I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

I.1. BASES DE DISEÑO

I.1.A. CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS UTILIZADAS

Se trata de una interconexión, entre el ducto de 10 pulgadas de diámetro nominal propiedad de Tarahumara Pipeline, S. de R.L. de C. V. y la Central 28 CCC Norte II, la cual cuenta con:

- ⇨ Válvula de seccionamiento, en el inicio de las instalaciones.
- ⇨ Separador de líquidos antes del cabezal de regulación y medición.
- ⇨ By pass, para poder dar mantenimiento a la válvula reguladora sin necesidad de interrumpir el suministro de gas.
- ⇨ Válvulas de seguridad, de capacidad adecuada para aliviar cualquier sobrepresión.

Las bases de diseño y normas utilizadas para construcción del ducto fueron:

- ⇨ ANSI American National Standards Institute
- ⇨ ANSI B 31.4 - Pipeline Transportation System for Liquid Hydrocarbon and other Liquids.
- ⇨ ANSI/ASME B31.1 Power Piping

⇨ NRF – 004- PEMEX-2003 Rev. 1. Protección con recubrimientos anticorrosivos a Instalaciones superficiales de ductos.

Estación de regulación

⇨ **Obra civil:**

La estación de regulación se construyó con materiales no combustibles y sus dimensiones están de acuerdo con las dimensiones de la tubería diseñada para suministrar el volumen de gas requerido, considerando el espacio suficiente para la protección de los equipos e instrumentos del medio ambiente y permitir realizar obras de mantenimiento. Las características de los materiales de construcción estarán de acuerdo a lo señalado en la norma de Construcción de Petróleos Mexicanos "Redes de distribución de gas natural".

La estación de regulación tiene una ventilación adecuada, a favor de los vientos dominantes para garantizar al personal usuario que opera, mantiene, inspecciona y supervisa, no corra riesgos por acumulación de gases.

La estación de regulación está cercada y tiene puertas que permiten el acceso al personal y equipo, para realizar los trabajos de operación, mantenimiento e inspección.

⇨ **Sistema eléctrico:**

La instalación eléctrica es a prueba de explosión, según lo indicado en la NSPM AVII-30, "Clasificación de áreas peligrosas y selección de equipo eléctrico en terminales, agencias de ventas y ductos de transporte" y en la norma 2.227.01 "Proyecto y diseño de instalaciones eléctricas en plantas industriales".

El gabinete y la caja de interruptores de alimentación eléctrica cumple con la norma de Petróleos Mexicanos (3.255.01, "Gabinetes y cajas de interrupción").

⇨ **Cabezal de regulación y medición:**

El diseño, la selección y materiales y las pruebas de hermeticidad y

resistencia, fueron de acuerdo con lo indicado en la última edición de la NSPM AVII-1 o del Código ANSI-B.31.8.

Se consideró la instalación de una válvula de seccionamiento, en el inicio de las instalaciones.

Se instaló un separador de líquidos antes del cabezal de regulación y medición, para evitar que el condensado que contenga el gas natural pase a la válvula reguladora y al medidor.

Se instaló un by pass, para poder dar mantenimiento a la válvula reguladora sin necesidad de interrumpir el suministro de gas.

Se instalaron válvulas de seguridad, de capacidad adecuada para aliviar cualquier sobrepresión.

Los procedimientos de soldadura empleados para la instalación de la red de gas fué calificados de acuerdo a la sección IX del ASME, o la sección 2 del Standard 1104 de API.

Ducto

⇨ **Manejo, transportación, almacenamiento y tendido de los tubos:**

Se cuidó, que durante el manejo y almacenamiento de los tubos, recubrimientos, válvulas y conexiones y demás componentes, para evitar daños.

El transporte de los tubos, cumplió con las prácticas recomendadas en: API- RP-5LI, API-RP-5L5 y API-RP-5L6.

Los tubos y los elementos prefabricados fueron inspeccionados antes de su instalación. El pandeo, las abolladuras, aplastamientos, arrancaduras, ranuras y todos los defectos de este tipo, se evitaron, en caso contrario se repararon de acuerdo a los procedimientos técnicos establecidos por Petróleos Mexicanos, (API-SPEC-5L).

⇨ **Zanja:**

La zanja donde fue alojada la tubería, tiene la profundidad y amplitud de acuerdo al diámetro, para asegurar la debida protección de la tubería y evitar daños a su recubrimiento durante el bajado.

El fondo de la zanja no tiene irregularidades, ni objetos que generen la concentración de esfuerzos, para que se tenga un apoyo uniforme sin forzamiento ni dobleces mecánicos de la tubería.

⇨ **Soldadura:**

Los procedimientos de soldadura, así como los soldadores que ejecutaron estas labores en campo, fueron calificados de acuerdo con lo que especifica la última edición del código ASME Bioler and Pressure Vessel Code sección IX o por el estándar API-1104 Estándar for Welding Pipelines and Related Facilities.

⇨ **Inspección y pruebas de soldadura:**

La inspección y pruebas de las soldaduras, cumplieron con lo estipulado en la última edición del código ASME Bioler and Pressure Vessel Code sección IX o por el estándar API-1104 Estándar for Welding Pipelines and Related Facilities.

Las soldaduras ejecutadas en tuberías fueron probadas además por métodos no destructivos.

Los métodos de las pruebas no destructivas, fueron uno o varios de los procedimientos siguientes:

- ✓ Radiografiado.
- ✓ Partículas magnéticas.
- ✓ Ultrasónica.
- ✓ Líquidos penetrantes.

⇨ **Limpieza interior y pruebas de hermeticidad:**

La limpieza de la tubería se realizó mediante un diablo de limpieza, consistente en un centro tubular o ciego de acero, que sostiene en cada extremo una copa de hule, entre dos discos de acero y en el frente un disco de acero a 95% del diámetro interior, el cual se usa para verificar las dimensiones interiores del tubo.

Después de la limpieza de la tubería, se realizó la prueba de hermeticidad de las soldaduras de campo, a una presión de 7.03

kg/cm^2, localizando las fugas de aire en las juntas soldadas de campo untándolas con espuma de jabón.

La tubería se probó a presión interior, utilizando como fluido agua neutra y libre de partículas suspendidas. Se corrió un diablo delante del fluido con una placa de acero calibradora del círculo interior, impulsado por el flujo.

Una vez llena la tubería y exenta de aire, se aplicó la presión especificada durante una hora sin que se presentaran variaciones sensibles de presión. Después se abatió hasta 50%, se volvió a subir al 100% y se mantuvo hermética la tubería durante 24 horas, utilizando un registrador gráfico de presión y temperatura.

⇨ Conexión del ramal:

La conexión del ramal se realizara conforme a los estándares NSI B16.9 o MSS-SP-75.

I.1.B. SUSCEPTIBILIDAD DE LA ZONA A FENÓMENOS NATURALES Y EFECTOS METEOROLÓGICOS ADVERSOS

Terremotos (sismicidad).

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Esto se realizó con fines de diseño antisísmico.

Para realizar esta división (Figura III.4) se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo, en la figura IV.4 se representan la ubicación de los sismos mayores a 7° escala de Richter.

Zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

Zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan

frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. Aunque la Ciudad de México se encuentra ubicada en la zona B, debido a las condiciones del subsuelo del valle de México, pueden esperarse altas aceleraciones.

Zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

El mapa que aparece en la Figura III.3 se tomó del Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad.

Los sismos más relevantes ocurridos en el área de influencia que cubre 100 km de radio, en un periodo que abarca desde 1900 hasta la fecha, han sido tres, cuyos epicentros se localizaron entre las ciudades de Chihuahua y Camargo, Chihuahua.

Incluyéndose además un cuarto evento obtenido del Catálogo de Sismos de Figueroa (1959), el cual se registró al NW de la ciudad de Parral, Chihuahua (Tabla I.).

Tabla I.1. Parámetros de referencia y localización de puntos sísmicos.

FECHA	HORA	LATITUD	LONGITUD	PROFUNDIDAD (KM)	MAGNITUD	REG. EPICENTRAL
2/12/77	6:15	28,34° N	105,13ª W	10	3,7	NE Meoqui
2/06/91	10:30	28,43º N	106, 33º W	5	3,9	W Chihuahua
31/01/95	11:33	27,74º N	105º,11º W	10	3,5	N Camargo
5/01/32	--	26,98º N	105,56º W	No hay dato	5,0	NE Parral

Basado en los datos geológicos regionales, sin fallas potencialmente activas y específicamente en las magnitudes analizadas de la información proporcionada por el Servicio Sismológico Nacional de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), se deduce que los eventos sísmicos se producen por colapsos dentro de la Placa Norteamericana, generados por la contracción, consecuencia del enfriamiento de los magmas basálticos inyectados en la corteza durante el evento volcánico del Cuaternario Inferior.

