

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
AGENCIA DE SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE

ESTUDIO DE RIESGO MODALIDAD
ANÁLISIS DE RIESGO

“PROYECTO- ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN AVIGRUPO”

CARRETERA TIZAYUCA TEMASCALAPA KM 0.5, COL. TEPOJACO, TIZAYUCA, HGO.

Agosto 2017

CONTENIDO

I	ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.....	4
	I.1 Bases de Diseño	5
	I.1.1 Proyecto civil.....	14
	I.1.2 Proyecto mecánico.....	15
	I.1.3 Proyecto sistema contra-incendio	15
	I.2 Descripción detallada del proceso.....	16
	Control del proceso	21
	Sistemas de seguridad.....	21
	I.2.1 Hojas de Seguridad.....	22
	I.2.2 Almacenamiento	22
	I.2.3 Equipos de proceso y auxiliares.....	22
	I.2.4 Pruebas de verificación	22
	I.3 Condiciones de Operación	23
	I.3.1 Especificaciones del cuarto de control	23
	I.3.2 Sistemas de aislamiento	23
	I.4 Análisis y Evaluación de Riesgos.....	24
	I.4.1 Antecedentes de accidentes e incidentes.....	24
	I.4.2 Metodologías de identificación y jerarquización.....	26
II	DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES.....	42
	II.1 Radios Potenciales de Afectación	42
	II.2 Interacciones de Riesgo.....	48
	II.3 Efectos Sobre el Sistema Ambiental	50
III	SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL.....	53
	III.1 Recomendaciones Técnico-Operativas.....	53
	III.1.1 Sistemas de seguridad.....	54
	III.1.2 Medidas Preventivas.....	56
IV	RESUMEN	58
	IV.1 Señalar las Conclusiones del Estudio de Riesgo Ambiental.....	58
	IV.2 Hacer un Resumen de la Situación General que Presenta el Proyecto en Materia de Riesgo Ambiental	58
	IV.3 Presentar el Informe Técnico Debidamente Llenado.....	62
V	IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL	64
	V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN.....	64
	V.1.1 Planos de localización.....	64
	V.1.2 Fotografías.....	64
	V.1.3 Videos.....	64
	V.2 OTROS ANEXOS	64

I ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES

I ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Igasamex Bajío, S. de R. L. de C. V. (en adelante Igasamex), instalará, operará y mantendrá un equipo de descompresión de gas natural en la planta Avícola San Andrés, S.A. de C.V., ubicada en el municipio de Tizayuca en el estado de Hidalgo (Fig. 1), que constará de lo siguiente:

- Área de recepción de equipos de transporte.
- Equipo de descompresión.



Fig. 1. Ubicación de la Planta Avícola San Andrés, S.A. de C.V. Carretera Tizayuca Temascalapa Km 0.5, Col. Tepojaco, Tizayuca, Hidalgo.

La estación de descompresión se ubicará dentro de las instalaciones, propiedad de la Planta Avícola San Andrés, S.A. de C.V., aprovechando el espacio disponible existente para cubrir un requerimiento actual que tiene la industria de alimentos, del servicio de gas natural para el desarrollo de sus procesos, motivo por el cual no habrá necesidad de afectar otra área para la construcción de ésta, siendo compatible el proyecto con el uso del suelo actual que tiene la industria, la cual inició operaciones en el 2011.

I.1 BASES DE DISEÑO

Criterios de Diseño

El Proyecto denominado Estación de descompresión Avigrupo, fue diseñado de acuerdo con lo establecido en los siguientes Códigos Internacionales y Normas Oficiales Mexicanas:

Tabla 1.1 Códigos Internacionales y Normas Oficiales

CÓDIGO/NORMA	DESCRIPCIÓN	APLICABILIDAD
B108-14	Compressed natural gas fuelling stations installation code	Instalación de la estación de descompresión
ASME B31.3	Process Piping	Sistema de tuberías de alta presión
ASME sección IX	Soldadura: Desarrollo y calificación de Procedimientos y Soldadores	Sistema de tuberías de alta presión
NOM-002-STPS-2008	Condiciones de Seguridad-Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo	Sistema de protección contra-incendios
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación por fluidos conducidos en tuberías	señales de advertencia de seguridad
NOM-001-SEDE-2012	Instalaciones Eléctricas	Instalaciones eléctricas

Susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adverso.

El denominado Proyecto Estación de descompresión Avigrupo se localiza en la localidad de Tepojaco, Municipio de Tizayuca, Estado de Hidalgo en las Coordenadas Geográficas: Latitud 19° 49' 54.95" N y Longitud 98° 56' 13.27" O.

En México, se ha adoptado de manera generalizada la clasificación de peligros que se basa en el tipo de agente perturbador que los genera. Se distinguen por su origen cinco tipos de riesgo: Geológicos, Hidrometeorológicos, Químicos, Sanitarios y Socio-Organizativos. Para el caso del ATLAS DE RIESGOS NATURALES DEL MUNICIPIO DE TIZAYUCA, HIDALGO. 2013, sólo se abordan los fenómenos perturbadores ó peligros de tipo natural, que comprenden a los Geológicos y a los Hidrometeorológicos.

RIESGOS Y PELIGROS ANTE FENOMENOS DE ORIGEN GEOLOGICO

Los peligros geológicos, comprenden aquellos procesos y fenómenos relacionados con los materiales de la corteza terrestre (litosfera), su dinámica y los sistemas con los que se relacionan en la superficie del planeta, tanto de origen natural como en el que interviene el ser humano (SEDATUUAEM, 2009).

1. ERUPCIONES VOLCANICAS

El vulcanismo es una manifestación de la energía interna de la Tierra. En México gran parte del vulcanismo está relacionado con la Zona de subducción formada por las placas de Rivera y Cocos con la gran placa Norteamericana, y tiene su expresión volcánica en el Sistema Volcánico Transversal o Faja Volcánica Mexicana. Tizayuca, pese a encontrarse dentro del Sistema Volcánico Transversal no presenta este tipo de peligro, dada su lejanía al sur del Municipio, de más de 95 km. con el volcán Popocatepetl (la zona de mayor afectación ante una eventualidad de este edificio volcánico es hacia el este, sur y suroeste, por lo que el Municipio de Tizayuca, está fuera de estas orientaciones). **Este PELIGRO NO APLICA.**

2. SISMOS

Por su ubicación geográfica, México tiene la presencia de fallas geológicas activas y la acción de las placas tectónicas, los cuales generan sismos de menor a mayor magnitud; que representan un riesgo constante para las Zonas donde se generan fuerzas de fricción, cuando estos esfuerzos sobrepasan la resistencia de la roca, o se vencen las fuerzas friccionantes, ocurre una ruptura violenta y la liberación repentina de la energía acumulada; es decir, desde este epicentro o foco la energía es liberada en forma de ondas sísmicas que, a través del medio sólido de la Tierra, se propagan en todas direcciones. Los Epicentros de la mayor parte de los terremotos de gran magnitud (mayores de 7 grados), que ocasionan grandes daños, se ubican en las costas del Pacífico, a lo largo de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Sin embargo, también han ocurrido grandes sismos en el centro y sur de Veracruz y Puebla, norte y centro de Oaxaca y Chiapas, Estado de México y la península de Baja California. En los Estados restantes no se han originado movimientos sísmicos de importancia, aunque algunos llegan a ser afectados por los grandes sismos como son: Nayarit, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Tlaxcala y Tabasco. Tizayuca, se localiza en la Región B, de las Regiones Sísmicas de México, elaboradas por la Comisión Federal de Electricidad CFE, en la cual los niveles de sismicidad y de aceleración propios de las Zonas B y C, están acotados por los valores correspondientes de A y D (Zona A: corresponde a la Zona de menor peligro, en donde no se tienen registros históricos de sismos y donde las aceleraciones del terreno, se esperan menores al 10%, de la aceleración de la gravedad, y; Zona D: ocurren con frecuencia temblores de gran magnitud -M mayor a 7- y las aceleraciones del terreno pueden ser superiores a 70%, de g.). El Municipio, está en una Zona estable y presenta una litología de rocas ígneas de tipo andesitabasalto, favoreciendo a una estabilidad con respecto a las ondas sísmicas, así como, en la mayor parte del Municipio se localiza principalmente suelo aluvión. Pero históricamente en el Municipio no se han encontrado problemas por la actividad sísmica, lo que permite que sea una Zona de moderada a eventos tectónicos. Por otro lado, los suelos en la planicie de Tizayuca, son delgados y de uso agrícola de temporal, lo que significa que son de baja productividad. Según los datos geo-técnicos, además de delgados son firmes y su capacidad de carga es normal, superando las 30 toneladas por metro cuadrado que se requieren para edificaciones comunes. Es decir, Tizayuca, se encuentra en una Zona de depósitos clásticos continentales del Cretácico Superior Cenozoico, acumulados en Cuencas o depresiones locales como resultado del bloqueo de drenaje producido por fallas o actividad volcánica, lo cual permite que tenga una susceptibilidad baja a los sismos. Si la Zona

tiene una susceptibilidad baja a los sismos, entonces las cuestiones de riesgo estarán enfocadas principalmente a la vulnerabilidad, en Tizayuca las construcciones son de pocos niveles y las nuevas unidades o fraccionamientos que se construyen están bajo una Normatividad de Construcción, por lo que no debe de tener problemas en cuestión de afectación por sismos. Los Epicentros de los sismos registrados oscilan entre 3 y 5 grados en la escala de Richter, lo que los coloca con una intensidad de peligro baja y media. (Mapa 1.1) y (Tabla 1.2).

Mapa 1.1 Peligros por Sismicidad

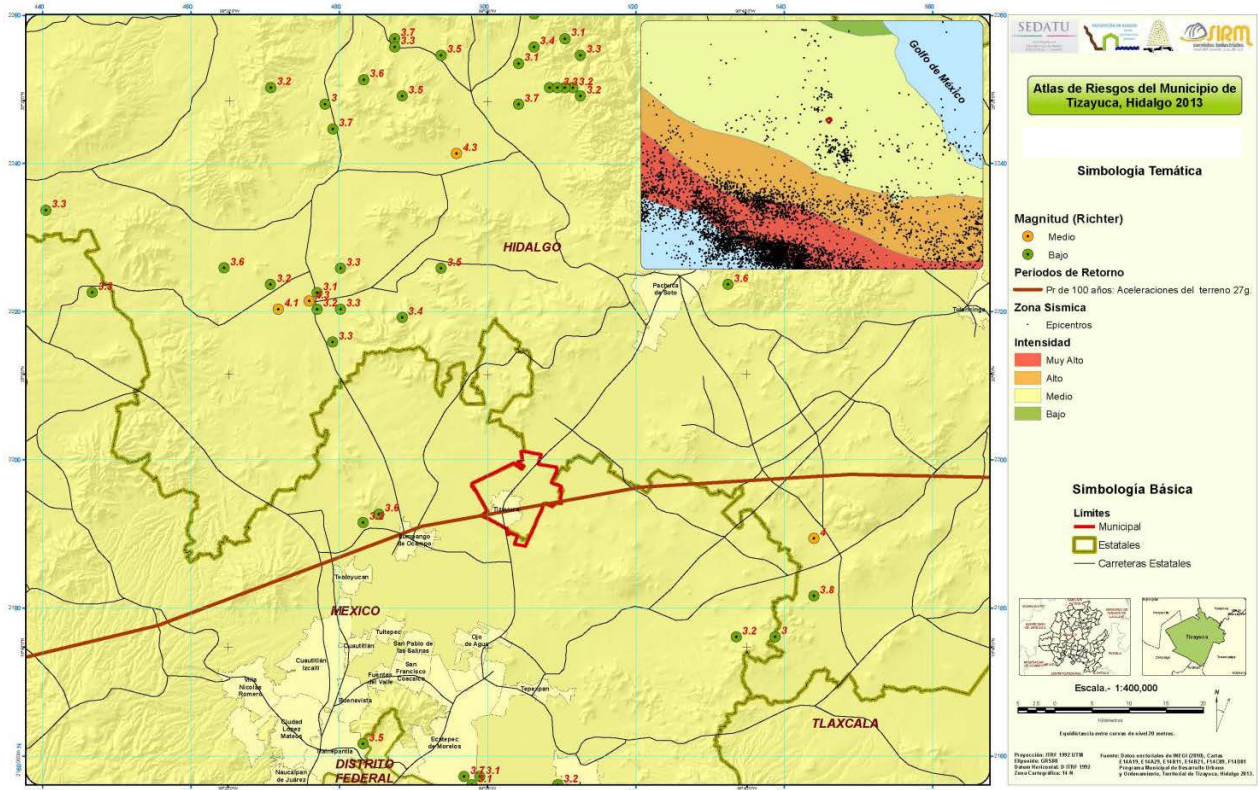


Tabla 1.2 Escala de Richter y grado de peligro asociado

MAGNITUDES RICHTER	DESCRIPCIÓN	EFFECTOS DE UN SISMO	GRADO DE PELIGRO SEGÚN LOS EFFECTOS
<2	Micro	Los Micro-Sismos no son Perceptibles	Muy Bajo
2.0 – 2.9	Menor	Generalmente no son Perceptibles	
3.0 – 3.9	Menor	Perceptibles a menudo, pero rara vez provocan daños	Bajo
4.0 – 4.9	Ligero	Movimiento de objetos en las habitaciones que genera ruido. Sismo significativo pero con daño poco probable	Medio
5.0 – 5.9	Moderado	Puede causar daños mayores en edificaciones débiles o mal construidas. En edificaciones bien diseñadas los daños son leves	Alto
6.0 – 6.9	Fuerte	Pueden ser destructivos en áreas pobladas, en hasta unos 160 kilómetros a la redonda	Muy Alto
7.0 – 7.9	Mayor	Puede causar serios daños en extensas Zonas	
8.0 – 8.9	Gran	Puede causar graves daños en Zonas de	

MAGNITUDES RICHTER	DESCRIPCIÓN	EFFECTOS DE UN SISMO	GRADO DE PELIGRO SEGÚN LOS EFFECTOS
9.0 – 9.9		varios cientos de kilómetros	
		Devastadores en Zonas de varios miles de kilómetros	
10+	Épico	Nunca registrado	

PERIODOS DE RETORNO

El Periodos de Retorno, es el tiempo medio, medido en años, que tarda en repetirse un sismo con el que se exceda una aceleración dada, para el caso de Tizayuca, se obtuvo el periodo de retorno de 10, 100 y 200 años (Tabla 1.3.); dicha Información es la más representativa en función de la vida útil de la gran mayoría de las construcciones en México, aunque no directamente aplicable en la población con fines de Protección Civil, es un elemento fundamental para especialistas en el diseño de nuevas construcciones y modificación o refuerzo de Obras Civiles existentes (CENPRED, 2006).

TABLA 1.3. Aceleraciones máximas del terreno para un periodo de retorno de 10, 100 y 500 años, para Tizayuca, Hgo.

Municipio	A max (gal) para Tr = 10 años	A max (gal) para Tr = 100 años	A max (gal) para Tr = 500 años
Tizayuca	11	27	135

Estos datos de aceleraciones del terreno fueron obtenidos por el PROGRAMA PELIGRO SÍSMICO EN MEXICO-PSM1996-(CENPRED,2006), mismos que facilitan, ante la falta de un Reglamento de Construcción propio, definir las ordenadas de diseño para edificaciones de poca altura, típicas en nuestro país; es decir, construcciones de uno o dos niveles ubicadas en suelo firme (CENAPRED, 2006). De manera alterna, el Municipio, en caso de que lleve a cabo Estudios de Riesgo para obras en particular, podrá solicitar Mapas específicos a alguna de las Instituciones participantes en la elaboración del PSM (el Sistema también es capaz de generar Mapas para periodos estructurales fundamentales hasta de 3s). Así, se puede determinar, por ejemplo, si para periodos de retorno de 100 años o menos se alcanzan o superan aceleraciones del terreno de 150 gal. En ese caso, habrá que dar alta prioridad a la aplicación, actualización o creación de un Reglamento de Construcción para el propio Municipio. Es recomendable que el empleo de esta Información se lleve a cabo con la Asesoría o Participación directa de un Ingeniero Civil capacitado para el diseño de Obras. Además, esta Información, junto con las características estructurales y estado físico de las construcciones, permitirá que Especialistas emitan recomendaciones para disminuir la vulnerabilidad. (CENAPRED, 2006).

