

Estudio de Riesgo
Modalidad Análisis de Riesgos

Mayo 2018

Instalación, Operación y Mantenimiento de la
Estación de Descompresión de GNC con
capacidad máxima de 500 m³/h, en las
Instalaciones de Productos Avícolas El
Calvario S. de R.L. de C.V.

Avenida del Agave no. 206, Barrio
de Santa Clara, Santiago
Miahuatlán, Puebla, C.P. 75820.

Neomexicana de GNC S.A.P.I de C.V.

<u>I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.</u>	<u>1</u>
I.1. BASES DE DISEÑO	1
I.1.1. PROYECTO CIVIL	2
UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN	5
DIMENSIONES DEL PROYECTO	6
I.1.2. PROYECTO ELECTROMECAÁNICO	9
I.1.3. PROYECTO SISTEMA CONTRA-INCENDIO	18
I.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO	19
I.2.1. HOJAS DE SEGURIDAD.	21
I.2.2. ALMACENAMIENTO TEMPORAL	22
I.2.3. EQUIPOS DE PROCESO.	24
I.2.4. PRUEBAS DE VERIFICACIÓN.	25
I.3. CONDICIONES DE OPERACIÓN	27
I.3.1. ESPECIFICACIÓN TABLERO DE CONTROL.	28
I.3.2. SISTEMAS DE AISLAMIENTO	28
I.4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS	29
I.4.1 INTRODUCCIÓN.	29
I.4.2 ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES.	31
I.4.3 METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS.	33
I.4.4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE RIESGOS	40
<u>II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES.</u>	<u>41</u>
II. 1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN	41
II.1.1 METODOLOGÍA	41
II.1.2 RESULTADOS	43
FUGA DE GAS (METANO) CON DAÑOS A LA SALUD POR EXPOSICIÓN	43
INCENDIO POR FUGA DE GAS (METANO)	44
EXPLOSIÓN POR FUGA DE GAS (METANO)	46
II.2 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL.	47
<u>III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL.</u>	<u>48</u>
III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS	48
III.1.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD.	49
III.1.2 MEDIDAS PREVENTIVAS GENERALES	51
<u>IV. RESUMEN</u>	<u>52</u>
IV.1 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL Y RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL.	52
IV.2 INFORME TÉCNICO.	54
<u>V. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.</u>	<u>58</u>
V.1.1 PLANOS DE LOCALIZACIÓN	58
ANEXO 4. CROQUIS DE LOCALIZACIÓN.	58
ANEXO 20. PLANO DE RADIOS DE AFECTACIÓN POR FUGA DE GAS (METANO) CON DAÑOS A LA SALUD POR EXPOSICIÓN	59
ANEXO 21. PLANO DE RADIOS DE AFECTACIÓN POR INCENDIO POR FUGA DE GAS (METANO)	60
ANEXO 22. PLANO DE RADIOS DE AFECTACIÓN POR EXPLOSIÓN POR FUGA DE GAS (METANO)	61

VIII.1.2 FOTOGRAFÍAS	62
V.2 OTROS ANEXOS.	63
A). DOCUMENTOS LEGALES.	63
ANEXO 23. ACTA CONSTITUTIVA DE LA EMPRESA.	63
ANEXO 24. COPIA CERTIFICADA DEL PODER NOTARIAL E IDENTIFICACIÓN OFICIAL DE REPRESENTANTE LEGAL	64
ANEXO 25. CONTRATO DE COMERCIALIZACIÓN, TRANSPORTE Y ENTREGA DE GAS NATURAL COMPRIMIDO	65
B) AUTORIZACIONES Y PERMISOS.	66
ANEXO1. RESOLUCIÓN DE MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEBIDAMENTE APROBADA POR LA SEMARNAT, OFICIO DFP/4879.	66
ANEXO 2. RESOLUCIÓN DE MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEBIDAMENTE APROBADA POR SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES DEL ESTADO DE PUEBLA, OFICIO SMA 01-08/000170	67
ANEXO 3. OFICIO CON ASUNTO REFERENTE A USO DE SUELO EMITIDO POR EL AYUNTAMIENTO DE SANTIAGO MIAHUATLÁN EN OFICIO DOP-0805/2017 DE FECHA 6 DE ENERO DE 2017.	68
C) MEMORIAS DESCRIPTIVAS DE LA (S) METODOLOGÍA(S) UTILIZADA(S).	69
ANEXO 26. HOJAS DE TRABAJO PARA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.	69
D) MEMORIA TÉCNICA DE LA(S) MODELACIÓN(ES).	84
II.1.2 RESULTADOS	86
FUGA DE GAS (METANO) CON DAÑOS A LA SALUD POR EXPOSICIÓN	86
INCENDIO POR FUGA DE GAS (METANO)	87
EXPLOSIÓN POR FUGA DE GAS (METANO)	89
E) MEMORIA TÉCNICO DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA DEL PROYECTO CIVIL, MECÁNICO, ELÉCTRICO, Y SISTEMA CONTRA INCENDIO.	91
PLANOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.	91
ANEXO 5. PLANO GENERAL CALVARIO.	91
ANEXO 6. PLANO OBRA CIVIL ELÉCTRICA CALVARIO.	92
ANEXO 7. PLANO OBRA RED INTERNA CALVARIO.	93
ANEXO 8. PROYECTO PRODUCTOS AVÍCOLAS EL CALVARIO S. DE R.L. DE C.V.	94
ANEXO 9. SISTEMA TIERRA CALVARIO	95
ANEXO 10. MEMORIAL TÉCNICO DE OBRA RED INTERNA	96
ANEXO 11. MEMORIAL TÉCNICO DE OBRA CIVIL ELÉCTRICA CALVARIO	97
ANEXO 12. PLANO OBRA ELECTROMECAÁNICA CALVARIO	98
ANEXO 13. MEMORIAL TÉCNICO DE OBRA ELECTROMECAÁNICA	99
ANEXO 14. DIAGRAMA DE FLUJO CALVARIO	100
ANEXO 15. FILOSOFÍA SISTEMA DE SEGURIDAD	101
ANEXO 16. PLANO SEÑALÉTICA Y EXTINTORES CALVARIO.	102
ANEXO 17. FICHA TECNICA RCU 500	103
ANEXO 18. DIAGRAMA DE INTERCONEXIÓN DE LA RCU 500 HASTA LA UNIDAD DE CALENTAMIENTO	104
ANEXO 19. ISOMETRICO DE TUBERÍA PRODUCTOS AVICOLAS EL CALVARIO	105

I. Escenarios de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto.

Descripción del proceso.

I.1. Bases de diseño

La Elaboración del Diseño e Ingeniería del Proyecto de Instalación, Operación y Mantenimiento de la Estación de Descompresión de Gas Natural (RCU 500), en las Instalaciones de Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V, se ha basado principalmente en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas e internacionales:

Normas Oficiales Mexicanas

- NOM-EM-005-ASEA-2017, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, así como los elementos y procedimientos para la formulación de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos.
- NOM- 010-ASEA-2016. Gas Natural Comprimido (GNC). Requisitos mínimos de seguridad para Terminales de Carga y Terminales de Descarga de Módulos de almacenamiento transportables y Estaciones de Suministro de vehículos automotores
- NOM-002-SECRE-2010. Instalaciones de Aprovechamiento de Gas Natural.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas [SE] residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006, Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diesel como combustible.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-052-SEMARNAT-1993. Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites [SE] que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2000. Que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-080-SEMARNAT-1994, Que Establece los Límites Máximos Permisibles de Emisión de Ruido Proveniente del Escape de los Vehículos Automotores, Motocicletas y Triciclos Motorizados en Circulación, y su Método de Medición
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

SEDE

- NOM -001-SEDE-2005 - Instalaciones Eléctricas (utilización).

STPS

- NORMA Oficial Mexicana NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo Condiciones de seguridad.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
- Norma Oficial Mexicana NOM-022-STPS-2015, Electricidad estática en los centros de trabajo-condiciones de seguridad.
- Norma Oficial Mexicana NOM 026-STPS-1998. Colores y señales de seguridad e higiene e identificación por fluidos conducidos en tuberías.

Secretaría de comunicaciones y transporte (SCT)

- NOM-003-SCT-2008 establece las características de las etiquetas de envases y embalajes destinados al transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.
- NOM-005-SCT-2008 establece las características de la información de emergencia para el transporte terrestre de materiales y residuos.
- NOM-012-SCT-2-2017. Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal.

Normas Internacionales.

- ANSI/ASME B31.3 Process Piping.
- ANSI/ASME B.1.20.1 Pipe Threads, General Purpose
- ANSI B16.5 Steel Pipe Flanges and Flanged Fittings.
- ANSI B16.34 Steel Valves (Flanged and Butt welding End).
- API RP 5C6 Welding Connections to Pipe.
- API 5L Line Pipe.
- API 6D Pipeline Valves.
- ANSI/NFPA 220 Type of Building Construction.

I.1.1. Proyecto civil

Actualmente el tema del cambio climático en el mundo ha tomado un gran impacto con referencia a las emisiones de gases de efecto invernadero. En México la Secretaría de Energía recomienda el uso de combustibles limpios y entre ellos se encuentra el gas natural, razón por la cual "Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V." solicitó el desarrollo de un proyecto que contemple el uso del gas natural como combustible dentro de su proceso operativo. Neomexicana como empresa dedicada al desarrollo de proyecto para el uso de gas natural industrial, desarrolló el proyecto titulado "Instalación, Operación y Mantenimiento de Estación de Descompresión de GNC con capacidad máxima de 500 m³/h", que se pretende desarrollar en un área de 438 m², de las instalaciones de Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V., ubicada dentro del Parque Industrial Tehuacan-Miahuatlán, en Avenida del Agave No. 206, Barrio de Santa Clara, Santiago Miahuatlán, Puebla, C.P. 75820.

El "Parque Industrial Tehuacan-Miahuatlán", se ubica en el Municipio de Santiago Miahuatlán, Puebla y es parte de un Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona Norte de Tehuacán, el cual incluye una zona industrial con probada factibilidad para el desarrollo sustentable de industrias y empresas, con infraestructura propia para su funcionamiento.

Adicionalmente, este parque pretende entre otros la reubicación de industrias localizadas en el área urbana de Tehuacán y su concentración en un área donde no perturbe la marcha urbana de dicha ciudad.

Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V. posee una planta industrial dentro del Parque Industrial Tehuacán – Miahuatlán. Esta planta se encarga de producir envases de cartón para el almacenaje de huevos provenientes de su producción avícola. La planta requiere entre otros insumos energéticos, el suministro permanente de un caudal de gas natural a una tasa de 365 m³/hora y a una presión de 5 bar, para un volumen mensual de 263,000 Sm³.

El proyecto de instalación, operación y mantenimiento de la Estación de Descompresión de Gas Natural (RCU 500), es un complemento a las Instalaciones de Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V, dentro del Parque Industrial Tehuacan–Miahuatlan, sin embargo no se realizaran obras civiles más que las adecuaciones necesarias para la instalación de la estación de descompresión que están amparadas por medio de las autorizaciones de la Resolución de Manifestación de Impacto Ambiental debidamente aprobada por la SEMARNAT según Oficio DFP/4879 de fecha 21-11-2007, y por la Secretaría del Medio Ambiente y Los Recursos Naturales del Estado de Puebla, según Oficio SMA 01-08/000170 de fecha 06-03-2008. (ANEXOS 1 y 2).

ANEXO1. RESOLUCIÓN DE MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEBIDAMENTE APROBADA POR LA SEMARNAT, OFICIO DFP/4879.

ANEXO 2. RESOLUCIÓN DE MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEBIDAMENTE APROBADA POR SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES DEL ESTADO DE PUEBLA, OFICIO SMA 01-08/000170

Mediante esta instalación se pretende la reducción de la presión del GNC almacenado en contenedores de hasta 250 bar, y su transferencia a presiones de entre 4 a 10 bar, para que sea usado como combustible en la generación de aire caliente para el horno de secado, en el proceso productivo que desarrolla Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V.

La Estación de Descompresión es alimentada mediante el uso de semirremolques que transportan el GNC a presiones de hasta 250 bar. Estos vehículos son conectados al Sistema de Descompresión el cual realiza la reducción de la presión hasta un mínimo de 4 bar. Posteriormente el gas descomprimido es suministrado a Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V, a través de una estación de medición de flujo o patín de medición.

Objetivos del Proyecto

Los objetivos del proyecto son:

- Descomprimir el gas natural almacenado en contenedores a presión de hasta 250 bar, hasta una presión mínima de 4 bar.
- Asegurar el suministro permanente de un caudal de 365 m³/hora, a una presión de 5 bar y a una temperatura de 20 °C.
- Asegurar que la operación de la instalación se encuentre dentro de los estándares y normas aplicables en la materia, evitando de esta forma la ocurrencia de cualquier impacto o riesgo ambiental, que comprometa la salud de los trabajadores, el entorno ambiental donde se ubica la instalación y la integridad física de la estación.

- Implementar un Plan de Mantenimiento de carácter preventivo que garantice la integridad electromecánica de la estación y el suministro permanente de gas natural en las condiciones de volumen, presión y temperatura antes señaladas.
- Mantener un monitoreo permanente mediante el sistema SCADA (“on line”) de todas las variables operacionales de la estación, a fin de poder corregir de manera oportuna cualquier desviación del proceso operacional rutinario.

La Ilustración 1. Diagrama operación de la Estación de Descompresión RCU 500 ilustra el flujo general de operación de dicha estación.

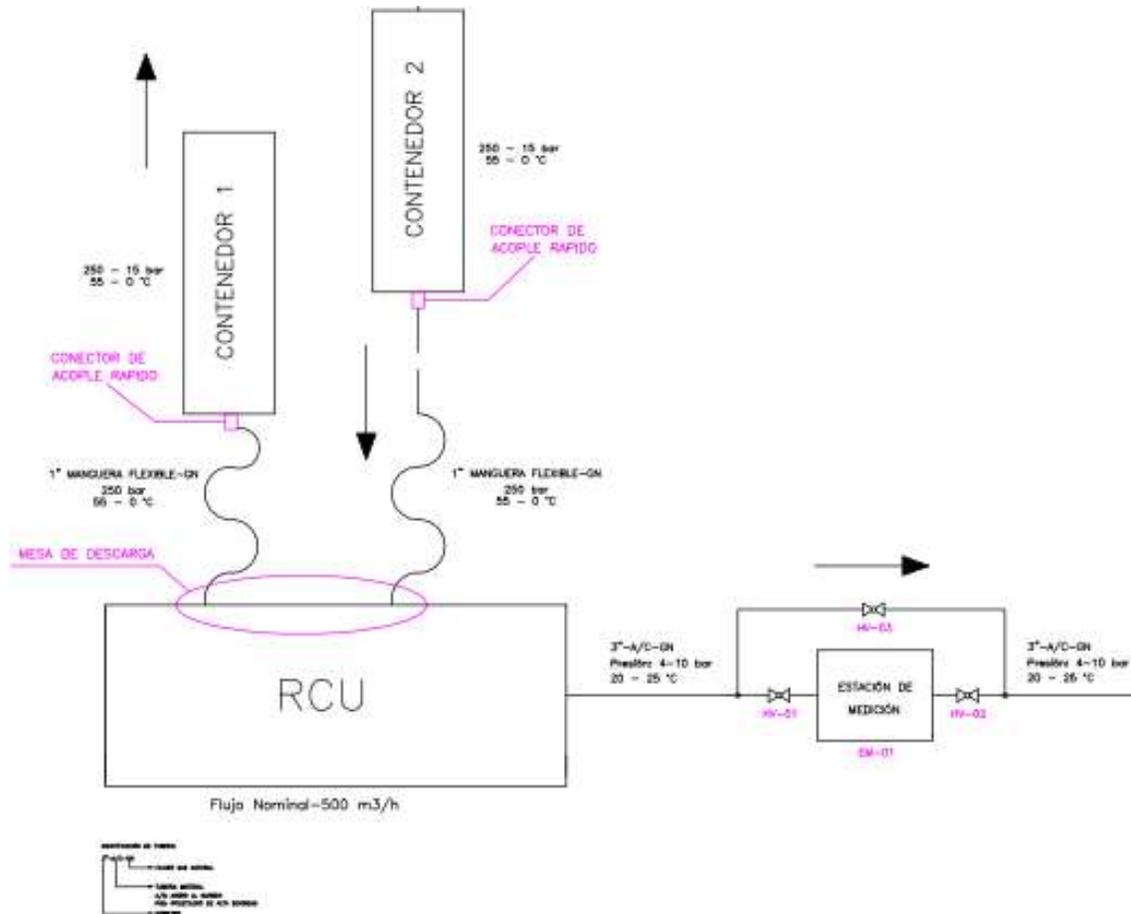


Ilustración 1. Diagrama operación de la Estación de Descompresión RCU 500

Las estaciones de descompresión suministradas por semirremolques, tienen la gran ventaja de poder ser instaladas en cualquier zona geografica, ya que el suministro de gas natural comprimido por medio de semirremolques permite dicha opcion.

La selección del sitio para la ubicación de la Planta de Descompresión fue realizada con base a los siguientes criterios:

- El predio se ubica en el Parque Industrial Tehucán–Miahuatlán, el cual tiene una Manifestación de Impacto Ambiental debidamente aprobada por la SEMARNAT según Oficio DFP/4879 de fecha 21-11-2007, y por la Secretaría del Medio Ambiente y Los Recursos

Naturales del Estado de Puebla, según Oficio SMA 01-08/000170 de fecha 06-03-2008 (ANEXOS 1 Y 2).

- El predio se localiza dentro de las Instalaciones de Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V, ubicadas en Avenida del Agave 206, Barrio Santa Clara, Parque Industrial Tehuacán–Miahuatlán, Santiago Miahuatlán, Puebla C.P. 75820, cuyo uso del suelo está debidamente dictaminado como USO INDUSTRIAL por el Ayuntamiento de Santiago Miahuatlán según Oficio DOP-0805/2017 de fecha 6 de enero de 2017 ANEXO 3. OFICIO CON ASUNTO REFERENTE A USO DE SUELO EMITIDO POR EL AYUNTAMIENTO DE SANTIAGO DE MIAHUATLÁN EN OFICIO DOP-0805/2017 DE FECHA 6 DE ENERO DE 2017.
- La ubicación adyacente (en el perímetro) de la planta de producción de envases de cartón de Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V., la cual requiere el uso de gas natural en su proceso productivo.
- Es un área con un alto grado de intervención antrópica, alejado de cursos de agua y de otros atributos importantes del paisaje físico natural, con una incidencia ambiental de muy bajo impacto.

Ubicación física del proyecto y planos de localización

Este proyecto, se desarrollara en la Avenida del Agave No. 206, Barrio de Santa Clara, Santiago Miahuatlán, Puebla, C.P. 75820, que es un Parque Industrial que colinda al Nor-Poniente en 12.51 m con propiedad privada de Productos Avícolas El Calvario, S. de R.L. de C.V.; al Sur-Oriente en 12.51 m con propiedad privada de Productos Avícolas El Calvario, S. de R.L. de C.V; al Nor–Oriente en 24.11 m con propiedad privada de Productos Avícolas El Calvario, S. de R.L. de C.V; y al Sur-poniente en 24.11 m con propiedad privada de Productos Avícolas El Calvario, S. de R.L. de C.V. Con vértices en los puntos siguientes. Como se indica también se en el ANEXO 4. CROQUIS DE LOCALIZACIÓN.

Tabla 1. Vértices del Polígono donde se ubica el proyecto.

Punto	X	Y	Zona	N	O	Datum
1	665014.21	2047301.82	14Q	18°30'35.20700"	97°26'12.63942"	ITRF92
2	665032.02	2047317.89	14Q	18°30'35.72466"	97°26'12.02748"	ITRF92
3	665023.96	2047327.33	14Q	18°30'36.03397"	97°26'12.29948"	ITRF92
4	665006.22	2047311.08	14Q	18°30'35.51043"	97°26'12.90909"	ITRF92

El predio requerido para la Instalación, Operación y Mantenimiento de la Estación de Descompresión de GNC, tiene una superficie de 301.61 m2 De acuerdo a las medidas indicadas en el ANEXO 5. PLANO GENERAL CALVARIO. .

A continuación se puede observar de acuerdo a Imagen satelital **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**



Ilustración 2. Imagen Satelital del Predio.

Dimensiones del proyecto

El predio donde se ubica la Estación de Descompresión de Gas Natural (RCU 500) tiene las siguientes dimensiones, de acuerdo a lo indicado en el ANEXO 5. PLANO GENERAL CALVARIO.

- Ancho: 12.51 m
- Largo: 24.11 m
- Superficie: 301.61 m²

El predio está conformado por el área donde se ubican los semirremolques, el área que ocupa la RCU 500 con su tablero de control y sistema de calentamiento, patín de medición y red interna de tuberías. En la Ilustración 3. Dimensiones del Predio, se presentan detalles de las dimensiones del predio.

