante palanca y cuentan con un porta-candado.</li> </ul>  |
| 4        | Válvulas tipo bola de paso completo                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tipo flotante,</li> <li>○ Conexiones briadas de 2" ANSI 1500,</li> <li>○ Cuerpo de acero al carbón,</li> <li>○ Son operadas mediante palanca y cuentan con un porta-candado.</li> </ul>  |
| 5        | Válvulas tipo bola de paso completo                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tipo flotante,</li> <li>○ Conexiones briadas de 3" ANSI 1500,</li> <li>○ Cuerpo de acero al carbón,</li> <li>○ Son operadas mediante palanca y cuentan con un porta-candado.</li> </ul>  |
| 2        | Regulador de presión                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Marca <i>Tormene</i>,</li> <li>○ Modelo TA-992,</li> <li>○ Conexiones de 1" NPT ANSI 1500.</li> </ul>  |
| 2        | Válvula de seguridad de corte por alta y baja presión | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Marca <i>Tormene</i>,</li> <li>○ Modelo TA-992,</li> <li>○ Conexiones de 1" ANSI 1500,</li> <li>○ Esta válvula estará precediendo a los reguladores de presión, contará con un doble actuador neumático para realizar el corte ya sea por alta o baja presión</li> </ul> |
| 1        | Filtro para partículas sólidas                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Marca <i>Parker</i>,</li> <li>○ Cuerpo de acero al carbón,</li> <li>○ Conexiones roscales de 1",</li> <li>○ Presión máxima de operación 350bar,</li> <li>○ Indicador de presión diferencial con aguja de arrastre y <i>switch</i> para indicación remota.</li> </ul>     |
| 2        | <i>Baypass</i> para filtro                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Marca <i>HYDAC</i>,</li> <li>○ Cuerpo de acero al carbón,</li> <li>○ Conexiones roscales de 1.5",</li> <li>○ Presión máxima de operación 400bar.</li> </ul>  |
| 1        | Filtro coalescedor                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Marca <i>Inova</i>,</li> <li>○ Conexiones de 3" ANSI 150,</li> <li>○ Presión máxima de operación 19bar,</li> <li>○ Indicador de presión diferencial con aguja de arrastre y <i>switch</i> para indicación remota.</li> </ul>   |

Elementos principales de la segunda etapa de la estación de descompresión.

| Cantidad | Descripción de accesorios                         | Características   |
|----------|---|---|
| 2        | Regulador de presión tipo                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tipo pilotado,</li> <li>○ Marca <i>Tormene</i>,</li> <li>○ Conexiones briadas de 1" <i>ANSI 600</i>,</li> <li>○ Con corte por alta presión incorporado.</li> </ul> |
| 2        | Válvula de seguridad o alivio de descarga lateral | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Marca <i>Tormene</i>,</li> <li>○ Fabricada en acero inoxidable,</li> <li>○ Conexiones roscadas de 1".</li> </ul>   |
| 1        | Válvula de seguridad o alivio de descarga lateral | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Marca <i>Taylor</i>,</li> <li>○ Fabricada en acero al carbón,</li> <li>○ Conexiones roscadas de 1".</li> </ul>   |

Elementos principales del módulo de control (unidad de transmisión remota).

| Equipos periféricos            | Características  |
|--------------------------------|--|
| Medidor de turbina             | <i>FMG G0160</i>   |
| Transmisores de presión        | <i>GP:50</i>   |
| Transmisores de temperatura    | <i>NOVUS</i>   |
| Motor de circulación de agua   | <i>0010-VVF3</i>   |
| Calentador de agua             | <i>Buderus Logamax Plus GB126-LB</i>                               |
| Válvulas selenoides            | <i>3054 N-A</i><br><i>PO-759291</i><br><i>ASCO 8291G431H0100F1</i> |
| Sensor de corte en reguladores | <i>Omron E2E-X1C1</i>  |
| Sensor detector de gas         | <i>Honeywell SensePoint XCD</i>                                    |