PERIODOS DE RETORNO PARA ACELERACIONES DE 15% DE G O MAYORES

Para los tipos constructivos que predominan en nuestro país, los daños son considerables a partir de un nivel de excitación del terreno igual o mayor al 15% de g (aceleración de la gravedad terrestre). Por tal razón, la Comisión Federal de Electricidad CFE, generó Información de Periodos de Retorno para Aceleraciones de 0.15 de g o mayores (CENAPRED, 2006).

La siguiente (Tabla 1.4.), indica el valor que le corresponde a Tizayuca, según una aceleración del 0.15 de g o mayor, resultados que arroja el PSM, 1996.

TABLA 1.4. Aceleración del 0.15 de g o mayor para Tizayuca, Hgo.

Municipio	Localidad	Lat W	Long N	Altura (m)	POB 2005	TR años
Tizayuca	Tizayuca	19.8408	-98.9806	2270	22182	1563

Lo anterior nos indica que Tizayuca, podría ser afectado por una aceleración igual o mayor a 15%, de g, una vez cada 1563 años. Ante esta perspectiva, pueden definirse prioridades para Estudios Específicos de Seguridad Estructural, actualización de Reglamentos de Construcción, entre otros.

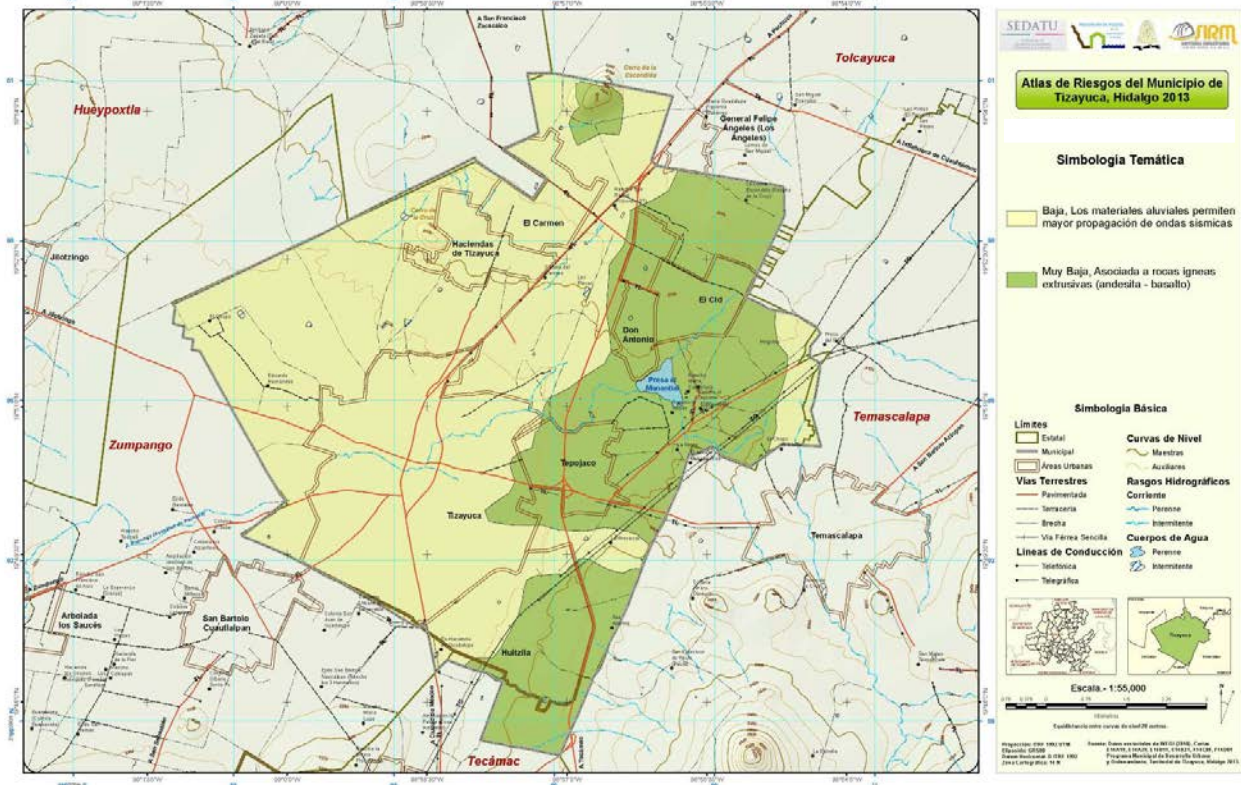
MICROZONACIÓN SÍSMICA

En estudios de análisis sísmico para identificar más puntualmente las zonas de mayor riesgo para sismos son dos: la primera es el estudio de microsismicidad, este se hace por medio de varios estudios de microsismos que se hace en diferentes periodos con un sismógrafo o por una estación fija, por medio de acelerogramas; por ser trabajos muy especializados y costosos, son difíciles de usar. El segundo, es por medio una microzonación sísmica, que es un método de gran importancia en el estudio de la peligrosidad sísmica en zonas urbanas. El método de microzonación sísmica consiste en la identificación y caracterización de unidades litológicas, generalmente suelos, cuyas respuestas dinámicas frente a terremotos son semejantes; así como propiedades geotécnicas de los suelos, espesor, densidad, velocidad de ondas transversales, módulo de rigidez, resistencia, profundidad del nivel freático, susceptibilidad frente a la licuefacción, deslizamiento y roturas superficiales por fallas, condiciones topográficas que puedan ampliar la respuesta sísmica. Para hacer este tipo de método se necesita una aplicación directa que consiste en analizar la señal sísmica registrada en un acelerograma procedente de un terremoto ocurrido en la zona, o de una gran vibración generada artificialmente.

Cuando no se tiene este tipo de información se recurre a partir de un acelerograma característico del terremoto de diseño y se simula la respuesta sísmica de cada tipo de suelo presente en la zona. En el caso del municipio de Tizayuca se sabe que cuenta con este tipo de señales registradas en acelerogramas, y que en la zona no ha existido y ni se ha registrado históricamente sismos de gran magnitud, por lo que es difícil hacer este tipo de mapas; sin embargo, se puede hacer un análisis tentativo considerando los otros elementos que se necesitan en la aplicación de este método, por lo que se puede inferir que las zonas de un posible riesgo sísmico son de muy bajas a bajas (mapa 1); y estas se determinaron por la litología, tipo de suelo, hidrología (utilización de pozos de agua) y por las fallas y fracturas que se presentan en la zona, así como de los posibles deslizamientos y procesos de licuefacción.

Entonces en el municipio de Tizayuca se identificaron dos zonas de riesgo, principalmente la zona baja es la que ubica la mayor parte de la zona urbana del municipio, y la muy baja que se ubica en la parte este del municipio y que es debido al tipo de roca (andesita-basalto). Es importante considerar que se tienen que hacer estudios más detallados y con equipo especializado para este tipo de análisis (Mapa 1.2.).

Mapa 1.2 Microzonación sísmica



3. INESTABILIDAD DE LADERAS

Son movimientos talud abajo de materiales térreos, que suceden generalmente en las áreas de relieve escarpado (montañas y/o lomeríos) y se desencadenan por algún factor como el exceso de agua en los taludes, un sismo, erupciones volcánicas, o por acción de la pendiente o la gravedad. Algunos Procesos de Inestabilidad de Ladera son:

- Deslizamientos.
- Derrumbes.
- Flujos.
- Creep o Reptación.

Los Procesos de Inestabilidad de Laderas, son peligros que ocurren por factores como los siguientes:

- Pendiente del terreno pronunciada y laderas escarpadas.
- Materiales litológicos poco consolidados y/o de fácil reblandecimiento por exceso de agua.
- Lluvias intensas y/o constantes y/o extraordinarias.
- Obras Civiles que generen alteraciones en las laderas de los cerros.
- Dinámica tectónica activa representada por fallas, fracturas y/o sismos.
- Actividad volcánica.

PENDIENTES

La evolución del relieve en la Cuenca de México repercute en las condiciones actuales del Municipio de Tizayuca, debido a que está localizado en la zona de transición entre la parte baja de la Cuenca y los sistemas montañosos que sirven como parteaguas.

Debido a lo anterior, el grado de pendiente está asociado a las geoformas existentes en el Territorio Municipal, caracterizadas por el predominio de acumulación de sedimentos, por tal motivo, las estructuras dominantes son el piedemonte y planicie aluvial.

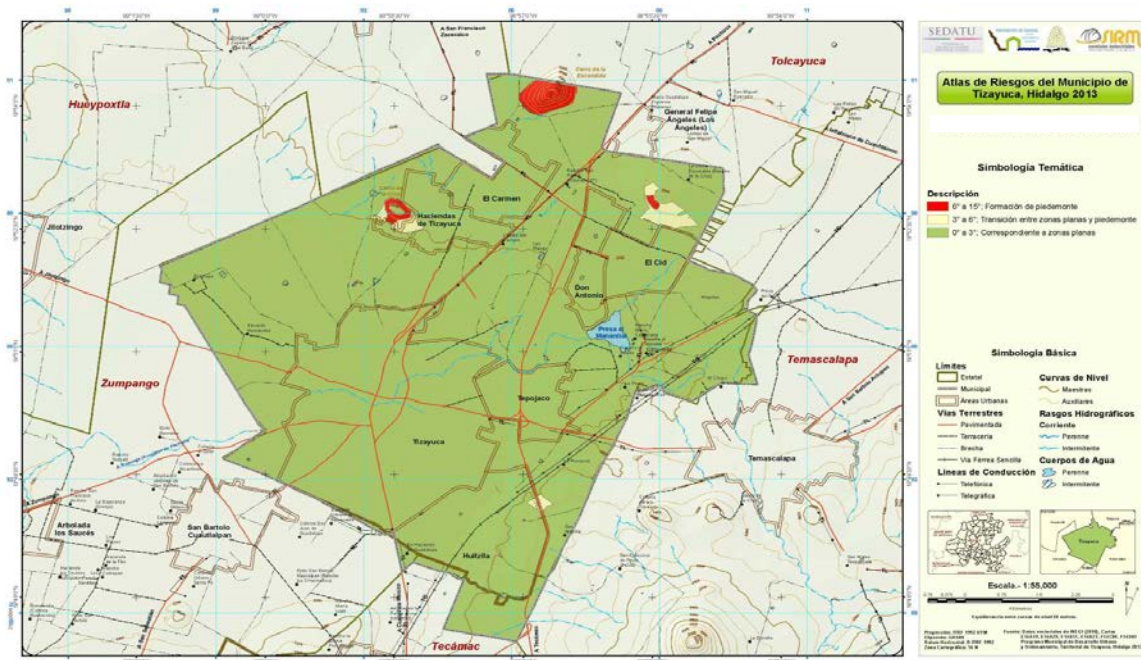
El piedemonte resultado del transporte y acumulación de sedimentos, presenta un rango de pendiente entre los 3° y 6°; la planicie aluvial no rebasa los 3° de inclinación; al norte del Municipio se localizan domos producto de eventos volcánicos, con pendiente que no supera los 15°. Con estos valores, la pendiente es uno de los factores que limitan la probabilidad de desarrollar Procesos de Inestabilidad de Laderas, no obstante, constituye el elemento que suscita otros peligros, principalmente las inundaciones. (Mapa 1.3).

EROSION

En el Municipio de Tizayuca, el modelado del relieve producto de la erosión laminar, está condicionado por dos Factores. El Primero de ellos, corresponde al crecimiento acelerado de la Zona Urbana ocasionada por el aumento en la población flotante que deriva en la construcción de fraccionamientos, por tal motivo, los suelos han sido sepultados por la edificación de estos conjuntos habitacionales.

El Segundo Factor, se relaciona con las características morfológicas, ya que el Territorio Municipal se emplaza principalmente sobre estructuras de piedemonte y planicie aluvial. El piedemonte presenta grados de pendiente entre los 3° y 6°, por lo que minimiza la acción erosiva por parte de la escorrentía; por otra parte, la pendiente en la planicie es menor a los 3°, caracterizada por una dinámica de acumulación de sedimentos.

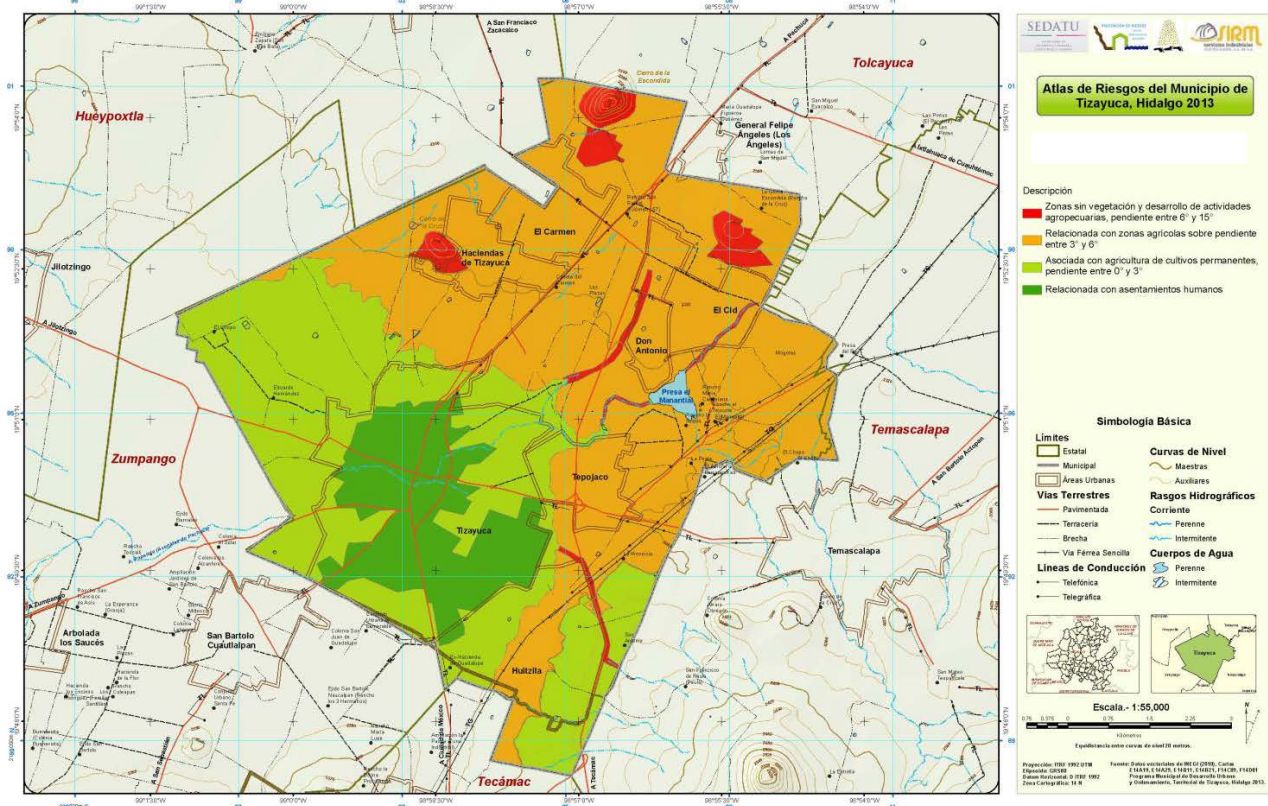
Mapa 1.3 Pendientes del Terreno



La condición de susceptibilidad alta se asocia con las estructuras dómicas localizadas al Norte de la Zona de Estudio, el grado de inclinación del terreno se encuentra entre los 6° y 15°, asimismo, presenta unidades de suelo Leptosol y vegetación dispersa por la utilización para actividades agropecuarias; estas condiciones favorecen el arrastre de sedimentos durante la ocurrencia de lluvia.

Por otra parte, la erosión producida por el viento (eólica), se desarrolla sobre los terrenos que continúan bajo un Uso Agrícola, intensificándose en la temporada de estiaje debido a la falta de humedad que mantengan cohesionadas las partículas de suelo, de esta forma, existe la probabilidad de generar procesos como remolinos de polvo. (Mapa 1.4).