Por lo tanto, el área de influencia no presenta grandes

complicaciones en cuanto a sismos se refiere, esto se respalda con los datos obtenidos desde 1900, en el área de los 100 km de radio. Debido a su magnitud ninguno de estos sismos se encuentra registrados en la Figura I.1 y I.2. Con base en lo anterior el área de donde se ubica la Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II, se clasifica como "A".

Corrimientos de tierra.

El material en el cual se asentó la interconexión, es un material heterogéneo en una matriz arenosa, de consistencia firme la cual aumenta con la profundidad. Las capas de arcilla por ser lenticulares, están confinadas y además están parcialmente cementadas con caliche. Esto hace que se interprete que el subsuelo tiene poco riesgo a presentar deslizamientos.

Derrumbamientos o hundimientos.

La existencia de riesgo por derrumbes en las inmediaciones de la Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II, es prácticamente nula debido principalmente a que el sitio donde se construyó la interconexión se trata de un abanico aluvial del Arroyo El Mimbre. Ladera arriba y dentro de la Sierra Pastorías y cuenca del arroyo mencionado, existen formas de relieve capaces de generar derrumbes; son los llamados "circos de erosión", los cuales se generan a partir del desgajamiento de la roca madre por gravedad, en aquellos sitios que tienen la base deformable de tobas arcillosas que fracturan a la roca rígida que las cubre. Los circos más cercanos están localizados a 5 km del sitio y sus brechas de derrumbe no salen del área de la sierra.

Efectos meteorológicos adversos.

Heladas

Las heladas que ocurren en México durante los meses del verano causan fuertes daños a la agricultura. Las regiones más afectadas están localizadas en la Mesa Central del Altiplano, en la Sierra Madre Occidental, en los estados de Chihuahua y Durango, así como en las Sierras Tarahumara, de Durango y Tepehuanes.

La parte norte y central del Estado de Chihuahua, incluyendo la zona donde se ubica la interconexión, se caracteriza por la ocurrencia frecuente de heladas, tal como se aprecia en la figura I.3.

De acuerdo con datos de INEGI, en la ciudad de Chihuahua localizada a 20 Km de la Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II, existen 112 días al año de heladas (durante los meses de diciembre, enero, febrero y marzo), 3 días de heladas tardías, principalmente en abril; 4 días de heladas tempranas, en octubre y noviembre, (Datos del INEGI, para el periodo 1985 – 2000. FUENTE: CNA. Registro de Heladas a Nivel Estatal. Inédito).

Inundaciones (historial de 10 años).

No se tienen antecedentes de inundaciones, en el municipio de Chihuahua, ya que los niveles de precipitación pluvial son bajos, en donde la temporada de lluvias abarca los meses de junio a octubre y la de estiaje de noviembre a abril, en donde los meses de mayor precipitación son los de julio y agosto y la precipitación pluvial promedio anual es de 412.9 mm.

Pérdidas de suelo debido a la erosión.

Martínez y Fernández (1983), estimaron la variación espacial de la erosión en el país a través del cálculo de la relación entre la producción de sedimentos y el área de drenaje de sus diferentes subregiones hidrológicas. De esta forma, el área donde se encuentra instalada la Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II, está ubicada en la subregión 34, la cual está definida por una degradación de suelo del orden de 1 ton/ha/año, considerada como erosión leve.

Para efectos de estabilidad edafológica de los suelos se consideraron los resultados texturales, profundidad, fase física, estructura (forma de las partículas, tamaño, color y desarrollo) y drenaje interno. Desde el punto de vista físico-químico se considera su fase química, pH, conductividad eléctrica, iones. Su textura arenosa, considerable pedregosidad, pendiente alrededor de 3%, vegetación escasa, influencia eólica leve, químicamente normales, influencia hídrica baja, los definen en un nivel intermedio desde el punto de vista de su estabilidad edafológica.

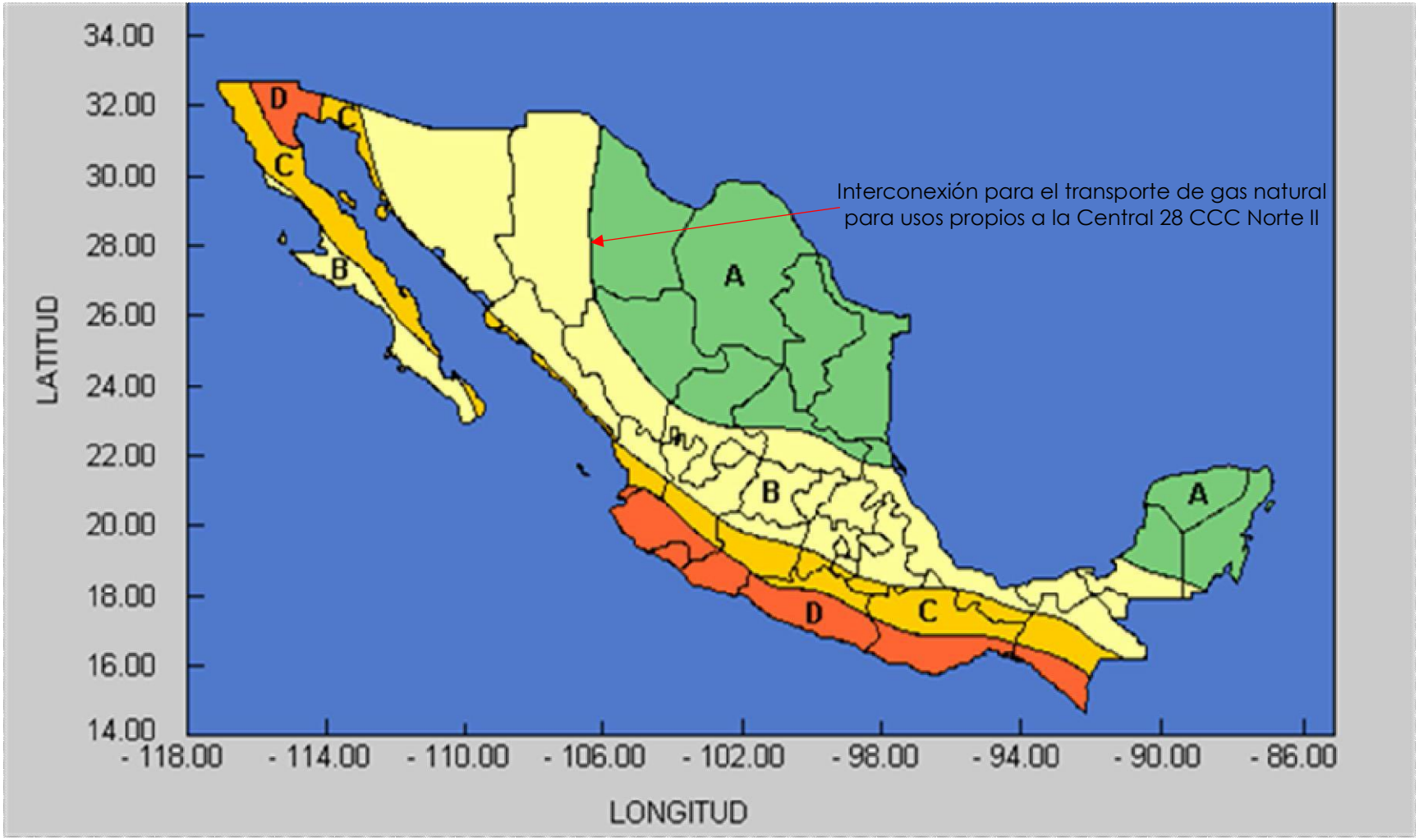


Figura I.1.- Zonas sísmicas de la República Mexicana.