### III.1.2 Medidas preventivas

Para la operación de la estación de descompresión se aplicarán las siguientes medidas preventivas:

- Se implementará un Programa anual de operación, mantenimiento y seguridad del sistema de descompresión, cuyas características se establecen en el manual de operación.
- Se establecerán programas de capacitación y entrenamiento para el personal, enfocados a mantener la seguridad del sistema en la estación de descompresión de GNC en cuanto a las actividades de operación y mantenimiento.
- Se contará con bitácoras para registrar las actividades de mantenimiento.
- Se contará con el *Manual de Procedimientos para la Operación, Mantenimiento y Seguridad del Sistema de Gas Natural Comprimido en Estación de Descompresión*.

## IV. RESUMEN

### IV.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

La estación de descompresión se localiza en el contexto de las instalaciones de una planta industrial, y a su vez en un Parque Industrial (El Carmen) en una zona con uso de suelo industrial para industria pesada.

NEOMEXICANA está obligada a cumplir con las disposiciones especificadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-010-ASEA-2016. Gas Natural Comprimido (GNC). Requisitos mínimos de seguridad para terminales de carga y terminales de descarga de módulos de almacenamiento transportables y estaciones de suministro de vehículos automotores.

Se concluye que el accidente más catastrófico sería una explosión por fuga de GNC en la RCU que originará una nube explosiva.

A su vez el evento con mayores consecuencias serían las nubes explosivas, puesto que estas se pueden presentar en diferentes puntos donde se maneje GNC.

Se concluye que el área con mayor riesgo es el semirremolque (contenedores).

A su vez derivado del análisis de riesgo realizado al proyecto “Estación de descompresión de gas natural comprimido (GNC)” se determinaron los siguientes escenarios de riesgo:

Escenario 1. Fuga de gas en la tubería dentro de la Unidad de Control y Reducción (RCU).

#### SCRI Fuego (modelo de radiación térmica por chorro de fuego *Jet fire*)

Condición no aplicable en el presente caso, considerando que hasta los 428 metros lineales de la estación de descompresión de NEOMEXICANA se localiza la planta de almacenamiento de gas L.P. (Gas sólido) que en el probable caso de presentarse un dardo de fuego (*Jet Fire*).

En este contexto los dardos de fuego (*Jet fire*) no trascenderían más allá de las instalaciones de **MISSION**, localizándose la emergencia en el entorno y/o proximidades de la estación de descompresión.

#### Resultados obtenidos de la simulación

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| Longitud de la flama     | 1.72 m |
| Distancia de salvaguarda | 100 m  |

|             | Niveles de radiación / Dosis<br>(Kw/m <sup>2</sup> ) | Distancia<br>(m) |
|-------------|--|------------------|
| Radiación 3 | 31.50  | 31.23 m          |
| Radiación 2 | 12.60  | 49.41 m          |
| Radiación 1 | 5.05   | 78.06 m          |

NOTA: a mayor distancia, menor radiación.

Escenario 2. Fuga de gas que origina una sobrepresión provocada por una nube explosiva

Explosión de nube de vapor no confinada modelo SCRI-Fuego

Resultados obtenidos

| Radio de la zona de fatalidades | Radio de la zona de lesionados | Radio máximo de afectación | Radio de salvaguarda |
|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------|
| 43 - 70 m                       | 85 – 150 m                     | 560 m                      | 700 m                |

En caso de una posible nube explosiva alcanzaría a las instalaciones de **MISSION** y *Espintex*.

## **IV.2 RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL**

El proyecto consiste en la instalación de una **estación de descompresión** de gas natural comprimido operada por **NEOMEXICANA DE GNC, S.A.P.I. DE C.V. (NEOMEXICANA)**, la cual está constituida por los siguientes componentes:

- Unidad de Control y Reducción (RCU),
- Reducción de presión mediante intercambio de calor, y
- Patín de medición de gas natural.