Mapa 1.4 Erosión Potencial

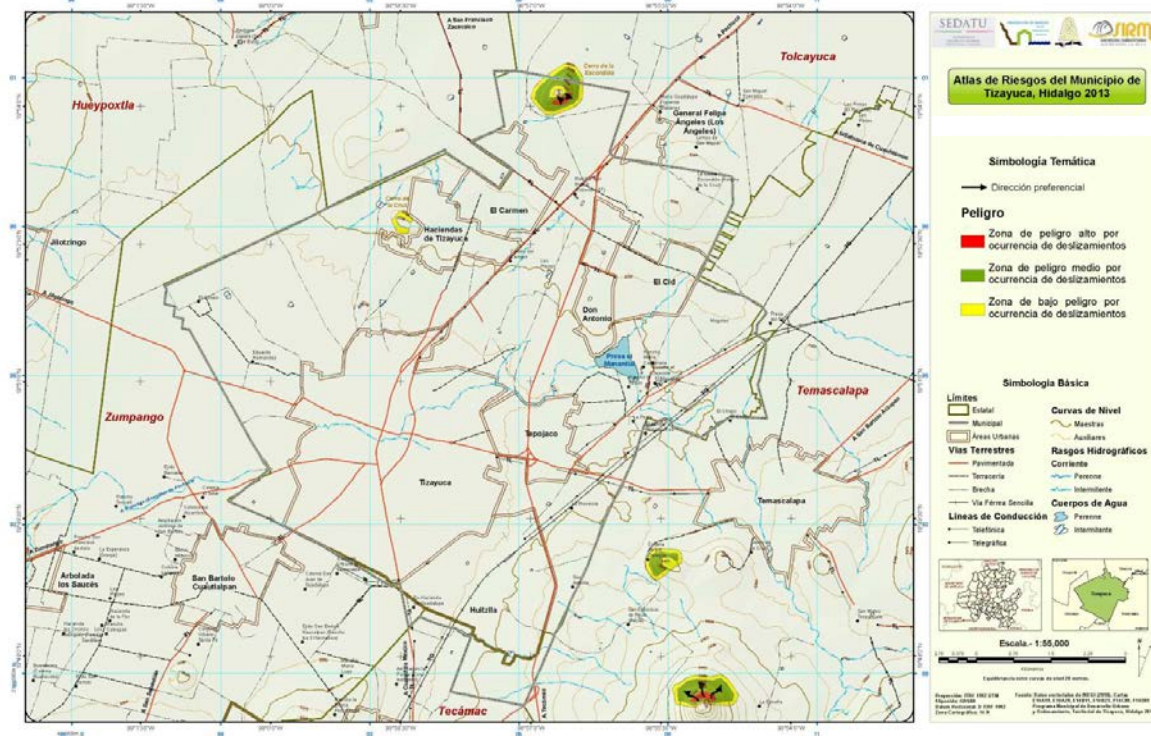


PELIGRO POR DESLIZAMIENTOS

El relieve del Municipio de Tizayuca está dominado por geformas asociadas a valores bajos de pendiente, tales como planicie constituida por material aluvial y piedemonte originado por arrastre y acumulación de sedimentos, por consecuencia la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos es prácticamente nula. De hecho, a lo largo del Municipio de Tizayuca, e incluso en Territorios de Municipios adyacentes, no se identificaron evidencias de deslizamientos activos, recientes o antiguos, ni tampoco materiales acumulados que pudieran asociarse a la remoción de material asociada a estos Procesos Geomorfológicos.

De hecho, dentro de los límites Municipales, únicamente la porción oeste del domo de origen volcánico constituido por material basáltico asentado a 2 kilómetros al poniente de la caseta Del Carmen, presenta condiciones de bajo peligro por potencial ocurrencia de deslizamientos. Esta Zona de relativa inestabilidad del terreno posee una extensión menor a las 9 Hectáreas y su pendiente máxima es de 14°, parámetro que es el condicionante para considerar esta Zona ligeramente susceptible a ocurrencia de deslizamientos, pero la resistencia del material volcánico que conforma el domo favorece la estabilidad del terreno. (Mapa 1.5).

Mapa 1.5 Peligros por Deslizamiento



Las construcciones humanas en la cima del domo y el evidente proceso de reforestación pudiesen en un momento determinado incrementar la inestabilidad del terreno, por ejemplo, en movimientos de creep, pero la amenaza por deslizamientos se vería poco incrementada, además de que, al momento, la base poniente del domo no se encuentra altamente poblada, por lo que el riesgo por estos procesos es prácticamente nulo.

Sin embargo, fuera del Municipio de Tizayuca, tanto en Tolcayuca, Hgo., como en Temascalapa en el Estado de México, existen elevaciones que tienen condiciones que favorecen la inestabilidad del terreno y, por consecuencia, la susceptibilidad a ocurrencia de deslizamientos. El piedemonte de estas elevaciones presenta un peligro bajo ante estos movimientos, en tanto las laderas se catalogaron como de peligro medio, mientras que las cimas de las dos mayores elevaciones presentan un peligro alto ante un eventual desarrollo de deslizamientos en el futuro.

Es menester mencionar que al momento en estas estructuras volcánicas dómicas no existen evidencias de deslizamientos, pero en el futuro a mediano y largo plazo, continuar con el cambio de uso de suelo e incluso darle un uso habitacional o, como ya comienza a suceder en las partes bajas, productivo podría incrementar el grado de peligro.

Se hace mención de lo anterior, ya que, principalmente en el caso de Tolcayuca, un potencial deslizamiento podría afectar de forma indirecta porciones menores del norte del Municipio de Tizayuca, directamente en Zonas poco habitadas o en las vías de comunicación.

RIESGO POR DESLIZAMIENTOS

Las Zonas de Peligro por Deslizamientos en el Municipio de Tizayuca, se ubican fuera de áreas pobladas, salvo la porción alta del Cerro de la Cruz, misma que se ubica relativamente cerca de la población urbana, pero no existen viviendas u otro tipo de estructura en dicha elevación, salvo el camino que conduce a dicha cumbre, la cual, además, tan solo tiene un grado de probabilidad de ocurrencia de deslizamientos muy baja.

Salvo que el crecimiento urbano tuviera por consecuencia que Asentamientos Humanos se instalaran cerca de las Zonas de Peligro, y que las condiciones del medio físico se vieran alteradas por la actividad humana (por ejemplo deforestación, desecación de acuíferos, cortes en laderas, sobreexplotación de minas, etc.), al momento y en el mediano y corto plazo el **RIESGO por deslizamientos en el Municipio de Tizayuca ES prácticamente NULO.**

I.1.1 PROYECTO CIVIL

El Proyecto Estación de Descompresión Avigrupo, consiste en la instalación de una planta de descompresión de gas natural comprimido, la cual está compuesta por un paquete modular que integra un intercambiador de calor, un primer paso de regulación, un tanque separador, medidor de flujo y un segundo paso de regulación, por lo que no se tienen contemplado la instalación de tanques de almacenamiento, ni equipos auxiliares de proceso. La estación de descompresión estará ubicada dentro de las instalaciones de la empresa Avigrupo, como se muestra en el siguiente plano:

Figura 1 Ubicación de la caseta de descompresión en la empresa Avigrupo.



La única obra civil considerada es la plancha de concreto reforzado con malla metálica que se construirá para depositar sobre ella, la estación de descompresión.

I.1.2 PROYECTO MECÁNICO

El Proyecto Estación de Descompresión Avigrupo, consiste en la instalación de una planta de descompresión de gas natural comprimido, la cual está compuesta por un paquete modular que integra un intercambiador de calor, un primer paso de regulación, un tanque separador, medidor de flujo y un segundo paso de regulación, por lo que no se tienen contemplado la instalación de tanques de almacenamiento, ni equipos auxiliares de proceso, derivado de lo anterior, no se considera necesario contar con una memoria técnica descriptiva y justificativa del proyecto mecánico. Se cuenta con la memoria técnica descriptiva del paquete modular de la estación de descompresión.

I.1.3 PROYECTO SISTEMA CONTRA-INCENDIO

El denominado Proyecto Estación de Descompresión Avigrupo, consiste en la instalación de una planta de descompresión de gas natural comprimido, la cual está compuesta por un paquete modular que integra un intercambiador de calor, un primer paso de regulación, un tanque separador, medidor de flujo y un segundo paso de regulación, por lo que no se tienen contemplado la instalación de bombas, ni de una red de contra incendio, solo se instalarán equipos móviles de extinción de incendios, cumpliendo con lo establecido en la NORMA Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

Todo el paquete modular de descompresión estará aterrizado a un sistema de tierra, que se apega a la distribución del equipo en el interior del patín y cumple con las normas nacionales e internacionales como se observa en el plano eléctrico del **Anexo 1 Planos**.

Con el propósito de certificar el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones Eléctricas, el diseño e instalación eléctrica será revisada y aprobada por una unidad verificadora de instalaciones eléctricas (UVIE), aprobada por la Secretaría de Energía, acreditada por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial

Así mismo, durante la descarga del gas natural comprimido del remolque hacia la estación de descompresión, se utilizará un sistema de tierras con el propósito de disipar la electricidad estática que se produce durante la descarga. Es decir, todo el equipo probable a producir o absorber electricidad estática se conectará adecuadamente al sistema de tierras

I.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

Igasamex Bajío, S. de R. L. de C. V. (en adelante Igasamex), instalará, operará y mantendrá un equipo de descompresión de gas natural en la planta de Avigrupo, S.A. de C.V., ubicada en el municipio de Tizayuca en el estado de Hidalgo, que constará de lo siguiente:

- Área de recepción de equipos de transporte
- Equipo de descompresión

Datos generales del proyecto

Ubicación

El proyecto se llevará a cabo en:

Carretera Tizayuca Temascalapa km 0.5, Col. Tepojaco, Tizayuca hidalgo

Mapa 1.6 Ubicación de la empresa Avigrupo



Composición del gas natural

El gas por suministrar deberá cumplir con las especificaciones del gas natural de la NOM 001 SECRE 2010, de acuerdo con las siguientes características:

Tabla 1.5 Composición del Gas Natural.

Componente	Concentración	No. CAS
Metano	83 – 99%	74-82-8
Etano	1 – 13%	74-84-0
Propano	0.1 – 3.0	74-98-6
Butano	0.2 – 1.0	106-97-8

Condiciones ambientales

Las condiciones ambientales para el desarrollo del proyecto son las siguientes:

Tabla 1.6 Condiciones ambientales del Municipio de Tizayuca, Hidalgo.

Condición	Municipio de Tizayuca, Hidalgo
Temperatura Media Anual	15.4° C
Precipitación Pluvial Anual Media	16.1 mm
Altura (m)	2260 MSN

Factor de servicio

La estación tendrá un factor de servicio de 1.0, esto significa que operará durante los 365 días del año las 24 horas del día.

Fuente de gas Natural Comprimido

El gas natural comprimido que será entregado a la estación de descompresión procederá de la estación de Compresión propiedad de Igasamex Bajío, S. de R.L. de C.V. cuyo Título de Permiso es G/358/COMP/2015, localizada en E. Sánchez Pedraza, Manzana 2, Sección C. Ciudad Industrial Xicoténcatl I.

Logística de GNC

El transporte es cargado con Gas Natural Comprimido (GNC), en la estación de compresión de Tetla, el contenedor llega a la estación de descompresión y se conecta al descompresor en la primera posición; mientras realiza la descarga, existe un monitoreo constantemente de las condiciones operativas, vía remota, para programar la llegada del siguiente transporte lleno de GNC. El transporte lleno llega y se conecta en la segunda posición. El descompresor está programado para sensar a una presión previamente fijada. Cuando sucede lo anterior, se realiza el cambio de manera automática, este ciclo se mantiene y solo se interrumpirá en caso de que el usuario deje de consumir gas natural.

Conexión de carga a descompresor

El transporte se conecta por medio de mangueras al descompresor, a ambos extremos de manguera existen conectores especialmente diseñados para el servicio de gas natural comprimido, y a su vez tanto el descompresor como el transporte cuentan con el conector adecuado para el correcto acoplamiento de la manguera, las especificaciones de la manguera y el conector se describen a continuación:

Tabla 1.7 Características de las mangueras y conectores de carga

Aditamento	Características
Manguera	9 m de longitud Presión de rotura 20 000 psi Presión Máxima de operación 4000 psi Conexión 1" NPT 5CNG Rango de Temperatura -40°C a 82°C NFPA 52
Tipo de conectores de carga	Oasis 1", NPTF y NPTM Características: Presión máxima de operación 5000 psig Diseño para evitar fugas (carga con resorte) Diseñado específicamente su uso con GNC de alta presión Toda construcción de acero inoxidable, dando resistencia a la corrosión y el desgaste.

El Diseño hace desacoplamiento accidental a presión físicamente difícil.
Diseñado ISO7241-1



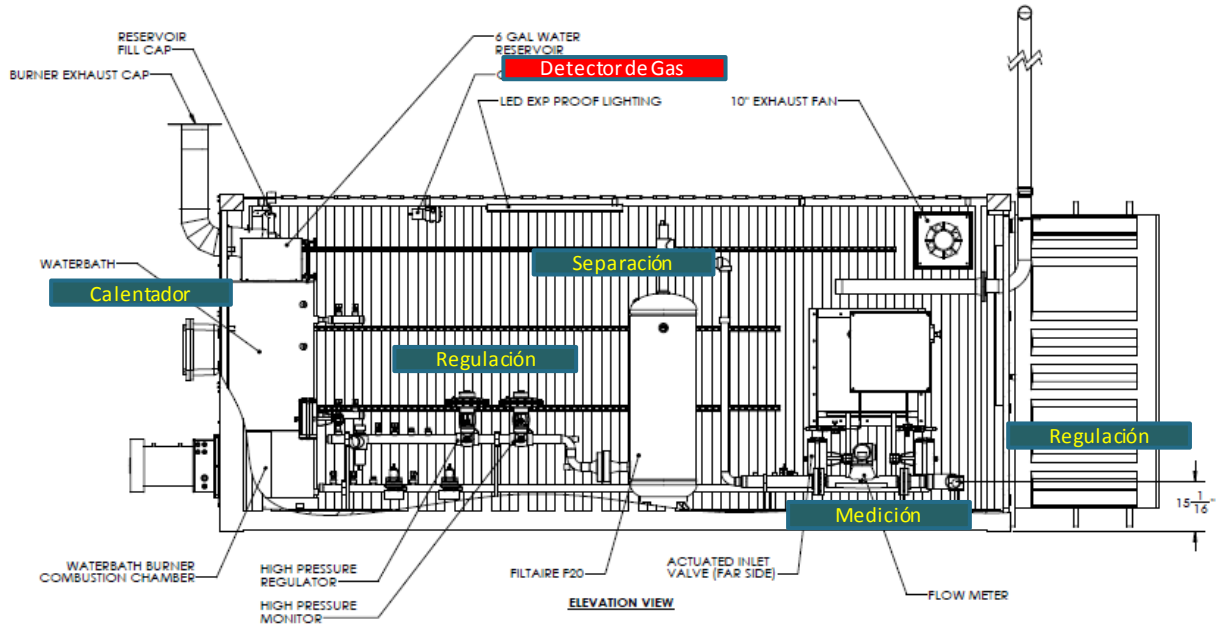
Figura 2 Manguera de suministro de GNC al descompresor (ejemplo)

Diagrama de bloques del proceso

Figura 3 Diagrama de bloques del proceso



Figura 4 Esquema de la estación de descompresión



Recepción. El descompresor recibe el gas natural comprimido (GNC), de tráileres llenos a 3600 psig.

Calentamiento. Para contrarrestar el efecto Joule-Thompson (enfriamiento de un gas después de una expansión rápida), el gas es previamente calentado en un intercambiador de calor a fuego indirecto.

Primer paso de regulación. El primer paso de regulación con reguladores en open-monito reducen la presión a 100 psig,

Separación. Después de la expansión el gas pasa por un separador para eliminar los condensados

Medición. El gas es medido por medio de un medidor tipo Corioles. Segundo paso de regulación. Finalmente pasa por un segundo paso de regulación que entrega el gas al consumidor a una presión de 30 psig, Además cuenta con una válvula de seguridad que protege al sistema de una sobrepresión, la cual está calibrada a una presión de 60 psig.

La estación de descompresión es un sistema completamente cerrado el cual incluye todos los instrumentos y válvulas necesarias para completar el proceso de manera segura.

El patín de calentamiento y descompresión está diseñado y construido con ventilación adecuada y natural para ser clasificado como Clase 1 División 2.