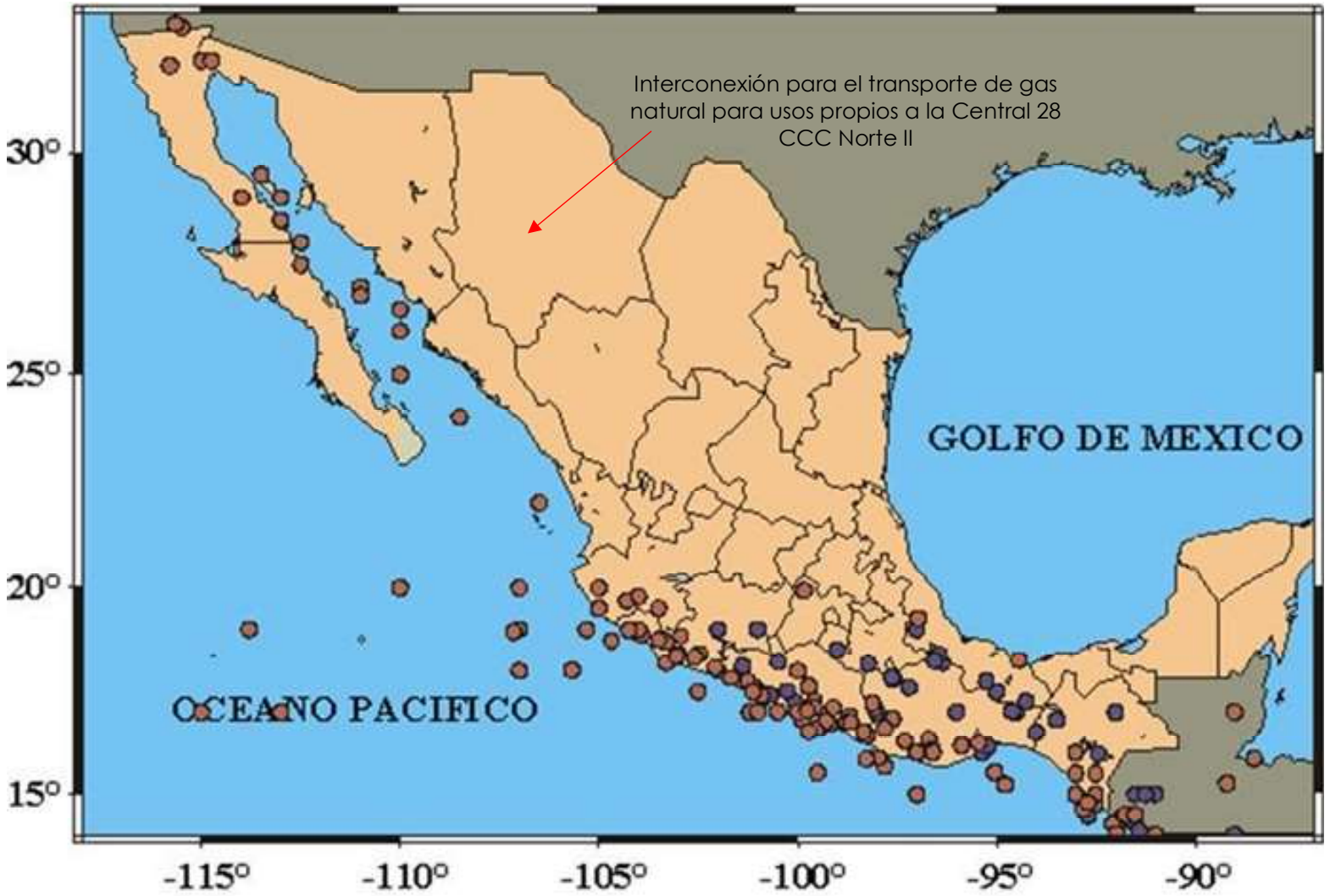


Figura I.2.- Localización de sismos mayores a 7° escala de Richter.
Fuente Servicio Sismológico Nacional.

Figura I.3. Regiones con mayor peligro por heladas.

Esta baja diversidad estructural se asocia estrechamente con una actividad sísmica que se registra como la más baja en el país (Zona A), así también a fenómenos volcánicos que se observan inactivos. Por otro lado, el suelo en que se construyó la infraestructura para la Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II, se establece en un nivel intermedio desde el punto de vista estabilidad edáfológica. Esto en función de las características del suelo y en que la erosión del lugar se define de bajo grado, en el orden de 1 ton/ha/año en lo que se refiere a la influencia tanto eólica como hídrica.

Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión.

No hay antecedentes de la contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión.

Riesgos radiológicos.

No hay antecedentes de riesgos radiológicos, en el área de influencia de la Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II.

Huracanes.

El área de influencia de la Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II, se encuentra alejada de las trayectorias de los huracanes del pacifico y por lo tanto su ocurrencia en la región e inclusive en el Estado es muy remota. Los huracanes que se han presentado en los estados vecinos de Sonora, Sinaloa y Durango, llegan a tener influencia en el Estado con intensidades amortiguadas por la sierra madre occidental, presentándose como Tormentas Tropicales.

I.1.1 PROYECTO CIVIL

La etapa de construcción ya fue ejecutada para la Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II.

La Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II, no contempla la construcción de tanques y bardas de contención.

I.1.2. PROYECTO MECÁNICO

La etapa de construcción ya fue ejecutada para la Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II.

La Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II, no contempla tanques de almacenamiento, así mismo no hay equipos de proceso y auxiliares.

I.1.3. PROYECTO SISTEMA CONTRA-INCENDIO

La Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II, esta fue construida conforme a lo establecido en los Códigos y normas nacionales e internacionales aplicables.

La línea de interconexión, se encuentra perfectamente protegida y debidamente cubierta (enterrada de acuerdo a norma), lo que disminuye la probabilidad de posibles contingencias por golpes, que pudieran ser ocasionados por actividades de mantenimiento en la zona.

Así mismo como medida de seguridad, el personal de seguridad, localizado en la caseta de entrada a la Central 28 CCC Norte II, está en constante vigilancia de la interconexión, a fin de evitar que se realicen actividades de cualquier tipo en esta área.

Como medida de seguridad el proveedor de gas Natural, está monitoreando la presión del ducto, en caso que detecte alguna baja de presión, activa su protocolo de atención y en caso de tratarse de una fuga, realizara las maniobras necesarias para el corte en el suministro de gas Natural.

En caso que se llegara a presentar una emergencia se cuenta con unared de alarmas sonoras y lumínicas, que alertan a las brigadas de atención de emergencia y a la población de la Central de la emergencia, para que implementes los protocolos de emergencia.

Para la atención de una emergencia en la interconexión para el suministro de Gas Natural a la Central 28 CCC Norte II y debido a que forma parte de

las instalaciones complementarias de la Central 28 CCC Norte II, se cuenta con todos los equipos, dispositivos y/o sistemas de seguridad, de la propia Central y que serán utilizados para la atención de una emergencia.

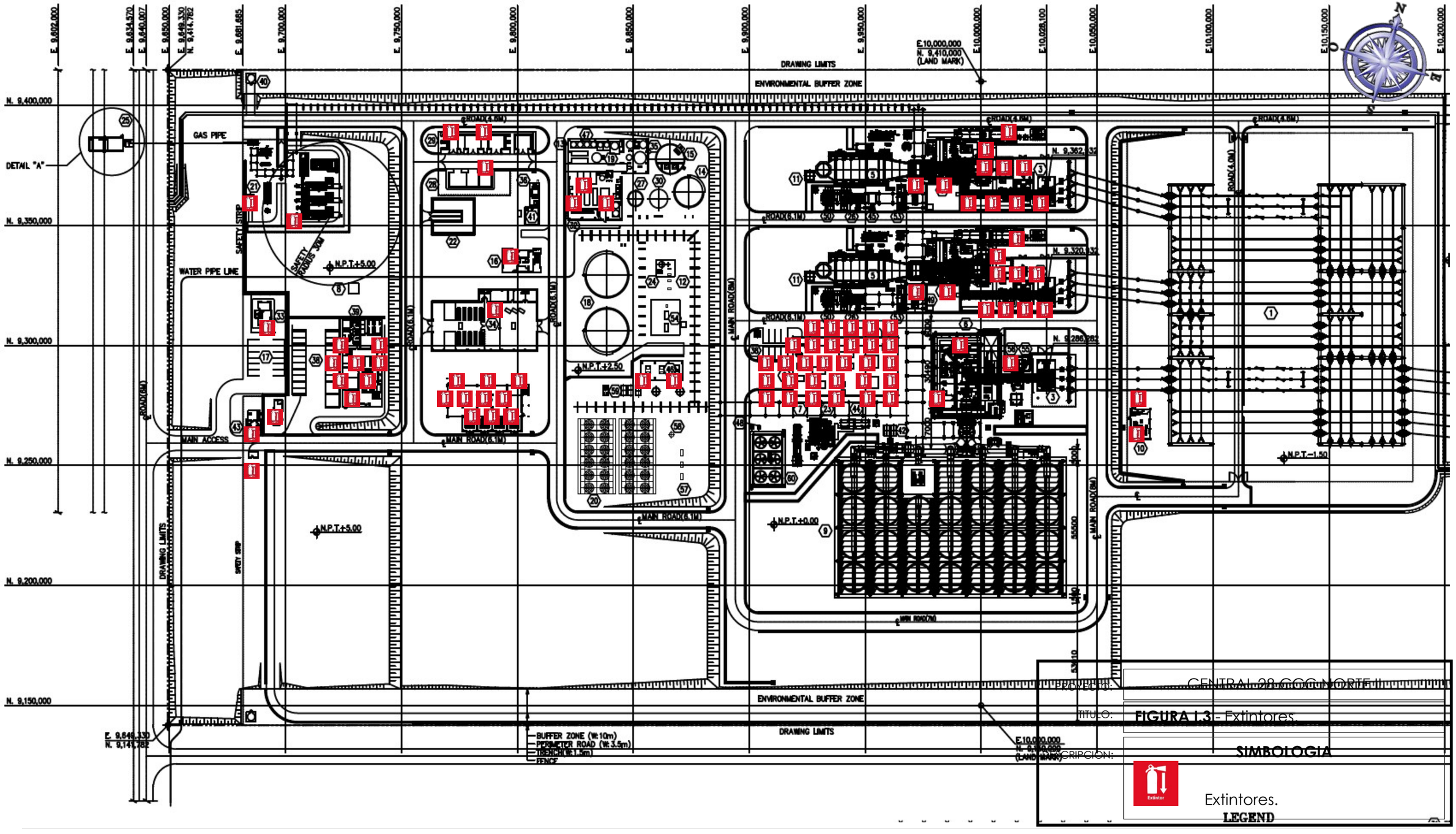
En donde se cuenta con una red contra incendio presionada a 7 kg/cm^2, con tomas siamesas, cercanas a la interconexión, lo que permite conectar y hacer maniobras con las mangueras de suministro de agua contra incendio, el plano de localización de la red contra incendios.