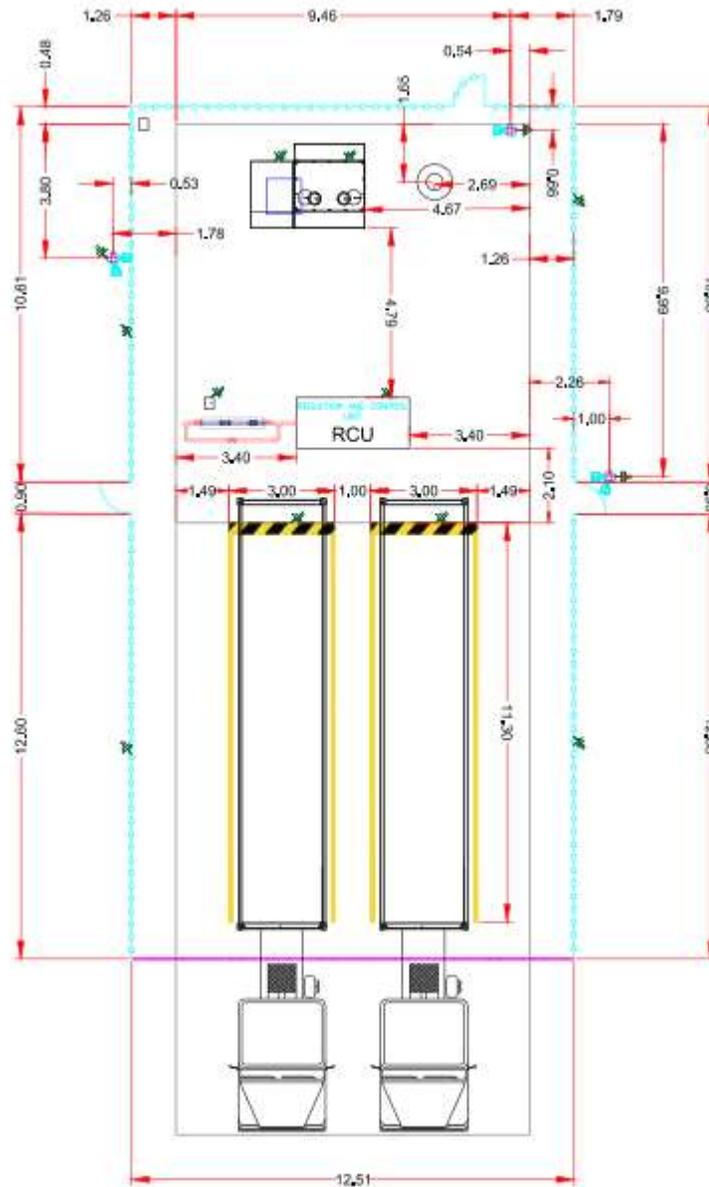


Ilustración 3. Dimensiones del Predio

Cabe mencionar que el Diseño e Ingeniería de la Estación de Descompresión RCU 500, contará con la dictaminación por parte de una unidad de Verificación, en el cual manifestará que el Proyecto cumple con lo Indicado por la Norma Oficial Mexicana NOM-002-SECRE-2010. Instalaciones de Aprovechamiento de Gas Natural.

Así mismo es importante señalar que en el predio ya existen obras civiles ejecutadas con anterioridad, las cuales cuentan con un Dictamen de Seguridad Estructural. Las obras fueron acometidas previamente durante el proceso de construcción de la Planta Industrial de Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V. Estas obras son las siguientes:

- Una losa de concreto armado con capacidad de soporte de hasta 60 toneladas con las siguientes dimensiones: 12.51 m de ancho por 24.11 m de longitud tal como se aprecia

en el Plano de Obra Civil Eléctrica que se presenta en el ANEXO 6. PLANO OBRA CIVIL ELÉCTRICA CALVARIO.

- Delimitación parcial del área ocupada por la losa, mediante malla ciclónica de acero galvanizado con altura de 2 m.
- Topellantas de concreto de 11 m de longitud, los cuales se usarán como cajoneras de los semirremolques
- Punto de suministro eléctrico (acometida eléctrica) con tensión de 220 V, trifásico 60 Hz y 5 KW
- Iluminación para intemperie, mediante tres postes de iluminación con un total de 5 luminarias.
- Un pararrayo conforme a la norma NOM-022-STPS-2015, debidamente dictaminado.
- Sistema de tierra física.
- Tubería de red interna de gas natural y accesorios ANSI 150, soldadas, con base a la norma NOM-002-SECRE-2010. De acuerdo a lo detallado en el ANEXO 7 PLANO OBRA RED INTERNA CALVARIO. La tubería para la red interna de Gas Natural fue diseñada conforme en la especificación de los equipos, cumpliendo con los requerimientos de la norma NOM-002-SECRE-2010 y ANSI 150, la tubería es de acero al carbón, de 2 pulgadas de diámetro, clase # 150 con una longitud aproximada de 6 m (ver Ilustración 4. Red interna de tubería). Esta tubería conecta la Estación de Descompresión RCU 500 con el Patín de Medición de suministro de gas y este último con la red interna de tubería de Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V.

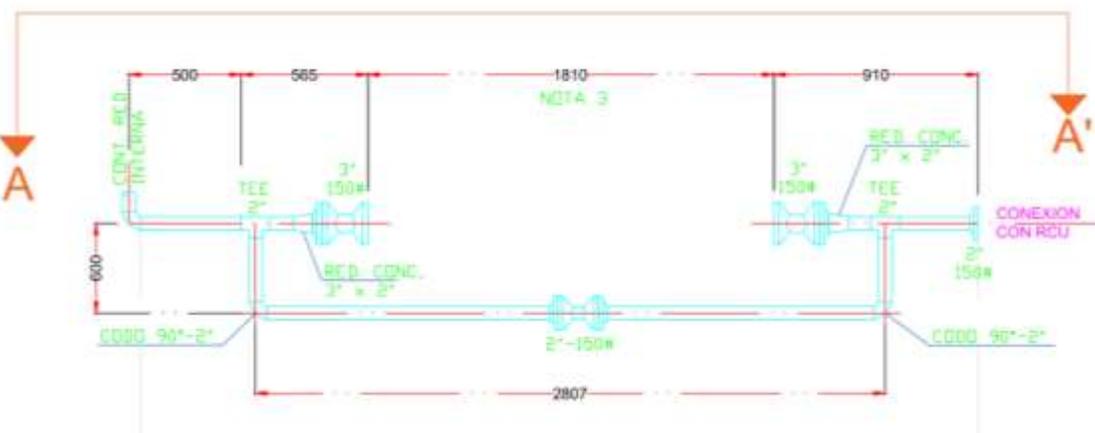


Ilustración 4. Red interna de tubería. De acuerdo a Anexo 14 Plano Obra Red Interna Calvario.

La construcción de estas obras civiles se hizo con base a los siguientes planos y memorias de cálculo:

- ANEXO 8. PROYECTO PRODUCTOS AVÍCOLAS EL CALVARIO S. DE R.L. DE C.V.
- ANEXO 5. PLANO GENERAL CALVARIO
- ANEXO 9. SISTEMA TIERRA CALVARIO
- ANEXO 10. MEMORIAL TÉCNICO DE OBRA RED INTERNA
- ANEXO 11. MEMORIAL TÉCNICO DE OBRA CIVIL ELÉCTRICA CALVARIO
- ANEXO 6. PLANO OBRA CIVIL ELÉCTRICA CALVARIO.

- ANEXO 7 PLANO OBRA RED INTERNA CALVARIO.
- ANEXO 12. PLANO OBRA ELECTROMECAÁNICA CALVARIO
- ANEXO 13. MEMORIAL TÉCNICO DE OBRA ELECTROMECAÁNICA
- ANEXO 14 DIAGRAMA DE FLUJO CALVARIO
- ANEXO 15. FILOSOFÍA SISTEMA DE SEGURIDAD
- ANEXO 16 PLANO SEÑALÉTICA Y EXTINTORES CALVARIO.

I.1.2. Proyecto Electromecánico

Obras o instalaciones electromecánicas a ser instaladas

Con base en el Acuerdo suscrito entre NEOMEXICANA y Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V, la estación de descompresión está conformada por las siguientes obras o instalaciones: Unidad de descompresión (que incluye el tablero de control – sistema SCADA y el sistema de calentamiento), unidad o patín de medición, dos semirremolques con 12 cilindros cada uno, que contienen el gas natural comprimido y la red interna de tuberías. En la Ilustración 5. Disposición de obras en el predio se muestra la disposición de estas obras en el predio.

A continuación, se hace una descripción de estas instalaciones.

Unidad de Descompresión

La RCU 500 es un equipo industrial que reduce presión y controla el suministro de Gas Natural Comprimido a una dada presión ajustada en el equipo. El conjunto está compuesto por una RCU 500 (con 02 mesas de descarga integradas en el equipo), tablero de control y un skid con unidad de calentamiento y aire comprimido. Este conjunto forma un sistema modular para uso sin edificación. El equipo está construido en acero estructural (perfil y enchapado). Este equipo tiene las siguientes componentes:

Componente	Descripción
Sistema de seguridad:	El equipo posee dos sistemas de seguridad, siendo uno vía software que monitorea el equipo permanentemente e identifica cualquier desvío en el proceso. El otro sistema es un mecánico, compuesto por válvulas de alivio de presión en cada fase del sistema y en el punto de ingreso de gas en la RCU. El equipo también dispone de sensores de detección de fugas de gas.
Sistema de control (CLP):	El equipo posee un sistema de control a través de un controlador lógico programable (CLP). Este controlador lee toda la información de los instrumentos de toda la unidad de descompresión, tales como, temperatura y presión (agua y gas). Con la ayuda de este sistema, toda la operación de la estación de descompresión puede ser monitoreada y controlada mediante acceso remoto en internet, usando el sistema NEOsat.
Sistema de Calentamiento:	La RCU posee un sistema de calentamiento por intercambiador de calor del tipo de casco-tubo, usando agua como fluido de cambio. Su unidad de calentamiento hace el que el agua circule por los intercambiadores de calor. El combustible usado para el calentamiento es el propio GNC.
Sistema de Reducción de Presión:	La reducción de presión es hecha en dos fases, siendo una de alta y la otra de baja presión. Antes de cada reducción, el GNC es calentado para evitar el congelamiento de las válvulas. Tanto la primera como la segunda fase poseen una línea principal y otra de backup, la cual, tiene capacidad para proveer flujo nominal de la máquina. Esa línea es activada automáticamente caso de que suceda una falla de la línea principal.

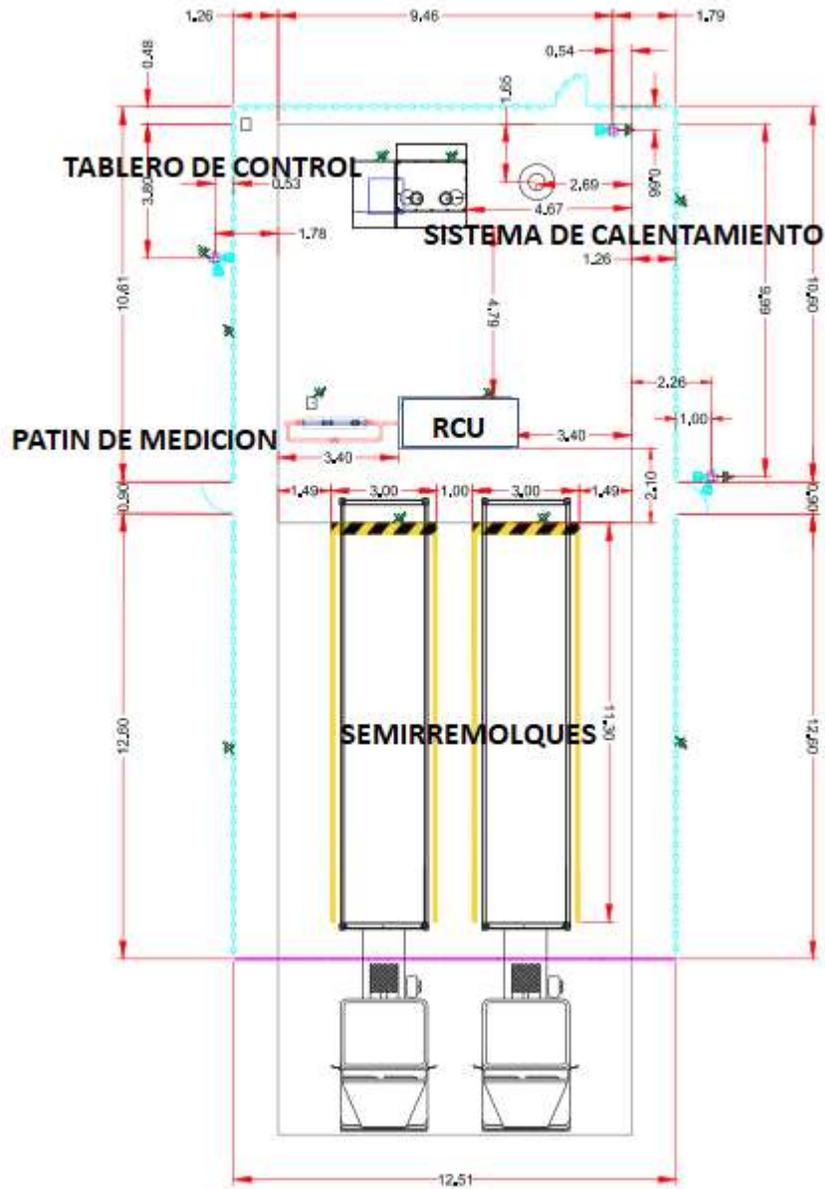


Ilustración 5. Disposición de obras en el predio

En las ilustraciones 6, 7 y 8 siguientes se muestran las dimensiones en milímetros de la Estación de Descompresión – tablero de control y sistema de calentamiento.

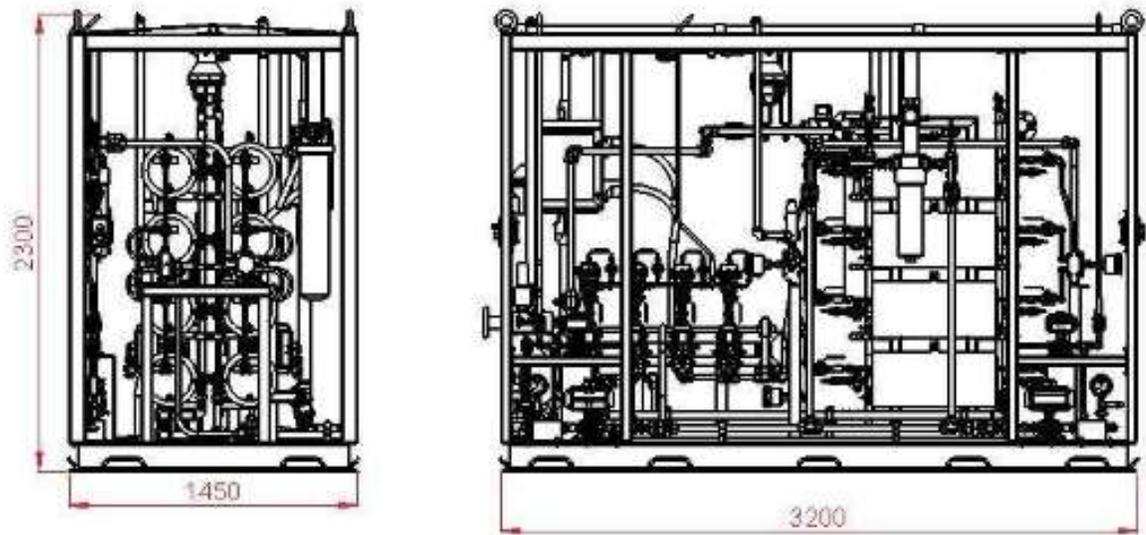


Ilustración 6. Estación de Descompresión RCU 500 (mm)

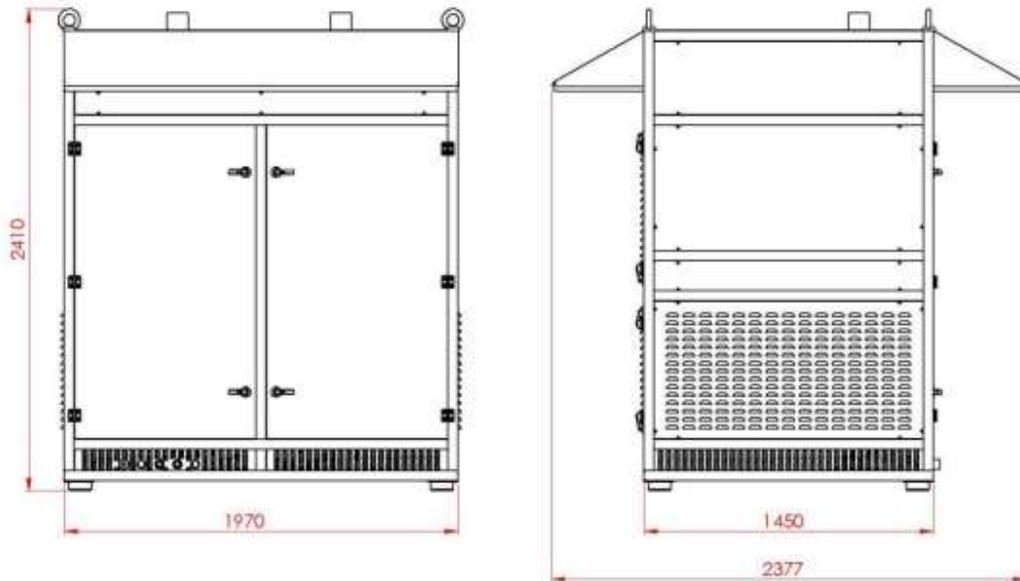


Ilustración 7- Sistema de Calentamiento (mm)

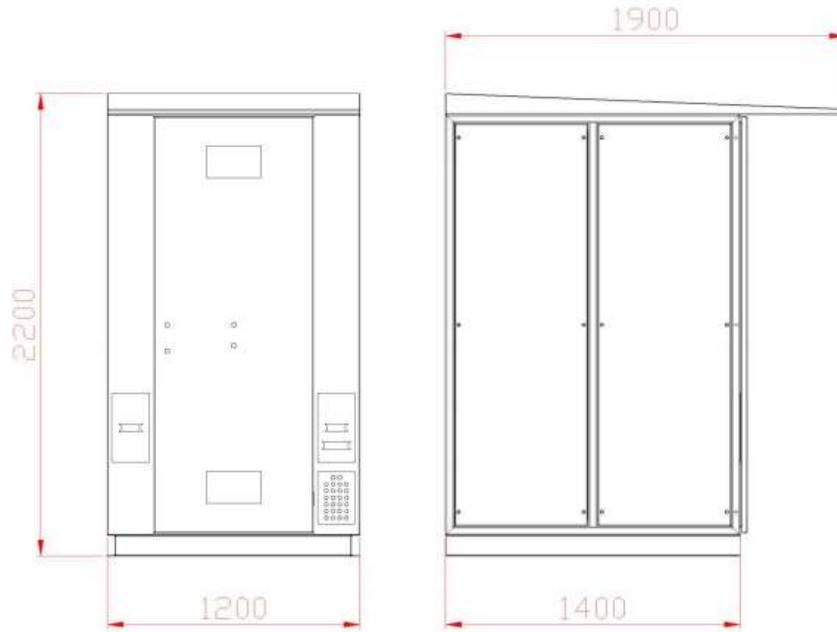


Ilustración 8. Tablero de Control (mm)

Las características operacionales de la estación de descompresión RCU 500 son las siguientes:

Flujo	500 m ³ /h *
Presión de entrada de GNC	250 – 15 bar
Presión de salida de GNC	4 bar
Fases de reducción de presión	2
Grado de filtración (coalescente y de partículas)	≤ 3 micras
Alimentación neumática	6 - 8 bar **
Consumo de aire máximo (por accionamiento)	21 litros
Alimentación eléctrica	220 VCA / 60 Hz / 1~
Consumo eléctrico	2,8 kWh ***
Peso RCU	1.800 Kg
Skid (unidad de calentamiento y compresores)	630 Kg
Tablero de control	630 Kg

* m³ @ 20oC y 1.0 atm.

** No es necesario suministro externo de aire comprimido.

*** Incluye el consumo eléctrico de los compresores de aire (considerando solo uno en operación).

Cilindros de suministro de gas.

Dispuestos sobre dos semirremolques, en cada semirremolque los cilindros están contenidos o soportados por una estructura (marco) de metal reforzado, que evita cualquier golpe. Cada cilindro tienen las siguientes características:

Descripción	Valor
Tipo de contenedor	LUXI 40" (industrial)
Numero de Cilindros por cada semirremolque	12
Material de fabricación	30CRMO1x (Cromo-Molibdeno)
Capacidad nominal de transporte (m3)	7500
Capacidad nominal de transporte (kg)	5,082

Volumen hidráulico total (litros)	27,840
Capacidad total del gas (m ³)	7,700
Presión de la Prueba Hidrostática	375 bar
Presión de Ajuste (PSV)	300 bar
Presión de trabajo	250 bar
Temperatura de trabajo (rango)	-40 ~ 65 °C

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se aprecia el arreglo de los cilindros dentro de la estructura portante, la cual es movilizada a través de un semirremolque.