Las características básicas de la estación de descompresión son:

1. Dos Sets con dos conexiones cada una para descarga de GNC (es decir dos mangueras se conectan a cada tráiler)
2. Sistema de calentamiento para asegurar una temperatura de gas adecuada a la salida
3. Dos etapas de descompresión de gas para llevar el gas a la presión requerida

4. Medidor de flujo
5. Paros de emergencia, localizados en cada estación de descarga
6. Sistema de tierras
7. Indicación de descarga con la finalidad de saber que remolque es el que está descargando
8. Mangueras, acoplamientos y grebas fija-cables
9. Sistema de control distribuido PLC para la operación automática y monitoreo continuo.

Así mismo, los componentes principales de la estación son:

- Sistema de control
- Transmisores de presión
- Transmisores de temperatura
- Válvula de control de 1^a. etapa
- Regulador de presión de 2^a. etapa
- Válvula de actuación neumática
- Medidor de flujo másico
- Tubería
- Patín
- Detectores de gas metano
- PLC con panel eléctrico
- Verificación de tierra
- Accesorios y mangueras de 1" con ID de 0.867 in y OD de 1.369 in
- Tanque acumulador
- Válvulas check

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El equipo de transporte es conectado a la estación de descompresión; antes de iniciar la descarga debe cumplir con los permisos para la misma, de lo contrario el proceso no es autorizado por el descompresor. Cuando hay demanda de combustible por parte del cliente, una vez cumplidos los permisos en la posición seleccionada, la válvula de esa posición se abre y el gas fluye en el sistema. El gas se calienta y pasa por el primer paso de regulación. El gas de presión intermedia pasa por un separador, es medido y finalmente se somete a un segundo regulador de presión y es entregado a la red interna del cliente. El punto de transferencia de custodia es una válvula roja instalada junto a la descarga de la descompresión.

El sistema está diseñado para operar con una presión en el remolque de aproximadamente 248.28 bar (3600 psi) a una temperatura establecida de 60 °F / 15 °C, que disminuye a medida que fluye el gas. Cuando la presión en el remolque conectado al descompresor alcanza la presión de conmutación, o es incapaz de cumplir con los requisitos de la carga, el remolque conectado se considera vacío. En esa condición el sistema, una vez comprobada que en la segunda posición de descarga se han cumplido los requisitos de seguridad inicia la descarga. También es posible llevar a cabo el cambio, mediante un interruptor manual al siguiente remolque disponible.

El sistema de control mantiene una temperatura constante en el calentador de gas indirecto, tipo baño maría, para mantener a la temperatura deseada del gas en todo el ciclo de descompresión.

El sistema de descompresión también está equipado con una válvula de derivación de gas frío, que permite que el gas sin calentar no pase por el calentador. Esta válvula se utiliza en conjunto con la temperatura de salida según lo determinado por los transmisores de temperatura para

mezclar gas frío junto con el gas caliente para dar la temperatura de salida deseada. La válvula de derivación está equipada con un controlador de modulación. La válvula de derivación de gas frío puede ser controlada entre 0% a 100% de apertura para un control preciso de la temperatura de descarga de gas natural.

La descompresión de Gas natural será a 30 psig para su entrega al usuario final.

Control del proceso

El control del proceso en la Estación de Descompresión se realiza a través del tablero de control con pantalla táctil y está automatizado a través de controlador lógico programable (PLC), aunque ciertos parámetros de funcionamiento y las consignas del sistema pueden ser controlados manualmente desde las pantallas de IHM (Interfaz humano máquina), para que el operador pueda visualizar las principales variables del sistema, como son:

- Presión de entrada
- Presión de salida cada etapa de regulación
- Temperatura de entrada a sistema de regulación
- Temperatura de salida a sistema de regulación (salida hacia usuario final)
- Alarmas por alta o baja presión, por alta o baja temperatura
- Control de Flujos del sistema
- Control del intercambiador de calor del sistema
- Control de las variables del sistema

Servicios Auxiliares Estación de Descompresión

- Sistema de suministro eléctrico para instrumentos y servicios (alumbrado exterior)

Sistemas de seguridad

Para la completa seguridad durante la operación del sistema, el equipo de descompresión cuenta con los siguientes elementos de seguridad:

- Reguladores instalados, a falla cierra, y si no se cumpliera esta condición existe un segundo regulador que tomaría el mando.
- Transmisores de presión
- Transmisores de temperatura
- Válvulas de Seguridad a la salida de la estación de descompresión
- Indicadores de temperatura y presión
- Botón de paro de emergencia
- Sistema de detección de gas

Tabla 1.8 Características de diseño de la estación

Parámetro	Sistema Internacional	Unidades Inglesas
Modelo	TRUXX-2iHG/20G	
Capacidad diseño (Máxima permitida)	14,272 m ³ /día std	504,000 ft ³ /D
Capacidad operativa	9,967.7 m ³ /día std	352,000 ft ³ /D
Presión de diseño (Máxima permitida)	31.026 MPa	4500 psig
Presión de operación	24.822 MPa	3,600 psig
Presión de salida del gas natural	206.84 KPa	30 psig
Temperatura base	15°C	59 °F

Temperatura de descompresión	15°C	59 °F
Presión base	1.0 atm	14.7 psig

1.2.1 HOJAS DE SEGURIDAD

La empresa cuenta con la hoja de datos de seguridad del gas natural, la cual se encontrará disponible para el personal en todas las etapas del proyecto.

(Ver Anexo 2 Hoja de Datos de Seguridad)

1.2.2 ALMACENAMIENTO

Derivado a que el proceso de descompresión incluye solo un paquete modular cerrado, **NO ESTA CONSIDERADO EL ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO, POR LO QUE NO SE REQUIEREN RECIPIENTES Y/O ENVASES DE ALMACENAMIENTO.**

1.2.3 EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES

El paquete modular de la estación de descompresión está constituido por los siguientes equipos de proceso:

- Un intercambiador de calor
- Dos pasos de regulación
- Transmisores de presión, temperatura y flujo.

Se cuenta con:

- Diagramas de Tubería e Instrumentación del Descompresor
- Lay Out descompresor TRUXXX

(Ver Anexo 1 Planos)

1.2.4 PRUEBAS DE VERIFICACIÓN

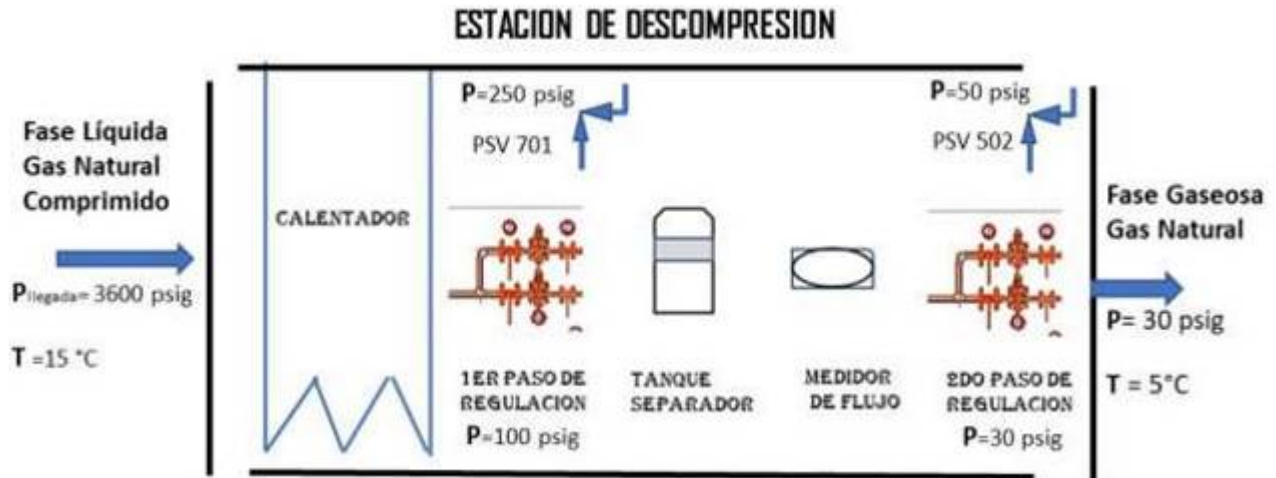
El paquete de la estación de descompresión, previo al inicio de operaciones, estará debidamente probado hidrostáticamente, se realizará el radiografiado correspondiente y se llevarán a cabo todas las pruebas recomendadas por los códigos y normas aplicables vigentes,

Tabla 1.9 Pruebas recomendadas

Código/Norma	Descripción	Aplicabilidad
B108-14	Compressed natural gas fuelling stations installation code	Instalación de la estación de descompresión
ASME B31.3	Process Piping	Sistema de tuberías de alta presión
ASME sección IX	Soldadura: Desarrollo y calificación de Procedimientos y Soldadores	Sistema de tuberías de alta presión

I.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN

Figura 5 Condiciones de operación de la estación de descompresión



Presión de diseño	31.026 MPa	4500 psig
Presión de operación Máxima permitida	24.822 MPa	3,600 psig

I.3.1 ESPECIFICACIONES DEL CUARTO DE CONTROL

Debido a que la estación de descompresión consiste solo en un paquete modular integral al cual puede acceder el operador y manipularlo, no está considerado la construcción de un cuarto de control.

I.3.2 SISTEMAS DE AISLAMIENTO

La estación de descompresión es un sistema modular integral cerrado, que no considera la instalación de sistemas de aislamiento para las diferentes áreas que lo componen.

I.4 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

1.4.1 ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES

A la fecha la Empresa IGASAMEX no ha tenido accidentes registrados durante sus operaciones.

Los accidentes producidos por el gas natural son los segundos con mayor nivel de ocurrencia en el mundo, así lo reporta la base Mhidas del Health and Safety Executive del Reino Unido que, desde 1980, reporta incidentes en más de 95 países.

De acuerdo con el informe mundial, de los 2.884 incidentes reportados, el gas natural fue la segunda sustancia responsable, con el 11,29% y un total de 321 situaciones, casi una por día durante un año.

Solo fueron superados por los producidos por el petróleo, con el 15,40% y 438 incidentes.

La mirada geográfica establece que el 45% de los registros se produjeron en dos países: Estados Unidos, con el 33,80%, y Gran Bretaña, con el 10,87%.

Entre los primeros diez del mundo se ubican dos países del grupo de los Brics. Rusia, en el tercer lugar, con el 4,33%, y China, en el quinto, con el 3,08%. **El primer latinoamericano es México, en la séptima casilla.**

Por tipo de incidente, el estudio muestra que son cuatro los básicos: explosión, fuga, fuego y nube de gas. El primero es el más frecuente para el gas natural y otras sustancias, con el 88,51% de los casos.

Accidentes que involucraron gas natural

ACCIDENTES INTERNACIONALES

El Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP), reporta los siguientes desastres ocurridos en los últimos años en el mundo que involucraron el manejo de gas natural.

- En la salida de una estación de compresión de gas, se presentó la ruptura de una línea de 36 pulg en el ensamblado de una válvula de compuerta. El ducto se torció y se originó un pequeño orificio, exponiendo una línea de 34 pulg de diámetro de la descarga de la turbina. La tubería de 36 pulg de diámetro se dobló alrededor de la línea de 34 pulg, debido a la fuerza de la presión de 950 psi a la cual escapaba el gas natural. El chorro de gas se incendió y alcanzó un edificio de compresión que estaba a 75 metros de distancia: dos turbinas de 20,000 hp fueron destruidas y una resultó con daños, los edificios de control y medición que estaban a 183 m fueron destruidos, así como también el edificio de compresores y el taller. El flujo en el ducto se suspendió automáticamente por medio del cierre de las válvulas que se encontraban a 24 km de distancia, sin embargo, el gas remanente en el ducto continuó quemándose por 3 horas aproximadamente. (PROFEPA, 2005)
- Una casa fue dañada debido a una explosión resultante de la separación de la conexión entre la línea de servicios de plástico y el accesorio de compresión instalado en la línea antes del medidor. Algunas excavaciones se habían llevado a cabo semanas antes del incidente para

instalación de drenajes, el terreno no fue rellenado con seguridad. El accidente se reportó en 1988. (PROFEPA, 2005)

- Una tubería de hierro fundido de 4 pulg se fracturó tangencialmente resultando en una explosión seguido de un incendio en una residencia en Nueva Jersey. La pipa se había debilitado debido a la corrosión, la falla fue originada por fuerzas externas, el cabezal de hierro fundido fue remplazado por tubería aprobada de plástico. Enero, 1987. (PROFEPA, 2005)
- Una tubería de gas de 30 pulg que operaba a una presión de 987 psi, se rompió en Kentucky, la causa probable fue debido a la corrosión en la tubería que tenía 29 años de haber sido instalada. La ruptura se extendió hasta 145 m y expuso la tubería fuera del subsuelo y otra tubería paralela adyacente de 12 m. (PROFEPA, 2005)

ACCIDENTES NACIONALES

Los eventos registrados por la PROFEPA que involucran gas natural durante el periodo de 1993 a 1998 se describen a continuación: sustancia 1993, 1994, 1995, 1996, 1997 y 1998 gas natural 4, 16, 9, 7, 7, 9, 19 Fuente: PROFEPA, 1998. De los accidentes ocurridos durante el periodo de 1993-1998, se mencionan a continuación algunos de ellos.

- Explosión en el complejo procesador de gas Cactus, Chiapas. Este acontecimiento fue originado por el manejo de Etano Plus; sin embargo, se considera de importancia ésta experiencia, porque se suscitó en una instalación de gas, donde se maneja también gas natural (1996). Fuente: PROFEPA.
- Fuga de gas natural en un gasoducto en Villahermosa, Tabasco. No hubo daños al ambiente, y las acciones llevadas a cabo, consistieron en: Reparación de la fuga, sustituyendo un tramo de 195 m de tubería en el gasoducto. (1993). (PROFEPA, 2005)
- Fuga de gas natural en un gasoducto en Villahermosa, Tab. El volumen de la fuga fue de aproximadamente 10 m³, con afectación de un área de 3,200 m. Se bloqueó la tubería mediante el cierre de la válvula y el remanente se desfogó. (1993). (PROFEPA, 2005)
- Fuga de gas natural con un volumen despreciable, no hubo área afectada. Se bloqueó la línea de gas y desfogó el remanente, posteriormente se cambiaron los carretes dañados. (Villahermosa, 1993). (PROFEPA, 2005)
- Explosión en la red de distribución de gas natural en Coahuila, derivado de varias fugas en la línea de gas en la explosión hubo dos heridos. Las medidas llevadas a cabo fueron: Renovación de la tubería de gas, reparación de fugas en medidores y un estudio de evaluación del área afectada. (1994). (PROFEPA, 2005)
- Fuga de gas natural en el centro de regulación de gas, la fuga se produjo durante el mantenimiento al purgar la válvula de salida del gas. Se acordonó el área, evacuación de familias en un radio de 100 m a la redonda y suspensión de tráfico. No hubo daños al medio ambiente, ni pérdidas humanas; sin embargo, se reubicó el centro de regulación del ducto. (Nvo. León, 1994). (PROFEPA, 2005)
- Flamazo en un gasoducto de 36 pulg de diámetro en Villahermosa seguido de una explosión, debido a un corto circuito del cable de suministro de energía eléctrica, cuando se realizaba el

cambio de la válvula de 36 pulg. El personal de contraincendio sofocó el siniestro, hubo 11 lesionados con quemaduras. (1994). (PROFEPA, 2005)

- Fuga de gas natural en el sistema de transportación por ducto de Monclova, Coah. derivado de una sobrepresión en la estación de regulación, por lo que se activó la válvula de seguridad, provocando una emisión de 50 m³ de gas. No se registraron afectaciones al ser humano. Se realizó la recalibración de la válvula de seguridad, con el fin de que se encontrara en óptimas condiciones en caso de ocurrir otra sobrepresión en el sistema. (1995). (PROFEPA, 2005)
- Fuga de gas natural seguida de un incendio en la línea de descarga de la compresora que succiona Gas Marino y Mesozoico, propagándose en toda la máquina y dirigiéndose a los cabezales de llegada y salida del gas de la compresora. Hubo cuatro bomberos lesionados con quemaduras de primer grado y emisiones de humo de la combustión al aire. Como acciones de emergencia se realizó el bloqueo del suministro de gas Marino y Mesozoico al Complejo y la Brigada Contra Incendio sofocó el incendio (Chiapas, 1995). (PROFEPA, 2005)
- Fuga de gas en un gasoducto, derivado del mal estado de la válvula de salida del gas, en la cual se originó la fuga. Se acordonó el área y se realizó la reposición de la válvula inmediatamente. No hubo lesionados. (Jalisco, 1995). (PROFEPA, 2005)
- Explosión en el cuarto de control de un laboratorio químico, al tomar una muestra de la corriente de gas natural. Lo anterior se originó al formarse una atmósfera de hidrógeno que al contacto con la fuente de ignición, produjo la explosión. Se registró una pérdida humana. (Tamaulipas, 1995) (PROFEPA, 2005)
- Explosión de gas natural en un ducto, originado al momento de seccionar con un soplete una línea abandonada que contenía remanentes de gas, hubo dos personas lesionadas a las que se les proporcionó atención médica inmediata. Posteriormente, se realizó la verificación de que los tramos de tubería que se iban a retirar no contuvieran residuos de gas, para evitar algún evento subsecuente. (Tabasco, 1995). (PROFEPA, 2005).