Así mismo se cuenta con 3 trajes de bomberos completos, adicionado con equipo de primeros auxilios, incluyendo una camilla, el plano de rutas de evacuación indica la ubicación de estos equipos.

Como parte complementaria, se cuenta con una red de extintores distribuidos dentro de toda la Central 28 CCC Norte II, que pueden ser utilizados en la zona de emergencia, en caso que se requieran.

La ubicación esquemática de los sistemas de emergencia de la Central 28 CCC Norte II, se presenta de acuerdo a lo siguiente:

⇨ Ubicación de extintores, Figura I.4
⇨ Ubicación de alarmas, Figura I.5
⇨ Red Contra incendios, Figura I.6



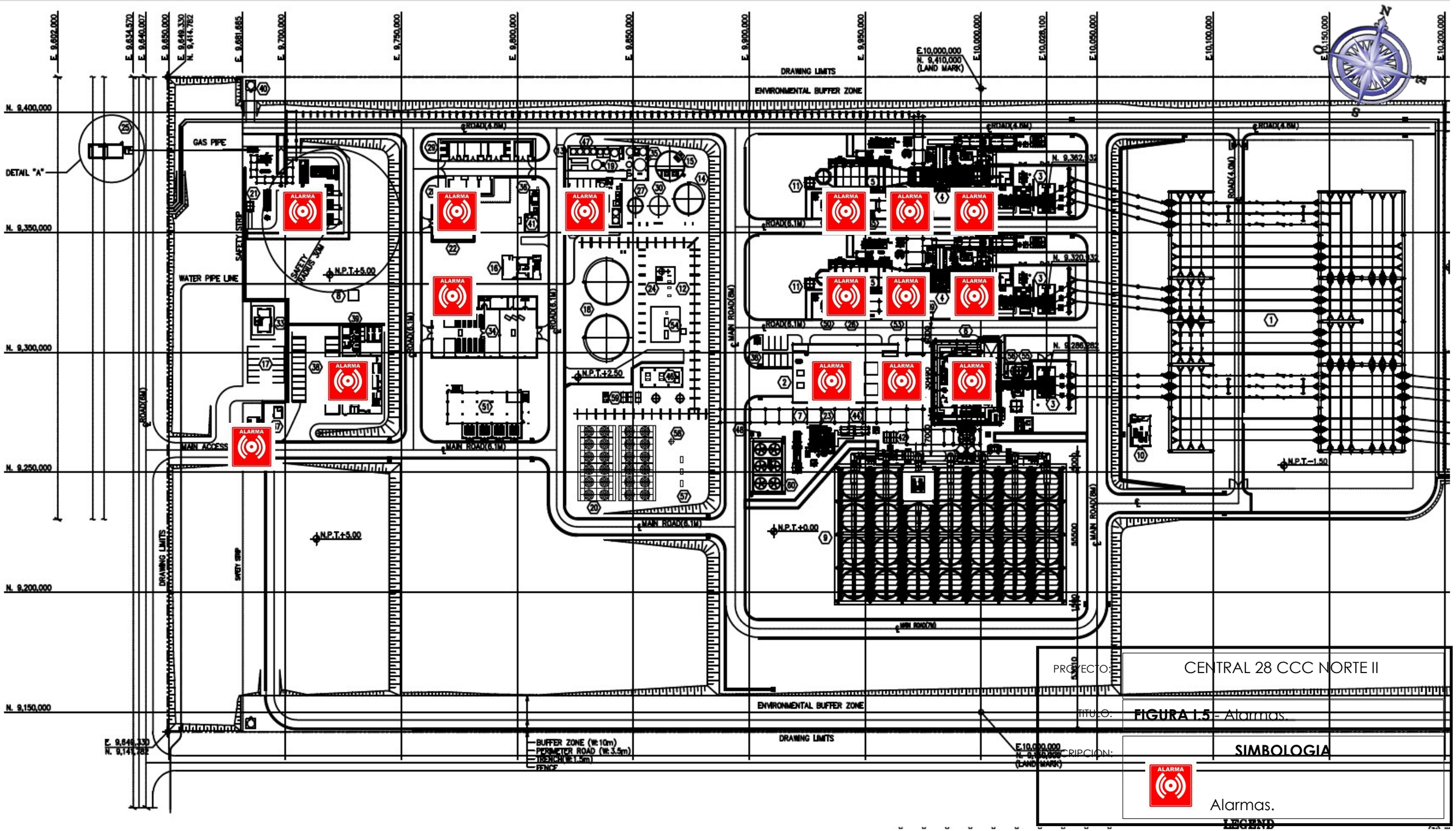
PROYECTO: CENTRAL 28 GGG NORTE II

TITULO: **FIGURA 1.3**.- Extintores.

DESCRIPCIÓN: **SIMBOLOGIA**

Extintores.

LEGEND



PROYECTO:	CENTRAL 28 CCC NORTE II
TITULO:	**FIGURA I.5** - Alarmas.
DESCRIPCION:	**SIMBOLOGIA**

ALARMA

Alarmas.

Red Contra incendios, Figura I.6

1.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

El sistema de transporte de gas natural se interconectó al ducto de 10 pulgadas de diámetro nominal propiedad de Tarahumara Pipeline, S. de R.L. de C. V., mediante una brida aguas abajo del codo de 45° del ramal de 10 pulgadas de diámetro procedente de la estación de medición, regulación y control de "El Encino", en las coordinadas geográficas latitud 28°26'27.70"N, longitud 105°55'15.28" O, después de la brida de interconexión el sistema de transporte avanza en dirección noreste en tubería de acero ASTM-106 grado B de 10 pulgadas de diámetro nominal y cruza bajo los poliductos de 8, 10, 12, y 24 pulgadas de diámetro propiedad del Centro Nacional de Control del Gas Natural, para continuar en la misma dirección y recorrer un total de 59.43 metros, hasta la estación de medición, regulación y control del sistema de transporte ubicada en lascoordenadas geográficas latitud 28°26'28.48"N, longitud 105°55'13.75" O.

Esta Central es operada y administrada por KST Electric Power Company, S.A.P.I. de C.V.

El sitio donde se ubica la interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II, se encuentra a 33 km al sureste de la ciudad de Chihuahua, en el municipio de Chihuahua y estado de Chihuahua.

Se tiene acceso al sitio El Encino en el Km 196+724 de la carretera federal 45 Chihuahua-Delicias.

La dirección completa de la Central 28 CCC Norte II, es:

Km 7.8 al Suroeste del Km 196+724
Tramo Chihuahua-Delicias, sin número,
Municipio de Chihuahua, Chihuahua, C.P. 31067
Coordenadas Geográficas: Latitud Norte: $28^0$26'28.92"
Longitud Oeste: $105^0$55'07.46"

Altura sobre el Nivel del Mar: 1485 msnm

En la Figura I.7, se presenta la localización de la Central 28 CCC Norte II, en la Figura I.8, se presenta vista aérea, en las Figuras I.9 y I.10, se tiene la representación de Punto de Interconexión en plano satelital de la Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II.

Las condiciones del combustible base en el punto de envío son las siguientes:

- ⇨ Combustible: Gas natural
- ⇨ Presión de operación: 24.12 ~ 59.53 bar (g)
- ⇨ Temperatura de operación: 24^0C
- ⇨ Temperatura Mínima: 100C
- ⇨ Temperatura Máxima: 40^0C
- ⇨ Flujo Volumétrico @ P y T: 39, 892 m^3 /día
- ⇨ Flujo Volumétrico @ STD : 1,492,026 m^3 s/día

De acuerdo al Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 04 de mayo de 1992, con una cantidad de reporte a partir de 500 kg, para el metano, (el gas natural, está compuesto por el 88% de metano).

I.2.1. Hojas de seguridad

La Hoja de seguridad del Gas Natural, se presenta en la siguiente página.