Ilustración 9. Cilindros para el suministro de GNC

Patín de Medición

Es un dispositivo electrónico mediante el cual se realiza la medición del volumen de gas suministrado por Neomexicana a Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V. Este dispositivo se ubica dentro del tramo de red interna de tubería que hay en el predio. Sus características son las siguientes:

CONDICIONES DE OPERACIÓN		FIGURA DESCRIPTIVA	
Ciencia	APECSA		
Fluido	Gas natural		
Caudal M ³ /h	1.000		
Operando M ³ /h	500		
Qdón M ³ /h	100		
Pn Máx	10 bar		
Pn Min	4 bar		
Pst Máx	10 bar		
Pst Min	4 bar		
Temperatura del gas natural	0 - 50 °C		
P corte por alta	0.8 bar		
P corte por bajo	1 bar		
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES		
1	Filtro Sico ANSO 100. Los filtros tienen una eficiencia de 99.9% de eliminar en partículas sólidas mayores o iguales a 2 micras. Incluyen membrana diferencial.	50	
1	Monitor Modelo Tufema ANSO 100 transmisor de flujo frecuencia integrada de control momento en AC.	50	
1	Lote de válvulas esfera paso completo. Para entrada de la estación y salida.	50	
1	Válvula de corte Marcoflex Modelo SRC 702 ANSI 150.	50	
1	Electrocontrolador de flujo marca Eagle Research SARTLUM con las siguientes características: "Standard volume transmitter with manual Hoffman" "Analogical enclosure 1P + 12" (R) quick release flange" "External LCD with magnifying acrylic window pressure display" "Transducer de presión P100 (0-100) o (0-1000) psi" "Temperature probe with 1/2" NPT/1/4" Inconnel seal stainless fitting Integral 2.400 baud" "Válvula de comunicación RS 485 y módulo de comunicación marca MÓDULO con memoria de lectura externa, base de datos (1000), batería, Panel Solar, Control de pulsos, Tubing para sensores de presión."	50	
1	Bridas de entrada y salida de 2" AC.	50	
1	Soportes de tubería y de conector de flujo.	50	

Características

Aprobaciones metrológicas	De acuerdo a la directive 2004/22/CE Aprobación: DE-10-MI002-PTB001
Aprobaciones de seguridad	De acuerdo a la directive 94/9/CE Aprobación: LCIE 06 ATEX 6031 X
Rango de caudal	De 5 m ³ /h a 10000 m ³ /h, G65 a G6500
Diámetros nominales	De DN50 a DN400 mm (2 a 16")
Presión máxima de trabajo	Hasta 100 bar dependiendo del material el cuerpo y bridas
Montaje	Puede ser intalado vertical u horizontalmente desde DN50 a DN300, y horizontalmente para DN400
Material del cuerpo	Fundición dúctil, fundición de acero o acero soldado De acuerdo a la directive 97/23/EC
Rango de temperatura	PED: -30°C a +60°C MID: -25°C a +55°C Temperatura almacenamiento: -40°C a +70°C

Instalación de la Estación de Descompresión

Para la Instalación de la Estación de Descompresión, NEOMEXICANA realizará entre otras, algunas de las siguientes obras, las cuales tendrán una duración aproximada de 40 días, que incluyen cronológicamente las siguientes:

Envío, descarga y fijación de Estación de Descompresión:

- El Envío al predio de la Estación de Descompresión RCU 500 y todos sus accesorios (sistema de calentamiento y tablero de control) desde las instalaciones de NEOMEXICANA en San Miguel Xoxtla, Puebla.
- Con el uso de una grúa de 10 ton se procederá a la descarga de la Estación de Descompresión RCU 500 y todos sus accesorios. La Estación de Descompresión será fijada al concreto mediante tornillos de $\varnothing \frac{1}{4}'' \times 4''$. Una vez fijada al concreto se procederá a su conexión a tierra. Por su parte, el tablero de control y el sistema de calentamiento serán anclados y fijados a la losa de concreto usando tonillos tipo parabolt de $\varnothing \frac{3}{8}'' \times 3''$. Una vez anclados deben ser conectados a tierra.

Obras Electromecánicas:

La OBRA ELECTROMECAÁNICA es la instalación, fijación y conexión de los equipos de Neomexicana los cuales consta de RCU 500, Módulo de Calentamiento con tablero integrado y Patín de Medición, así como la interconexión de calentamiento de agua y gas a la RCU, la interconexión de tablero a RCU eléctrica y neumática y la interconexión del patín de medición al tablero para envío de datos.

- Conexión del sistema de agua de calentamiento con la Estación de Descompresión:
 - Una vez que todos los componentes de la Estación de Descompresión estén fijados en sus posiciones se procederá a realizar la conexión del sistema de agua de calentamiento con la Estación de Descompresión. La tubería se conectará en la parte posterior de la RCU y la parte frontal del Módulo de Calentamiento. Para ellos deben tomarse en cuenta lo siguiente:
 - La conexión se realizará mediante 2 tubos de acero al carbono galvanizado $\varnothing 1''$ cedula 80 de acuerdo con ASME B31.3.
 - Extremos con rosca NPT de acuerdo con ASME B 1.20.1. $\varnothing 1''$
 - La longitud de cada tubería es de aproximadamente 6.00 metros, sobre soporte Unicanal. Los extremos de la tubería deberán estar separadas a 50 cm de la RCU y del Módulo de Calentamiento para posteriormente conectar con tubería Flexible que soporte temperaturas iguales o superiores a 100°C.
 - En los extremos de la tubería deberá ser soldada una espiga para conexión con manguera flexible.
 - La tubería será revestida para aislamiento térmico en Polietileno expandido para temperatura de 100°C, montado en toda la longitud de la tubería de agua con la ayuda de abrazadera de nylon PA66 $\varnothing 1''$ No se permite aislante mineral.
 - Material de las conexiones de acuerdo con ASTM A197M en hierro negro maleable galvanizado roscado NPT de acuerdo con ASME B 1.20.1 cedula 40.
- Conexión de tubería de gas del sistema de calentamiento con la Estación de Descompresión:
 - Esta tubería se conectará en la parte posterior de la RCU y la parte frontal del Módulo de Calentamiento, tomando en cuenta las siguientes consideraciones técnicas:
 - Se realizará mediante un 1 tubo de acero carbono de $\varnothing 1''$, API 5L Gr. B cedula 80 de acuerdo con ASME B31.3.
 - Extremos con rosca NPT de acuerdo con ASME B 1.20.1. $\varnothing 1''$ La tubería debe cumplir con la NOM-002-SECRE-2010.
 - La longitud del tubo es aproximadamente de 6.00 metros instalado sobre soporte Unicanal. Los extremos de la tubería deberán estar separados a 50 cm de la RCU y del Módulo de Calentamiento para posteriormente conectar con tubería Flexible.

- El Material de las conexiones de acuerdo con ASTM A197M en hierro negro maleable galvanizado roscado NPT de acuerdo con ASME B 1.20.1 SCHEDULE 40.
- c. Instalación de conduit para mangueras neumáticas:
 - Conduit de Ø2" de para protección de las mangueras neumáticas, que conectan la estación de descompresión con el tablero de control.
 - La longitud del conduit es aproximadamente de 6.00 metros, este debe quedar a 30 cm de la RCU y del Módulo de Calentamiento.
- d. Conexión eléctrica:
 - El ducto de conexiones eléctricas se encuentra enterrado, el trabajo fue realizado previamente en la obra civil eléctrica para la adecuación del predio por Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V
 - La tubería enterrada sobresale a 30 cm aproximadamente de la RCU para posteriormente conectarse con tubería flexible metálica a prueba de explosión.
 - Tubo metálico flexible a prueba de explosión de acuerdo con la norma NOM-001-SEDE-2012.
 - Debe considerarse el cable necesario para realizar la interconexión desde el tablero de control hasta la RCU.
 - En la Ilustración 10. Detalles de las conexiones electromecánicas de la Estación de Descompresión se presentan detalles de las conexiones requeridas (Ver ANEXO 12. PLANO OBRA ELECTROMECHANICA CALVARIO)

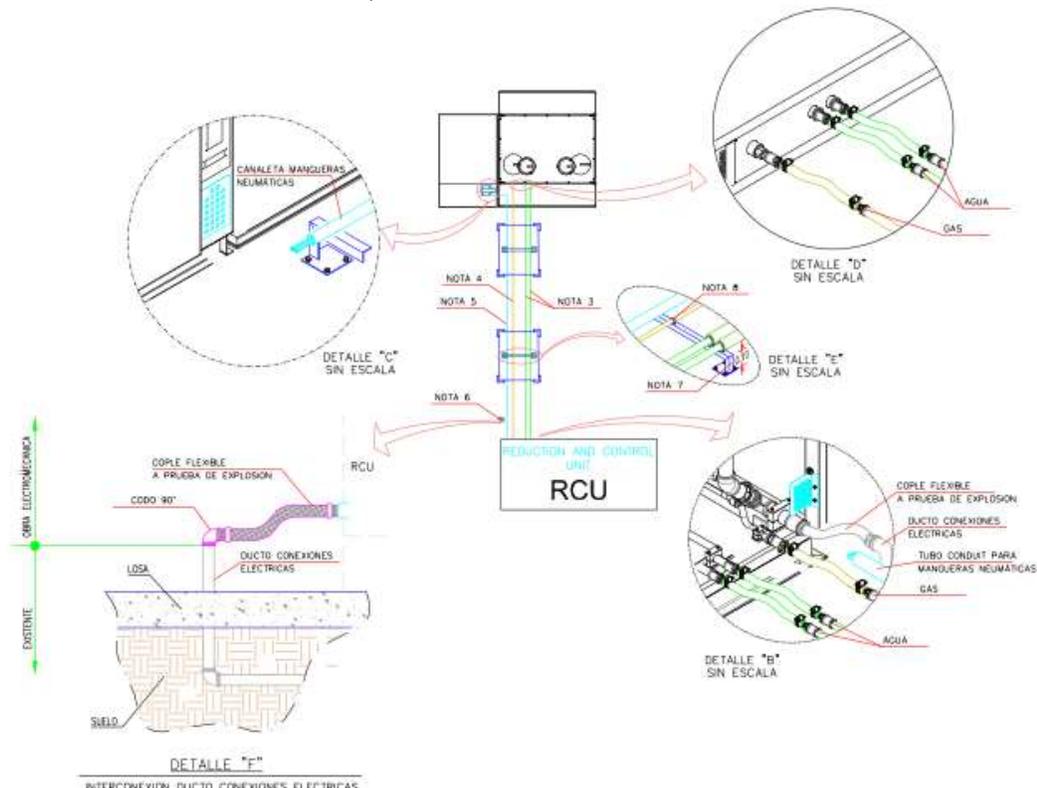


Ilustración 10. Detalles de las conexiones electromecánicas de la Estación de Descompresión

- Instalación de soportes para tubería:
 - o Instalación de soportes Unicanal para la tubería de agua, gas, conduit para mangueras neumáticas y conexiones eléctricas.

- La distancia entre soportes no debe exceder 2.4 metros, esto de acuerdo a la NOM-002-SECRE-2010.
- Debe ser pintado de color AZUL RAL 5005
- La altura máxima del nivel de piso terminado al lomo superior de la tubería incluyendo el revestimiento térmico, no debe exceder los 18cm para poder colocar sobre los soportes el paso de gato.
- Instalación de pasos de gato:
 - Construcción e instalación de Paso de Gato para protección de la tubería.
 - La altura máxima o peralte del paso de Gato no debe de exceder los 23cm del nivel de piso terminado a la parte superior de la protección. por lo que se debe de considerar la altura del soporte para la tubería y la tubería que se debe instalar con el revestimiento térmico, esto de acuerdo a la NOM-001-STPS- 2008.
 - Debe ser pintado de color Amarillo Tráfico.
- Suministro de sistema de respaldo UPS:
 - Suministro de sistema de respaldo UPS con capacidad de 1 KVA a 127V.
- Pintura:
 - Suministro y mano de obra para pintura Amarillo Trafico de topellantas, carriles de contenedor, delimitación de equipos, estación de medición y pase de gato de acuerdo a plano de detalle.
- Suministro de agua suavizada o desmineralizada:
 - Suministro de agua suavizada con anticorrosivo y etil glicol mediante un tanque de 500 litros

Salvaguardas de la Estación de Descompresión

La estación de descompresión y medición se ensambla en un patín y se encuentra alojada dentro de un gabinete de acero al carbón recubierto con pintura epóxica, por su resistencia al agua, a la intemperie y a los contaminantes químicos, está se usa como sistema de protección de larga duración.

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

En la entrada de la estación se cuenta con válvulas solenoides (SV) que bloquearán la entrada de gas, cuando se accione las botoneras de paro por emergencia y/o por alta concentración de gas en el ambiente circundante.

En las etapas de regulación se cuenta con protecciones redundantes lo que significa que si ocurre una sobrepresión en primer lugar se abrirá la válvula de alivio de presión (PSV), después se disparará el corte por sobrepresión o baja presión (ANV) sólo en la línea donde presente el problema. La segunda etapa de regulación también está equipada con válvulas de corte y válvula de alivio de presión y se activan de manera similar, que en la primera etapa.

Adicionalmente se cuenta con una válvula de alivio a la entrada de la estación con el objetivo de proteger el sistema de una sobrepresión en caso de incendio o incremento de presión por una temperatura excesivamente alta del gas.

A continuación, se listan todas las salvaguardas que dispone la estación de descompresión:

- 2 - Válvulas solenoides en la entrada de gas
- 2 - Reguladores de presión primera etapa.
- 2 - Válvulas de corte por alta presión primera etapa
- 2 - Válvulas de corte por baja presión primera etapa.
- 2 - Reguladores de presión segunda etapa.
- 2 - Válvulas de corte por alta presión segunda etapa
- 2 - Válvulas de corte por baja presión segunda etapa
- 3 - Válvulas de seguridad o alivio de descarga lateral.
- 2 - Transmisores de nivel de explosividad (LEL) Infrarrojos.
- 3 - Botoneras de paro por emergencia.

Por otra parte, todo el sistema es controlado y monitoreado de manera automática (CLP - SCADA). En algunos puntos estratégicos, la central lógica, lee informaciones de temperatura, presión, del gas y del agua, y también la temperatura local. La información más importante es la temperatura de salida del gas de la RCU, la cual debe ser de 20 °C. Otro elemento que es parte del sistema de seguridad, es el sensor de gas, que se activa si la concentración de gas es superior al límite especificado.

I.1.3. Proyecto sistema contra-incendio

El sistema contra incendio contará con los siguientes dispositivos:

- 3 botoneras de paro de emergencia a prueba de explosión ubicadas en la RCU (2) y tablero de control (1).
- 3 extintores de PQS triclase ABC de 12 Kg ubicados en la RCU y tablero de control.
- 3 extintores de PQS triclase ABC de 75 kg ubicados cerca de la RCU y alrededor de los semirremolques.
- 2 extintores de CO₂ de 6 kg ubicados en la RCU – tablero de control – sistema de calentamiento.
- Cuatro sondas de detección de gas (dos en las mesas de descarga, una en el sistema de calentamiento y otra en el cuerpo medio de la RCU)

El sistema de protección contra incendio fue diseñado con base a los requisitos de la norma NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad – Prevención y protección contra Incendio en los centros de trabajo, y los señalamientos de seguridad serán en cumplimiento con los requisitos de la norma NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

Se anexa en Plano de localización del sistema contra-incendios, señalando la ubicación de todos los componentes del sistema dentro del arreglo general de la planta ANEXO 16 PLANO SEÑALÉTICA Y EXTINTORES CALVARIO.

I.2. Descripción Detallada del Proceso

La estación de descompresión RCU 500 realiza el proceso de descompresión del GNC en dos etapas; en una primera etapa la presión del gas se reduce desde los 250 bar hasta 55 – 60 bar mientras que en la segunda etapa la presión es reducida desde 55 – 60 bar hasta 4 – 10 bar. En la Ilustración 11, Diagrama operacional de la estación de descompresión. se muestra un diagrama operacional general de la estación de descompresión.

Primera Etapa de Descompresión

Los contenedores o cilindros que contiene el GNC son conectados a la Estación de Descompresión RCU 500 por medio de mangueras flexibles de 1 pulgada de diámetro de 6 a 9 m de longitud. Dentro de la estación se contará con dos mesas de descarga una en operación y otra en stand by, por tanto, la estación solo dispondrá de un semirremolque descargando y el segundo en espera, pero conectado a la mesa de descarga.

Para iniciar el proceso la presión debe estar a un máximo de hasta 250 bar y un mínimo de 55 a 60 bar. Cuando la presión de un contenedor está abajo de 55 a 60 bar, el sistema realiza los siguientes cambios de manera automática:

- Cambia para el otro contenedor conectado a la mesa de descarga que está en stand by;
- o
- Realiza un By Pass y transfiere automáticamente el gas a la segunda etapa de descompresión.

De esta manera, el suministro de gas nunca es interrumpido. Si sólo hay un contenedor conectado, el sistema sólo abrirá su respectiva mesa de descompresión.

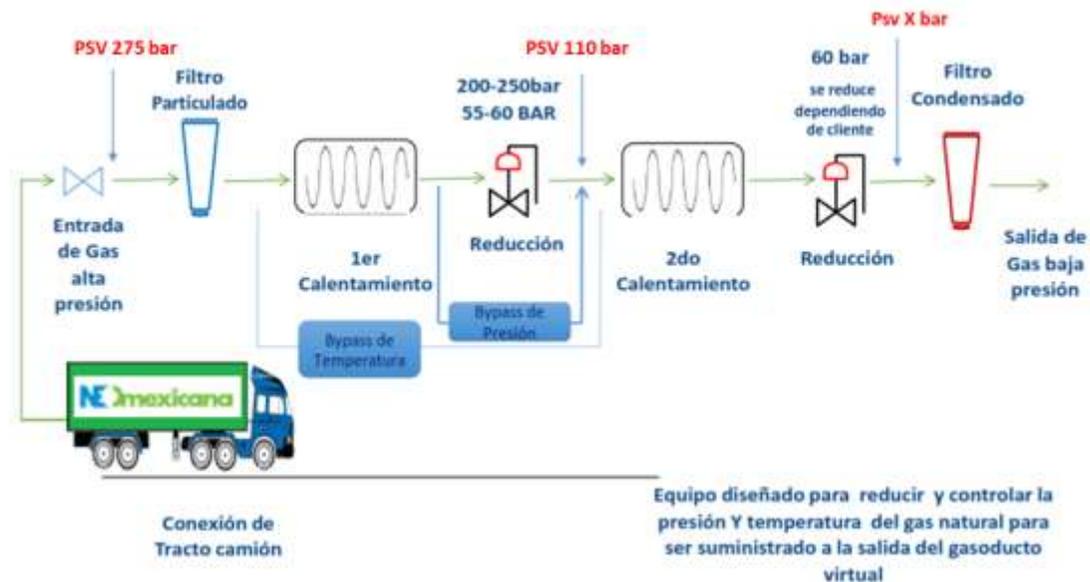


Ilustración 11, Diagrama operacional de la estación de descompresión.

Por otra parte, La entrada de gas a la estación cuenta con válvulas solenoides (SV-01/02) las cuales cortan el flujo de los contenedores si son activadas las botoneras de paro por emergencia y/o

los transmisores que detectan alta concentración de gas en el ambiente circundante, debido a alguna fuga en la conexión de los contenedores.

Posteriormente se cuenta con una válvula de alivio PSV 01, con una presión ajustable a 275 bar, con el objetivo de proteger el sistema de una sobrepresión.

Después de la mesa de descarga, el gas pasa por el filtro interno a la estación donde las partículas sólidas son separadas.

La primera etapa de regulación cuenta con línea redundante. Cada línea de regulación consta de una válvula reguladora (RV-01/02) y dos válvulas de corte (una por alta presión y una por baja presión ANV). Estas válvulas estarán precediendo a los reguladores de presión, contará con doble actuador neumático (equipada con indicador de estado operativo de la válvula y botón de seguridad de cierre rápido).

En la Ilustración 12. Diagrama de los sistemas de seguridad operacional se presenta un diagrama de los sistemas de seguridad operacional que dispone la Estación de Descompresión.

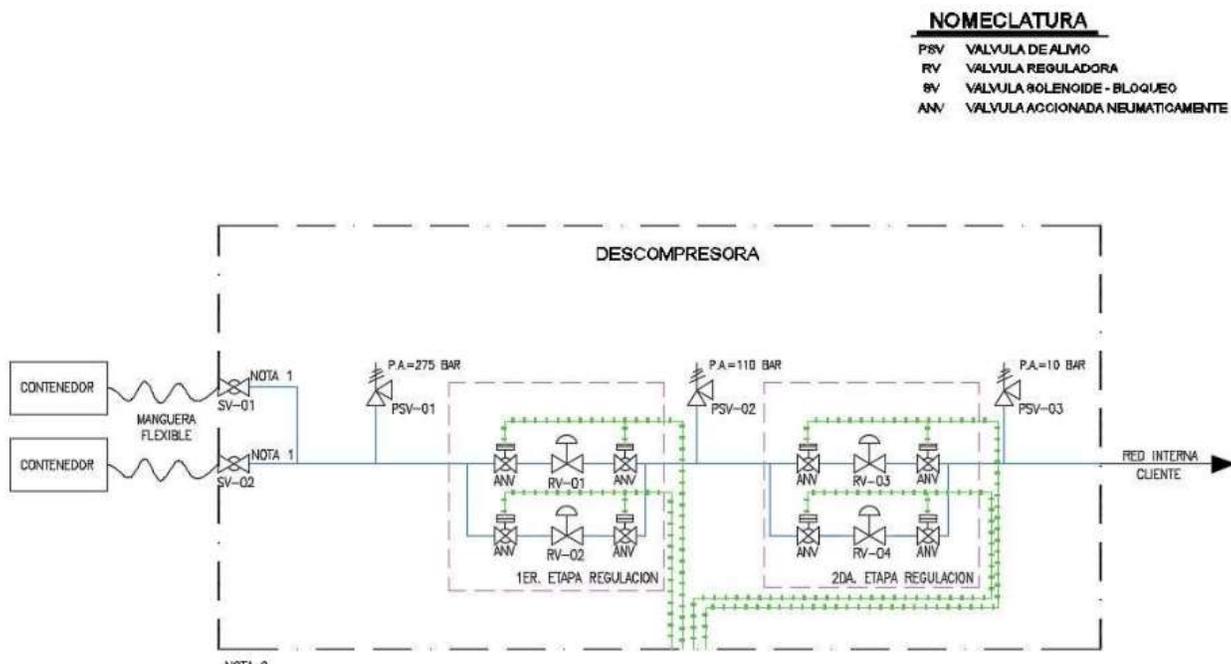


Ilustración 12. Diagrama de los sistemas de seguridad operacional

Cuando el descenso de presión ocurre (tanto en la primera como en la segunda etapa de reducción), la temperatura del gas cae debido al efecto *Joule-Thompson*. Para compensar este efecto y mantener la temperatura requerida del gas en la salida del sistema de descompresión, la RCU posee un sistema de calentamiento de gas. Este sistema consiste en un calentador que calienta a agua y a través de un sistema de bombas, facilita la circulación del agua caliente por intercambiadores de calor situados dentro de la RCU. En los intercambiadores de calor ocurre el cambio de calor entre el agua caliente y el gas.