Las operaciones que realizará la estación de descompresión consistirán en recibir gas natural comprimido (*GNC*), con una presión de 250 bar y reducir esta presión a una que sea útil para el usuario final, cuantificar el volumen de gas suministrado para fines de facturación y alimentar las líneas de producción. Cabe señalar que el *GNC* será transportado vía terrestre por dos tráileres (contenedores).

Para seleccionar el tipo de metodología que utilizaría para cada sección de interés se realizó una revisión de seguridad de los procesos operacionales, la cual consto de una serie de visitas de inspección a la planta de **NEOMEXICANA** y revisión de los diagramas de flujo y bloques que se generaron en la etapa de descripción de los procesos.

Se resolvió utilizar para la identificación de riesgos, el método de Análisis combinado “Lista de Verificación/Que pasa si...?” (“*What – If*”/Checklist).

Los principales riesgos se presentan en las operaciones donde se involucra el manejo del GNC, siendo estas; manejo del GNC en los semirremolques, descompresión del GNC y alimentación del GNC al proceso de producción por medio de tuberías.

Los riesgos específicos asociados a estas operaciones se refieren a la producción de incendios o explosiones, como consecuencia de fugas de GNC, las cuales se consideran como:

- Fugas de GNC sin fuego.
- Fugas de GNC encendidas.

El área de descompresión en la que se maneja el GNC en el contexto de la planta industrial se identifica como un área peligrosa, lo que conlleva a la posibilidad de la ocurrencia de estados definidos como inseguros o de riesgo, con esta consideración se identificaron las siguientes áreas:

- De recepción de GNC del semirremolque.
- Descompresión del GNC de 250 bar (3,625.94 psi) a 4 bar (58.0151psi),
- Líneas de conducción del GNC, y
- Alimentación del GNC al proceso de producción.

Conforme a la “Guía para análisis de riesgo” del Centro de Seguridad para Procesos de “The American Institute of Chemical Engineers” los posibles orígenes de accidentes potenciales en cualquier tipo de proceso relacionado con sustancias químicas son los siguientes:

| Fallas de contención | Fallas de funcionamiento de equipos | Errores humanos | Eventos externos                    |
|----------------------|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|
| Tuberías             | Bombas                              | Diseño          | Condiciones climatológicas extremas |
| Conexiones           | Motores                             | Construcción    | Temblores / sismos                  |
| Mangueras            | Válvulas                            | Operación       | Accidentes cercanos                 |
|                      |                                     | Mantenimiento   |                                     |

A efecto de estimar las consecuencias de un posible incidente que conduciría a una contingencia por fuga, fuego y/o explosión de GNC se utilizaron los programas de simulación denominados SCRI FUEGO Modelos de Simulación para Análisis de consecuencias por Fuego y Explosiones Versión 1.2 Marzo de 2018 y SCRI Modelos Atmosféricos para Simulación de Contaminación y Riesgos en Industrias Versión 4.01 Marzo de 2018.

Se determinaron los riesgos en las siguientes fases del proceso:

1. Manejo del GNC,
2. Descompresión del GNC, y
3. Abastecimiento de GNC a la planta de producción.

## Sustancias involucradas

| Nombre químico de la sustancia (IUPAC)* | No. CAS** | Densidad (g/cm <sup>3</sup> ) | Flujo (l/seg) | Longitud de la tubería (km) | Diámetro de la tubería (cm) | Presión de operación (kg/cm <sup>2</sup> ) | Espesor (mm) | Descripción de la trayectoria                             |
|---|-----------|-------------------------------|---------------|-----------------------------|-----------------------------|--|--------------|---|
| Metano                                  | 74-82-8   | 0.554                         | 158.33        | 0.479                       | 10.16                       | 255  | 1.2          | De la estación de descompresión a la planta de producción |

\*De acuerdo con los lineamientos descritos por la Union Internacional de Química Pura y Aplicada (UIPAC, *International Union Pure Applied Chemistry*)

\*\*De acuerdo con el *Chemical Abstract Service* (CAS).