I.2.2. Almacenamiento

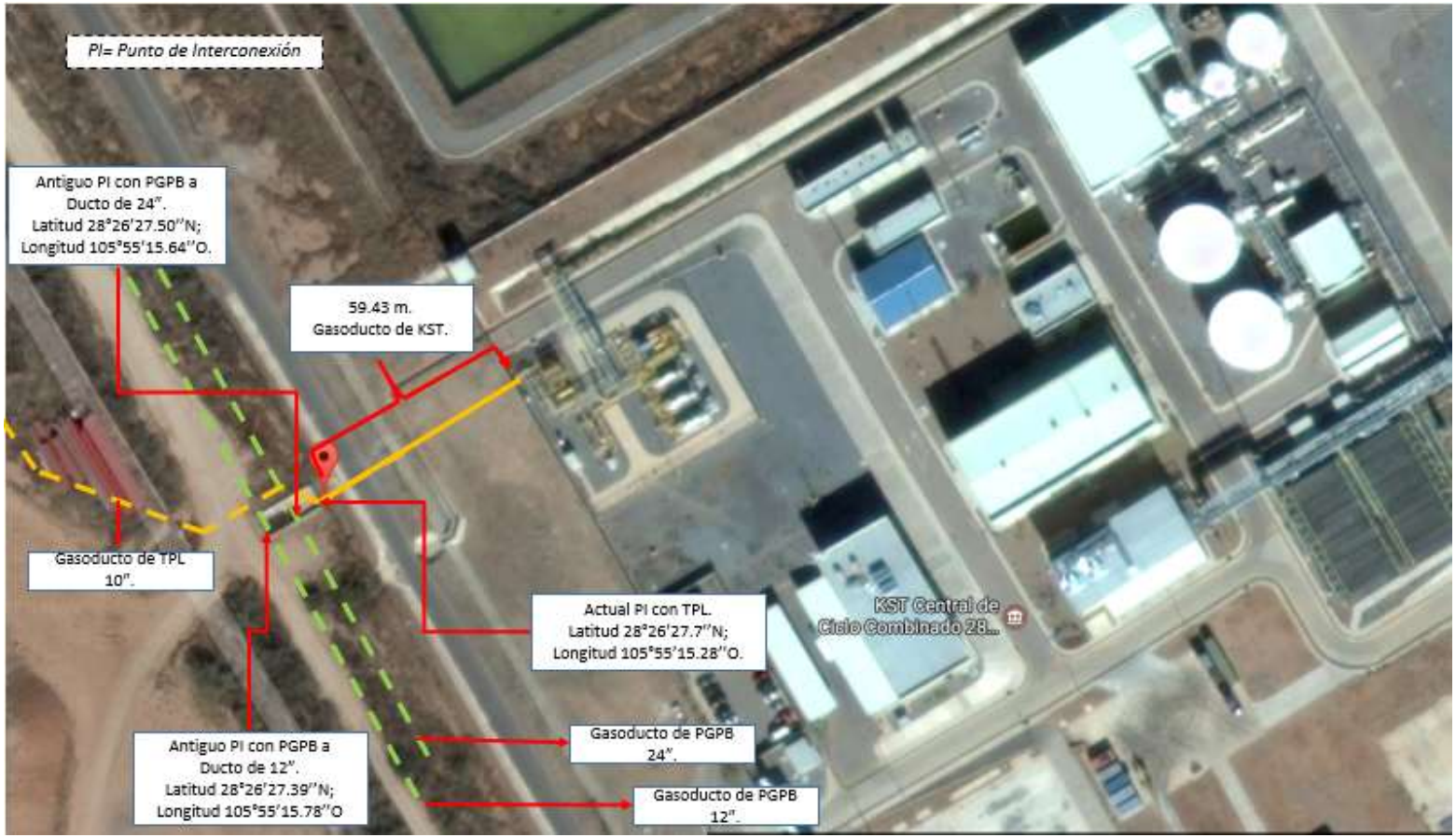
Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II, no contempla ningún tipo de almacenamiento, por lo cual no aplican los siguientes puntos:

a) Listar el tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento, especificando:

- ⇨ Cantidad.
- ⇨ Características.
- ⇨ Código o estándares de construcción.
- ⇨ Dimensiones.
- ⇨ Capacidad máxima de almacenamiento.
- ⇨ Dispositivos de seguridad instalados.
- ⇨ Localización dentro del arreglo general de la planta.

Figura I.7.- Localización de la Central 28 CCC Norte II, tomando como punto de referencia la Ciudad de Chihuahua.

Figura I.8.- Imagen aérea de la Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II.



Figuras I.9.- Representación de Punto de Interconexión en plano satelital.

Figuras I.10.- Representación de Punto de Interconexión en plano satelital, panorámica.

I.2.3. Equipos de proceso y auxiliares

Se trata de una interconexión, entre el ducto de 10 pulgadas de diámetro nominal propiedad de Tarahumara Pipeline, S. de R.L. de C. V. y la Central 28 CCC Norte II, la cual cuenta con:

- ⇨ Válvula de seccionamiento, en el inicio de las instalaciones.
- ⇨ Separador de líquidos antes del cabezal de regulación y medición.
- ⇨ By pass, para poder dar mantenimiento a la válvula reguladora sin necesidad de interrumpir el suministro de gas.
- ⇨ Válvulas de seguridad, de capacidad adecuada para aliviar cualquier sobrepresión.

I.2.4. Pruebas de verificación

Los resultados de las pruebas hidrostáticas, para la Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II, se presentan el **Anexo CUATRO**.

MSDS
GAS NATURAL

I.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN

Las condiciones del combustible base en el punto de envío son las siguientes:

⇨ Presión de operación: 24.12 ~ 59.53 bar (g)
⇨ Temperatura de operación: 24^0C
⇨ Temperatura Mínima: 10^0C
⇨ Temperatura Máxima: 40^0C
⇨ Flujo Volumétrico @ P y T: 39, 892 m^3 /día
⇨ Flujo Volumétrico @ STD: 1,492,026 m^3 s/día

No se cuenta con equipos principales y auxiliares para la Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II.

Los quipos principales y auxiliares, son propios de la Central 28 CCC Norte II, los cuales fueron evaluados y dictaminados en su momento, siendo competencia de la SEMARNAT.

I.3.1. Especificación del cuarto de control

La Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II, no cuenta con cuarto de control.

I.3.2. Sistemas de aislamiento

Como medida de seguridad el proveedor de gas Natural, está monitoreando la presión del ducto, en caso que detecte alguna baja de presión, activa su protocolo de atención y en caso de tratarse de una fuga, realizara las maniobras necesarias para el corte en el suministro de gas Natural.

En caso que se llegara a presentar una emergencia se cuenta con unared de alarmas sonoras y lumínicas, que alertan a las brigadas de atención de emergencia y a la población de la Central de la emergencia, para que implementes los protocolos de emergencia.

I.4 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

1.4.1 Antecedentes de accidentes e incidentes

Introducción

El concepto de riesgo se identifica como la posibilidad de perder. Íntimamente relacionado con el riesgo se encuentra el peligro1, o condición que puede producir efectos adversos sobre la mejor utilización posible de los recursos humanos y de la propiedad. Se dice que hay peligro cuando se ha descubierto, se conoce o se sabe que existen una o varias condiciones peligrosas. Las consecuencias a que puede dar lugar cada uno de los riesgos serán siempre pérdidas:

⇨ Para las personas (lesiones, enfermedad, fatiga, insatisfacción).
⇨ Para la propiedad (en bienes muebles e inmuebles).
⇨ Para el proceso (tiempos perdidos, calidad deteriorada).
⇨ Para el entorno (daños al ambiente, la ecología, la sociedad).

En la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente se señala como criterio para considerar riesgos a una actividad, el que comprenda acciones asociadas con el manejo de sustancias con propiedades corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, radioactivas y biológicas, en cantidades tales que en caso de producirse su liberación, sea por fuga o derrame, o bien un incendio o una explosión, puedan ocasionar afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

El riesgo total que presenta una instalación industrial conjuga dos aspectos importantes:

a) Riesgo intrínseco del proceso industrial, que depende de la naturaleza de los materiales que se manejen, de las modalidades energéticas utilizadas y la vulnerabilidad de los diversos equipos que integran el proceso, así como la distribución y transporte de los materiales peligrosos.

b) Riesgo de la instalación, el cual depende de las características del sitio en que se encuentra ubicada, donde puedan existir factores que magnifican los riesgos que puedan derivar de accidentes

(condiciones meteorológicas, vulnerabilidad de la población aledaña, ecosistemas frágiles, infraestructura para responder a accidentes, entre otros).

Tipos y consecuencias de riesgos industriales graves.

Los riesgos industriales graves suelen estar relacionados con la posibilidad de explosión, incendio o dispersión de sustancias químicas tóxicas y, por lo general, entrañan el escape de material de un recipiente seguido, en el caso de sustancias volátiles, de su evaporación y dispersión.