Segunda etapa de descompresión

En la salida de la primera etapa de regulación se encuentra ubicada la válvula de alivio PSV-02, con una presión de ajuste de 110 bar, para proteger el sistema en caso de sobrepresiones en la línea. Igual que en la primera etapa de descompresión, el sistema dispone de línea redundante. Cada línea de regulación consta de una válvula reguladora (RV-03/04) y dos válvulas de corte (una por alta presión y una por baja presión ANV). Estas válvulas estarán precediendo a los reguladores de presión, contará con doble actuador neumático (equipada con indicador de estado operativo de la válvula y botón de seguridad de cierre rápido).

En la salida de la segunda etapa de regulación se encuentra ubicada la válvula de alivio PSV-03, con una presión de ajuste de 10 bar. Para proteger el sistema en caso de sobrepresiones en la línea. Posteriormente se conecta la salida de la RCU a la red interna de Gas que transfiere el gas al patín de medición.

I.2.1. Hojas de seguridad.

La instalación a evaluar tiene por objetivo la distribución de Gas Natural bajo las siguientes especificaciones de flujo y presión.

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)*	No. CAS**	Densidad (g/cm ³)	Flujo (m ³ /h)	Longitud de tubería (m)	Diámetro de tubería (pulg)	Presión de operación máxima (bar)	Espesor (mm)	Descripción de la trayectoria
Gas Natural (Metano)	74-82-8	0.15849	365	6	2	250	6.35	N-S
Etil-mercaptano .0017-.0028 %	75-08-1							



GAS Y PETROQUIMICA BASICA
Av. Marina Nacional No 329, Col.
Huasteca

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PARA SUSTANCIAS QUÍMICAS

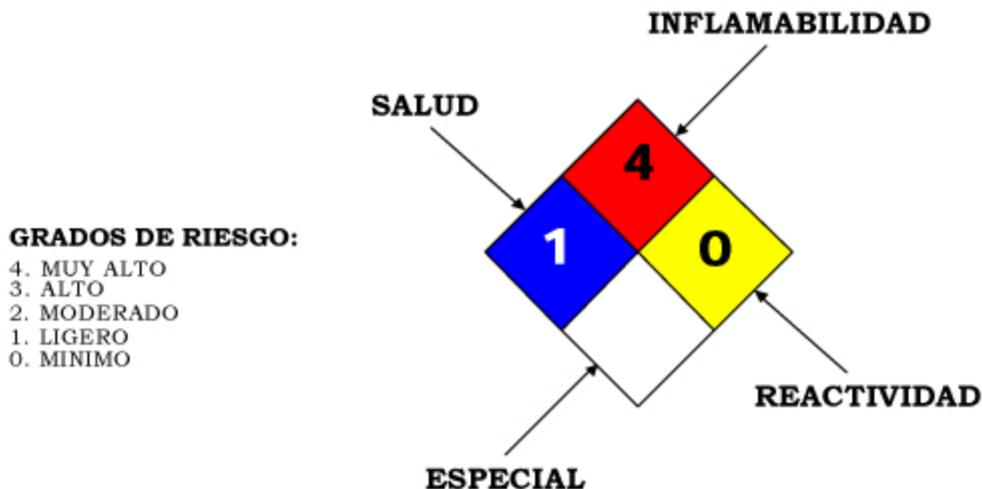
GAS NATURAL

Números de identificación ONU: 1971 y 1972

TELÉFONOS DE EMERGENCIA (LAS 24 HORAS):

PEMEX	SETIQ ¹	CENACOM ²
Centro de Control del Sistema Nacional de Ductos: 01-800-012 2900	D. F. y Área Metropolitana 55-59-1588 En la República Mexicana 01-800-00-21400	D. F. y Área Metropolitana 55-50-1496, 55-50-1485 55-50-1552 y 55-50-4885 En la República Mexicana 01-800-00-41300

Rombo de Clasificación de Riesgos NFPA-704³



1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO

Hoja de Datos de Seguridad para Sustancias Químicas No: HDSSQ-001
Nombre del Producto: Gas Natural
Nombre Químico: Metano
Familia Química: Hidrocarburos del Petróleo
Fórmula Molecular: Mezcla (CH₄ + C₂H₆ + C₃H₈)

¹ Sistema de Emergencia de Transporte para la Industria Química.

² Centro Nacional de Comunicaciones; dependiente de la Coordinación General de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación.

³ NFPA = National Fire Protection Association, USA.

Sinónimos

Gas natural licuado, gas natural comprimido, gas de los pantanos, grisú, hidruro de metilo, Liquefied Natural Gas (LNG)

2. COMPOSICION E INFORMACION DE LOS COMPONENTES

MATERIAL	%	Número CAS (Chemical Abstracts Service)	LEP (Límite de Exposición Permissible)
Gas Natural (Metano)	88	74-82-8	Asfixiante Simple
Etano	9		
Propano	3		
Etil Mercaptano	17-28 ppm		Odorífico

El CAS del Etil Mercaptano es 75-08-01 y el ACGIH TLV: 0.5 ppm

3. IDENTIFICACION DE RIESGOS

HR: 3 = (HR = Clasificación de Riesgo, 1 = Bajo, 2 = Mediano, 3 = Alto).

El gas natural es más ligero que el aire (su densidad relativa es 0.61, aire = 1.0) y a pesar de sus altos niveles de inflamabilidad y explosividad las fugas o emisiones se disipan rápidamente en las capas superiores de la atmósfera, dificultando la formación de mezclas explosivas en el aire. Esta característica permite su preferencia y explica su uso cada vez más generalizado en instalaciones domésticas e industriales y como carburante en motores de combustión interna. Presenta además ventajas ecológicas ya que al quemarse produce bajos índices de contaminación, en comparación con otros combustibles.

SITUACION DE EMERGENCIA

Gas altamente inflamable. Deberá mantenerse alejado de fuentes de ignición, chispas, flama y calor. Las conexiones eléctricas domésticas o carentes de clasificación son las fuentes de ignición más comunes.

Debe manejarse a la intemperie ó en sitios abiertos a la atmósfera para conseguir la inmediata disipación de posibles fugas. Se deberá evitar el manejo del gas natural en espacios confinados ya que desplaza al oxígeno disponible para respirar. Su olor característico, por el odorífico utilizado, puede advertirnos de la presencia de gas en el ambiente; sin embargo, el sentido del olfato se perturba, a tal grado, que es incapaz de alertarnos cuando existan concentraciones potencialmente peligrosas.

EFFECTOS POTENCIALES PARA LA SALUD

El gas natural no tiene color, sabor, ni olor, por lo que es necesario administrar un odorífico para advertir su presencia en caso de fuga.

4. PRIMEROS AUXILIOS

Ojos: El gas natural licuado puede salpicar a los ojos provocando un severo congelamiento del tejido, irritación, dolor y lagrimeo. Aplique, con mucho cuidado, agua tibia en el ojo afectado. Solicite atención médica. Deberá manejarse con precaución el gas natural cuando esta comprimido ya que una fuga provocaría lesiones por la presión contenida en los cilindros.

Piel: Al salpicar el gas natural licuado sobre la piel provoca quemaduras por frío, similares al congelamiento. Mojar el área afectada con agua tibia o irrigar con agua corriente. No use agua caliente. Quítese los zapatos o la ropa y impregnada. Solicite atención médica.

Inhalación: No deberá exponerse a altas concentraciones de gas, en caso de lesionados, aléjelos del área contaminada para que respiren aire fresco. Si la víctima no respira, inicie de inmediato resucitación cardiopulmonar. Si presenta dificultad para respirar, adminístrese oxígeno medicinal (solo personal calificado) Solicite atención médica inmediata. El gas natural es un asfixiante simple, que al mezclarse con el aire ambiente, desplaza al oxígeno y entonces se respira un aire deficiente en oxígeno. Los efectos de exposición prolongada pueden incluir dificultad para respirar, mareos, posibles náuseas y eventual inconsciencia.

Ingestión: La ingestión de este producto no es un riesgo normal

5. PELIGROS DE EXPLOSION E INCENDIO

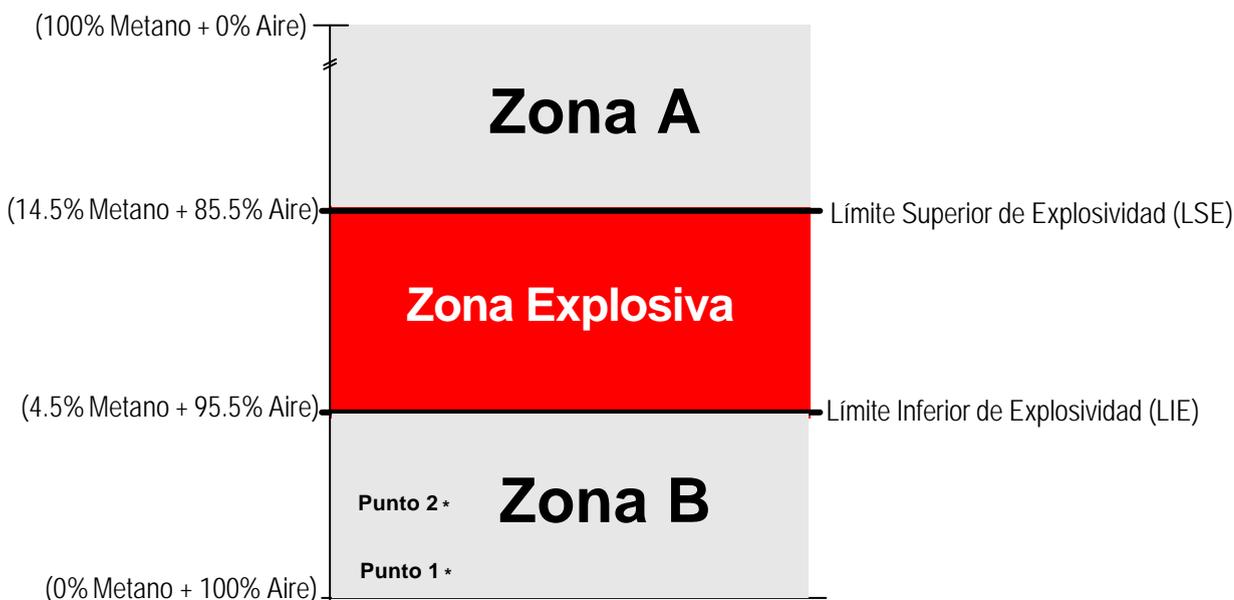
Punto de Flash	- 222.0 °C
Temperatura de Auto ignición	650.0°C
Límites de Explosividad:	
<i>Inferior</i>	4.5 %
<i>Superior</i>	14.5 %

Punto de Flash: Una sustancia con punto de flash de 38 °C o menor se considera peligrosa; entre 38 °C y 93 °C, moderadamente inflamable; mayor a 93 °C la inflamabilidad es baja (combustible). El punto de flash del gas natural (- 222.0 °C) lo hace un compuesto

Mezcla de

- **Aire +**
- **Gas Natural**

Zonas A y B: En condiciones ideales de homogeneidad, las mezclas de aire con menos de 4.5% y más de 14.5% de gas natural no explotarán, aún en presencia de una fuente de ignición, sin embargo, en condiciones prácticas, deberá desconfiarse de las mezclas cuyos contenidos se acerquen a la zona explosiva. En la Zona Explosiva solo se necesita una fuente de ignición para desencadenar un incendio o explosión.



Calibración de las alarmas en los detectores de mezclas explosivas:

Punto 1 = 20% del LIE.- Alarma visual y audible de presencia de gas en el ambiente.

Punto 2 = 60% del LIE.- Se deberán ejecutar acciones de bloqueo de válvulas, disparo de motores, etc., antes de llegar a la Zona Explosiva.

Zona Explosiva. Las mezclas del gas natural con aire en concentraciones entre 4.5 % y 14.5 % son explosivas, solo hará falta una fuente de ignición para que se desencadene una violenta explosión.

Extinción de Incendios: Polvo químico seco (púrpura K = bicarbonato de potasio, bicarbonato de sodio, fosfato monoamónico) bióxido de carbono y aspersión de agua para las áreas afectadas por el calor o circundantes. Apague el fuego bloqueando la fuente de fuga.

Instrucciones Especiales para el Combate de Incendios:

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

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

Algunas recomendaciones para evitar este supuesto escenario son:

- ◆ El gas natural o metano es más ligero que el aire y por lo tanto, las fugas ascenderán rápidamente a las capas superiores de la atmósfera, disipándose en el aire. Las techumbres deberán tener preventivamente venteos para desalojar las nubes de gas, de lo contrario, lo atraparán riesgosamente en las partes altas.
- ◆ Verificar anticipadamente por medio de pruebas y Auditorías que la integridad mecánica-eléctrica de las instalaciones está en óptimas condiciones (diseño, construcción y mantenimiento):
 - Especificaciones de tubería (válvulas, conexiones, accesorios, etc.) y prácticas internacionales de ingeniería.
 - Detectores de mezclas explosivas, calor y humo con alarmas audibles y visuales.
 - Válvulas de operación remota para aislar grandes inventarios, entradas, salidas, etc., en prevención a posibles fugas, con actuadores local y remoto en un refugio confiable.
 - Redes de agua contra incendio permanentemente presionadas, con sistemas disponibles de aspersión, hidrantes y monitores, con revisiones y pruebas frecuentes.
 - Extintores portátiles.
- ◆ El personal de operación, mantenimiento, seguridad y contra incendio deberá estar capacitado, adiestrado y equipado para cuidar, manejar, reparar, y atacar incendios o emergencias, que deberá demostrarse a través de simulacros operacionales (falla eléctrica, falla de aire de instrumentos, falla de agua de enfriamiento, rotura de ducto de transporte, etc.) y contra incendio.

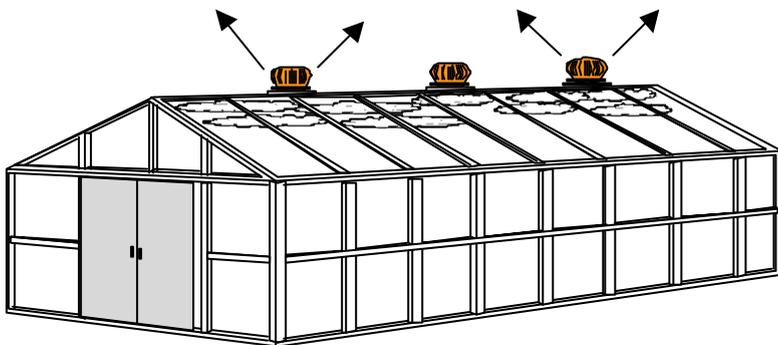
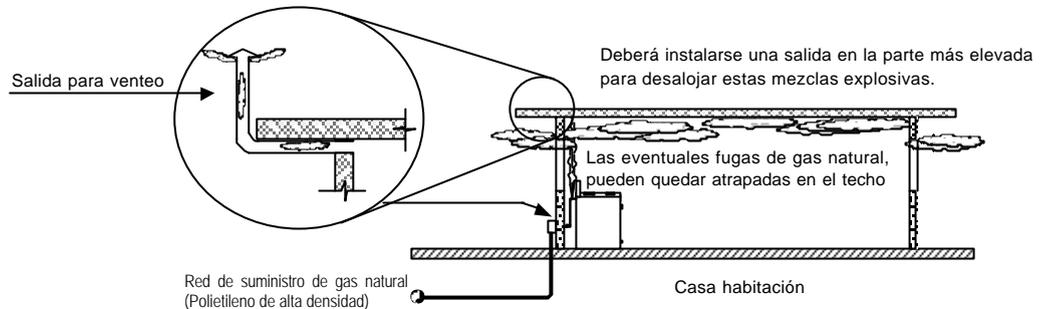
b) Incendio de una fuga de gas natural:

- ◆ Active el Plan de Emergencia según la magnitud del evento.
- ◆ Aún sin incendio, asegúrese que el personal utilice el equipo de protección para combate de incendios.
- ◆ Bloquee las válvulas que alimentan la fuga y proceda con los movimientos operacionales de ataque a la emergencia mientras enfría con agua las superficies expuestas al calor, ya que el fuego, incidiendo sobre tuberías y equipos provoca daños catastróficos.

Peligro de Incendio y Explosión: El gas natural y las mezclas de éste con el aire ascenderán rápidamente a las capas superiores de la atmósfera; en ciertas concentraciones son explosivas. En una casa, habitación, o techumbre industrial, una fuga de gas natural asciende hacia el techo, y si ésta no tiene salida por la parte más alta, se quedará atrapada como se muestra en los dibujos (abajo), parte del gas sale por las ventanas y

puertas hacia la atmósfera exterior, y otra parte se queda "atrapada" en la parte inferior del techo y en el momento en que

se produzca alguna chispa (al energizar algún extractor, ventilador o el alumbrado) se producirá una violenta explosión.



Considerar para las naves industriales, los almacenes y las bodegas los extractores de tiro natural.

En caso de fuga, el gas natural saldrá por las partes más altas de las techumbres.

6. RESPUESTA EN CASO DE FUGA

Fuga en Espacios Abiertos: Proceda a bloquear las válvulas que alimentan la fuga. El gas natural se disipará fácilmente. Tenga presente la dirección del viento.

Fuga en Espacios Cerrados: Elimine precavidamente fuentes de ignición y prevenga venteos para expulsar las probables fugas que pudieran quedar atrapadas.

7. PRECAUCIONES PARA EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Todo sistema donde se maneje gas natural debe construirse y mantenerse de acuerdo a especificaciones que aseguren la integridad mecánica y protección de daños físicos. En caso de fugas en un lugar confinado, el riesgo de incendio o explosión es muy alto.

Precauciones en el Manejo: Evite respirar altas concentraciones de gas natural. Procure la máxima ventilación para mantener las concentraciones de exposición por debajo de los límites recomendados. Nunca busque fugas con flama o cerillos. Utilice agua jabonosa o un detector electrónico de fugas.

8. CONTROLES CONTRA EXPOSICION Y PROTECCION PERSONAL

Controles de Ingeniería: Utilice sistemas de ventilación natural en áreas confinadas, donde existan posibilidades de que se acumulen mezclas inflamables. Observe las normas eléctricas aplicables para este tipo de instalaciones (NFPA-70, "Código Eléctrico Nacional").

Equipo de Protección Personal: Es obligatorio el uso del uniforme de trabajo durante toda la jornada:

- Casco; para la protección de la cabeza contra impactos, penetración, shock eléctrico y quemaduras.
- Lentes de seguridad; para protección frontal, lateral y superior de los ojos.
- Ropa de trabajo: Camisola manga larga y pantalón o coverall de algodón 100 % y guantes de cuero.
- Botas industriales de cuero con casquillo de protección y suela anti-derrapante a prueba de aceite y químicos.

Evite el contacto de la piel con metano en fase líquida ya que se provocarán quemaduras por congelamiento.

Protección Respiratoria: Utilizar líneas de aire comprimido con mascarilla, o aparatos auto contenidos para respiración (SCBA) ya que una mezcla aire + metano es deficiente en oxígeno y asfixiante para respirarlo. La mezcla puede ser explosiva, requiriéndose aquí, precauciones extremas, ya que al encuentra una fuente de ignición, explotará.

9. PROPIEDADES FISICAS / QUIMICAS

Fórmula Molecular	Mezcla (CH ₄ + C ₂ H ₆ + C ₃ H ₈)
Peso Molecular	18.2
Temperatura de Ebullición @ 1 atmósfera	- 160.0 °C
Temperatura de Fusión	- 182.0 °C
Densidad de los Vapores (Aire = 1) @ 15.5 °C	0.61 (Más ligero que el aire)
Densidad del Líquido (Agua = 1) @ 0°/4 °C	0.554
Relación de Expansión	1 litro de líquido se convierte en 600 litros de gas
Solubilidad en Agua @ 20 °C	Ligeramente soluble (de 0.1 @ 1.0%)
Apariencia y Color	Gas incoloro, insípido y con ligero olor a huevos podridos (por la adición de mercaptanos para detectar su presencia en caso de fugas de acuerdo a Norma Pemex No 07.3.13 ⁴)

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad Química: Estable en condiciones normales de almacenamiento y manejo.

Condiciones a Evitar: Manténgalo alejado de fuentes de ignición y calor intenso ya que tiene un gran potencial de inflamabilidad, así como de oxidantes fuertes con los cuales reacciona violentamente (pentafluoruro de bromo, trifluoruro de cloro, cloro, flúor, heptafluoruro de yodo, tetrafluoroborato de dioxigenil, oxígeno líquido, ClO₂, NF₃, OF₂).

Productos Peligrosos de Descomposición: Los gases o humos que produce su combustión son: bióxido de carbono y monóxido de carbono (gas tóxico).

Peligros de Polimerización: No polimeriza.

11. INFORMACION TOXICOLOGICA

El gas natural es un asfixiante simple que no tiene propiedades peligrosas inherentes, ni presenta efectos tóxicos específicos, pero actúa como excluyente del oxígeno para los pulmones. El efecto de los gases asfixiantes simples es proporcional al grado en que disminuye el oxígeno en el aire que se respira. En altas concentraciones pueden producir asfixia.

12. INFORMACION ECOLOGICA

El gas natural es un combustible limpio, los gases producto de la combustión, tienen escasos efectos adversos en la atmósfera. Sin embargo, las fugas de metano están consideradas dentro del grupo de Gases de Efecto Invernadero, causantes del fenómeno de calentamiento global de la atmósfera (con un potencial 21 veces mayor que el CO₂). El gas natural no contiene ingredientes que destruyen la capa de ozono. Su combustión es más eficiente y limpia por lo que se considera un combustible ecológico que responde satisfactoriamente a los requerimientos del INE, SEMARNAP y la Secretaría de Energía, así como a la normatividad que entró en vigor a partir de 1998.

13. DISPOSICION DE LOS RESIDUOS

El gas natural no deja residuos.

4 "Requisitos Mínimos de Seguridad para el Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento e Inspección de Tuberías de Transporte".