I.4.2 METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN

PREMISAS Y CONSIDERACIONES PARA SELECCIONAR LA (S) METODOLOGÍAS APLICADAS.

Los criterios bajo los cuales se desarrolló el Análisis HazOp, para el proyecto "**Estación de Descompresión Avigrupo**", se desglosan a continuación:

- ❖ Los diagramas de tubería e instrumentación (DTI's) empleados para el desarrollo de la metodología HazOp, fueron los proporcionados por IGASAMEX S. DE R.L. DE C.V.
- ❖ Para la estimación de valores de frecuencia y consecuencia se utilizó las tablas establecidas las Guías Técnicas para Realizar Análisis de Riesgo de Proceso, Clave 800-16400-DCO-GT-75, Rev. 2, con fecha del 18/08/2015.

Dentro de cada una de las etapas en la que se encuentre cada proyecto, se emplean diferentes metodologías y de acuerdo con las necesidades del proyecto se seleccionarán las más adecuadas, las cuales están mencionadas en la siguiente tabla, la cual fue tomada de las Guías

Técnicas para Realizar Análisis de Riesgo de Proceso, Clave 800-16400-DCO-GT-75, Rev. 2, con fecha del 18/08/2015.

Tabla 1.10 Técnicas para Realizar Análisis de Riesgo de Proceso

Etapa	Lista de Verificación	¿Qué Pasa Si?	¿Qué Pasa Si/ Lista de Verificación	FMEA	HazOp	AAE-ETA	AAF-FTA	AC
Investigación y Desarrollo		X	X					
Diseño Conceptual	X	X	X					
Operación de Planta Piloto	X	X	X	X	X	X	X	X
Ingeniería de Detalle	X	X	X	X	X	X	X	X
Construcción y Arranque	X	X	X					
Operación Rutinaria	X	X	X	X	X	X	X	X
Expansión o Modificación	X	X	X	X	X	X	X	X
Desmantelamiento	X	X	X					

ANÁLISIS DE RIESGO Y OPERABILIDAD HAZOP (HAZARDOUS OPERABILITY ANALYSIS)

La técnica de análisis de peligros y operabilidad "HazOp" se basa en el principio de que varios expertos con diferentes especialidades pueden interactuar de una manera creativa y sistemática para identificar más problemas trabajando juntos que trabajando separados. Es recomendada para identificar los problemas de seguridad y de operabilidad que se pudiesen presentar en una instalación durante su operación normal, arranque y paro, Aiche 1999.

Para desarrollar un estudio de HazOp, se integra un grupo multidisciplinario de especialistas con experiencia y conocimiento en diseño, operación, mantenimiento y seguridad de instalaciones similares a la que se va a estudiar, encabezado por un líder con conocimiento profundo de la técnica. Se requiere que comprendan completamente el proceso y sus interrelaciones, a fin de poder cuestionar correctamente cada una de las secciones del proceso y sus componentes, identificando las desviaciones al propósito original que puedan ocurrir y así, determinar cuáles de esas desviaciones pudiesen dar lugar a riesgos para el personal y las instalaciones durante la operación de las mismas.

El HazOp (Hazard Operability Study) es una técnica cualitativa que permite identificar postulados de accidentes que pudieran ocurrir en la instalación. Para desarrollar un estudio de HazOp, se integra un grupo multidisciplinario de especialistas con experiencia y conocimiento en diseño, operación, mantenimiento y seguridad de instalaciones similares a la que se va a estudiar, encabezado por un líder con conocimiento profundo de la técnica. Se requiere que comprendan completamente el proceso y sus interrelaciones, a fin de poder cuestionar correctamente cada una de las secciones del proceso y sus componentes, identificando las desviaciones al propósito original que puedan ocurrir y así, determinar cuáles de esas desviaciones pudiesen dar lugar a riesgos para el personal y las instalaciones durante la operación de las mismas.

La metodología consiste en dividir la instalación en subsistemas que tengan una identidad funcional propia y en seleccionar una serie de nodos en cada subsistema donde se analizan las posibles desviaciones de las principales variables que caracterizan el proceso (presión, temperatura, caudal, etc.).

Las desviaciones son establecidas de forma sistemática recurriendo a una lista de palabras guía que califican el tipo de desviación. Ejemplos de palabras guía más utilizadas se mencionan en la siguiente Tabla 1.11.

Tabla 1.11 Palabras Guía Más Utilizadas en la Metodología HazOp

Palabras Guía	
No/ninguna	Negación del intento de diseño
Más	Incremento cuantitativo
Menos	Decremento cuantitativo
Además de	Incremento cualitativo
Parte de	Decremento cualitativo
Inversa	Opuesto lógico del intento
Otro que	Sustitución completa

Como se mencionó anteriormente, cuando la palabra guía se combinan con las variables de proceso, sugieren desviaciones o problemas potenciales.

Para cada desviación identificada se debe incluir la siguiente información:

1. La lista de las posibles causas.
2. La lista de las consecuencias.
3. La respuesta automática del sistema ante la desviación.
4. El tipo de señalización (acústica/visual) que puede permitir la detección de la anomalía.
5. Recomendaciones para evitar las causas o limitar las consecuencias.

La aplicación de esta metodología implica la formación de un equipo multidisciplinario (seguridad, operación, ingeniería, mantenimiento)

Los objetivos básicos del HazOp son:

- a) Identificación de Peligros, donde se identifica las características de los materiales de la planta, proceso, equipo, procedimiento, etc., que puedan representar accidentes potenciales.
- b) Identificación de Problemas de Operabilidad, donde se identifica los problemas potenciales operativos, los cuales podrían ocasionar que se falle en alcanzar la productividad y metas de diseño.

Jerarquización de Riesgos.

Para la jerarquización de riesgos, se utilizaron los criterios establecidos en las Guías Técnicas para Realizar Análisis de Riesgo de Proceso, Clave 800-16400-DCO-GT-75, Rev. 2, con fecha del 18/08/2015, para la obtención del nivel de riesgo respecto al proyecto “**Estación de Descompresión Avigrupo**”.

La ponderación y/o jerarquización se realizó con el apoyo del grupo multidisciplinario de acuerdo con los siguientes pasos:

Se asignó para cada escenario una ponderación por tipo de consecuencia (daño al personal, daños a la población, a la instalación, impacto ambiental, pérdidas de producción) de acuerdo con la tabla **Clasificación por Categorías de Consecuencias**.

Los objetivos de la revisión de riesgos de las instalaciones son:

- Identificar, seleccionar, evaluar y clasificar los riesgos más importantes con el potencial de ocasionar daños al personal y/o a la población, el medio ambiente, el producto manejado y la instalación.
- Desarrollar recomendaciones para reducir los riesgos.
- Identificar los procesos y las áreas más importantes que requieren de una evaluación más detallada para determinar las medidas más efectivas destinadas a reducir el riesgo.

En la siguiente Tabla de categorías de consecuencias, se consideran cinco tipos de consecuencias: daños al personal, efectos en la población, impacto ambiental, pérdida de producción y daños a la instalación.

El grupo multidisciplinario es imprescindible a la hora de asignar categorías de consecuencia, ya que poseen el conocimiento del proceso y la experiencia necesaria; por ejemplo, el personal puede proporcionar información valiosa sobre las variables principales acerca de (1) los efectos en la vida y la salud del personal, (2) el impacto ambiental y (3) la evaluación económica, como pueden ser los costos de reparación o reemplazo de equipos, el tiempo muerto que se necesita para restaurar los sistemas después de paros, el tiempo de paralización necesario para volver a arrancar unidades de proceso y los costos asociados con interrupciones en la producción.

Tabla 1.12 Clasificación por Categorías de Consecuencias.

Categoría	Daños al personal	Efecto en la población	Impacto ambiental	Pérdida o diferimiento de producción [Millones de USD]	Daños a la instalación [Millones de USD]
6 (Catastrófico)	Lesiones o daños físicos que pueden generar más de 10 fatalidades	Lesiones o daños físicos que pueden generar más de 30 fatalidades	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones mayores a 1 semana.	>500'000,000	>500'000,000
5 (Mayor)	Lesiones o daños físicos que pueden generar de 2 a 10 fatalidades	Lesiones o daños físicos que pueden generar de 6 a 30 fatalidades	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de un día hasta 1 semana.	>50'000,000 a 500'000,000	>50'000,000 a 500'000,000
4 (Grave)	Lesiones o daños físicos con atención médica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad	Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.	Se presentan fugas y/o derrames con efecto fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones en hasta 24 horas.	>5'000,000 a 50'000,000	>5'000,000 a 50'000,000

Categoría	Daños al personal	Efecto en la población	Impacto ambiental	Pérdida o diferimiento de producción [Millones de USD]	Daños a la instalación [Millones de USD]
3 (Moderado)	Lesiones o daños físicos que requieren atención médica que puedan generar una incapacidad.	Ruido, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía se requieren acciones de evaluación y existe la posibilidad de lesiones o daños físicos.	Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora.	>500,000 a 5'000,000	>500,000 a 5'000,000
2 (Menor)	Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica.	Ruido, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación	Fugas, y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato.	>50,000 a 500,000	>50,000 a 500,000
1 (Despreciable)	No se esperan lesiones o daños físicos	No se esperan impactos lesiones o daños físicos.	No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos	>50,000	>50,000

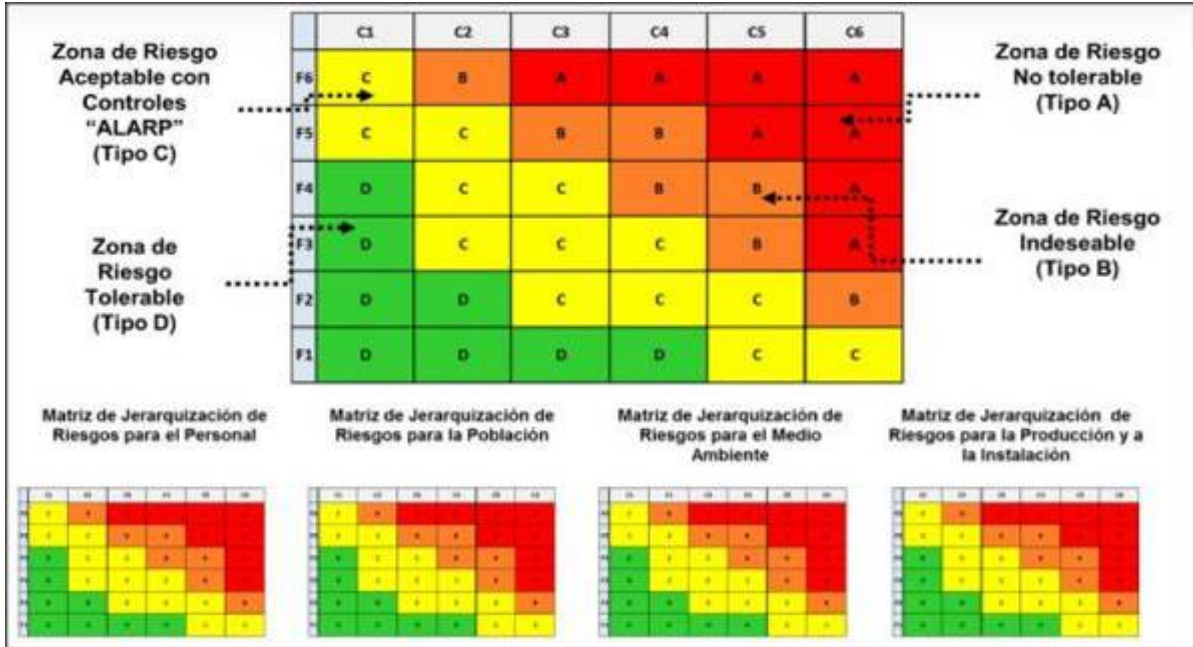
Tabla 1.13 Clasificación por Categorías de Frecuencias.

Categoría de frecuencia	Tipo	Descripción de la frecuencia de ocurrencia
F6	Muy frecuente	Puede Ocurrir una o más veces por año.
F5	Frecuente	Puede Ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 1 años y hasta 5 años.
F4	Poco Frecuente	Puede Ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años.
F3	Raro	Puede Ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 10 años.
F2	Muy raro	Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la instalación.
F1	Extremadamente raro	Es posible que ocurra, pero a la fecha no existe ningún registro.

Referencia: Guías Técnicas para Realizar Análisis de Riesgo de Proceso, Clave 800-16400-DCO-GT-75, Rev. 2, con fecha del 18/08/2015

Una vez realizada la ponderación de los escenarios, se determina el nivel de riesgo mediante la categoría de frecuencia por las categorías de consecuencia:

Figura 6 Matriz de Jerarquización de Riesgo de Proceso



Los índices de riesgo que contiene la matriz, se indica en la siguiente tabla:

Tabla 1.14 Índices de Riesgo

Índice de riesgo	Jerarquización / Aceptación	Descripción
A	Riesgo No Tolerable (Tipo A)	El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas temporales y permanentes. Un riesgo Tipo "A" representa una situación de riesgo no tolerable y deben establecerse Controles Temporales Inmediatos si se requiere continuar operando. Se debe realizar una administración de riesgos temporales y permanentes por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a Tipo "C".
B	Región Indeseable (Tipo B)	El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas permanentes. Un riesgo Tipo "B" Representa una situación de riesgo Indeseable y deben establecerse Controles Permanentes Inmediatos. Se debe realizar una administración de riesgos permanente por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos permanentes hasta reducirlo a Tipo "C" y en el mejor de los casos, hasta riesgo Tipo "D".
C	Riesgo Aceptable con Controles (Tipo C)	El Riesgo es significativo, pero se pueden gestionar con controles administrativos. Un Riesgo Tipo "C" representa una situación de riesgo Aceptable siempre y cuando se establezcan Controles Permanentes Las acciones correctivas y preventivas permanentes que se definan para atender estos hallazgos debe darse en un plazo no mayor a 180 días.

Índice de riesgo	Jerarquización / Aceptación	Descripción
D	Riesgo Tolerable (Tipo D)	El riesgo no requiere de acciones correctivas y preventivas adicionales, es de bajo impacto. Un riesgo tipo “D” representa una situación de riesgo tolerable. Se debe continuar con los programas de trabajo para mantener la integridad de las capas de protección.

El presente informe fue elaborado por la empresa Proambiente Ingeniería, S.C. con base a la información proporcionada por IGASAMEX S. DE R. L. DE C.V., referente al proyecto “**Estación de Descompresión Avigrupo**”, así como de la información derivada de las sesiones HazOp, llevado a cabo por el grupo multidisciplinario de trabajo para identificar los posibles riesgos del proceso.

El presente reporte HazOp se enfoca únicamente a los resultados obtenidos durante el desarrollo de la metodología de identificación de riesgos HazOp, con la participación del grupo multidisciplinario, así como la evaluación cualitativa de frecuencia y consecuencia, **sin considerar la estimación cuantitativa a través de un Análisis Frecuencial o un software matemático de simulación.**

Análisis HAZOP

Para la aplicación del Análisis HAZOP se consideran los Nodos señalados en el siguiente esquema:

Nodos Desarrollados.