Entre los accidentes relacionados con los riesgos principales cabe mencionar los siguientes:

⇨ Escape de material inflamable, mezcla del material con el aire, formación de una nube de vapor inflamable y/o explosiva, la cual al llegar a una fuente de ignición, provocará un incendio o una explosión que puede afectar a trabajadores, equipos y posiblemente a zonas pobladas, dañando a terceros;

⇨ Escape de material tóxico, formación de una nube de vapor que es tóxica y arrastre de la nube por los vientos, lo que afectará directamente al lugar y posiblemente a zonas pobladas.

En el caso de la fuga de materiales inflamables, el mayor peligro proviene del repentino escape masivo de líquidos volátiles, o gases, que producen una gran nube de vapor inflamable y posiblemente explosivo. Si la nube se llega a inflamar, los efectos de la combustión dependerán de múltiples factores, entre ellos la velocidad del viento, la medida en que la nube estaba diluida en el aire, así como de los límites de inflamabilidad o de explosividad de la sustancia.

La fuga repentina de grandes cantidades de materiales tóxicos puede causar muertes y lesiones graves a una distancia mucho mayor que el caso anterior. A veces, esa fuga puede, en ciertas condiciones climáticas, producir concentraciones letales a varios kilómetros del punto de fuga, y el número de víctimas dependerá de la densidad demográfica en el trayecto de la nube, de la eficacia de las medidas de emergencia que se tomen, que podrían incluir la evacuación, así como de la concentración y del tiempo de exposición.

Algunas instalaciones o grupos de instalaciones como los complejos

industriales, plantean ambos tipos de amenaza. Además las ondas de expansión y los proyectiles de una explosión pueden afectar la integridad de otras plantas que contengan materiales inflamables y tóxicos, causando de ese modo una intensificación del desastre, que se designa con la expresión de "efecto dominó".

Explosiones.

Estas se caracterizan por una onda de choque que puede producir un estallido y causar daños a los edificios, romper ventanas y arrojar materiales a varios cientos de metros de distancia. Los efectos de una onda de choque varían según las características del material, su cantidad y el grado de restricción de la nube de vapor. La presión de la onda de choque disminuye rápidamente con el aumento de la distancia desde la fuente de la explosión. Por ejemplo, la explosión de un tanque que contuviera 50 toneladas de propano produciría una presión de 14 kPa (2 psi) a 250 metros y una sobrepresión de 5 kPa (0.725 psi) a 500 metros a partir del tanque; se sabe que con una sobrepresión de 3.45 kPa (0.5 psi), se rompen cristales y pueden dañar a humanos.

Las explosiones pueden producirse en forma de una detonación o de una deflagración, en función de la velocidad de combustión durante la explosión. Se produce una deflagración cuando la velocidad de combustión o la velocidad de la llama, es relativamente lenta, del orden de 1 m/s. En una detonación, en cambio, la velocidad de la llama es extremadamente elevada. El frente de la llama se desplaza como una onda de choque, a una velocidad entre 2000 a 3000 m/s. La presión máxima causada por una deflagración en un recipiente atmosférico cerrado gira en torno a los 70-80 kPa (10-11.6 psi), mientras que una detonación puede alcanzar fácilmente una presión de 207 kPa (30 psi). Las explosiones de nubes de vapor confinado son las que se producen dentro de algún contenedor, como un recipiente o una tubería. En la tabla I.2 aparece una lista de algunas explosiones de nubes de vapor que, en algunos casos, produjeron detonaciones debido a que la nube de gas estaba confinada.

TABLA I.2.- Ejemplos de explosiones industriales

Sustancias químicas involucradas	Consecuencias		Lugar y fecha
	Muertes	Lesiones	
Propano	7	152	Decatur, Illinois, E.E.U.U., 1974

Incendios

Los efectos de los incendios sobre las personas son quemaduras de piel por exposición a las radiaciones térmicas. La gravedad de las quemaduras depende de la intensidad del calor y del tiempo de exposición. La radiación térmica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia desde la fuente. En general, la piel resiste una energía térmica de10 Kw/m^2 durante aproximadamente 5 segundos y de 30 Kw/m^2 durante sólo 0.4 segundos antes de que se perciba dolor.

Los incendios se producen en la industria con más frecuencia que las explosiones y las emanaciones de sustancias tóxicas, aunque las consecuencias medidas en pérdida de vidas humanas suelen ser menos graves.

Un efecto letal que debe tomarse en consideración al producirse un incendio es la disminución del oxígeno en la atmósfera debido al consumo de oxígeno en el proceso de combustión. Son asimismo importantes los efectos sobre la salud originados por la exposición a los humos generados por el incendio, ya que estos pueden incluir gases tóxicos, como bióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, etcétera. Muy a menudo una explosión va seguida de un incendio y ambos fenómenos causan víctimas.

Escape de gases tóxicos

Existen numerosas sustancias químicas con las que es preciso actuar con particular meticulosidad para impedir que produzcan efectos nocivos en los trabajadores o en la población aledaña. Si llegara a escapar grandes cantidades de estas sustancias, se dispersarían con el viento y tendrían la posibilidad de matar o lesionar a personas que viven a cientos de metros de distancia de la instalación.

La toxicidad de las sustancias químicas se suele determinar mediante el empleo de cuatro métodos principales, que son los siguientes: el estudio de los incidentes, los estudios epidemiológicos, los experimentos sobre animales y los ensayos con microorganismos.

Se sabe, por ejemplo, que el cloro resulta peligroso para la salud humana en concentraciones de 3 partes por millón (ppm), con una exposición de 15 minutos; este gas causa daños irreversibles en concentraciones de 25 ppm con exposiciones de 30 minutos.

En la tabla I.3 se indican algunos accidentes industriales importantes

causados por escapes tóxicos de diferentes sustancias químicas, algunos de los cuales causaron víctimas. El cloro y el amoníaco figuran entre las sustancias químicas tóxicas más comúnmente utilizadas en grandes cantidades.

Tabla I.3 Ejemplos de escapes importantes de sustancias tóxicas			
Sustancias químicas involucradas	Consecuencias		Lugar y fecha
	Muertes	Lesiones	
Ácido sulfhídrico	8	29	Chicago, E.E.U.U., 1978

Listas de algunos de los accidentes relevantes a causa del Gas Natural Licuado (GNL)[1].

1965.- Derrame del metanero "Princess". Los brazos de descarga de GNL de la Planta regasificadora a un buque se desconectaron antes de las líneas de líquido se hubieran vaciado completamente causado un accidente de GNL.

1965.- Derrame del "Jules Verne". Existió un fallo en la instrumentación de nivel de líquido, causado un derrame de GNL.

1971.- En La Spezia, Italia. Se produjo un fenómeno llamado "rool-over" o de vuelco, en el que dos capas de gas natural licuado con diferentes densidades y contenido de calor pueden formar de nuevo el flujo de gas natural desde el compresor hasta la línea de nitrógeno.

1972.- Montreal East, Quebec, Canadá. Ocurrió una explosión en la licuefacción de GNL debido a una falla que produjo una alta concentración de gas superando la máxima presión en la planta regasificadora de Gaz Metropolitan. El accidente ocurrió en la sala de control debido a un reflujo de gas natural desde el compresor hasta la línea de nitrógeno.

1973.- Staten Island EE.UU. Estalló un incendio en un tanque de GNL fuera de servicio, que estaba siendo reparado. Murieron los cuarenta trabajadores que estaban trabajando en el tanque. Se supone que se había filtrado gas a través del revestimiento en las rellenadas anteriores y se habían acumulado en el suelo y que una chispa eléctrica de las aspiradoras encendió el gas provocando la explosión.

[1] http://jaurecologico.blogspot.com/2011/04/accidentes-con-gas-natural-licuado.html

1974.- Massachusetts Barge EEUU. Después de un corte de energía y el cierre automático de las válvulas de la línea de líquido principal, una pequeña cantidad de gas natural licuado se filtró por una válvula de purga debido al aumento de la presión causado por el cierre de la válvula, provocó una fuga de gas natural licuado.

1977.- Derrame del buque "Aquarius". Dificultades en el sistema de medida de nivel de líquido - causó la fuga de GNL.

1978.-Isla Das, Emiratos Árabes Unidos. Una falla en una conexión de tubería de fondo de un tanque de GNL provocó la fuga de GNL.

1979.- Cove Point, Maryland, EEUU. Una fuga de gas natural licuado al fallar una bomba de alta presión, filtró por un conducto eléctrico - causando otro accidente.

1979.- En el metanero Argelino Mostafa Benboulaid . Fallo en una válvula en el sistema de tuberías de 125 mil metros cúbicos de un buque.

1979.- El metanero Pollenger. Fuga en una válvula provocó otro accidente.
1983.- Bontang, Indonesia: Ruptura de un intercambiador de calor en una planta de GNL y la explosión resultante provocan accidente.