14. INFORMACION SOBRE SU TRANSPORTACION

Nombre Comercial	Gas Natural
Identificación *DOT	1971 y 1972 (Organización de Naciones Unidas)
Clasificación de Riesgo *DOT	Clase 2; División 2.1
Leyenda en la etiqueta	GAS INFLAMABLE

*DOT: (Departamento de Transporte de los Estados Unidos).



1971 = Número asignado por ONU al gas natural.

1972 = Número para gas natural licuado o refrigerado
2 = Clasificación de Riesgo de DOT

15. REGLAMENTACIONES

Leyes, Reglamentos y Normas: La cantidad de reporte del gas natural es de 500 kg, de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

16. INFORMACION ADICIONAL

Las instalaciones, equipos, tuberías y accesorios (mangueras, válvulas, conexiones, etc.) utilizados para el almacenamiento, manejo y transporte de gas natural deben diseñarse, fabricarse y construirse de acuerdo a las normas aplicables y mantenerse herméticos para evitar fugas.

El suministro de gas natural, para quemarse en las fuentes fijas, se hace a través de ductos subterráneos de transporte y distribución. Se suministra en diferentes rangos de presión (de 4 a 32 kgf/cm²) y temperatura (de 8 a 38 °C) a la industria y a las redes de distribución comercial y doméstica, donde se utiliza en:

- a) Generación de energía eléctrica (termoeléctricas).
- b) Generación de vapor.
- c) Calentadores de fuego directo.
- d) Turbo-maquinaria (turbo-compresores, turbo-bombas, turbo-sopladores).
- e) Estaciones distribuidoras de gas natural para carburación de motores (tractores agrícolas, automotores, camiones, etc.). Se utilizan dos sistemas: gas natural comprimido (temperatura ambiente y presión máxima de 210 kgf/cm²) y gas natural licuado a 6.3 kgf/cm² y temperatura de -140°C con tanques termo.
- f) Usos domésticos y comerciales.
- g) En la industria petroquímica se utiliza principalmente como materia prima para producir amoníaco, metanol, etileno, polietileno.

Se requiere que el personal que trabaja con gas natural sea entrenado apropiadamente en los procedimientos de manejo y operación, de acuerdo a las normas aplicables. La instalación y mantenimiento de los sistemas y recipientes debe realizarse por personas calificadas y entrenadas.

La información presentada en este documento se considera verdadera a la fecha de emisión. Sin embargo, no existe garantía expresa o implícita respecto a la exactitud y totalidad de conceptos que deben incluirse, o de los resultados obtenidos en el uso de este material. Asimismo, el productor no asume ninguna responsabilidad por daños o lesiones al comprador o terceras personas por el uso indebido de este material, aún cuando se cumplan las indicaciones de seguridad expresadas en este documento, el cual se preparó sobre la base de que el comprador asume los riesgos derivados del mismo.

FECHA DE ELABORACION: Julio del 2000

I.2.2. Almacenamiento temporal

El almacenamiento está constituido por un conjunto de recipientes cilíndricos horizontales, dispuestos sobre un semirremolque y conectados entre sí a efecto de que dicho conjunto actúe como una unidad.

Para este proyecto se usará un sistema de almacenamiento transportable (semirremolque o skid), el cual está constituido por un conjunto de recipientes de GNC cilíndricos horizontales con sus ejes longitudinales paralelos al eje longitudinal del semirremolque al que están fijos por una estructura. La plataforma es transportada por carretera y permanece estacionada durante la carga y descarga del sistema de almacenamiento. Las plataformas deben ser intercambiables para que una plataforma vacía pueda ser sustituida por una llena y viceversa.

Este sistema de almacenamiento cumple con los siguientes requisitos:

- a) Las conexiones estarán localizadas en lugares accesibles para facilitar su inspección.
- b) Será posible accionar las válvulas para operar el sistema desde el perímetro de la estructura.
- c) Estará construida con materiales no combustibles adecuados para no dañar los cilindros.
- d) Se impedirá el movimiento y el contacto así como la acumulación de humedad y suciedad entre los cilindros.
- e) Los cilindros se podrán montar y desmontar de la estructura con facilidad y rapidez, y ser intercambiables para inspección, mantenimiento y sustitución en caso necesario.
- f) Se facilitará la inspección de los cilindros con ultrasonido.
- g) Los recipientes horizontales cumplirán con los requisitos siguientes:
 1. Estarán apoyados solamente en dos puntos en su eje longitudinal, uno de los cuales debe permitir el movimiento longitudinal causado por la expansión o contracción del recipiente.
 2. Estarán separados como mínimo 0.2 m para permitir el acceso para mantenimiento y cada uno debe estar dotado con una válvula de purga.
 3. La estructura de los módulos de almacenamiento transportables, adicionalmente, protegerá a los cilindros de la batería de daños mecánicos durante la carga y la descarga de GNC, así como en las maniobras para subirlos y bajarlos del semirremolque y durante el transporte por carretera.
 4. Los recipientes estarán protegidos contra la corrosión por recubrimientos anticorrosivos o cualquier otro sistema equivalente que inhiba el ataque del medio ambiente.
 5. Ningún material combustible se puede almacenar dentro de un radio de 3 m del conjunto de recipientes.
- h) Se contará con una válvula de corte a la operación.
- i) Tendrá una válvula de retención de flujo que evite la descarga de GNC de los recipientes en caso de ruptura de la línea.
- j) Además contarán con los siguientes accesorios e instrumentos en los almacenamientos.
 1. Manómetro: Indicador de la presión del Almacenamiento
 2. Válvula de seguridad: Sistema de seguridad que actúa en caso de sobre presión.
 3. Válvula de cilindro: Dispositivo de apertura y cierre de cada cilindro; además cuenta con una válvula de seguridad para exceso de temperatura.
 4. Todos los elementos sometidos a presión poseerán su correspondiente certificado de aprobación.

5. Se tendrá instalada una válvula de corte remoto con actuador simple efecto a la salida de los Almacenamientos de GNC.

Características Del Almacenamiento Tipo Semiremolque Vehicular:

Descripción	Valor
Tipo de contenedor	LUXI 40" (industrial)
Numero de Cilindros por cada semirremolque	12
Material de fabricación	30CRMO1x (Cromo-Molibdeno)
Capacidad nominal de transporte (m3)	7500
Capacidad nominal de transporte (kg)	5,082
Volumen hidráulico total (litros)	27,840
Capacidad total del gas (m3)	7,700
Presión de la Prueba Hidrostática	375 bar
Presión de Ajuste (PSV)	300 bar
Presión de trabajo	250 bar
Temperatura de trabajo (rango)	-40 ~ 65 °C

I.2.3. Equipos de proceso.

Para la correcta operación de la instalación evaluada se requiere además la instalación de los siguientes componentes.

Controlador Lógico Programable (CLP)

Todo el sistema es controlado y monitoreado por un sistema de automatización (CLP). En la RCU 500 el CLP usado es modelo FBs - 40MC de Altus. En algunos puntos estratégicos, esta central lógica, le todas las informaciones de los instrumentos contenidos en el equipo, como temperatura y presión (agua y gas). Toda la operación del sistema de descompresión de GNC también puede ser monitoreada y controlada por acceso remoto en Internet, a través de la NEOsat. Eso significa más seguridad y agilidad en casos de mantenimiento y mejor soporte logístico en la operación.

Sistema de Calentamiento

Esta unidad consiste en dos calentadores, modelo Ferroli Atlas 95 con capacidad de 103KW donde uno siempre está en operación y otro es *back-up*. Ellos calientan el agua del tanque con capacidad de 500 litros. A través de un sistema de bombas hidráulicas, el agua caliente es bombeada desde el tanque de almacenamiento hasta los vasos de expansión en el interior de los intercambiadores de calor, que están ubicados dentro de la RCU. Los intercambiadores de calor son responsables por hacer el cambio de calor entre el agua caliente y el gas frío, así dejando el gas en la temperatura registrada en el CLP. El control de temperatura es realizado por sensores y un tablero automatizado que lee la temperatura y compara la temperatura ajustada en el programa del CLP. Con eso, cuando la temperatura esté inferior a la temperatura definida, una señal eléctrica es enviado para activar el calentador.

En la Ilustración 13 Diagrama de proceso e instrumentación (P&ID) del sistema de calentamiento se presenta un diagrama de proceso e instrumentación (P&ID) del sistema de calentamiento.

Sistema de Venteo

Este sistema es usado cuando se quiere realizar un mantenimiento en la máquina, por ejemplo un cambio de una válvula o la necesidad de aliviar la línea de gas de la RCU. Se dispone de seis válvulas de venteo:

- Dos en las mesas de descarga a la entrada de la RCU 500
- Dos en los filtros de alta y baja presión respectivamente
- Una en la primera etapa de descompresión
- Una en la segunda etapa de descompresión

Los desfuegos de los canales de venteo estarán orientados a un área de descarga segura, tomando en cuenta los vientos dominantes de la zona. Cuidando que el flujo de gas no esté dirigido hacia edificios, equipos o áreas que puedan estar ocupadas por el público.

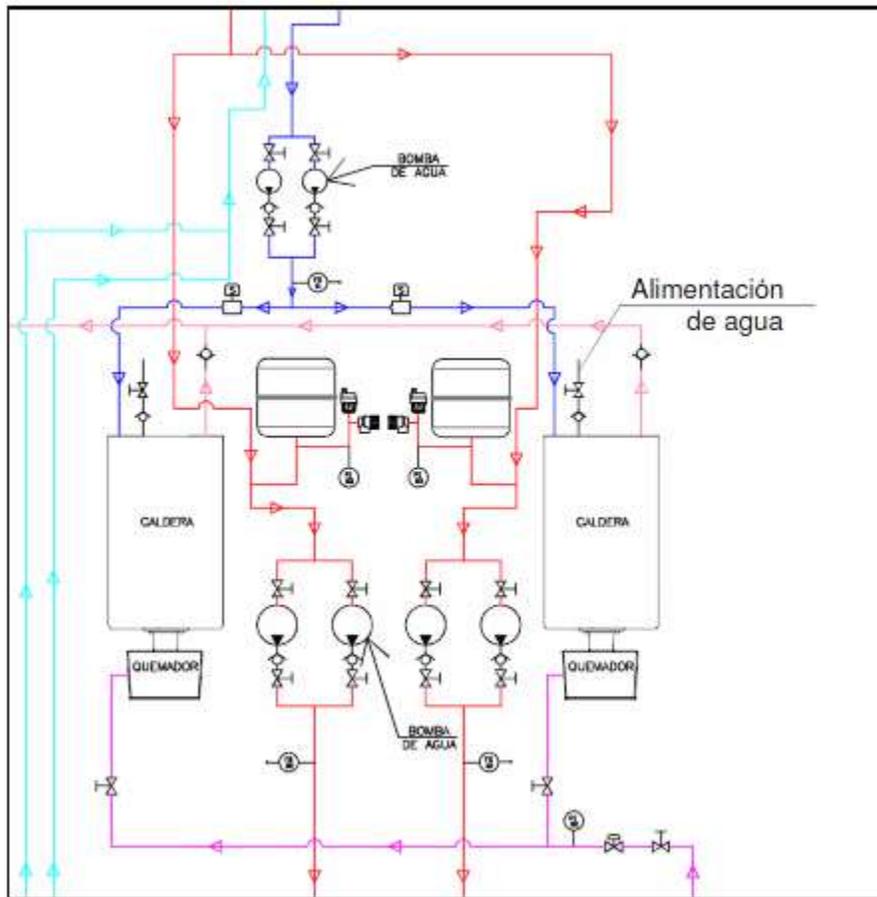


Ilustración 13 Diagrama de proceso e instrumentación (P&ID) del sistema de calentamiento

Sistema Neumático o de aire comprimido.

El sistema está compuesto por dos compresores de 3hp. Los dos compresores pueden funcionar simultáneamente, pero no parten juntos. Ellos están interconectados en la misma línea y entran en etapas. El primer compresor entra con 7.5 bares (se debe ajustar en el compresor), el segundo con 7 bares. Si el primero es suficiente para suplir los requerimientos de la RCU, el segundo no entrará en operación. Los mismos deberán ser regulados individualmente en sus interruptores antes de iniciar la operación conforme a los parámetros antes señalados.

I.2.4. Pruebas de verificación.

Para determinar que la estación descompresora cumple con los requisitos establecidos por la Norma Oficial Mexicana NOM - 010 – SECRE -2002, se realizará prueba hidrostática o neumática, con base al siguiente procedimiento:

Prueba Hidrostática.

Esta prueba verifica la hermeticidad de las líneas de alta presión y de sus componentes. Los recipientes de GNC deben contar con el certificado de pruebas que haya realizado el fabricante.

Esta prueba se aplica para confirmar que las conexiones y materiales empleados en la fabricación de las líneas y componentes utilizados en la estación, resisten sin fuga, el esfuerzo homogéneo producido por el agua a presión.

Equipos y materiales para realizar la prueba:

- a) Bomba hidráulica capaz de alcanzar la presión de prueba;
- b) Manómetros con escala graduada no mayor a 2 (dos) veces la presión de prueba;
- c) Registrador con gráfica tiempo-presión;
- d) Válvulas capaces de soportar la presión de prueba;
- e) Tubería, mangueras y conectores adecuadas para conectar el sistema, y
- f) Agua suficiente para llenar el sistema o elemento a probar.

Procedimiento:

- a) Se debe llenar completamente con agua la parte del sistema y elementos que van a ser probados, eliminando el aire que pueda estar dentro de ellos;
- b) Se debe elevar gradualmente la presión del agua hasta alcanzar aproximadamente la mitad de la presión de prueba;
- c) Se debe incrementar la presión del agua a intervalos de 0,1 (cero coma uno) veces cada diez minutos, hasta que ésta alcance 1,5 (uno coma cinco) veces la presión de operación, se aísla la parte del sistema bajo prueba y se verifica mediante la gráfica tiempo o presión, que la presión se mantiene por lo menos treinta minutos, y
- d) Se debe reducir la presión del agua de 1,5 (uno coma cinco) a la presión de operación y se verifica con el registro gráfico que la presión se mantiene durante 24 horas, para permitir la inspección en todos los puntos de la línea y conexiones

Resultados.

Se debe verificar que no existan fugas, corroborando esto mediante la gráfica del registrador de presión.

En el caso de presentarse alguna fuga debe ser reparada, y se debe probar nuevamente la sección hasta comprobar su hermeticidad.

Prueba neumática.

Se debe realizar la prueba neumática para verificar la hermeticidad de las instalaciones y componentes de la estación mediante la aplicación de presión neumática.

Esta prueba se aplica para confirmar que las conexiones de las líneas y componentes de la estación resisten sin fuga el esfuerzo homogéneo producido por gas inerte a presión.

Equipos y materiales para realizar la prueba neumática:

- a) Equipo neumático capaz de alcanzar la presión de prueba;
- b) Manómetros con escala graduada no mayor a 2 (dos) veces la presión de prueba;
- c) Registrador con gráfica tiempo-presión;
- d) Válvulas capaces de soportar la presión de prueba;

- e) Tubería, mangueras y conexiones adecuadas para conectar el sistema, y
- f) Gas inerte suficiente para poder presurizar la parte del sistema y elementos a probar.

Preparación y acondicionamiento de la prueba.

Se debe instalar el equipo neumático con manómetro, registrador, válvulas, tubería, mangueras y conexiones en forma tal que el gas sea inyectado a través de toda la parte del sistema o componentes que se van a probar.

Procedimiento:

- a) Se debe elevar gradualmente la presión del gas hasta alcanzar aproximadamente la mitad de la presión de prueba;
- b) Se debe incrementar la presión del gas a intervalos de 0,1 (cero coma uno) la presión de operación cada 10 minutos, hasta que alcance 1,5 (uno coma cinco) la presión de operación; se aísla el sistema y se verifica mediante la gráfica tiempo-presión que la presión se mantiene al menos durante 30 minutos, y
- c) Se debe reducir la presión del gas a 1,1 (uno coma uno) la presión de operación y se verifica mediante el registro gráfico que la presión se mantiene durante ocho horas, para permitir la inspección en todos los puntos y conexiones de la línea.

I.3. Condiciones de Operación

Dentro de la Instalación se consideran las siguientes condiciones de operación.

Tabla 2. Sustancia a operar.

Estado de la sustancia principal:	Gas Natural No. CA: 74-82-8 Gas incoloro, insípido y con ligero olor por la adición de mercaptanos para detectar su presencia en caso de fugas de acuerdo a Norma Pemex No 07.3.13
-----------------------------------	---

Tabla 3. Condiciones de Operación

Flujo de Gas Natural	365 Sm ³ /h.
Presión de diseño de los Tanques de Almacenamiento Tipo Semiremolque Vehicular	25,000 KPa.
Presión de operación de los cilindros de almacenamiento temporal	25, 000 KPa.
Presión de suministro	25, 000 KPa.
Temperatura de diseño en condiciones de operación de Red Interna	20 °C.

Tabla 4. Condiciones ambientales de operación.

Temperatura media anual en sitio en condiciones de operación	18 °C Establecida de acuerdo a las normales climatológicas de la estación 21075 como se detalla en el capítulo IV de la MIA correspondiente
Velocidad máxima del viento	5.278 m/s

	Lo anterior como se detalla en el capítulo IV de la MIA correspondiente, la dirección dominante provienen del este-noreste
--	--

I.3.1. Especificación tablero de control.

Todo el sistema es controlado y monitoreado por un sistema de automatización (CLP). En la RCU 500 el CLP usado es modelo FBs - 40MC de Altus. En algunos puntos estratégicos, esta central lógica, lee todas las informaciones de los instrumentos contenidos en el equipo, como temperatura y presión (agua y gas). Toda la operación del sistema de descompresión de GNC también puede ser monitoreada y controlada por acceso remoto en Internet, a través de la NEOsat. Eso significa más seguridad y agilidad en casos de mantenimiento y mejor soporte logístico en la operación.

El sistema dispondrá de un panel (monitoreado de manera permanente) con indicación de presión de entrada del gas, y presiones y temperaturas para cada etapa de descompresión y a la salida de la RCU. Cada indicador contará con su interruptor para accionar dispositivos de seguridad por alta o baja presión, según corresponda. Poseerá además comandos para arranque y detención del equipo, siendo al igual que el resto de los elementos integrantes del panel de seguridad intrínseca.

Así mismo contará con un Medidor de control Másico con el fin de controlar el volumen de gas que va hacia Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V.

Cabe mencionar que la estación cuenta con un sistema de detectores de Gases, tanto en la RCU como en el sistema de calentamiento. Dichos dispositivos son:

Alarma Visual y Sonora: Dispositivo o función que indica la existencia de una condición anormal en el centro de trabajo por medio de una señal visible y audible, con el propósito de alertar al personal. (Este sistema está interconectado con la central detectora de Mezclas explosivas y con el sistema de control de los equipos)

Central detectora de Mezclas: Dispositivo que se conecta a un circuito que contiene un sensor, el cual responde a un estímulo físico como concentración de gases entre otros.

Tablero de seguridad. Equipo formado por dispositivos, circuitos, interruptores y otros elementos eléctricos, electrónicos y electromecánicos, donde interaccionan las señales de entrada provenientes de los detectores y estaciones manuales de alarmas, generando señales que activan las alarmas.

I.3.2. Sistemas de aislamiento

El predio está protegido mediante un cerramiento con malla Ciclónica, el cual solo permite el ingreso de Personal Autorizado, con el fin de minimizar las posibilidades de daños personal, material y de vandalismo. (NOM-010- SECRE-2002). Además, toda tubería será debidamente sujeta, donde se prevé el aislamiento físico de contacto entre la tubería y el soporte de sujeción, para ello se revestirá la zona de contacto con un material inerte a la corrosión y no

inflamable o auto extingüible, la forma de instalación se indica en los detalles mecánicos de soporte.

La ubicación y especificaciones técnicas se desarrollaran de acuerdo a lo especificado en el ANEXO 5. PLANO GENERAL CALVARIO y en el ANEXO 16 SEÑALÉTICA Y EXTINTORES CALVARIO anexos a este Estudio.

I.4. Análisis y Evaluación de Riesgos

I.4.1 Introducción.

El análisis y la evaluación de riesgos son instrumentos preventivos que la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LEGEEPA) y su Reglamento introducen con el fin de proteger y preservar el medio ambiente. Ellos deben efectuarse de manera previa en cualquier proyecto que represente un daño potencial para la población, sus bienes y el ambiente. Por otra parte, en las últimas modificaciones a la LEGEEPA (Título Cuarto Protección al Ambiente, del Capítulo V Actividades Consideradas como Altamente Riesgosas) se establece que, en las actividades industriales, comerciales o de servicios altamente peligrosas, deberán realizarse estudios de riesgo para identificar el nivel de riesgo que tienen sus instalaciones, así como el radio de afectación que pudieran cubrir en caso de ocurrir un accidente lamentable.

Por lo anterior es importante definir de manera precisa la magnitud y probabilidad de riesgo que posee la Estación de Descompresión RCU 500, con el propósito de controlar y mantener el riesgo dentro de niveles aceptables para la seguridad de la población y el medio ambiente, o si es posible disminuirlo. El presente análisis de riesgo se apoya en la descripción de todos los procesos operacionales llevados a cabo en la estación.

Para la determinación de riesgos se ha empleado la metodología denominada WHAT IF, que consiste en cuestionarse el resultado de la presencia de sucesos indeseados que pueden provocar consecuencias adversas. Para facilitar la aplicación de esta metodología la Estación ha sido dividida en 4 subsistemas o nodos. Las preguntas respecto a las desviaciones que pudieran ocurrir han sido formuladas para los procesos que ocurren en cada subsistema. La respuesta a cada pregunta se ha evaluado con base a una serie de variables que pudieran ser observadas y/o medidas de manera explícita o al menos implícitamente. Posteriormente a los riesgos determinados se les ha calculado su valor de riesgo ambiental con base a sus valores de frecuencia y severidad de manera semicuantitativa.