Esta fue la nota publicada en Tele9 en Argentina con fecha 24 de marzo de 2015, donde explota el auto al cargar Gas Natural Comprimido (GNC) en una estación de servicios. No hubo personas heridas a pesar de que se encontraban 6 personas alrededor del automóvil.

## Antecedentes de accidentes e incidentes

| Año  | Ciudad y/o país | Instalación          | Sustancia(s) involucrada(s) | Evento    | Causa                           | Novel de afectación (componentes ambientales afectados) | Acciones realizadas para su atención |
|------|-----------------|----------------------|-----------------------------|-----------|---------------------------------|---|--------------------------------------|
| 2015 | Argentina       | Estación de servicio | GNC                         | Explosión | Malas condiciones del automóvil | Ninguno   | No disponible                        |

## Identificación y jerarquización de riesgos ambientales

| No. de falla | No. de evento  | Falla                  | Accidente hipotético |         |          |           |                 | Metodología empleada para la identificación de riesgo   | Componente ambiental afectado |
|--------------|--|------------------------|----------------------|---------|----------|-----------|-----------------|---|-------------------------------|
|              |  |                        | Fuga                 | Derrame | Incendio | Explosión | Unidad o equipo |   |                               |
| 1            | Fuga de gas en la tubería dentro de la Unidad de Control y Reducción (RCU) | Válvula <i>by pass</i> | X                    |         | X        |           |                 | Método de Análisis combinado "Lista de verificación/Que pasa si...?" ("What - If"/ <i>Checklist</i> ) | Suelo - atmosfera             |
| 2            | Fuga de gas que origina una sobrepresión provocada por una nube explosiva  | Válvula <i>by pass</i> |                      |         |          | X         |                 | Método de Análisis combinado "Lista de verificación/Que pasa si...?" ("What - If"/ <i>Checklist</i> ) | Suelo - atmosfera             |

## Estimación de consecuencias

| No. de falla | No. de evento | Tipo de liberación |          | Cantidad hipotética liberada |        | Estado Físico | Efectos potenciales |   |   |   |   | Programa de simulación empleado | Zona de alto riesgo |                    |
|--------------|---------------|--------------------|----------|------------------------------|--------|---------------|---------------------|---|---|---|---|---------------------------------|---------------------|--------------------|
|              |               | Masiva             | Continua | Cantidad (kg)                | Unidad |               | C                   | G | S | R | N |                                 | x 10 <sup>-5</sup>  | x 10 <sup>-6</sup> |
|              |               |                    |          |                              |        |               |                     |   |   |   |   |                                 | Distancia (m)       | Distancia (m)      |
| 1            | 1             | X                  |          | 5,940                        |        | Gas           |                     | X |   |   |   | SCRI FUEGO                      | 116.54              | 252.35             |
| 2            | 2             | X                  |          | 5,940                        |        | Gas           |                     |   | X |   |   | SCRI FUEGO                      | 31.88               | 78.05              |

## Criterios Utilizados

| No. de falla | No. de evento | Toxicidad |                     |                              |                         | Explosividad | Radiación térmica | Otros criterios                     |
|--------------|---------------|-----------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------|-------------------|-------------------------------------|
|              |               | IDHL*     | TLV <sub>8</sub> ** | Velocidad del viento (m/seg) | Estabilidad Atmosférico |              |                   |                                     |
| 1            | 1             |           |                     |                              | X                       |              |                   | Parámetros de entrada de SCRI FUEGO |
| 2            | 2             |           |                     |                              | X                       |              |                   | Parámetros de entrada de SCRI FUEGO |

\*IDLH: Inminentemente peligrosa para la vida y la salud

\*\*TLV<sub>8</sub>: Valor umbral límite

Efectos potenciales:

(C) Catastrófico: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con un nivel de peligro (por ejemplo, gases tóxicos o inflamables, reacción térmica o explosión causada por sobrepresión) que puede causar efectos ecológicos adversos irreversible o grave desequilibrio al ecosistema. Un efecto ecológico adverso irreversible es aquel que no puede ser asimilado por los procesos naturales, o solo después de muy largo tiempo, causando la pérdida o disminución de un componente ambiental sensible (por ejemplo, especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010, tipos de vegetación amenazada entre otros).