1987.- Nevada Test Site, Mercury, EEUU. Un incendio accidental de una nube de vapor de GNL se produjo en el lugar de pruebas de Departamento de Energía de EE.UU. (DOE) de Nevada.

1990.- En el metanero Bachir Chihan I. Se produjeron grietas en un tanque de 130.000 metros cúbicos, en partes de la embarcación sometidas a altas tensiones cuando la nave estaba en alta mar.

2002.- Gibraltar fuera del Mediterráneo. Un portador menor de GNL "Norman Lady" colisionó frente a Gibraltar con el USS Oklahoma City, un submarino nuclear de la Marina Norteamericana. Se produjeron daños menores en los dos buques. La compañía dijo que el buque, ya había descargado su cargamento de GNL en Barcelona, España, sino el daño habría sido muy grande.

2004.- Argelia. las instalaciones portuarias de GNL diseñado para cargar sólo con pequeños buques tanque de GNL para cortas distancias explotó, muriendo 27 trabajadores y dejando 74 lesionados. La causa: en un principio se creía que fue debida a una "caldera defectuosa", que había recibido antes "reparaciones superficiales;", investigación de seguros determinaron que la causa fue una fuga de gas natural licuado en la tubería.

2004.-Trinidad y Tobago. Explotó una turbina de GNL, decenas de trabajadores tuvieron que ser evacuados después de que una turbina de gas explotó.

2004.- Noruega. Un buque tanque de GNL cargado con una tripulación de 14 hombres, quedó a la deriva al oeste de Fedje, en la costa oeste de Noruega, al norte de Bergen. Los motores del buque se había detenido, y las anclas fueron inútiles debido a un tiempo tormentoso. Los remolcadores recién llegaron al buque cuando este estaba a sólo 30 metros de golpear contra las rocas. Había viento y dado las malas condiciones meteorológicas en la zona, se hicieron los preparativos para evacuar a las 800 personas que viven en la isla de Fedje, por temor a que el buque explotara.

2005.- Nigeria. Una cañería de gasoducto subacuático de 28 pulgadas de diámetro explotó. La explosión afectó un área estimada en 27 kilómetros cuadrados. Once personas desaparecidas y toda la vida acuática de la zona totalmente destruida en Kalakama, una comunidad pesquera en Ogoloma. El incidente, resultó un infierno que devoró unos 27 kilómetros cuadrados de manglares, matando todo lo que había en el mar.

2005.- India. Vientos poco más de 40 nudos provocó un accidente en la terminal de GNL Ltd Petronet en Dahej cuando los remolcadores de LNG "Disha" golpearon contra el muelle.

2006.- Savannah, GA 14 de marzo 2006. Un desastre se evitó al controlar el derrame de un buque cisterna de gas licuado natural en el sur de la isla de Elba se separó de sus amarras y se alejó del muelle. El muelle fue cerrado durante unas 36 horas mientras que los representantes de la Guardia Costera y un ingeniero de GNL de la Comisión Federal Reguladora de Energía, investigó el incidente. Este accidente casi cierra las importaciones de GNL en Elba.

2006.- Trinidad & Tobago. Fuego en una planta de GNL El fuego se desató al saltar un sello de seguridad. No hubo lesionados. Pocos días después los empleados tuvieron que evacuar la planta después de que al saltar un fusible golpeó a un empleado en el pecho. Tres días antes de ese incidente, la planta tuvo que ser cerrada durante seis horas, al descubrirse una fuga de gas natural en una tubería.

2006.- Barco cargando gas líquido ardió en Jordania AMMAN. Un barco cisterna que transportaba gas natural licuado se incendió, hiriendo a 12 personas. El barco fue evacuado rápidamente y remolcado desde el muelle en el puerto del Mar Rojo.

2010.- El metanero de 90.000 Toneladas de capacidad (TRB) y 289 metros de eslora "Suez Matthew" se quedó sin propulsión en la medianoche sábado 27 de diciembre, cuando se dirigía desde Trinidad hacia el puerto de Boston con un cargamento de gas natural licuado (LNG). La tripulación y un equipo de especialistas enviado por el armador pudieron localizar y reparar la avería, bajo la atenta supervisión de la Guardia Costera y con la presencia permanente de dos remolcadores. Antes de ser autorizado a atracar en los muelles de Everett, el capitán del Puerto de Boston revisó y aprobó las reparaciones realizadas así como la certificación de las mismas emitida por Lloyd's Register.

2010.- Un accidente similar, aunque más grave, se produjo en estas mismas aguas, en febrero, cuando el metanero de bandera española "Catalunya Spirit" se quedó sin máquinas y a la deriva. El Catalunya Spirit transportaba gas natural licuado desde Trinidad hacia Boston y tuvo que ser auxiliado por varios remolcadores. La reparación de la avería duró varios días.

I.4.2 Metodologías de identificación y jerarquización

Para la identificación de riesgos se cuenta con métodos basados en la experiencia, en donde las compañías recopilan periódicos o archivos en donde se encuentran algunos accidentes o incidentes anormales, con la finalidad de poder cotejar las circunstancias similares que se pudieran presentar en sus propias unidades y así poder tomar acciones correctivas antes de que ocurra un accidente.

Experiencia acumulada: la seguridad y la operabilidad son factores significativos que deben ser una parte integral del proceso de diseño, donde la experiencia en la operación de instalaciones similares proporcionan los puntos de probables riesgos, y así poder mitigarlo o cancelar la actividad que lo provoca.

Otro tipo de metodología para la identificación de riesgos son los métodos creativos, donde estos se pueden clasificar en dos grupos:

- ⇨ Listas de comprobaciones.
- ⇨ Estudios de riesgo y operabilidad (HAZOP).

Las listas de comprobaciones, se utilizan generalmente en instalaciones pequeñas, de bajo riesgo, de tecnología muy conocida o de procesos sencillos; a su vez los estudios de riesgo y operabilidad HAZOP) se desarrollan

para instalaciones complejas, de alto riesgo o de tecnologías innovadoras, como son complejos petroquímicos, refinerías entre otros.

Así mismo para determinar la Probabilidad de Ocurrencia de los casos a estudiar se empleara el procedimiento de **APLICACIÓN DEL ANALISIS DE FRECUENCIA (DETERMINACION DE LOS INDICES GLOBALES DE RIESGO)**, como metodología alterna al Árbol de Fallas.

En resumen las metodologías a utilizar son:

1. **ESTUDIO DE RIESGO Y OPERABILIDAD (HAZOP).**
2. **ANALISIS DE FRECUENCIA.**

DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA HAZOP

La identificación de riesgo del proceso y el examen de las formas de reducir o eliminar el riesgo que pueda afectar al personal, instalaciones y al medio ambiente, son las metas de seguridad de esta metodología.

El estudio de riesgos y operabilidad de "Palabra Guía" (HAZOP) se seleccionó como la metodología adecuada para este estudio de Análisis de Riesgos del Proceso (ARP).

Esta metodología es apropiada para este tipo de sistema, y es aceptada ampliamente en la industria petrolera mexicana ya que satisface los requerimientos del (ARP). El diseño y la revisión se hicieron con base en la normatividad referida en el contrato.

La metodología HAZOP de "Palabra Guía" es un análisis riguroso, estructurado, en el cuál tales palabras guía son combinadas con los distintos parámetros del proceso para examinar posibles desviaciones de la operación en puntos seleccionados como clave en las distintas etapas del proceso.

Las palabras guía utilizadas incluyeron no, más (superior), menos (inferior), diferente, etc. Los parámetros del proceso examinados incluyeron flujo, temperatura, presión, nivel y composición, etc.

El estudio de Riesgos y Operabilidad (HAZOP) es un método disciplinado que proporciona a un grupo de ARP los medios para visualizar los móviles por los cuales el proceso puede fallar, tener un mal funcionamiento u operación incorrecta.

Dentro del HAZOP, el proceso sujeto a investigación es "cuestionado" sistemáticamente para determinar las consecuencias (riesgos) de las desviaciones del diseño original, o de la operación normal del proceso.

La premisa de la técnica de HAZOP consiste en que puede existir un problema si el proceso se desvía de sus parámetros de diseño.

La base de la investigación de HAZOP es la desviación, que puede ocurrir sólo si el parámetro del proceso que se está estudiando se encuentra fuera del rango deseado.

Las "palabras guía" se combinan con el parámetro del proceso para obtener una desviación hipotética del propósito del diseño, siendo dichas "palabras guía" las herramientas utilizadas para dirigir sistemáticamente el HAZOP.

El primer paso en el estudio del HAZOP es seleccionar los puntos donde se examinarán las desviaciones del proceso, llamadas "nodos". El grupo de ARP, revisa los DTI's para seleccionar los nodos que se consideraron.

Todos nodos están numerados con el propósito de llevar los registros necesarios. Esta numeración de nodos aparecen en los DTI's.