De acuerdo al análisis se detectaron 21 desviaciones, 33 causas, 25 consecuencias, 41 salvaguardas y 2 recomendaciones. Del total de desviaciones 19 fueron jerarquizadas como riesgos tolerables, y 2 como Riesgo ALARP (As low as reasonably practicable) por lo que se generaron dos recomendaciones adicionales a las medidas de salvaguarda establecidas en la ingeniería del proyecto.

Posteriormente se determinaron los radios afectación potencial (zona de alto riesgo y amortiguamiento), para los eventos: fuga de gas, incendio y explosión. El escenario asumido para la ocurrencia de fuga/explosión/incendio consiste básicamente en la DESVIACION (QUE PASA SI) número 10 del subsistema o nódulo RCU, el cual se define como "Si la válvula by pass sigue accionada durante un cambio de contenedor con una presión de 250 bar" lo cual

generará una fuga de gas en la tubería dentro de la RCU que va desde la conexión al semirremolque hasta el desfogue de la válvula PSV02.

Estos radios potenciales de afectación en este escenario fueron simulados con ayuda del Sistema de Evaluación de Consecuencias para la elaboración de un estudio de riesgo ambiental, desarrollado por la SEMARNAT, y complementados con la ayuda del software ALOHA®5.4.4 (Areal Locations of Hazardous Atmospheres), desarrollado por la EPA (U.S. Environmental Protection Agency) y NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration).

Con base en la zona de alto riesgo, generada por los modelos para la ocurrencia de cualquiera de los eventos de fuga, explosión e incendio en la Estación, se procedió a realizar un análisis de Interacción de Riesgo, con base a cuantas personas, estructuras e instalaciones podrían resultar afectadas en caso de que efectivamente cualquiera de estos eventos ocurriese. Para ello se hizo un inventario de:

- Cantidad de Personas operando en la Estación
- Cantidad de Personas que habitan en los alrededores, incluyendo las que ocupan el tránsito vehicular en la zona, con base a la capacidad de carga de la vialidad adyacente
- Instalaciones adyacentes

De acuerdo a los radios potenciales de afectación obtenidos, cualquier evento de fuga, incendio o explosión, tendría consecuencias adversas directas sobre el personal que para ese momento pudiera estar en el predio de la estación descompresora RCU 500, así como sobre la propia instalación en cuanto a un incendio o explosión se refiere.

Por último, se proponen una serie de medidas de prevención y control de riesgos, las cuales han sido divididas en dos grupos: específicas, aplicadas a cada subsistema en particular o genéricas, para toda la estación de descompresión.

I.4.2 Antecedentes de accidentes e incidentes.

En el análisis de datos históricos de accidentes e incidentes considerando accidentes en estaciones similares que por el tipo de operación, tecnología y servicio a implementar, coincidan con las de la estación proyectada. Sin embargo se puede considerar el análisis de los siguientes eventos que para el diseño de la instalación y que de acuerdo a las características que pudieran compartir, resultan significativos en el análisis.

De acuerdo a la PROFEPA a nivel internacional se reportaron los siguientes accidentes con gas natural (Mora Garcia, 2007)¹:

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

Accidentes nacionales.

Los eventos registrados por la PROFEPA que involucran gas natural durante el periodo de 1993 a 1998, y que resultan relevantes para el proyectos, se describen a continuación:

¹ Mora Garcia, A. V. (2007). *Tesis EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS INVOLUCRADOS EN EL ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DEL GAS NATURAL*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.

- 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).
- 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).
- 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).
- 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).
- 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).
- 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).
- 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).
- 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).
- 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).

Según la PROFEPA, en un análisis realizado por parte de la Subprocuraduría de Auditoría ambiental, las rupturas en los gasoductos se deben a tres causas:

- Ruptura debido a equipo de movimiento de tierra (trascabos)
- Debilitamiento de las paredes del gasoducto por corrosión
- Soldaduras defectuosas o puntos débiles en el gasoducto

La extensión del daño producido por la explosión generalmente ha sido menor a 300 m desde el punto de ruptura. Explosiones de nubes de vapor no han ocurrido ni han sido 24 reportadas con gas natural. La excavación es la principal causa de accidentes en ductos.

Sin embargo los accidentes e incidentes arriba reportados resultan de baja importancia para el análisis de riesgo en este proyecto, ya que, **en las anteriores no se realizaba el servicio de descompresión de Gas Natural Comprimido.**

Consultando bases datos de diversas fuentes, se ha detectado que es muy poca la información disponible respecto a accidentes ocurridos durante operaciones de suministro y/o manipulación de gas natural en Estaciones de Servicio. De acuerdo a ello, se presenta a continuación el detalle de un accidente ocurrido en una estación de llenado de contenedores, el cual, a pesar de no haber ocurrido en una estación de servicio, guarda cierta relación con el proyecto en evaluación. De igual manera se reafirma el compromiso por parte del promovente de reportar y asentar en bitácora de operación, la ocurrencia de estos eventos.

Año	Ciudad o País	Instalación	Sustancias involucradas	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales dañados)	Acciones realizadas para su atención
2012	San Miguel Xoxtla.	Contenedores con Cilindros de GNC	Gas Natural	Estallido/e Incendio	Falla en sistema de carga de tanques para transport e.	Emisión de partículas derivadas de la combustión de los contenedores.	Cierre de Válvulas de control, Extinción de Incendio, Evacuación y ventilación.

Fuente: (Sánchez, Andrés; Agencia Reforma, 2012) Sánchez, Andrés; Agencia Reforma. (13 de Noviembre de 2012). Explota Gasera en Puebla y deja 3 personas heridas. . El Sur. Periodico de Guerrero. Recuperado el 05 de Septiembre de 2017, de <http://suracapulco.mx/6/explota-gasera-en-puebla-y-deja-tres-personas-heridas/>

El análisis de este accidente ha sido tomado como referencia para el diseño del proyecto en evaluación, especialmente la adopción de sistemas de control y detección de desviaciones en el suministro de gas natural.

I.4.3 Metodología de identificación y jerarquización de riesgos.

Para el Análisis de riesgos de la Estación de Descompresión de GNC se ha empleado la metodología denominada WHAT IF. Este es un método de análisis que no es tan estructurado como otros (HAZOP-*Hazard Operability Study* o FMEA-*Failure Mode Effects Analysis*), y necesita la adaptación por parte del usuario al caso particular que se pretende analizar. Como su nombre sugiere, consiste en cuestionarse el resultado de la presencia de sucesos indeseados que pueden provocar consecuencias adversas. El método exige el planteamiento de las posibles desviaciones desde el diseño, construcción y modificaciones de operación de la instalación. Existen dos alcances básicos en un análisis What If: las condiciones físicas del sistema investigado y la categoría de las consecuencias derivadas de la operación mismo.

La aplicación de esta metodología es soportada por la descripción operacional de la estación de descompresión y las propiedades físico químicas del GNC expuestas en su Hoja de Seguridad o MSDS.

Para implementar esta metodología primeramente se elaboró un cuestionario formulado en base a la descripción del proceso, focalizándose en los siguientes subsistemas o nodos de manejo del GNC en la estación. Los subsistemas empleados fueron los siguientes:

- Unidad de Trasvase: consiste en dos semirremolques, cada uno con 12 cilindros de GNC a 250 bar.
- Estación de Descompresión RCU 500: encargada de descomprimir el gas natural de 250 bar a 5 bar a un flujo de 365 m³/h bar y a una temperatura de 20 °C.
- Sistema de calentamiento.
- Red de tubería interna: tubería de 2 pulgadas de diámetro, encargada de transportar el gas desde la RCU hasta el patín de medición y de este a la conexión con la tubería de suministro de Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V.

A continuación, se presenta una tabla donde se describen desde el punto de vista operacional cada uno de estos subsistemas y los planos y memorias descriptivas asociadas, las cuales se pueden ver en la sección de anexos.

SUBSISTEMA	PLANOS/MEMORIAS/FICHAS																										
	CODIGO	NOMBRE	VER ANEXO																								
<p>Unidad de trasvase: 12 cilindros montados sobre semirremolque con las siguientes características operacionales.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tipo de contenedor</td> <td>LUXI 40" (industrial)</td> </tr> <tr> <td>Numero de Cilindros por cada semirremolque</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Material de fabricación</td> <td>30CRMO1x (Cromo-Molibdeno)</td> </tr> <tr> <td>Capacidad nominal de transporte (m3)</td> <td>7500</td> </tr> <tr> <td>Capacidad nominal de transporte (kg)</td> <td>5,082</td> </tr> <tr> <td>Volumen hidráulico total (litros)</td> <td>27,840</td> </tr> <tr> <td>Capacidad total del gas (m3)</td> <td>7,700</td> </tr> <tr> <td>Presión de la Prueba Hidrostática</td> <td>375 bar</td> </tr> <tr> <td>Presión de Ajuste (PSV)</td> <td>300 bar</td> </tr> <tr> <td>Presión de trabajo</td> <td>250 bar</td> </tr> <tr> <td>Temperatura de trabajo (rango)</td> <td>-40 ~ 65 °C</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Valor	Tipo de contenedor	LUXI 40" (industrial)	Numero de Cilindros por cada semirremolque	12	Material de fabricación	30CRMO1x (Cromo-Molibdeno)	Capacidad nominal de transporte (m3)	7500	Capacidad nominal de transporte (kg)	5,082	Volumen hidráulico total (litros)	27,840	Capacidad total del gas (m3)	7,700	Presión de la Prueba Hidrostática	375 bar	Presión de Ajuste (PSV)	300 bar	Presión de trabajo	250 bar	Temperatura de trabajo (rango)	-40 ~ 65 °C	S/C	Plano General Calvario	5.
Descripción	Valor																										
Tipo de contenedor	LUXI 40" (industrial)																										
Numero de Cilindros por cada semirremolque	12																										
Material de fabricación	30CRMO1x (Cromo-Molibdeno)																										
Capacidad nominal de transporte (m3)	7500																										
Capacidad nominal de transporte (kg)	5,082																										
Volumen hidráulico total (litros)	27,840																										
Capacidad total del gas (m3)	7,700																										
Presión de la Prueba Hidrostática	375 bar																										
Presión de Ajuste (PSV)	300 bar																										
Presión de trabajo	250 bar																										
Temperatura de trabajo (rango)	-40 ~ 65 °C																										
<p>RCU 500: es un equipo industrial que reduce presión y controla el suministro de Gas Natural Comprimido a una presión dada ajustada en el equipo. El conjunto está compuesto por la RCU (con 02 mesas de descarga integradas en el equipo), tablero de control y un skid con unidad de calentamiento y aire comprimido. Este conjunto forma un sistema modular para uso sin edificación. El equipo está construido en acero estructural (perfil y enchapado).. Tiene las siguientes características:</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Flujo</td> <td>500 m3/h *</td> </tr> <tr> <td>Presión de entrada de GNC</td> <td>250 – 15 bar</td> </tr> <tr> <td>Presión de salida de GNC</td> <td>4 - 10 bar</td> </tr> <tr> <td>Fases de reducción de presión</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Grado de filtración (coalescente y de partículas)</td> <td>≤ 3 micras</td> </tr> </tbody> </table>	Flujo	500 m3/h *	Presión de entrada de GNC	250 – 15 bar	Presión de salida de GNC	4 - 10 bar	Fases de reducción de presión	2	Grado de filtración (coalescente y de partículas)	≤ 3 micras	<p>S/C</p> <p>S/C</p> <p>EFD1310000000000000000002 Rev A003</p> <p>S/C</p>	<p>Memorial Técnico Obra Electromecánica</p> <p>Plano Obra Electromecánica El Calvario</p> <p>Ficha Técnica RCU</p> <p>Filosofía del sistema de seguridad de la Estación de Descompresión</p>	<p>13</p> <p>12</p> <p>17</p> <p>15</p> <p>6</p>														
Flujo	500 m3/h *																										
Presión de entrada de GNC	250 – 15 bar																										
Presión de salida de GNC	4 - 10 bar																										
Fases de reducción de presión	2																										
Grado de filtración (coalescente y de partículas)	≤ 3 micras																										

Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgos

Instalación, Operación y Mantenimiento de la Estación de Descompresión de GNC con capacidad máxima de 500 m³/h, en las Instalaciones de Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V.

<table border="1"> <tr> <td>Alimentación neumática</td> <td>6 - 8 bar **</td> </tr> <tr> <td>Consumo de aire máximo (por accionamiento)</td> <td>21 litros</td> </tr> <tr> <td>Alimentación eléctrica</td> <td>220 VCA / 60 Hz / 1</td> </tr> <tr> <td>Consumo eléctrico</td> <td>2,8 KWh ***</td> </tr> <tr> <td>Peso RCU</td> <td>1.800 Kg</td> </tr> <tr> <td>Skid (unidad de calentamiento y compresores)</td> <td>630 Kg</td> </tr> <tr> <td>Tablero de control</td> <td>630 Kg</td> </tr> </table>	Alimentación neumática	6 - 8 bar **	Consumo de aire máximo (por accionamiento)	21 litros	Alimentación eléctrica	220 VCA / 60 Hz / 1	Consumo eléctrico	2,8 KWh ***	Peso RCU	1.800 Kg	Skid (unidad de calentamiento y compresores)	630 Kg	Tablero de control	630 Kg		<p>S/C</p> <p>DE-13-544-3161-0000-04-0001</p>	<p>Memorial Técnico de Obra Civil Eléctrica</p> <p>Diagrama de Interconexión De la RCU 500 Hasta La Unidad De Calentamiento</p> <p>Painel do Comando</p>	<p>18</p>
Alimentación neumática	6 - 8 bar **																	
Consumo de aire máximo (por accionamiento)	21 litros																	
Alimentación eléctrica	220 VCA / 60 Hz / 1																	
Consumo eléctrico	2,8 KWh ***																	
Peso RCU	1.800 Kg																	
Skid (unidad de calentamiento y compresores)	630 Kg																	
Tablero de control	630 Kg																	
<p>Red Interna: está constituida por tubería de acero al carbono clase # 150 de Ø2" que lleva gas natural descomprimido, desde la RCU 500 hasta el patín de medición, y de éste a la conexión con la tubería de suministro de Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V. Esta tubería contará con un patín de medición con el fin de contabilizar el volumen de gas que va hacia Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V. Debido a que la tubería cuenta con protección catódica se instalará conectores en los extremos de la tubería para separarlos de los equipos. Las tuberías y accesorios aéreos tendrán aplicación de pintura base epóxica y acabado poliuretano.</p>		<p>S/C</p> <p>S/C</p> <p>S/C</p>	<p>Isométrico de Tubería Productos Avícolas El Calvario</p> <p>Memorial Técnico de Obra Red Interna</p> <p>Plano de Red Interna</p>	<p>19</p> <p>10</p> <p>7</p>														
<p>Sistema de Calentamiento: Esta unidad consiste en dos calentadores, modelo Ferroli Atlas 95 con capacidad de 103KW donde uno siempre está en operación y otro es back-up. Ellos calientan el agua del tanque con capacidad de 500 litros. A través de un sistema de bombas hidráulicas, el agua caliente es bombeada desde el tanque de almacenamiento hasta los vasos de expansión en el interior de los intercambiadores de calor, que están ubicados dentro de la RCU. Los intercambiadores de calor son responsables por hacer el cambio de calor entre el agua caliente y el gas frío, así dejando el gas en la temperatura registrada en el CLP. El control de temperatura es realizado por sensores y un tablero automatizado que lee la temperatura y compara la temperatura ajustada en el programa del CLP. Con eso, cuando la temperatura esté inferior a la temperatura definida, una señal eléctrica es enviado para activar el calentador</p>		<p>S/C</p> <p>S/C</p> <p>S/C</p>	<p>Memorial Técnico Obra Electromecánica</p> <p>Plano Obra Electromecánica El Calvario</p> <p>Ficha Técnica RCU</p>	<p>13</p> <p>12</p> <p>17</p>														

Sobre estos subsistemas de la operación se determinaron variables que pudieran ser observadas y/o medidas de manera explícita o al menos implícitamente, tales como:

- Presión de trabajo para cada equipo en particular.
- Dispositivos de Control de presión dentro de la RCU (alta presión y baja presión).
- Flujo y/o caudal de transferencia del gas.
- Disponibilidad de mecanismos de control e Instrumentación, especialmente sistemas de control de exceso de flujo, parada o bloqueo de la RCU, transmisores de presión y temperatura, sondas detectoras de gas, etc.

Con el uso de estas variables y para cada subsistema antes indicado se identificaron posibles desviaciones operacionales que pudieran representar un peligro y ocasionar como consecuencia daños al personal de la planta, al equipo y al medio ambiente.

Para calcular el valor de riesgo ambiental se determinaron los valores de frecuencia y severidad de manera semicuantitativa, con base a:

A. Probabilidad de liberación de gas

B. Severidad de las consecuencias en caso de liberarse gas

Al multiplicar estas dos variables se obtiene un valor que además de representar el riesgo permite determinar las situaciones de mayor severidad, al simular los efectos que ocasionaría la liberación del gas; así,

$(A \times B) =$ Valor de riesgo como factor de análisis de liberación.

Los valores de probabilidad de liberación de alguna sustancia altamente peligrosa (A) y la severidad de las consecuencias (B) se representan para varios niveles mediante los valores dados en el siguiente cuadro:

Tabla 5. Determinación de Nivel de Riesgo en Función de Probabilidad y severidad de Fuga de GNC.

Nivel	Probabilidad de fuga de gas	Severidad de las consecuencias debido a fuga de gas
Bajo	1	1
Medio	2	2
Alto	3	3
Muy Alto	4	4

Utilizando como base la Matriz de Riesgo de 3x3, tomada de la Guía para la Preparación de un Programa Preventivo y Administración del Riesgo, desarrollada por la oficina de Servicios de Emergencia del Estado de California, USA. Esta matriz se modificó a una matriz de 4x4 con el objetivo de manejar un intervalo de mayor amplitud que permitiera valorar en forma más gradual cada situación de riesgo identificada, como se describe esquemáticamente en la siguiente matriz:

Severidad de las consecuencias debido a fuga de GNV

→

		Bajo (1)	Medio (2)	Alto (3)	Muy Alto (4)
Probabilidad de fuga de GNV	Bajo (1)	1	2	3	4
	Medio (2)	2	4	6	8
	Alto (3)	3	6	9	12
	Muy Alto (4)	4	8	12	16

Ilustración 14. Matriz de Riesgo 4 x 4.

El criterio aplicado para los intervalos de los valores es el siguiente:

Probabilidad de escape o fuga (A):

- Bajo (1): Se espera que ocurra una vez durante la vida de la planta.
- Medio (2): Entre 5 - 10 años de estar operando la planta.
- Alto (3): Entre 1 - 5 años de estar operando la planta.
- Muy Alto (4): Entre 0 - 1 año de estar instalada la planta.

Severidad de las consecuencias (B):

Bajo (1). Que resulta en problemas operacionales o daños sencillos, sin paralización de la operación, sin daños a la propiedad o a la salud de los trabajadores.

Medio (2). Que resulta en problemas operacionales con interrupción temporal del trabajo, y/o con pérdidas de la propiedad menores a \$100 000 pesos.

Alto (3). Que resulta en daños múltiples, con interrupción operacional significativa o con pérdidas en las propiedades entre \$100 000 y \$1 000 000 pesos, con daños a la salud del trabajador.

Muy Alto (4). Que resulta en muerte del trabajador o pérdidas por afectación al medio ambiente y daños a la propiedad, o producción, mayores que \$1 000 000 pesos.

Para que una situación de alto riesgo suceda debe cumplirse que el producto de la Probabilidad de liberación de Gas (A) multiplicado por la Severidad de las consecuencias en caso de liberarse Gas (B), sea mayor o igual a 8, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$A \times B \geq 8$$

De acuerdo a este criterio la jerarquización de riesgos es la siguiente:

Tabla 6. Jerarquización de Riesgos.

Índice de riesgo	Jerarquización / Aceptación	Descripción
≥ 8	Riesgo No tolerable/Indeseable (Región Roja)	Este tipo de riesgo requiere se implementen acciones inmediatas durante el diseño, construcción y operación de la Estación de descompresión. Una focalización exhaustiva en la procura de los materiales debe ser realizada, a fin de que cumplan los estándares de ingeniería adecuados a las propiedades del GNC y los criterios operacionales (presión, caudal de flujo, etc.). Deben cumplirse a cabalidad los planes de mantenimiento y de entrenamiento del personal. "D".
≥ 4 y < 8	Riesgo ALARP (As low as reasonably practicable)	Este tipo de riesgo permite que se implementen acciones correctivas y preventivas, pero se puede administrar dichas acciones durante las siguientes etapas del proyecto. Un riesgo de este tipo representa una situación de riesgo aceptable siempre y cuando se establezca controles permanentes. La administración de un riesgo tipo deberá enfocarse en la Disciplina Operativa, Integridad Mecánica y en la Confiabilidad de las diferentes Capas de Seguridad y/o Sistemas de protección de la instalación y/o Equipos.
< 4	Riesgo Tolerable (Región verde)	Para este nivel de riesgo no se requieren acciones inmediatas, es de bajo impacto y puede programarse su atención y reducción conjuntamente con otras actividades durante el diseño y/o construcción. La atención de las recomendaciones emitidas para la administración de los riesgos identificados serán consideradas como áreas de oportunidad las cuales quedaran a consideración de la gerencia del proyecto.