Los nodos desarrollados durante la realización del Análisis de Identificación de Riesgos, mediante la metodología HazOp del proyecto: “Estación de Descompresión Avigrupo”, se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 1.15 Nodos Analizados Mediante la Metodología HazOp.

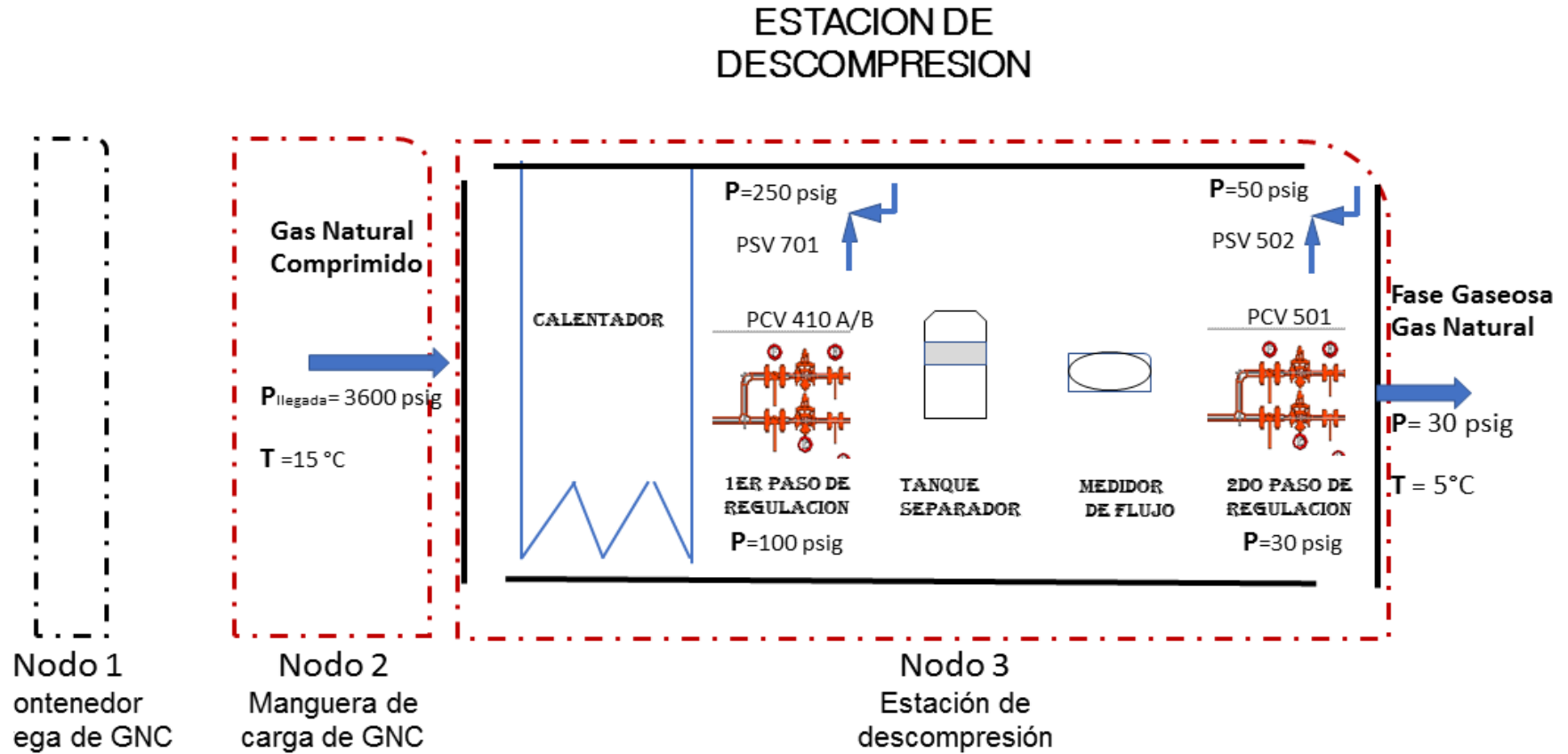
Nodo	Condiciones de Diseño/Parámetro	ID Equipos	Intención de Diseño
1.- Contenedor Entrega de GNC	Condiciones de Llegada de GNC P = 3600 psig T = 15 °C Conectores de carga Oasis 1”, NPTF y NPTM Características: <ul style="list-style-type: none"> • Presión máxima de operación 5000 psig • Diseño para evitar fugas (carga con resorte) • Diseñado específicamente su uso con GNC de alta presión • Toda construcción de acero inoxidable, dando resistencia a la corrosión y el desgaste. • El Diseño hace desacoplamiento accidental a presión físicamente difícil. • Diseñado ISO7241-1 	Variable, debido a que el suministro es a base de contenedores	El contenedor es cargado de GNC en la estación de compresión de Tetla, Tlaxcala, para suministrar de GNC a Estación de descompresión Avigrupo

Nodo	Condiciones de Diseño/Parámetro	ID Equipos	Intención de Diseño
2.- Manguera de carga de GNC	Longitud = 9 m Protura = 20 000 psig MPOP = 4000 psig Conexión 1"NPT 5CNG Rango de Temperatura -40°C a 82°C Código de Referencia NFPA 52	Variable debido a los probables cambios por uso o deterioro	Interfase entre el contenedor y la estación de descompresión
3.- Estación de descompresión	Modelo: TRUXX-2IHG/20G Capacidad diseño (Máxima permitida) = 504,000 ft ³ /D Capacidad operativa = 352,000 ft ³ /D Presión de diseño (Máxima permitida) = 4500 psig Presión de operación = 3,600 psig Presión de salida del gas natural = 30 psig Temperatura base = 59 °F Temperatura de descompresión = 59 °F Presión base = 14.7 psig Intercambiador de calor H-310 Tanque calentador de agua T = 185 °F Para contrarrestar el efecto Joule-Thompson (enfriamiento de un gas después de una expansión rápida), el gas es previamente calentado en un intercambiador de calor a fuego indirecto Primer paso de regulación El primer paso de regulación con reguladores en open-monito reducen la presión a 100 psig falla cerrado y en caso de que el regulador no cumpliera esta condición existe un segundo regulador que tomaría el mando, el segundo paso de regulación está protegido por medio de una válvula de seguridad PCV 410A = 125 psig PCV 410B = 150 psig Protecciones por sobrepresión PSV 401/402 = 250 psig Separación. Después de la expansión, el gas pasa por un separador para eliminar los condensados. Medición. El gas es medido por medio de un medidor tipo Corioles PROFIBUS,300# C1D2,80E, Marca Endress+Hauser. Segundo paso de regulación.	Modelo: TRUXX-2IHG/20G Intercambiador de calor H-310 Válvulas de Control de Presión 1er. Paso PCV 410A = 125 psig PCV 410B = 150 psig PSV 401 = 250 psig PSV 402 = 250 psig Válvulas de Control de Presión 2do. Paso PCV 501 = 50 psig PSV 502 = 50 psig	Descomprimir el GNC a través de <ul style="list-style-type: none"> ➤ Recepción. El descompresor recibe el gas natural comprimido (GNC), de tráileres llenos a 3600 psig. ➤ Calentamiento. Para contrarrestar el efecto Joule-Thompson (enfriamiento de un gas después de una expansión rápida), el gas es previamente calentado en un intercambiador de calor a fuego indirecto. ➤ Primer paso de regulación. El primer paso de regulación con reguladores en open-monito reducen la presión a 100 psig, ➤ Separación. Después de la expansión el gas pasa por un separador para eliminar cual condensados ➤ Medición. El gas es medido por medio de un medidor tipo Corioles ➤ Segundo paso de regulación. Finalmente pasa por un segundo paso de regulación con una válvula de seguridad como protección por sobre presión, el gas se descomprime a 30 psig. Es un sistema completamente cerrado el cual incluye todos los instrumentos y válvulas necesarias para completar el proceso de manera segura. El patín de calentamiento y descompresión está diseñado y construido con ventilación adecuada y natural para ser clasificado como Clase 1 División 2. Características básicas: 1. Dos Sets con Dos conexiones cada una para descarga de

Nodo	Condiciones de Diseño/Parámetro	ID Equipos	Intención de Diseño
	Finalmente pasa por un segundo paso de regulación con una válvula de seguridad como protección por sobre presión, el gas se descomprime a 30 psig. PCV = 50 psig Protegido por sobrepresión PSV 502 = 60 psig		GNC (es decir dos mangueras se conectan a cada tráiler) 2. Sistema de calentamiento para asegurar una temperatura de gas adecuada a la salida 3. Dos etapas de descompresión de gas para llevar el gas a la presión requerida 4. Medidor 5. Paros de emergencia, localizados en cada estación de descarga 6. Sistema de tierras 7. Indicación de descarga con la finalidad de saber que remolque es el que está descargando 8. Mangueras, acoplamientos y grebas fija-cables Sistema de control distribuido PLC para la operación automática

INSTALACION: ESTACION DE DESCOMPRESION AVIGRUPO			
COMPañIA: IGASAMEX		FECHA: 11/AGOSTO/2017	
ELABORO: Ing. Olga Gómez Maqueda Ing. José Luis Pacheco Yáñez Ing. Arturo Vélez Mata	REVISO:	APROBO:	REVISION: 1

Figura 7 Nodos para Análisis HAZOP



INSTALACION: ESTACION DE DESCOMPRESION AVIGRUPO			
COMPAÑIA: IGASAMEX			FECHA: 11/AGOSTO/2017
ELABORO: Ing. Olga Gómez Maqueda Ing. José Luis Pacheco Yáñez Ing. Arturo Vélez Mata	REVISO:	APROBO:	REVISION: 1

NODO 1	Contenedor Entrega de GNC
INTENCION DE DISEÑO: El contenedor es cargado de GNC en la estación de compresión de Tetla, Tlaxcala, para suministrar de GNC a Estación de descompresión Avigrupo	
TIPO:	DIBUJO:

Desviación	Causas	Consecuencias	Protecciones	Daños al Personal			Impacto Ambiental			Daños a la Instalación			Pérdidas de Producción			Efectos a la Población			Recomendaciones
				F	DP	MR	F	IA	MR	F	DI	MR	F	PP	MR	F	EP	MR	
Menor presión	Deficiente carga de gas del contenedor en planta	Sin suministro de GNC hacia la estación de descompresión	Medición de presión del contenedor	1	1	MR	1	1	MR	1	1	MR	1	1	MR	1	1	MR	Cumplir cabalmente con el procedimiento de llenado del contenedor en planta
		Falta de gas a usuario final	Suministro alternativo de contenedor			MR			MR			MR			MR			MR	Contar con contenedor alternativo de GNC

INSTALACION: ESTACION DE DESCOMPRESION AVIGRUPO

COMPañIA: IGASAMEX

FECHA: 11/AGOSTO/2017

ELABORO:

Ing. Olga Gómez Maqueda
Ing. José Luis Pacheco Yáñez
Ing. Arturo Vélez Mata

REVISO:

APROBO:

REVISION: 1

NODO 2 | Manguera de carga de GNC

INTENCION DE DISEÑO: Interfase entre el contenedor y la estación de descompresión

TIPO:

DIBUJO:

Desviación	Causas	Consecuencias	Protecciones	Daños al Personal			Impacto Ambiental			Daños a la Instalación			Pérdidas de Producción			Efectos a la Población			Recomendaciones
				F	DP	MR	F	IA	MR	F	DI	MR	F	PP	MR	F	EP	MR	
Menor Flujo	Rotura de manguera	Fuga/incendio/explosión	Mantenimiento programado	4	4	MR	4	2	MR	4	2	MR	4	2	MR	4	2	MR	Cumplir con el programa de mantenimiento. Llevar registros
			Revisiones periódicas de mangueras	4	4	MR	4	2	MR	4	2	MR	4	2	MR	4	2	MR	Cumplir con programa de inspecciones. Llevar registros.
			Uso de mangueras que cumplan con la especificación	4	4	MR	4	2	MR	4	2	MR	4	2	MR	4	2	MR	Control de Calidad en la adquisición de componentes. Llevar registros.

INSTALACION: ESTACION DE DESCOMPRESION AVIGRUPO

COMPANIA: IGASAMEX

FECHA: 11/AGOSTO/2017

ELABORO:

Ing. Olga Gómez Maqueda
Ing. José Luis Pacheco Yáñez
Ing. Arturo Vélez Mata

REVISO:

APROBO:

REVISION: 1

NODO 3 Estación de descompresión

INTENCION DE DISEÑO: Descomprimir el GNC a través de

- Recepción. El descompresor recibe el gas natural comprimido (GNC), de tráileres llenos a 3600 psig. Calentamiento. Para contrarrestar el efecto Joule-Thompson (enfriamiento de un gas después de una expansión rápida), el gas es previamente calentado en un intercambiador de calor a fuego indirecto.
- Primer paso de regulación. El primer paso de regulación con reguladores en open-monito reducen la presión a 100 psig,
- Separación. Después de la expansión el gas pasa por un separador para eliminar cual condensados
- Medición. El gas es medido por medio de un medidor tipo Corioles
- Segundo paso de regulación. Finalmente pasa por un segundo paso de regulación con una válvula de seguridad como protección por sobre presión, el gas se descomprime a 30 psig

TIPO:

DIBUJO:

Desviación	Causas	Consecuencias	Protecciones	Daños al Personal			Impacto Ambiental			Daños a la Instalación			Pérdidas de Producción			Efectos a la Población			Recomendaciones
				F	DP	MR	F	IA	MR	F	DI	MR	F	PP	MR	F	EP	MR	
Menor presión/flujo salida	Rotura de tubería	Fuga al interior del descompresor	Instalación diseñada y construida de acuerdo con los Códigos B108-14 Compressed natural gas fuelling stations installation; B31.3 Process Piping; ASME sección IX Soldadura: Desarrollo y calificación de Procedimientos y Soldadores	4	1	MR	4	1	MR	4	2	MR	4	2	MR	4	1	MR	1.- Certificar la estación de descompresión a través de una Unidad de Verificación, autorizada por la Comisión Reguladora de Energía. 2.- Realizar los programas de mantenimiento recomendados por el fabricante. Llevar registros. 3.- Efectuar inspecciones de integridad mecánica y de seguridad de acuerdo con los programas establecidos. Llevar registros.
	Conexiones roscadas en mal estado			4	1	MR	4	1	MR	4	2	MR	4	2	MR	4	1	MR	

INSTALACION: ESTACION DE DESCOMPRESION AVIGRUPO

COMPañIA: IGASAMEX

FECHA: 11/AGOSTO/2017

ELABORO:

Ing. Olga Gómez Maqueda
Ing. José Luis Pacheco Yáñez
Ing. Arturo Vélez Mata

REVISO:

APROBO:

REVISION: 1

Análisis What if?

¿ANÁLISIS WHAT IF? (QUÉ PASA SI.?)

INSTALACIÓN:
PROYECTO ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN AVIGRUPO.
Municipio de Tizayuca, Hidalgo

PROCESO O ÁREA O ACTIVIDAD:
CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA PLANTA DE DESCOMPRESIÓN

FECHA:
AGOSTO DE 2017

¿Qué Pasa Si?	Causas	Consecuencias	Protecciones	Daños al Personal			Impacto Ambiental			Daños a la Instalación			Pérdidas de Producción			Efectos a la Población			Recomendaciones
				F	DP	MR	F	IA	MR	F	DI	MR	F	PP	MR	F	EP	MR	
Conectores del contenedor en mal estado	Falta de mantenimiento	Fuga/incendio/explosión	Mantenimiento programado	4	4	MR	4	2	MR	4	2	MR	4	2	MR	4	2	MR	Llevar a cabo mantenimientos programados
	Deterioro por uso		Revisiones periódicas de componentes			MR			MR			MR			MR			MR	Revisar componentes de acuerdo con programa
	Mala calidad de material		Uso de conectores que cumplan con la especificación			MR			MR			MR			MR			MR	Control de Calidad en la adquisición de componentes
Falta de experiencia del operador (descompresora)/ Capacidad disminuida	Maniobra indebida durante la carga de GNC	Fuga/incendio/explosión	Operadores capacitados	4	4	MR	4	2	MR	4	2	MR	4	2	MR	4	2	MR	Capacitar a operadores y llevar a cabo evaluaciones periódicas
			Revisión diaria de capacidad disminuida del operador			MR			MR			MR			MR			MR	Supervisar capacidad disminuida de operadores diario. Llevar registros.
Rotura en línea de salida de estación de descompresión (Línea de alimentación de gas a usuario.)	Corrosión	Fuga/incendio/explosión	Se utilizará tubería nueva	4	4	MR	4	2	MR	4	2	MR	4	2	MR	4	2	MR	Verificar que se utilice tubería nueva y de la especificación señalada en diseño
	Obras internas sin supervisión/Vandalismo		Vigilancia 24 hr/365 días.			MR			MR			MR			MR			MR	Realizar vigilancia continua.