(G) Grave: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos temporales. Un efecto ecológico adverso temporal es aquel que permanece un tiempo determinado, y disminuye la calidad o funcionalidad de un componente ambiental, siendo factible de atenuar con acciones de restauración o compensación.

(S) Significativo: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos recuperables. Un efecto ecológico adverso recuperable es aquel que puede eliminarse o reemplazarse por la acción natural o humana, no afectado la dinámica natural del ecosistema o del componente ambiental.

(R) Reparable: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos reversibles. Un efecto ecológico adverso reversible es aquel que puede ser asimilado por los procesos naturales a corto plazo.

(N) Ninguno: Este evento no alcanza áreas externas a los terrenos de la instalación.

## **V. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN**

### **V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN**

#### **V.1.1 Planos de localización**

Se agregan en la Manifestación de Impacto Ambiental (numeral VIII.1.1).

#### **V.1.2 Fotografías**

Se anexa informe fotográfico.

#### **V.1.3 Videos**

No se agrega video.

### **V.2 OTROS ANEXOS**

Se agregan en la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (numeral VIII.2) los siguientes documentos:

#### **a) Documentos legales.**

Acta constitutiva

Poder notarial

RFC

Copia de identificación oficial

Contrato de Donación a título oneroso que otorga el Gobierno del Estado de Puebla a **Mission Foods México, S. de R.L. de C.V.**

El CONTRATO DE SUMINISTRO DE GAS NATURAL Y LOS SERVICIOS RELACIONADOS, en lo específico la CLAUSULA SEPTMA. DEL CONTRATO DE COMODATO y el ANEXO 11 en el que celebran por una parte NEOMEXICANA DE GNC, S.A.P.I. DE C.V. (COMODATARIO) y MISSION FOODS MEXICO, S. DE R.L. DE C.V. (COMODANTE).

#### **b) Cartografía consultada (INEGI; Secretaría de Marina; Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca, y Alimentación, etc.)**

No se utilizó cartografía

### **c) Autorizaciones y permisos**

Se agregan en la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (numeral VIII.2) los siguientes documentos:

Título de permiso. Transporte de gas natural comprimido por medio de semirremolques. G/117547TRA/OM/2015 (antes 001). En términos de la resolución Num. RES/895/2015. SENER.

Título de permiso. Descompresión de gas natural G/11760/DESC/2015. SENER

Escrito de presentación de la Evaluación de Impacto social ante la SENER.

Licencia de uso de suelo. No. expediente: L.U.S.-023-2018.

### **d) Memorias descriptivas de la (s) metodología(s) utilizada(s)**

La metodología de análisis utilizada para la identificación de riesgos fue realizada por **PLANEA** mediante el *software What-If/Checklist*.

### **e) Memoria técnica de la(s) modelación(es).**

Las simulaciones utilizadas fueron realizadas por **PLANEA** mediante el *software* SCRI-FUEGO.

### **f) Memoria técnico descriptiva y justificativa del proyecto civil, mecánico, eléctrico, y sistema contra incendio.**

Se agregan en la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (numeral VIII.1.1)

### **g) Análisis de posibles riesgos de contaminación hacia el suelo y los recursos hídricos y subterráneos, que incluya:**

Se agregan en la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (numeral VIII.2) los siguientes documentos:

Estudio de mecánica de suelos

**h)** Atlas de riesgo. CENAPRED.