Personal participante en el Análisis de Riesgos

El personal involucrado en el Análisis de Riesgos, se reunió en una sesión de trabajo que se celebró el día 3 de Mayo de 2018, en las instalaciones de Neomexicana en San Miguel Xoxtla. La lista de personal asistente a dichas sesiones fue el siguiente:

Nombre	Cargo	Área
Ing. Rubén Barrientos Beltrán	Supervisor de Operaciones Neomexicana	Operaciones Neomexicana
Ing. Alejandra González Pérez.	Responsable y facilitador de Elaboración del Análisis de Riesgos	Análisis de riesgo
Ing. Luis Idelso Mora Mora	Asesor análisis de riesgos	Análisis de riesgo

I.4.4. Resultados del análisis de Riesgos

En las Tablas que se muestran en el ANEXO 26. HOJAS DE TRABAJO PARA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS., se presenta la evaluación de cada una de las preguntas formuladas de acuerdo al cuestionario WHAT IF en cada subsistema de la Estación de Descompresión, para determinar los riesgos y su valor asociado. Esta información corresponde a los resultados obtenidos de las sesiones de trabajo del grupo multidisciplinario de trabajo para la identificación de riesgos referente al proyecto.

La nomenclatura empleada en las hojas de trabajo es la siguiente:

- P: Probabilidad
- DP: Daño al personal y a la población
- IA: Impacto Ambiental;
- DI: Pérdida de producción y/o daño a la Instalación
- DT: Daños a estructuras y/o bienes fuera del predio
- MR: Magnitud de Riesgo.
- ≥ 8 : Riesgo Intolerable
- $\geq 4 < 8$: Riesgo ALARP
- < 4 : Riesgo Tolerable

En la tabla siguiente se puede observar un resumen general del análisis desarrollado para el proyecto.

Subsistema	Cantidad de Análisis				
	Desviaciones	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Recomendaciones
Unidad de trasvase	3	3	4	5	0
RCU	15	25	18	29	2
Red interna	2	4	2	5	0
Sistema de Calentamiento	1	1	1	2	0
Total	21	33	25	41	2

II. Descripción de las Zonas de Protección en torno a las Instalaciones.

II. 1 Radios Potenciales de Afectación

II.1.1 Metodología

La determinación del radio potencial de afectación fue determinada para los siguientes casos:

- Fuga de GNC con daños a la salud por exposición a dicho gas (metano).
- Ocurrencia de Incendio con niveles de radiación térmica de 5 kW /m² y 1.4 kW/m²
- Ocurrencia de explosión considerando la sobrepresión a 1.0 psi y 0.5 psi

Modelos de simulación usados para determinar zonas de riesgo y amortiguamiento en caso de incendio y explosión

La determinación del radio potencial de afectación considerando los eventos de explosión e incendio, se ha realizado aplicando el modelo de Sistema de Ayuda Evaluación de Consecuencias para la elaboración de un estudio de riesgo ambiental, desarrollado por la SEMARNAT. Adicionalmente, en el caso de que efectivamente ocurra un incendio, se ha usado el simulador ALOHA desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, para determinar las distancias a las cuales ocurren radiaciones térmicas equivalentes a 5 kW /m² y 1.4 kW/m² a partir de la zona de ocurrencia del incendio, delimitada por concentraciones de metano entre los 50,000 ppm (LEL) y 150,000 ppm (UEL).

Modelos de simulación usados para determinar zonas de riesgo y amortiguamiento en caso de riesgo a la salud ante una fuga de GNC

En vista de que la NOM-010-STPS-1999 no define límites máximos permisibles para daños a la salud por exposición a gas natural (metano), la determinación del radio potencial de afectación para daños a la salud por exposición a la nube de gas ha sido realizada con ayuda del software ALOHA. Este simulador permite entre otros modelar el comportamiento de la nube de gas, y con base a concentraciones establecidas, determinar sus distancias de ocurrencia. Esto es muy importante pues permite delimitar un área donde se pueda mantener de manera segura el personal con niveles de exposición bajos y que no causen ningún daño.

Escenarios de ocurrencia de fuga/explosión/incendio

Con base en el análisis de riesgo realizado anteriormente (VER ANEXO 26.), el escenario asumido para la ocurrencia de fuga/explosión/incendio consiste básicamente en la DESVIACIÓN (QUE PASA SI) número 10 del subsistema o nódulo RCU, el cual se define como “Si la válvula by pass sigue accionada durante un cambio de contenedor con una presión de 250 bar” lo cual generará una fuga de gas en la tubería dentro de la RCU que va desde la conexión al semirremolque hasta el desfogue de la válvula PSV02.

Escenario	Fuga de gas debido a accionamiento de válvula by pass durante inicio de descarga de semirremolque a 250 bar de presión.	Ø de descarga: 25.4 mm (desfogue válvula PS02) Longitud de Tubería: 6 m
-----------	---	--

Límites de inflamabilidad/explosividad

Para el modelo del SEMARNAT, los límites isopléticos para el análisis fueron:

- Límite Superior de Inflamabilidad/Explosividad (LSE) = 150,000 ppm (15%).
- Límite Inferior de Inflamabilidad/Explosividad (LIE) = 50,000 ppm (5%).

Límites de exposición para daños a la salud por fuga de gas natural (metano)

Consultando la literatura respecto a los límites de daños a la salud por exposición a metano, el Acute Exposure Guidelines Levels (AEGs) de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, no reporta valores de exposición a gas metano, por lo se han empleado los lineamientos que al respecto reporta el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) de España, el cual, publica en sus Límites de exposición profesional para agentes químicos en España (2015) que el valor límite ambiental de exposición diaria (VLA-ED) para Hidrocarburos alifáticos alcanos (C1 – C4) y sus mezclas es de 1000 ppm. Este valor representa la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, medida o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo, para la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de ocho horas diarias. Por otra parte, este mismo autor señala que en el caso de exposiciones cortas (hasta un máximo de 30 minutos) a este agente químico, el valor límite de exposición no debe ser mayor a 5 veces el VLD-ED, es decir 5000 ppm.

Con base a este criterio para el modelo AOLHA se establecieron 3 zonas para determinar la concentración de metano: 5000 ppm (VLD-EC), 2500 ppm y 1000 ppm (VLD-ED). La zona correspondiente a 1000 ppm (VLD-ED) se asume como zona de amortiguamiento donde puede refugiarse el personal en caso de ocurrir una fuga.

Impactos de ocurrencia de fuga/ explosión / Incendio en las zonas de alto riesgo

Con base en la zona de alto riesgo, generada por los modelos para la ocurrencia de cualquiera de los eventos (fuga, explosión e incendio en la Estación), se procedió a realizar un análisis de cuantas personas, estructuras e instalaciones podrían resultar afectadas en caso de que efectivamente cualquiera de estos eventos ocurriesen. Para ello se hizo un inventario de:

- Cantidad de Personas operando en la Estación (no de manera permanente): 2 personas cada dos días
- Cantidad de Personas que habitan en los alrededores (50 personas que trabajan permanentemente en la planta de Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V.)
- Planta Descompresora RCU 500
- Planta Industrial de Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V.

II.1.2 Resultados

Fuga de gas (metano) con daños a la salud por exposición

A continuación, se presentan los resultados para la determinación del área de riesgo y amortiguamiento por daños a la salud ante una fuga de GNC (metano) empleando el modelo ALOHA.

```

SITE DATA:
  Location: TEHUACAN, MEXICO
  Building Air Exchanges Per Hour: 1.11 (unsheltered single storied)
  Time: May 5, 2018 1319 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:
  Chemical Name: METHANE
  CAS Number: 74-82-8
  Molecular Weight: 16.04 g/mol
  PAC-1: 65000 ppm   PAC-2: 230000 ppm   PAC-3: 400000 ppm
  LEL: 50000 ppm    UEL: 150000 ppm
  Ambient Boiling Point: -163.9° C
  Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
  Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
  Wind: 5.27 meters/second from ENE at 3 meters
  Ground Roughness: open country
  Cloud Cover: 3 tenths
  Air Temperature: 18° C
  Stability Class: C
  No Inversion Height
  Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
  Flammable gas escaping from pipe (not burning)
  Pipe Diameter: 2.54 centimeters
  Pipe Length: 6 meters
  Unbroken end of the pipe is closed off
  Pipe Roughness: smooth
  Hole Area: 5.07 sq cm
  Pipe Press: 246.74 atmospheres
  Pipe Temperature: 40° C
  Release Duration: 1 minute
  Max Average Sustained Release Rate: 7.78 grams/sec
  (averaged over a minute or more)
  Total Amount Released: 467 grams

THREAT ZONE:
  Model Run: Gaussian
  Red : less than 10 meters(10.9 yards) --- (5000 ppm)
  Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness
  make dispersion predictions less reliable for short distances.
  Orange: less than 10 meters(10.9 yards) --- (2500 ppm)
  Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness
  make dispersion predictions less reliable for short distances.
  Yellow: less than 10 meters(10.9 yards) --- (1000 ppm)
  Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness
  make dispersion predictions less reliable for short distances.

THREAT AT POINT:
  Concentration Estimates at the point:
  Downwind: 5 meters
  Off Centerline: 5 meters
  Note: Concentration not drawn because
  there is no significant concentration at the point selected.

```

Como puede observarse en dichos resultados, la fuga de gas es relativamente pequeña, unos 467 gramos aproximadamente, debido a que solo se descargaría el gas empacado en la línea que

va desde la mesa de descarga hasta el desfogue de la válvula PSV02 (6 m de longitud por 2 pulgadas de diámetro). Al abrirse el desfogue de la válvula PSV02 la presión cae aguas abajo el sistema y bloquea la RCU.

Debido a la reducida cantidad de gas fugado, el modelo no permite detectar concentraciones significativas con base a los niveles de exposición indicados (5000 ppm, 2500 ppm y 1000 ppm) y genera un radio general de 10 m como zona de amortiguamiento en caso de fuga. En vista de esta limitante se ha asumido como zona segura o de amortiguamiento (VLA-ED) un radio de 20 m a partir del punto de fuga.

En el ANEXO 20. PLANO DE RADIOS DE AFECTACIÓN POR FUGA DE GAS (METANO) CON DAÑOS A LA SALUD POR EXPOSICIÓN se realiza la sobre posición en un plano del predio la ubicación de la zona de amortiguamiento. Es recomendable que en caso de un evento, medir las concentraciones de oxígeno en el aire y tratar de mantener el personal en el sitio donde la concentración de oxígeno alcance los valores atmosféricos normales (21 % de oxígeno).

Interacciones de riesgo ante una fuga de Gas

De acuerdo con los resultados del modelaje, el impacto más grave de una fuga de gas, sería sobre las personas presentes en el predio donde está la RCU, esto es, sobre los operadores y/o personal de inspección rutinaria y mantenimiento (máximo 2 personas).

Incendio por Fuga de Gas (Metano)

En la siguiente tabla se muestran los resultados considerando la formación de una nube inflamable, haciendo uso del modelo de SEMARNAT.

NUBE INFLAMABLE

INFORMACION DE LA SUSTANCIA

Metano	
Peso molecular	[g/gmol] = 16.04
Densidad de gas	[kg/m ³] = 0.72
Calor de combustión	[kJ/kg] = 50,049.00
Límite inferior de inflamabilidad [%]] = 5.00
Límite superior de inflamabilidad [%]] = 15.00

CONDICIONES AMBIENTALES

Altura sobre el nivel del mar	[m] = 1,712.00
Temperatura ambiente	[K] = 291.00
Presión atmosférica	[kPa] = 83.00
Velocidad del viento	[m/s] = 5.27
Estabilidad atmosférica	= C

CONDICIONES DE OPERACION

Temperatura de operación	[K] = 313.15
Presión de operación	[kPa] = 25,000.00

CONDICIONES DE DESCARGA

Velocidad de descarga [kg/s] = 0.01

RESULTADOS

Zona de riesgo entre los límites de inflamabilidad
 Límite Inferior de Inflamabilidad [m] = 0.26
 Límite Superior de Inflamabilidad [m] = 0.50
 Zona de amortiguamiento [m] > 0.50

De acuerdo con los resultados para nube inflamable modelados con SEMARNAT, se observa que los radios donde la concentración de metano es de entre 50,000 a 150,000 ppm se ubicaría a partir de los 0.26 m y hasta los 0.50 m de radio, medidos desde el punto de fuga. En el punto de fuga la concentración de metano es muy alta (≥ 15 %), por tanto, estequiométricamente las proporciones de metano y oxígeno no serían adecuadas para desarrollar un proceso de inflamabilidad; posteriormente a partir de los 0.50 m la concentración de metano se hace muy baja (≤ 5 %), resultando inadecuada para causar un incendio. Por tanto, es muy importante que cualquier elemento que genere puntos de ignición se ubique en un radio superior a 0.50 m del punto de fuga de gas (concentración menor a 50,000 ppm).

Por otra parte, debido al volumen de gas presente en la tubería (0.467 kg) y la presión a la cual está sometido (250 bar), en caso de ocurrir un desfogue, todo este gas sería liberado de manera muy violenta. Sin embargo, al ocurrir un evento de esta magnitud, la presión en la línea cae abruptamente haciendo que la RCU active el transductor de presión cortando el flujo.

Con base a la ocurrencia de un incendio y empleando el software ALOHA®5.4.4 a continuación se presentan los resultados del modelaje para niveles de radiación térmica 5 kw/m² y 1.4 kW/m² emitidas por dicho evento:

```

SITE DATA:
  Location: TEHUACAN, MEXICO
  Building Air Exchanges Per Hour: 1.10 (unsheltered single storied)
  Time: May 5, 2018 1438 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:
  Chemical Name: METHANE
  CAS Number: 74-82-8
  Molecular Weight: 16.04 g/mol
  PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm
  LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
  Ambient Boiling Point: -163.9° C
  Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
  Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
  Wind: 5.27 meters/second from ENE at 3 meters
  Ground Roughness: open country
  Air Temperature: 18° C
  No Inversion Height
  Cloud Cover: 3 tenths
  Stability Class: D
  Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
  Flammable gas is burning as it escapes from pipe
  Pipe Diameter: 2.54 centimeters
  Pipe Length: 6 meters
  Unbroken end of the pipe is closed off
  Pipe Roughness: smooth
  Hole Area: 5.07 sq cm
  Pipe Press: 246.74 atmospheres
  Pipe Temperature: 40° C
    
```

Flame Length: 2 meters
 Burn Rate: 20.6 kilograms/sec
 Total Amount Burned: 467 grams

Burn Duration: 20 seconds

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
 Red : less than 10 meters (10.9 yards) --- (5 kW/(sq m))
 Orange: less than 10 meters (10.9 yards) --- (2.5 kW/(sq m))
 Yellow: less than 10 meters (10.9 yards) --- (1.4 kW/(sq m))

De acuerdo con estos resultados, la zona de amortiguamiento debe ubicarse a una distancia superior a los 10 m del incendio. A partir de esta distancia los niveles de radiación térmica emitidos por el incendio son tolerables por cualquier persona. De acuerdo a la literatura revisada el nivel de radiación térmica a nivel del mar de un día de verano es de 1 kW/m².

En conclusión, en caso de ocurrir un incendio, la zona de amortiguamiento debe estar al menos a 20 m del punto de fuga de gas (10 m de radio para ocurrencia de incendio y 10 m adicionales para tolerancia a radiación térmica (1.4 kW/m²). En el ANEXO 21 PLANO DE RADIOS DE AFECTACIÓN POR INCENDIO POR FUGA DE GAS, se presenta la delimitación de dicha área.

Interacciones de riesgo ante un incendio

De acuerdo a los resultados del modelaje, la ocurrencia de un incendio acontecería en un radio de 10 m del punto de fuga de gas en la Estación, mas 10 m adicionales hasta la zona donde las radiaciones térmicas son superiores a 1.4 kw/m². Con base a esta distancia el impacto más grave en caso de un incendio, sería sobre las personas presentes en el predio donde está la RCU, esto es, sobre los operadores y/o personal de inspección rutinaria y mantenimiento (máximo 2 personas) y sobre la propia instalación de descompresión.

Explosión por Fuga de Gas (metano)

En la siguiente tabla se muestran los resultados considerando la ocurrencia de una explosión ante la presencia de una fuga de Gas, haciendo uso del modelo de SEMARNAT.

NUBE EXPLOSIVA

INFORMACION DE LA SUSTANCIA

Metano
 Peso molecular [g/gmol] = 16.04
 Densidad de gas [kg/m³] = 0.72
 Calor de combustión [kJ/kg] = 50,049.00
 Límite inferior de inflamabilidad [%] = 5.00

CONDICIONES AMBIENTALES

Altura sobre el nivel del mar [m] = 1,712.00
 Temperatura ambiente [K] = 291.00
 Presión atmosférica [kPa] = 83.00
 Velocidad del viento [m/s] = 5.27
 Estabilidad atmosférica = C

CONDICIONES DE OPERACION

Temperatura de operación [K] = 313.15
 Presión de operación [kPa] = 25,000.00

CONDICIONES DE DESCARGA

Velocidad de descarga [kg/s] = 0.01

RESULTADOS

Onda de sobrepresión a 0.5 psi [m] = 11.02
 Onda de sobrepresión a 1.0 psi [m] = 7.36

La onda de sobrepresión se determina a partir del centro de la explosión

De acuerdo con estos resultados, la onda expansiva en caso de una explosión por fuga de Gas (metano) tendría un impacto de 1 psi que es equivalente a 0.07 kg/cm² en un radio de 7.36 m, es decir a esta distancia el impacto de la onda expansiva puede romper fácilmente vidrios y dejar aturrida y con ciertas molestias y/o daños leves en el sistema auditivo a cualquier persona, que se ubique a esa distancia. A los 11 m, la sobrepresión de la onda se reduciría hasta 0.5 psi que son equivalentes a 0.035 kg/cm² que correspondería al área donde el impacto de dicha onda no causa ningún daño. Por tanto, el área de amortiguamiento en caso de explosión debe ubicarse al menos a 20 m a partir del punto de fuga. En el ANEXO 22 PLANO DE RADIOS DE AFECTACIÓN POR EXPLOSIÓN POR FUGA DE GAS (METANO) se muestra la ubicación del área de amortiguamiento y riesgo en caso de explosión.

A continuación, en la tabla siguiente se presenta un resumen de los radios de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento para eventos de fuga de GNC (metano) con daños a la salud, incendio y explosión.

Zona de Riesgo	Daño a la salud		Incendio		Explosión	
	Concentración (ppm)	Radio (m)	Radiación térmica (kw/m ²)	Radio (m)*	Sobrepresión (psi)	Radio (m)
Alto riesgo	> 5000	≤ 10	5	≤ 10	> 1	≤ 10
Zona de amortiguamiento	< 1000	> 20	1.4	> 20 m	< 0.5	> 20

* a este radio se le ha adicionado el radio donde efectivamente puede ocurrir un incendio con base a los límites de inflamabilidad del metano (LEL: 50000 ppm y ULEL 150000 ppm)

II.2 Efectos sobre el Sistema Ambiental.

Derivado de la determinación de radios potenciales de afectación previamente descritos, se puede identificar de manera clara los efectos sobre el sistema ambiental por la ocurrencia de Fuga/Explosión/incendio en tubería de 1 pulgada con Longitud de 6m a una presión de operación 250 Bar (límite superior de presión de operación normal) con un diámetro de descarga: 25.4 mm (desfogue).

Una fuga procedente de las tuberías, deriva en el traslado de una masa de gas a través de la atmósfera en forma de una nube limitada geoméricamente o de una pluma gaseosa, con un

punto de escape y una masa extendida en la dirección del viento y con la distribución de distintas concentraciones en su interior. La fuga está sometida a un grado creciente de dilución en el aire que hace que las concentraciones en la nube o en la pluma vayan disminuyendo conforme transcurre el tiempo y se alejan del punto de emisión. El grado de dilución depende de varios factores siendo los más relevantes la cantidad de material emitida, la densidad de la nube de gas, la estabilidad de la atmósfera y la altura del punto de emisión.

De acuerdo al análisis realizado, el volumen de gas que podría emitirse a la atmósfera ante una desviación operacional de la RCU no sobrepasa los 500 gramos, por lo que puede asumirse que la asimilación de la atmósfera por dilución de este volumen de gas es relativamente rápido y sin consecuencias adversas sobre la calidad del aire en el entorno.

III. Señalamiento de las Medidas de Seguridad y Preventivas en Materia Ambiental.

III.1 Recomendaciones Técnico-Operativas

El diseño de una instalación nunca puede ser absolutamente seguro, completamente a prueba de errores humanos. La complejidad de las operaciones a llevar a cabo, la variedad de condiciones de trabajo, la adaptación a las condiciones de las materias primas y el siempre posible acontecimiento de un fallo no previsto son factores que hacen de la correcta operación un factor tan importante como el diseño inicial.

No se puede asegurar que una instalación bien diseñada con la mejor tecnología existente no pueda sufrir un accidente grave debido a un fallo de comunicación, a una operación de arranque realizada de manera incorrecta, a un control insuficiente sobre las modificaciones o procedimientos de mantenimientos inadecuados, etc.

Como parte de lo anterior y con el objetivo de mantener el grado de riesgo en niveles de aceptabilidad, como alcance de este documento es necesario el llevar a cabo la aplicación de recomendaciones emitidas ya sea durante la etapa de operación o mantenimiento y con esto poder administrar el nivel de riesgo identificado para la operación de las instalaciones de la estación de descompresión RCU 500, mismas que se enuncian a continuación:

Etapa	Recomendaciones	Responsable
Construcción.	Asegurar que todos los materiales y equipos a procurar cumplan con los estándares y normas indicadas en este análisis, especialmente las tuberías y sistemas de válvulas dentro de la RCU	Gerencia de Ingeniería de Neomexicana Supervisor de HSE de Neomexicana
Operación	<p>Con base al análisis de riesgo realizado, los operadores encargados de conectar los semirremolques a las mesas de descarga, deberán cerciorarse previamente del correcto funcionamiento del sistema neumático, especialmente, que la presión de suministro de aire comprimido a las válvulas neumáticas (incluyendo by pass es adecuada). En caso contrario debe reportarlo y parar temporalmente la descarga del contenedor. También debe verificar energía eléctrica en el sistema neumático.</p> <p>Asegurar que el mantenimiento y reemplazo de todo el sistema de válvulas se realiza según las especificaciones del fabricante, especialmente para los tipos de válvulas PSV (válvula de alivio), ANV (válvula accionada neumáticamente), SV (válvula solenoide - bloqueo) y válvula de corte.</p> <p>Asegurar que todo el personal cumple con las capacitaciones en materia de: operación de la estación de descompresión, manejo de los dispositivos de control en caso de emergencia, control de incendio – uso de extintores, etc.</p> <p>Realizar periódicamente (al mínimo una vez al año) una re-inducción a todo el personal de operación de la estación en materia de: procedimientos operacionales de los, sistemas de emergencia y control de contingencias, control de incendios, entre otros.</p>	Gerencia de operaciones de Neomexicana Supervisor de HSE de Neomexicana

III.1.1 Sistemas de seguridad.