INSTALACION: ESTACION DE DESCOMPRESION AVIGRUPO

COMPANIA: IGASAMEX

FECHA: 11/AGOSTO/2017

ELABORO:

Ing. Olga Gómez Maqueda
Ing. José Luis Pacheco Yáñez
Ing. Arturo Vélez Mata

REVISO:

APROBO:

REVISION: 1

¿Qué Pasa Si?	Causas	Consecuencias	Protecciones	Daños al Personal			Impacto Ambiental			Daños a la Instalación			Pérdidas de Producción			Efectos a la Población			Recomendaciones
				F	DP	MR	F	IA	MR	F	DI	MR	F	PP	MR	F	EP	MR	
Falla de energía eléctrica	Falla de CFE	Pérdida total del control automatizado (PLC)	No se tienen	2	1	MR	2	1	MR	2	1	MR	2	1	MR	2	1	MR	Contar con suministro alternativo de energía eléctrica.
Se presenta una inundación en la planta	Lluvias torrenciales	Inundación del patio donde se ubica el descompresor y el tractocamión. El tractocamión puede ser golpeado por materiales arrastrados por la corriente, o en caso extremo arrastrado por la corriente, pudiendo presentarse fugas.	No se tienen	2	1	MR	2	1	MR	2	1	MR	2	1	MR	2	1	MR	Si la instalación presenta inundaciones, se recomienda sujetar la caja de tráiler.

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

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) ***Ruptura de manguera tráiler-descompresor, originando una fuga de gas natural comprimido (GNC). La fuga puede encenderse de inmediato formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de ignición.***
 - 1.a. Jet Fire por ruptura de manguera de trailer a descompresor
 - 1.b. Explosión por fuga en manguera de conexión trailer-descompresor

- 2) ***Ruptura de tubería de salida del descompresor a cliente (Avigrupo), originando una fuga de gas natural de baja presión. La fuga puede encenderse de inmediato formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de ignición.***
 - 2.a. Jet Fire por ruptura en tubería de entrega a cliente (Avigrupo)
 - 2.b. Explosión por fuga en tubería de entrega a cliente (Avigrupo)

- 3) ***Se presenta una explosión en el tráiler que almacena gas natural comprimido***
 - 3.a. Explosión en camión de almacenamiento

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

Caso 1): Ruptura de manguera tráiler-descompresor, originando una fuga de gas natural comprimido (GNC). La fuga puede encenderse de inmediato formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de ignición.

1.a. Jet Fire por ruptura de manguera de trailer a descompresor

Descripción del evento: Jet Fire por ruptura de manguera de trailer a descompresor.
 (Ver la modelación del evento en **Anexo 3 Simulaciones**)

Los parámetros ingresados en la simulación son los siguientes:

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH ₄	
Estructura	CH ₄	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso molecular	0,000 kg/kmol	
Calor de combustión	50029,000 kJ/kg	
Concentración estequiométrica	9,5 %	
Temperatura de ebullición	111,7 K (-161,5 °C)	
Humedad relativa	56 %	
Temperatura ambiente	288,2 K (15,0 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO		
Diámetro del orificio	0,025 m	
Presión en la tubería	24822,000 kPa	
Coeficiente de descarga	0,630	
Longitud de la flama	5,31 m	
Tasa de emisión de masa	13,25340 kg /s	
Clase de emisión	Flujo Sónico	

Los resultados obtenidos de la aplicación del modelo son los siguientes:

Resultados		
Zona	Radiación térmica	Distancia
Zona de Riesgo	5.0 kW/m ²	40.42 m
Zona de Amortiguamiento	1.4 kW/m ²	74.55 m

Ver plano con radios de afectación en **Anexo 4 Radios de Afectación**, Evento 1

1.b. Explosión por fuga en manguera de conexión trailer-descompresor

Descripción del evento: Explosión por fuga en manguera de conexión trailer-descompresor.
 (Ver la modelación del evento en **Anexo 3 Simulaciones**)

Los parámetros ingresados en la simulación son los siguientes:

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso molecular		13,25 kg
Factor de Eficiencia Explosiva		0,03
Límite Inferior de Explosividad		5,0 %
Límite Superior de Explosividad		15,0 %
Calor de combustión		50029,000 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)		4680.00 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT		4,25 kg
Distancia mínima de cálculo		0,11
Distancia máxima de cálculo		64,79
Distancia total del cálculo		64,68

Los resultados obtenidos de la aplicación del modelo son los siguientes:

Resultados		
Zona	Sobrepresión	Distancia
Zona de Riesgo	1.0 psi	29.25 m
Zona de Amortiguamiento	0.5 psi	49.71 m

Ver plano con radios de afectación en **Anexo 4 Radios de Afectación, Evento 1**

Caso 2) Ruptura de tubería de salida del descompresor a cliente (Avigrupo), originando una fuga de gas natural de baja presión. La fuga puede encenderse de inmediato formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de ignición.

2.a. Jet Fire por ruptura en tubería de entrega a cliente (Avigrupo)

Descripción del evento: Maquinaria pesada rompe la tubería de entrega a cliente (Avigrupo)
 (Ver la modelación del evento en **Anexo 3 Simulaciones**)

Los parámetros ingresados en la simulación son los siguientes:

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH ₄	
Estructura	CH ₄	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso molecular	0,000 kg/kmol	
Calor de combustión	50029,000 kJ/kg	
Concentración estequiométrica	9,5 %	
Temperatura de ebullición	111,7 K (-161,5 °C)	
Humedad relativa	56 %	
Temperatura ambiente	288,2 K (15,0 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO		
Diámetro del orificio	0,102 m	
Presión en la tubería	206,000 kPa	
Coefficiente de descarga	0,630	
Longitud de la flama	21,65 m	
Tasa de emisión de masa	1,83096 kg /s	
Clase de emisión	Flujo Sónico	

Los resultados obtenidos de la aplicación del modelo son los siguientes:

Zona	Resultados	
	Radiación térmica	Distancia
Zona de Riesgo	5.0 kW/m ²	10.93 m
Zona de Amortiguamiento	1.4 kW/m ²	26.64 m

Ver plano con radios de afectación en **Anexo 4 Radios de Afectación**, Evento 2

2.b. Explosión por fuga en tubería de entrega a cliente (Avigrupo)

Descripción del evento: Explosión por fuga en tubería de entrega a cliente.
 (Ver la modelación del evento en **Anexo 3 Simulaciones**)

Los parámetros ingresados en la simulación son los siguientes:

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH ₄	
Estructura	CH ₄	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso molecular		18,30 kg
Factor de Eficiencia Explosiva		0,03
Límite Inferior de Explosividad		5,0 %
Límite Superior de Explosividad		15,0 %
Calor de combustión		50029,00 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)		4680.00 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT		5,87 kg
Distancia mínima de cálculo		0,12
Distancia máxima de cálculo		72,15
Distancia total del cálculo		72,03

Los resultados obtenidos de la aplicación del modelo son los siguientes:

Resultados		
Zona	Sobrepresión	Distancia
Zona de Riesgo	1.0 psi	32.57 m
Zona de Amortiguamiento	0.5 psi	55.36 m

Ver plano con radios de afectación en **Anexo 4 Radios de Afectación, Evento 2**

Caso 3) Se presenta una explosión en el tráiler que almacena gas natural comprimido

3.a. Explosión en camión de almacenamiento

Descripción del evento: Explosión por fuga en manguera de conexión trailer-descompresor.

Los parámetros ingresados en la simulación son los siguientes:

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso del material en la nube		3700 kg
Factor de Eficiencia Explosiva		0,03
Límite Inferior de Explosividad		5,0 %
Límite Superior de Explosividad		15,0 %
Calor de combustión		50029,000 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT(RMP)		4680.00 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT		1186,59 kg
Distancia mínima de cálculo		0,71
Distancia máxima de cálculo		423,47
Distancia total del cálculo		422,76

Los resultados obtenidos de la aplicación del modelo son los siguientes:

Zona	Resultados	
	Sobrepresión	Distancia
Zona de Riesgo	1.0 psi	191.16 m
Zona de Amortiguamiento	0.5 psi	324.95 m

Ver plano con radios de afectación en **Anexo 4 Radios de Afectación, Evento 3**

II.2 INTERACCIONES DE RIESGO

En lo que respecta a interacciones de riesgo, el “Proyecto Estación de Descompresión Avigrupo”, se ubicará en una zona industrial. Las empresas que se encuentran dentro de un radio de 1 Km no llevan a cabo procesos considerados de alto riesgo, las actividades principales son las relacionadas con la industria de la construcción, así como con el transporte.

Dentro del radio de 1 Km no existen zonas habitacionales, únicamente se identificó una casa habitación.

Dentro de las instalaciones de Avigrupo, las áreas de proceso más cercanas se localizan a 50m aproximadamente.

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

	Instalación	Distancia	Interacciones de riesgo
Suroeste	Nave de proceso de Avigrupo	50 m	En caso de presentarse una explosión o jet fire en la estación de descompresión, la nave puede resultar afectada por el incendio o sufrir los efectos de las ondas de sobrepresión. En caso de la explosión del tracto-camión, la nave puede sufrir el colapso de su estructura.
Sur	Proyecto de instalar un tanque de gas como respaldo (por parte de Avigrupo).	8 m	En caso de que se instale un tanque de gas LP en el sitio señalado, este puede resultar afectado por un incendio o por la explosión. Además de lo anterior, puede presentarse un efecto dominó con el tanque, ya que al sobrecalentarse se originaría un BLEVE.
Este	Vías de ferrocarril	25 m	Las vías de ferrocarril así como el tren, pueden resultar afectados por los efectos de sobrepresión en caso de explosión. Se tendrían interacciones de riesgo solo en caso de que, durante el evento, se afectara un carro de ferrocarril que transportara alguna sustancia peligrosa.
Oeste	Silos de cereales	140 m	Los silos de cereales solo resultarían afectados en caso de la explosión de un carro-tanque de GNC.

II DESCRIPCIÓN DE LA ZONAS DE PROTECCIÓN

	Instalación	Distancia	Interacciones de riesgo
			Un incendio no afectaría el área de silos. No se consideran interacciones de riesgo.
Oeste	Nave de proceso	130 m	La nave de proceso solo resultaría afectada en caso de la explosión de un carro-tanque de GNC. Un incendio no alcanzaría la nave. No se consideran interacciones de riesgo.
Norte	Distribución y Servicios Logísticos, S.A. de C.V. (DISELO) Servicios Logísticos, utilizando el Transporte Multimodal a nivel Nacional e Internacional	150 m	Las instalaciones de la empresa DISELO solo resultarían afectadas en caso de la explosión de un carro-tanque de GNC. Un incendio no alcanzaría las instalaciones. No se consideran interacciones de riesgo, considerando las actividades que realiza la empresa.
Norte	Cemex Concretos Tizayuca	241 m	Las instalaciones de CEMEX CONCRETOS solo resultarían afectadas en caso de la explosión de un carro-tanque de GNC. Un incendio no alcanzaría las instalaciones. No se consideran interacciones de riesgo, considerando las actividades que realiza la empresa.
Norte	Casa habitación (se observó solo una)	302 m	La casa habitación solo resultaría afectada en caso de la explosión de un carro-tanque de GNC.
Norte	Carretera Otumba - Tizayuca	90 m	Las Carretera Otumba - Tizayuca solo resultarían afectadas en caso de la explosión de un carro-tanque de GNC afectando a los vehículos que en ese momento circularan.
Noroeste	Gasolinera	500 m	Los eventos no afectarían a la gasolinera.
Noreste	Centro de Capacitación La Posta	565 m	Los eventos no afectarían al Centro de Capacitación La Posta.

	Instalación	Distancia	Interacciones de riesgo
Sur	Deshuesadero	200 m	El deshuesadero solo resultaría afectado en caso de la explosión de un carro-tanque de GNC.
Suroeste	Soluteck Materiales para la construcción	700 m	Los eventos no afectarían a la empresa Soluteck.
Este	Campos de cultivo	100 m	Los campos de cultivo solo resultarían afectados en caso de la explosión de un carro-tanque de GNC.
Oeste	Cosol Servicios para la construcción.	340 m	La empresa Cosol solo resultaría afectada en caso de la explosión de un carro-tanque de GNC. No se consideran interacciones de riesgo, considerando las actividades que realiza la empresa.

II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

Urbanización

El “Proyecto Estación de Descompresión Avigrupo” se localiza en las coordenadas 19°49'58.4"N 98°56'18.4"W (Google Maps, Imágenes 2017) en la zona urbana de Tizayuca, donde actualmente predomina el uso del suelo industrial combinado con agrícola.

La Planta Avícola (AVIGRUPO) se localiza dentro del “**Parque Metropolitano Industrial de Tizayuca**” localizado en la localidad de Tepojaco en el municipio de Tizayuca, Hgo.

Este Parque industrial está ubicado en 10 hectáreas y cuenta con la siguiente infraestructura: drenaje, tubería de agua potable, electricidad, guarniciones y banquetas pavimentadas para cada una de las calles que se contemplan en los 47 lotes (Noticia publicada en el Diario Milenio de Hidalgo, el 12 de septiembre de 2013).

La Planta Avícola (AVIGRUPO) cuenta con todos los servicios para su operación

Debido a que el proyecto se instalará en una planta que se localiza en un parque industrial, y considerando el alcance de los eventos simulados, los riesgos identificados no afectarán zonas habitacionales, ni causará interacciones riesgosas con instalaciones cercanas,

Flora y fauna

En el predio donde se localizará la "Estación de descompresión de gas natural AVIGRUPO" 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 AVIGRUPO" 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 de AVIGRUPO está condicionada a la existencia de áreas verdes dentro de las instalaciones.

El proyecto "Estación de descompresión de gas natural AVIGRUPO" no se localiza en ninguna Área Natural Protegida. Se localiza en el área con uso del suelo industrial donde se ubica el Parque Industrial Tizayuca, por lo cual no existe ninguna afectación en este sentido.

Por lo anterior los riesgos por la instalación de proyecto, no tendrán afectaciones importantes sobre los sistemas ambientales.

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

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

III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

Las recomendaciones derivadas del estudio de evaluación de los escenarios de riesgo, son las siguientes:

- a) Certificar la estación de descompresión a través de una Unidad de Verificación, autorizada por la Comisión Reguladora de Energía.
- b) Implementar los procedimientos operativos del descompresor y del tracto-camión.
- c) Cumplir con los programas de mantenimiento predictivos y preventivos.
- d) Elaborar e implementar el Programa para la Prevención de Accidentes.
- e) Cuando el gas natural se encuentre fuera de especificación, verificar que los periodos de revisión y mantenimiento de los sistemas de instrumentación y control establecidos, sean adecuados a las necesidades de los mismos.
- f) Supervisar que el operario del tracto camión y del descompresor cumplan con el procedimiento *Posicionamiento en los Puntos de Descarga* (Ver **Anexo 5 Procedimientos**)
- g) Supervisar que el operario cumpla con el *Manual de Procedimientos para la Operación, Mantenimiento y Seguridad del Sistema de Gas Natural Comprimido en Estación de Descompresión* (Ver **Anexo 5 Procedimientos**).
- h) Implementar programas de capacitación y entrenamiento para el personal, enfocados a mantener la seguridad del sistema de GNC en cuanto a las actividades de operación y mantenimiento, de acuerdo a lo establecido en los procedimientos.
- i) Verificar que se utilice tubería nueva y de la especificación señalada en diseño.
- j) Verificar anualmente el funcionamiento y ajuste de las válvulas de seguridad (calibración).
- k) Revisar anualmente que las presiones de operación no hayan excedido la máxima presión permisible de operación (MPOP) de acuerdo a lo establecido en los procedimientos.
- l) Inspeccionar mensualmente todos los elementos del sistema de gas natural comprimido sometidos a presión y en las uniones, de acuerdo a lo establecido en los procedimientos operativos.
- m) Efectuar inspecciones de integridad mecánica y de seguridad de acuerdo con los programas establecidos. Llevar registros.
- n) Revisar el estado de la pintura de los componentes metálicos que conforman la estación de descompresión. Anualmente se deberá dar un retoque de pintura a partes metálicas con pintura anticorrosiva, de acuerdo a lo establecido en los procedimientos.
- o) Llevar a cabo la revisión del tanque pulmón, para verificar la cantidad de condensados y en caso necesario realizar el purgado del mismo.
- p) Manejar los condensados como residuo peligroso de acuerdo a lo establecido la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.
- q) Los residuos peligrosos generados deberán ser manejados de acuerdo a lo que establece la legislación correspondiente.
- r) Los residuos de manejo especial que se generen, deberán ser manejados conforme la legislación correspondiente.
- s) Mantener en óptimas condiciones de operación el equipo contra incendios y de atención a emergencias.