Además de los sistemas propios de control de la RCU 500, el presente proyecto contempla la instalación de los siguientes sistemas de seguridad:

- Paros de emergencia (3)
- Sondas detectora de Gas (4) .
- Extintores (8).

De acuerdo a las siguientes características.

Paros de emergencia.

Los paros de emergencia son indispensables para todo el sistema, estos accesorios son a prueba de explosión y tienen que ser golpe de puño para mayor seguridad, estos cumplen con la

norma IRAM-IAP-IEC-79 y a fin de contar con un accionamiento de desconexión instantáneo del suministro eléctrico. Se instalarán 3 paros de emergencia, 2 en la RCU y uno en el tablero de control. Estos paros cortarían la energía de las instalaciones en forma manual con solo presionarlos. Cada pulsador tiene grado de protección IP 65 de acuerdo a la norma IEC 529 y DIN 40050. Todo componente debe incluir el código Exd II C., así mismo cumplen con lo indicado en la NOM-010-SECRE-2002.

Los paros serán de tamaño grande, golpe de puño, instalado a 1,50 m de altura respecto del suelo y estarán debidamente identificados.

Sonda detectora de Gas

La estación cuenta con 4 circuitos derivados. Estos circuitos alimentan a la sirena de gas, a los 3 detectores de gas de la RCU y al detector de gas del sistema de calentamiento.

Se instalarán según lo indicado en los planos con sus respectivos sellos y tubería Conduit a prueba de explosión. Las sondas detectoras de gas son a prueba de explosión, enviando una señal eléctrica proporcional a la concentración de gas en la atmósfera circundante a ellos, las cuales serán recibidas por los indicadores digitales que deben accionar la alarma luminosa y sonora al alcanzar una mezcla de 0,5% en volumen de gas natural en aire.

En caso de detectar una mezcla de 3% se debe activar un sistema de bloqueo, el cual debe interrumpir la energía eléctrica en toda la estación y cerrar los sistemas de alimentación de gas en las mesas de descarga. Estos detectores deben contar con un indicador luminoso y sonoro.

Extintores

El sistema de protección contra incendio será cumpliendo con los requisitos de la norma NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad – Prevención y protección contra Incendio en los centros de trabajo, y los señalamientos de seguridad serán en cumplimiento con los requisitos de la norma NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

Se dispondrá de los siguientes tipos de extintores:

- 3 extintores de PQS triclase ABC de 12 Kg ubicados en la RCU y tablero de control.
- 3 extintores de PQS triclase ABC de 75 kg ubicados cerca de la RCU y alrededor de los semirremolques.
- 2 extintores de CO₂ de 6 kg ubicados en la RCU – tablero de control – sistema de calentamiento.

Sistemas de válvulas

Las válvulas deberán ser fabricadas de acuerdo a API 6D, API 607, ASTM A216 WCB, ANSI B16.1 y ANSI B16.5. Las características de las válvulas deberán ser marcadas de acuerdo a la norma técnica MSS SP-25 o equivalente.

Sistema eléctrico:

La Estación contará con sistema eléctrico a prueba de explosión e iluminación clase 1 división 1 de acuerdo a la norma vigente, así como parada de emergencia, detectores de gases y un interruptor de encendido de luces con las mismas características; la tubería se hará en conduit

tipo pesado y contará con pozos a tierra. La instalación eléctrica será cumpliendo con los requisitos de la norma NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas

La ubicación y especificaciones técnicas se desarrollaran de acuerdo a lo especificado en el PLANO GENERAL y en el PLANO DE SEÑALITICA Y EXTINTORES CALVARIO anexos a este Estudio.

III.1.2 Medidas preventivas generales

Documentación

Debe contar con procedimientos escritos para manejar documentos de ingeniería, entre los que se incluyen planos, croquis, diagramas y especificaciones con su respectivo código de identificación, lista de revisión, aprobación y fechados.

Cualquier construcción adicional o modificación que se requiera hacer, será sólo mediante planos y especificaciones que hayan sido aprobados y controlados mediante procedimientos escritos.

Deberá asegurarse de que las construcciones de sus ampliaciones queden registradas en planos o diagramas “as built”, que consignen todos los cambios o diferencias que se dieran en el proceso de construcción.

Entrenamiento y capacitación del personal:

A todo el personal que participe en la operación, inspección y mantenimiento de la estación de descompresión deberá tomar de manera obligatoria la siguiente Inducción: generalidades sobre el GNC con base a su hoja de información técnica (PEMEX), fundamentos básicos de seguridad, primeros auxilios, equipo de protección para el trabajo, programa de contingencias y respuesta a emergencia dentro de la estación, procedimientos operacionales, combate de incendios, etc.

Curso básico de protección civil / curso de primeros auxilios / curso de manejo de extintores portátiles. Estos cursos son dictados por Eduardo Javier Eddy Castillo, quien está debidamente autorizado por el Gobierno Municipal de Puebla como Asesor y/o Capacitador en materia de Protección Civil en las modalidades de Asesoría y/o Capacitación para la elaboración de Planes de Contingencia de Protección Civil, Programas Internos de Protección Civil y Programas especiales dentro el Municipio Puebla con Número de Registro UOMPC – RAC -038/2016

Sistema eléctrico:

La Estación contará con sistema eléctrico a prueba de explosión e iluminación clase 1 división 1 de acuerdo a la norma vigente, así como parada de emergencia, detectores de gases y un interruptor de encendido de luces con las mismas características; la tubería se hará en conduit tipo pesado y contará con pozos a tierra. La instalación eléctrica será cumpliendo con los requisitos de la norma NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas

Inspección y mantenimiento:

Se efectuará un monitoreo y seguimiento de acuerdo a la normatividad vigente, a los extintores, instalaciones eléctricas, paros de emergencia, sondas detectoras de gas, sistema de desfogue de exceso de flujo, válvulas neumáticas, de alivio y de corte o bloqueo.

El mantenimiento lo integran actividades como: la revisión ocular de instalaciones del área, medidores-transmisores de presión y temperatura, reemplazo de manómetros, de coplees flexibles, mantenimiento a válvulas (PSV, ANV, SV, de corte, etc.) reemplazo de mangueras, reemplazo de espárragos y empaques en bridas y cambio de aceite en medidores y bombas según el fabricante.

IV. Resumen

IV.1 Conclusiones del estudio de riesgo ambiental y resumen de la situación general que presenta el proyecto en materia de riesgo ambiental.

En el presente Análisis se presentaron los fundamentos de la identificación y jerarquización de riesgos del proyecto “Instalación, Operación y Mantenimiento de la Estación de Descompresión de GNC con capacidad máxima de 500 m³/h, en las Instalaciones de Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V.” con fundamento en:

- Las propiedades físico-químicas del GNC
- Los diagramas de tubería e instrumentación
- Los diagramas de flujo de proceso y arreglos de equipo
- Las especificaciones técnicas de materiales y equipos con base en la ingeniería de detalle

Se obtuvieron resultados como la identificación de los riesgos potenciales a los que podría enfrentarse durante alguna desviación en el proceso en la vida de operación de la instalación, estos riesgos fueron analizados y jerarquizados por el grupo multidisciplinario de trabajo, por medio de la metodología What if.

Para facilitar la aplicación de esta metodología la Estación ha sido dividida en 4 subsistemas o nodos. Las preguntas respecto a las desviaciones que pudieran ocurrir han sido formuladas para los procesos que ocurren en cada subsistema. La respuesta a cada pregunta se ha evaluado con base a una serie de variables que pudieran ser observadas y/o medidas de manera explícita o al menos implícitamente. Posteriormente a los riesgos determinados se les ha calculado su valor de riesgo ambiental con base a sus valores de frecuencia y severidad de manera semicuantitativa.

De acuerdo al análisis se detectaron 21 desviaciones, 33 causas, 25 consecuencias, 41 salvaguardas y 2 recomendaciones. Del total de desviaciones 19 fueron jerarquizadas como riesgos tolerables, y 2 como Riesgo ALARP (As low as reasonably practicable) por lo que se generaron dos recomendaciones adicionales a las medidas de salvaguarda establecidas en la ingeniería del proyecto. El escenario asumido para la ocurrencia de fuga/explosión/incendio consiste básicamente en la DESVIACION (QUE PASA SI) número 10 del subsistema o nódulo RCU, el cual se define como “Si la válvula by pass sigue accionada durante un cambio de contenedor con una presión de 250 bar” lo cual generará una fuga de gas en la tubería dentro de la RCU que va desde la conexión al semirremolque hasta el desfogue de la válvula PSV02.

De presentarse el escenario descrito la fuga de gas es relativamente pequeña, unos 467 gramos aproximadamente, debido a que solo se descargaría el gas empacado en la línea que va desde la mesa de descarga hasta el desfogue de la válvula PSV02 (6 m de longitud por 2 pulgadas de diámetro). Al abrirse el desfogue de la válvula PSV02 la presión cae aguas abajo el sistema y bloquea la RCU.

Debido a la reducida cantidad de gas fugado, el modelo para la determinación de zona de riesgo con daños a la salud por exposición, no permite detectar concentraciones significativas con base a los niveles de exposición indicados (5000 ppm, 2500 ppm y 1000 ppm) y genera un radio general de 10 m como zona de amortiguamiento en caso de fuga. En vista de esta limitante se ha asumido como zona segura o de amortiguamiento (VLA-ED) un radio de 20 m a partir del punto de fuga.

En relación al modelo para la determinación de zona de riesgo de Incendio por Fuga de Gas Metano, los resultados para nube inflamable modelados con SEMARNAT, se observa que los radios donde la concentración de metano es de entre 50,000 a 150,000 ppm se ubicaría a partir de los 0.26 m y hasta los 0.50 m de radio, medidos desde el punto de fuga. En el punto de fuga la concentración de metano es muy alta ($\geq 15\%$), por tanto, estequiométricamente las proporciones de metano y oxígeno no serían adecuadas para desarrollar un proceso de inflamabilidad; posteriormente a partir de los 0.50 m la concentración de metano se hace muy baja ($\leq 5\%$), resultando inadecuada para causar un incendio. Por tanto, es muy importante que cualquier elemento que genere puntos de ignición se ubique en un radio superior a 0.50 m del punto de fuga de gas (concentración menor a 50,000 ppm). Ahora con base a la ocurrencia de un incendio y empleando el software ALOHA®5.4.4, la zona de amortiguamiento debe estar al menos a 20 m del punto de fuga de gas (10 m de radio para ocurrencia de incendio y 10 m adicionales para tolerancia a radiación térmica (1.4 kW/m²).

Por último en relación para la determinación de zona de riesgo de Explosión por Fuga de Gas (metano), la onda expansiva en caso de una explosión por fuga de Gas (metano) tendría un impacto de 1 psi que es equivalente a 0.07 kg/cm² en un radio de 7.36 m, es decir a esta distancia el impacto de la onda expansiva puede romper fácilmente vidrios y dejar aturdida y con ciertas molestias y/o daños leves en el sistema auditivo a cualquier persona, que se ubique a esa distancia. A los 11 m, la sobrepresión de la onda se reduciría hasta 0.5 psi que son equivalentes a 0.035 kg/cm² que correspondería al área donde el impacto de dicha onda no causa ningún daño. Por tanto, el área de amortiguamiento en caso de explosión debe ubicarse al menos a 20 m a partir del punto de fuga.

Es importante señalar que una fuga procedente de las tuberías, deriva en el traslado de una masa de gas a través de la atmósfera en forma de una nube limitada geométricamente o de una pluma gaseosa, con un punto de escape y una masa extendida en la dirección del viento y con la distribución de distintas concentraciones en su interior. La fuga está sometida a un grado creciente de dilución en el aire que hace que las concentraciones en la nube o en la pluma vayan disminuyendo conforme transcurre el tiempo y se alejan del punto de emisión. El grado de dilución depende de varios factores siendo los más relevantes la cantidad de material emitida, la densidad de la nube de gas, la estabilidad de la atmósfera y la altura del punto de emisión.

Por lo que de acuerdo al análisis realizado, el volumen de gas que podría emitirse a la atmósfera ante una desviación operacional de la RCU no sobrepasa los 500 gramos, por lo que puede asumirse que la asimilación de la atmósfera por dilución de este volumen de gas es relativamente rápido y sin consecuencias adversas sobre la calidad del aire en el entorno.

Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgos

Instalación, Operación y Mantenimiento de la Estación de Descompresión de GNC con capacidad máxima de 500 m³/h, en las Instalaciones de Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V.

IV.2 Informe Técnico.

DATOS DE LA COMPAÑÍA ENCARGADA DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO			
Compañía	N/A	Registro	N/A
Nombre de la persona responsable	Alejandra González Pérez	Cargo	N/A
DATOS GENERALES DE LA EMPRESA			
No. de Registro INE		R.F.C.	NGN120221H35
Nombre	Neomexicana de GNC S.A.P.I de C.V		
Nombre del Proyecto	Estación de Descompresión de GNC con capacidad máxima de 500 m ³ /h, en las Instalaciones de Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V		
Objeto de la Instalación o Proyecto	Estación de Descompresión de GNC con capacidad máxima de 500 m ³ /h		
UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES			
Calle y Número	Avenida del Agave no. 206	Colonia/Localidad	
Municipio/Delegación	Santiago Miahuatlán	Estado	Puebla
Código Postal	75820.		
DOMICILIO PARA OIR O RECIBIR NOTIFICACIONES			
Calle y Número	Av. Revolución 468, Piso 2 Despacho B204	Colonia/Localidad	San Pedro de Los Pinos
Municipio/Delegación	Benito Juárez	Estado	
Código Postal	03800		
Teléfonos	+52 (55) 50 -62-13-00 Ext.1076	Fax	
		Correo electrónico	psifuentes@neomexicana.com.mx
Nombre del representante de la empresa	Priscila Sifuentes Calvillo.		
Cargo	Representante Legal		
GIRO DE LA EMPRESA			
<input checked="" type="checkbox"/>	Petróleo y derivados	<input type="checkbox"/>	Petroquímico
<input type="checkbox"/>	Químico	<input type="checkbox"/>	Metalúrgico
<input type="checkbox"/>	Otros especificar	Estación de Descompresión de GNC con capacidad máxima de 500 m ³ /h	
USO DE SUELO DONDE SE ENCUENTRA LA EMPRESA			
<input type="checkbox"/>	Agrícola	<input type="checkbox"/>	Rural
<input type="checkbox"/>	Comercial	<input type="checkbox"/>	Mixto
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Habitacional
<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Industrial
LA EMPRESA SE ENCUENTRA UBICADA EN UNA ZONA CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS			
<input type="checkbox"/>	Zona industrial	<input type="checkbox"/>	Zona habitacional
<input checked="" type="checkbox"/>	Parque industrial	<input type="checkbox"/>	Zona urbana
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Zona suburbana
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Zona rural
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA		SUPERFICIE	
Coordenadas latitud N	18°30'36.58"	Requerida	301.61 m ²
Coordenadas longitud W	98°26'12.62"	Total	301.61 m ²

Neomexicana de GNC S.A.P.I de C.V.

Avenida del Agave no. 206, Barrio de Santa Clara, Santiago Miahuatlán, Puebla, C.P. 75820

Criterios Utilizados para la Estimación De Consecuencias.

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Densidad Relativa al aire	Flujo (Sm ³ /h)	Longitud (Km)	Diámetro de la tubería (plg)	Presión (kg/m ²)		Espesor (mm)	Descripción de la Trayectoria
						Operación	Diseño		
Gas Natural (Metano)	74-82-8	0.61	500	0.006	1"	203.94	203.94	6.35	N-S

Antecedentes de Accidentes e Incidentes.

Año	Ciudad o Pais	Instalación	Sustancias involucradas	Evento	Causa	Nivel de afectación	Acciones realizadas para su atención
2012	San Miguel Xoxtla.	Contenedores con Cilindros de GNC	Gas Natural	Estallido y Incendio	Falla en sistema de carga de tanques para transporte.	Emisión de partículas derivadas de la combustión de los contenedores.	Cierre de Válvulas de control, Extinción de Incendio, Evacuación y ventilación.

Identificación y jerarquización de riesgos ambientales.

No. de Falla	No. de Evento	Falla	Accidente hipotético				Ubicación Unidad o equipo de proceso	Metodología empleada para la id. de riesgo	Componente Ambiental Afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión			
1	1	La válvula by pass sigue accionada durante un cambio de contenedor con una presión de 250 bar, lo cual generará una fuga de gas en la tubería dentro de la RCU que va desde la conexión al semirremolque hasta el desfogue de la válvula PSV02. Ø de descarga: 25.4 mm (desfogue válvula PS02) Longitud de Tubería: 6 m	x				Estación de Descompresión RCU 500	WHAT IF	Calidad del Aire
1	2	La válvula by pass sigue accionada durante un cambio de contenedor con una presión de 250 bar, lo			x		Estación de Descompresión RCU 500	WHAT IF	Calidad del Aire y Paisaje (Inmuebles cercanos)

Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgos

Instalación, Operación y Mantenimiento de la Estación de Descompresión de GNC con capacidad máxima de 500 m³/h, en las Instalaciones de Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V.

		cual generará una fuga de gas en la tubería dentro de la RCU que va desde la conexión al semirremolque hasta el desfogue de la válvula PSV02. Ø de descarga: 25.4 mm (desfogue válvula PS02) Longitud de Tubería: 6 m										
1	3	La válvula by pass sigue accionada durante un cambio de contenedor con una presión de 250 bar, lo cual generará una fuga de gas en la tubería dentro de la RCU que va desde la conexión al semirremolque hasta el desfogue de la válvula PSV02. Ø de descarga: 25.4 mm (desfogue válvula PS02) Longitud de Tubería: 6 m							x	Estación de Descompresión RCU 500	WHAT IF	Calidad del Aire y Paisaje (Inmuebles cercanos)

Estimación de Consecuencias.

No. De Falla	No. De Evento	Tipo de Liberación		Cantidad hipotética liberada		Estado Fisco	Efectos Potenciales					Programa de Simulación Empleado	Zona	
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		Alto Riesgo Distancia (m)	Amortiguamiento Distancia (m)
1	1	X		0.467	Kg	Gaseoso	x					ALOHA®5.4.3	≤ 10	> 20
1	2	x		0.467	Kg	Gaseoso	x					SEMARNAT SISTEMA DE AYUDA para la Evaluación de Consecuencias/ ALOHA®5.4.4	≤ 10	> 20

Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgos

Instalación, Operación y Mantenimiento de la Estación de Descompresión de GNC con capacidad máxima de 500 m³/h, en las Instalaciones de Productos Avícolas El Calvario S. de R.L. de C.V.

1	3	x		0.467	kg/s	Gaseoso	x				SEMARNAT SISTEMA DE AYUDA para la Evaluación de Consecuencias/ ALOHA®5.4.5	≤ 10	> 20
---	---	---	--	-------	------	---------	---	--	--	--	---	------	------

Criterios Utilizados para la Estimación De Consecuencias.

No. De Falla	No. De Evento	Toxicidad						Explosividad		Radiación Térmica	
		IDHL	TLV ₈	TLV ₁₅	Velocidad del Viento (m/s)	Estabilidad Atmosférica	Otros (ppm)	Amortiguamiento	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Alto Riesgo
1	1	-	-	-	5.278	A	< 1000, > 5000.	-	-	-	-
1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4 KW/m ²	5 KW/m ²
1	3	-	-	-	-	-	-	<0.5 psi	> 1.0 psi	-	-

V. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en el Estudio de Riesgo Ambiental.

V.1.1 Planos de localización

Anexo 4. Croquis de localización.

Anexo 20. Plano de Radios de Afectación por Fuga de gas (metano) con daños a la salud por exposición

Anexo 21. Plano de Radios de Afectación por Incendio por Fuga de Gas (Metano)

Anexo 22. Plano de Radios de Afectación por Explosión por Fuga de Gas (Metano)

VIII.1.2 Fotografías



Ilustración 15. Vista desde el Exterior del predio del proyecto con dirección ENE-SO. Se observan la losa de concreto, los topellantas y parte de la instalación de red interna de la Planta, como se describe en el apartado I.1.1. Proyecto civil



Ilustración 16. Vista desde el Exterior del predio del proyecto con dirección NNE-SO. Se observa la Delimitación parcial del área ocupada por la losa, mediante malla ciclónica de acero galvanizado con altura de 2 m, como se describe en el apartado I.1.1. Proyecto civil



Ilustración 17. Vista desde el Exterior del predio del proyecto con dirección NNO-SE. Se observa al centro de la imagen la conexión a la red Interna de la Planta, como se describe en el apartado I.1.1. Proyecto civil.



Ilustración 18. Vista hacia el Interior del Predio del Proyecto, donde se observa el limite del predio de la Planta, y la Delimitación parcial del área ocupada por la losa, mediante malla ciclónica de acero galvanizado con altura de 2 m, como se describe en el apartado I.1.1. Proyecto civil



Ilustración 19. Interior del Predio, donde se observa la Losa de concreto previamente acondicionada de acuerdo a lo indicado en el apartado I.1.1. Proyecto civil.



Ilustración 20 Vista al interior del predio del proyecto en dirección SO-NNE. Se observa malla de delimitación de acuerdo a lo indicado en el apartado I.1.1. Proyecto civil.