- t) Llevar a cabo la revisión mensual de los equipos contra incendio y equipo de atención a emergencias en general.

III.1.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD

El "Proyecto Estación de Descompresión Avigrupo" contará con los siguientes sistemas de seguridad:

Clasificación de áreas eléctricas

Se realizará un estudio de clasificación de áreas peligrosas de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2012.

Sistema de puesta a tierra

El paquete de descompresión cuenta con sistema de puesta a tierra que se apega a la distribución del equipo en el interior del patín y cumple con las normas nacionales e internacionales.

Todo el equipo probable de producir o absorber electricidad estática se conectará adecuadamente al sistema de tierras.

Certificación del cumplimiento de las instalaciones eléctricas (UVIE)

Con el propósito de certificar el cumplimiento de la norma oficial mexicana, el diseño e instalación eléctrica será revisada y aprobada por una unidad verificadora de instalaciones eléctricas (UVIE), aprobada por la secretaria de energía, acreditada por la secretaria de comercio y fomento industrial.

Sistema de protección contra incendios

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

Se colocarán letreros visibles restrictivos, preventivos, informativos y diversos con las leyendas siguientes: "NO FUMAR", "APAGUE MOTOR", "NO ESTACIONARSE", "10 km/h MAXIMO", "NO FLAMA ABIERTA", entre otros.

Sistemas de seguridad

Para la completa seguridad durante la operación del sistema, el equipo de descompresión contará con los siguientes elementos de seguridad:

- Reguladores instalados, a falla cierra, y si no se cumpliera esta condición existe un segundo regulador que tomaría el mando.
- Transmisores de presión
- Transmisores de temperatura
- Válvulas de Seguridad a la salida de la estación de descompresión

- Indicadores de temperatura y presión
- Botón de paro de emergencia
- Sistema de detección de gas

Las válvulas de seguridad y las reguladoras de presión están a calibradas a las siguientes condiciones:

Válvula	Set Point (psig)
PSV-301	4500
PSV-701	150
PCV-410A	125
PCV-410B	150
PCV-701	80
PCV-702	30
PCV-703	45
PCV-721	85
PCV-501	50
PSV-502	60
PSV-401	250
PSV-402	250
PSV-701	100
PCV-320	7"
PCV-330	2.5"
TPC-510	40F
TPC-520	60F
T-301	185F

Protección de fugas de gas debido a la rotura de una manguera hasta la entrada del equipo de descompresión.

El sistema de descarga de gas del transporte al descompresor incluye un sistema ANTI-TOW, el cual consiste en una válvula que mientras las puertas del transporte estén abiertas, bloquea el freno, haciendo imposible mover el transporte, evitando cualquier desprendimiento de mangueras por movimiento del transporte. Es decir, las mangueras deben conectarse al transporte y por lo tanto las puertas del transporte deben estar abiertas, en esta condición el transporte no puede moverse ya que el ANTI TOW funciona bloqueando el freno del transporte, una vez que se desconectan las mangueras y que solo entonces se pueden cerrar las puertas del transporte, es hasta ese momento que se puede mover el transporte, de esta manera no solo se protege la fuga en caso de rotura, sino que se evita la rotura misma.

III.1.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

Para la operación del descompresor, 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 de GNC en cuanto a las actividades de operación y 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 RESUMEN

IV.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

El "**Proyecto Estación de Descompresión Avigrupo**" a cargo de Igasamex Bajío, S. de R. L. de C. V., consistente en la instalación, operación y mantenimiento de un equipo de descompresión de gas natural en la planta Avícola San Andrés, S.A. de C.V

Del análisis de riesgo realizado, se determinó lo siguiente:

- a) Que las características de los equipos y sistemas de instrumentación y control, son acordes a las condiciones de operación.
- b) Que se cuenta con los manuales y procedimientos de operación y mantenimiento necesarios.
- c) Que de acuerdo al resultado de las simulaciones realizadas, considerando el alcance de los radios de afectación, no existen interacciones de riesgo con equipos, instalaciones industriales o de servicios existentes al momento de la realización del presente estudio de riesgo.
- d) Que no existen efectos negativos sobre el sistema ambiental.

Por lo anterior se concluye que el Proyecto Estación de Descompresión Avigrupo es factible en materia de Riesgo Ambiental.

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

El "**Proyecto Estación de Descompresión Avigrupo**" se localiza en la localidad de Tepojaco, Municipio de Tizayuca, Estado de Hidalgo en las Coordenadas Geográficas: Latitud 19° 49' 54.95" N y Longitud 98° 56' 13.27" O.

Igasamex Bajío, S. de R. L. de C. V., instalará, operará y mantendrá un equipo de descompresión de gas natural en la planta Avícola San Andrés, S.A. de C.V., que constará de lo siguiente:

- Área de recepción de equipos de transporte.
- Equipo de descompresión.

El proyecto consiste en la instalación de una planta de descompresión de gas natural comprimido, la cual está compuesta por un paquete modular que integra un intercambiador de calor, un primer paso de regulación, un tanque separador, medidor de flujo y un segundo paso de regulación, por lo que no se tienen contemplado la instalación de tanques de almacenamiento, ni equipos auxiliares de proceso.

Fuente de gas Natural Comprimido

El gas natural comprimido que será entregado a la estación de descompresión procederá de la estación de Compresión propiedad de Igasamex Bajío, S. de R.L. de C.V. cuyo Título de Permiso es G/358/COMP/2015, localizada en E. Sánchez Pedraza, Manzana 2, Sección C. Ciudad Industrial Xicoténcatl I.

Logística de GNC

El transporte es cargado con Gas Natural Comprimido (GNC), en la estación de compresión de Tetla, el contenedor llega a la estación de descompresión y se conecta al descompresor en la primera posición; mientras realiza la descarga, existe un monitoreo constantemente de las condiciones operativas, vía remota, para programar la llegada del siguiente transporte lleno de GNC. El transporte lleno llega y se conecta en la segunda posición. El descompresor está programado para sensar a una presión previamente fijada. Cuando sucede lo anterior, se realiza el cambio de manera automática, este ciclo se mantiene y solo se interrumpirá en caso de que el usuario deje de consumir gas natural.

Conexión de carga a descompresor

El transporte se conecta por medio de mangueras al descompresor, a ambos extremos de manguera existen conectores especialmente diseñados para el servicio de gas natural comprimido, y a su vez tanto el descompresor como el transporte cuentan con el conector adecuado para el correcto acoplamiento de la manguera, las especificaciones de la manguera y el conector se describen a continuación:

Características de las mangueras y conectores de carga

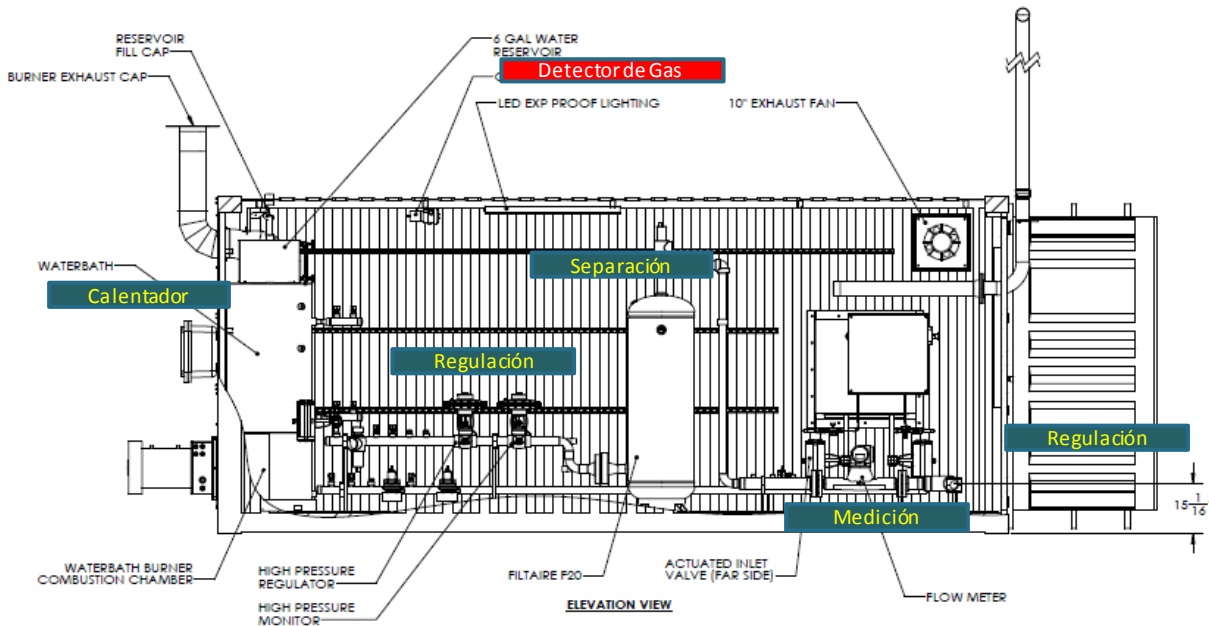
Aditamento	Características
Manguera	9 m de longitud Presión de rotura 20 000 psi Presión Máxima de operación 4000 psi Conexión 1" NPT 5CNG Rango de Temperatura -40°C a 82°C NFPA 52
Tipo de conectores de carga	Oasis 1", NPTF y NPTM Características: Presión máxima de operación 5000 psig Diseño para evitar fugas (carga con resorte) Diseñado específicamente su uso con GNC de alta presión Toda construcción de acero inoxidable, dando resistencia a la corrosión y el desgaste. El Diseño hace desacoplamiento accidental a presión físicamente difícil. Diseñado ISO7241-1

Diagrama de bloques del proceso

Diagrama de bloques del proceso



Esquema de la estación de descompresión



Recepción. El descompresor recibe el gas natural comprimido (GNC), de tráileres llenos a 3600 psig.

Calentamiento. Para contrarrestar el efecto Joule-Thompson (enfriamiento de un gas después de una expansión rápida), el gas es previamente calentado en un intercambiador de calor a fuego indirecto.

Primer paso de regulación. El primer paso de regulación con reguladores en open-monito reducen la presión a 100 psig,

Separación. Después de la expansión el gas pasa por un separador para eliminar los condensados

Medición. El gas es medido por medio de un medidor tipo Corioles. Segundo paso de regulación. Finalmente pasa por un segundo paso de regulación que entrega el gas al consumidor a una presión de 30 psig, Además cuenta con una válvula de seguridad que protege al sistema de una sobrepresión, la cual está calibrada a una presión de 60 psig.

La estación de descompresión es un sistema completamente cerrado el cual incluye todos los instrumentos y válvulas necesarias para completar el proceso de manera segura.

El patín de calentamiento y descompresión está diseñado y construido con ventilación adecuada y natural para ser clasificado como Clase 1 División 2.

Las características básicas de la estación de descompresión son:

10. Dos Sets con dos conexiones cada una para descarga de GNC (es decir dos mangueras se conectan a cada tráiler)
11. Sistema de calentamiento para asegurar una temperatura de gas adecuada a la salida
12. Dos etapas de descompresión de gas para llevar el gas a la presión requerida
13. Medidor de flujo
14. Paros de emergencia, localizados en cada estación de descarga
15. Sistema de tierras
16. Indicación de descarga con la finalidad de saber que remolque es el que está descargando
17. Mangueras, acoplamientos y grebas fija-cables
18. Sistema de control distribuido PLC para la operación automática y monitoreo continuo.

Así mismo, los componentes principales de la estación son:

- Sistema de control
- Transmisores de presión
- Transmisores de temperatura
- Válvula de control de 1^a. etapa
- Regulador de presión de 2^a. etapa
- Válvula de actuación neumática
- Medidor de flujo másico
- Tubería
- Patín
- Detectores de gas metano
- PLC con panel eléctrico
- Verificación de tierra
- Accesorios y mangueras de 1" con ID de 0.867 in y OD de 1.369 in
- Tanque acumulador
- Válvulas check

Análisis de riesgo

Para el análisis de riesgo se aplicó el Análisis HazOp y el Analysis What if?.

Como resultado de la identificación de riesgos utilizando los métodos HazOp y ¿What if?, se obtienen que los eventos con el mayor nivel de riesgo que pueden presentarse en el gasoducto:

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

1) Ruptura de manguera tráiler-descompresor, originando una fuga de gas natural comprimido (GNC). La fuga puede encenderse de inmediato formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de ignición.

- 1.a. Jet Fire por ruptura de manguera de trailer a descompresor
- 1.b. Explosión por fuga en manguera de conexión trailer-descompresor

2) Ruptura de tubería de salida del descompresor a cliente (Avigrupo), originando una fuga de gas natural de baja presión. La fuga puede encenderse de inmediato formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de ignición.

- 2.a. Jet Fire por ruptura en tubería de entrega a cliente (Avigrupo)
- 2.b. Explosión por fuga en tubería de entrega a cliente (Avigrupo)

3) Se presenta una explosión en el tráiler que almacena gas natural comprimido

- 3.a. Explosión en camión de almacenamiento

Para estos eventos se realizaron las simulaciones, obteniendo los siguientes resultados:

No	DESCRIPCIÓN DEL EVENTO	RADIACIÓN TÉRMICA RADIACIÓN TÉRMICA POR CHORRO DE FUEGO (JETFIRE)		SOBREPRESIÓN NUBES EXPLOSIVAS	
		ZONA DE RIESGO 5.0 kW/M2	ZONA DE AMORTIGUAMI ENTO 1.4 kW/M2	ZONA DE RIESGO 1.0 PSI	ZONA DE AMORTIGUAMI ENTO 0.5 PSI
		m	m	m	m
1	Ruptura de manguera tráiler-descompresor, originando una fuga de gas natural comprimido (GNC). La fuga puede encenderse de inmediato formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de ignición.	40.42	74.55	29.25	49.71
2	Ruptura de tubería de salida del descompresor a cliente (Avigrupo), originando una fuga de gas natural de baja presión. La fuga puede encenderse de inmediato formando un jet fire, o formar una nube explosiva que entra en contacto con una fuente de ignición.	10.93	26.64	32.57	55.36
3	Se presenta una explosión en el tráiler que almacena gas natural comprimido.	-	-	191.16	324.95

IV.3 PRESENTAR EL INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO

Ver Anexo 6 Informe Técnico.

V IDENTIFICACIÓN, DE LOS INSTRUMENTO METODOLÓGICOS

V IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN

V.1.1 PLANOS DE LOCALIZACIÓN

Ver en **Anexo 1 Planos** los planos que se incluyen:

- 1.- Lay Out TRUXXX
- 2.- DTI's Descompresor
- 3.- Eléctrico

V.1.2 FOTOGRAFÍAS

Ver **Anexo 7 Fotográfico**.

V.1.3 VIDEOS

No se grabaron videos del proyecto.

V.2 OTROS ANEXOS

- Anexo 1** Planos
- Anexo 2** Hoja de Datos de Seguridad
- Anexo 3** Simulaciones
- Anexo 4** Radios de Afectación
- Anexo 5** Procedimientos
- Anexo 6** Informe Técnico
- Anexo 7** Fotográfico

PROTESTO BAJO PROMESA DE DECIR VERDAD.

PROAMBIENTE INGENIERÍA, S.C.

**Consultor ambiental de
IGASAMEX BAJÍO, S. DE R. L. DE C. V.**

En términos del artículo 35-BIS 1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente, y 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se declara bajo protesta de decir verdad que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías existentes y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.

Ing. Olga Gómez Maqueda