El número correspondiente al nodo involucrado aparece al inicio de cada uno de ellos en las hojas de trabajo de HAZOP.

El primer concepto que se obtiene en todos los casos al examinar una desviación en especial es la "consecuencia" potencial para ese nodo.

Si no existe ninguna consecuencia, o sólo se obtiene una insignificante, generalmente dicha desviación no se discute a fondo. Esto permite al grupo concentrarse en las desviaciones que pueden causar condiciones inseguras o problemas de operación.

La técnica de estudio de HAZOP de "Palabra Guía" utilizada en este análisis incluye la documentación de las consecuencias razonables en el peor de los casos para una desviación, sin considerar las precauciones existentes. Esto permite al grupo de ARP examinar los riesgos o consecuencias asociadas con fallas de controles de ingeniería y administración para estas unidades.

Una vez que se evalúan y documentan las consecuencias, el grupo se enfoca en la identificación de las "MEDIDAS DE SEGURIDAD" existentes para la desviación. Si éstas no existían, el grupo de ARP emite

"RECOMENDACIONES" (acciones requeridas) para mejorar la seguridad de la operación.

Si las MEDIDAS DE SEGURIDAD del sistema, como instrumentación, alarmas y paros, válvulas de alivio o acciones de operador pudieran ayudar a mitigar la situación, la respuesta esperada del sistema se incluye en la columna de SALVAGUARDAS en la hoja de trabajo de HAZOP.

Si después del análisis se decide que es necesario un cambio para mejorar la seguridad u operabilidad, dichas sugerencias se anotan en la columna de RECOMENDACIONES.

La interpretación del ANALISIS DE FRECUENCIA, ÍNDICE GLOBAL DE RIESGO, se realizó de acuerdo con las siguientes consideraciones:

La aplicación del análisis de frecuencia (DETERMINACION DE LOS INDICES GLOBALES DE RIESGO, METODO ESTADISTICO), consiste en una metodología alterna que permite determinar el grado de confiabilidad de los diferentes elementos que componen una planta industrial, (cumple el mismo objetivo que el árbol de fallas). Está basada en las estadísticas de accidentes/incidentes que se presentan dentro de la misma planta (cuando esta está en funcionamiento), o de estadísticas para plantas similares (cuando se trata de proyectos).

La aplicación del análisis de frecuencia está dividida en tres partes:

1.- Frecuencia

El índice de frecuencia se determina de acuerdo al historial de INCIDENTES/ACCIDENTES para instalaciones similares a las que se analizaran.

La calificación que se dará será del 1 al 5, siendo el 5 la más alta frecuencia, (para determinar este punto se verifica que el evento en estudio sea factible de presentarse en instalaciones similares y cuantas veces, en la vida útil del sistema, se llega a presentar), como se indica a continuación:

INDICE DE FRECUENCIA		
RANGO	**FRECUENCIA**	**DESCRIPCION**
1	Extremadamente raro	Consecuencia de un evento que genere problemas en la planta.

INDICE DE FRECUENCIA		
RANGO	**FRECUENCIA**	**DESCRIPCION**
2	Muy raro	Ocurre solamente una vez en la vida útil de la planta.
3	Raro	Ocurre una vez entre 5 y 10 años.
4	Poco frecuente	Ocurre una vez entre 1 y 5 años
5	Frecuente	Ocurre una vez por año.

2.- Consecuencia

El análisis de consecuencia puede efectuarse utilizando el programa Automated Resourse for Chemical Hazard Indicen Evaluation (ARCHIE) y/o tomando como referencia la siguiente tabla:

RANGO	CONSECUENCIA	DESCRIPCION
1	Catastrófica	Muerte dentro o fuera del sitio, daños irreversibles y pérdidas de producción mayores que generan paro total de planta ó efectos ambientalesmayores.
2	Alto Riesgo	Podría causar lesiones o fatalidad a un empleado de la empresa o lesiones a una persona de la comunidad o causar serios efectos ambientales o fuertes daños a las plantas o extender los tiempos muertos.
3	Mediano Riesgo	Podría causar lesiones o heridas ligeras a un operador, al público, daños menores a propiedades o pérdidas de producción generando un paro parcial, puede causar efectos ambientales significativos.
4	Bajo Riesgo	Improbable de causar lesión a: Un operador o lesión al público o causar efectos ambientales significativos daños mayores en plantas tiempos muertos, solo sustitución o reparación de accesorios.

3.- Índices globales de Riesgo

Para determinar el índice global de riesgo se utilizan las calificaciones asignadas al Índice de Frecuencia y a la Consecuencia, utilizando la tabla del Rango del Índice Global de Riesgo. Se determina el tipo de riesgo en forma de índice: A, B, C, y D

EJEMPLO:

> Si la medida correcta de un incidente cae dentro de la consecuencia de mediano riesgo (3) y se tiene una frecuencia, poco frecuente (4) por lo tanto el índice de riesgo será de C.

Con este índice se verifica en la tabla del Índice Global de Riesgo, cual es el tipo de riesgo y su descripción.

RANGO DEL INDICE GLOBAL DE RIESGO						
		FRECUENCIA				
		1	**2**	**3**	**4**	**5**
CONSECUENCIA	**1**	D	B	A	A	A
	2	D	C	C	B	A
	3	D	D	D	C	B
	4	D	D	D	D	D

La descripción de los tipos de riesgo se describe en la siguiente tabla:

INDICES GLOBALES DE RIESGOS			
	RANGO	**TIPO DE RIESGO**	**DESCRIPCION**
No aceptable	A	Catastrófico	Se deben tomar medidas correctivas inmediatas, mitigar y en su caso modificar los procedimientos y controles tanto de ingeniería como administrativos en un periodo de 3 a 6 meses
	B	Alto	Se deben de revisar y en su caso modificar los procedimientos y controles tanto de ingeniería como administrativos, en un periodo de 3 a 6 meses.
	C	Medio	Se deben de revisar y en su caso modificar los procedimientos de control de proceso.
Aceptable	D	Bajo	Riesgos generalmente aceptables no requieren medidas de mitigación.

Ejemplo (continuación):

Este índice global de riesgo es "C". Se concluye que se deben de revisar en su caso modificar los procedimientos de control del proceso.

I.4.3 INTERPRETACIÓN DE LAS HOJAS DE TRABAJO DE HAZOP

Los siguientes puntos aplican al leer las hojas de trabajo:

⇨ Para cada nodo, en la primera columna se listan las palabras guía, aplicadas.

⇨ La segunda columna indica la desviación identificada, de acuerdo a la palabra guía utilizada.

⇨ La siguiente columna indica la causa o causas que pueden originar la desviación.

⇨ La cuarta columna indica los resultados que se pueden obtener como consecuencia de esa desviación.

⇨ La quinta columna indica las medidas de seguridad (Salvaguardas) que existen en el sistema para evitar al máximo posible que ocurra la desviación.

⇨ La sexta columna indica las recomendaciones que se deben de tomar para dar soporte a esas precauciones y en caso necesario, corregir los manuales o procedimientos para incluirlas en ellos.

La integración del análisis HAZOP quedara incluida dentro del reporte final de la aplicación de las metodologías (ver **anexo CINCO**).

I.4.4 Lista de Nodos

El objetivo de esta etapa es seccionar la instalación en unidades individuales de estudio llamadas nodos. A partir del estudio del diseño, de la operación y del mantenimiento de la instalación, se tienen los elementos para generar un esquema de nodos que emplea los siguientes criterios:

⇨ Los nodos se establecen a partir de la función que cumple el equipo (líneas de proceso, líneas de subproductos) y de la dirección de flujo.

⇨ Un nodo puede incluir uno o varios equipos, individuales o compuestos, que en su conjunto cumplen una misión en el proceso o instalación. Por ejemplo, en un separador gas-líquido, un equipo individual es la vasija de separación y un equipo compuesto es su sistema de control de nivel de líquidos. Ambos, junto con otros equipos como válvulas y tuberías asociadas al separador que también forma parte del nodo, cumplen conjuntamente con la misión de separar el gas del líquido.

⇨ Un nodo puede incluir uno o varios equipos, como los mencionados antes, que aunque no compartan una misión común, manejan variables de proceso que no varían de forma significativa. Por ejemplo, una sección de tubería puede tener válvulas de aislamiento. Si la misión de la tubería es transportar un fluido, la de la válvula es prevenir el paso de ese fluido bajo

circunstancias muy específicas. Sin embargo, en ambos equipos las variables de proceso (flujo, presión, temperatura, composición) se comportan de forma similar.

Tomando en cuenta las consideraciones antes citadas, se realizó la determinación de los nodos.

La lista de nodos desarrollados durante el HAZOP, se describen en la tabla I.4.

Tabla I.4.- Lista de Nodos			
Nodo	**Descripción**	**DTI's**	**Rev**
1.	Interconexión para el suministro de gas Natural a Central 28.	28P-FG-PA-D010	B

I.4.5 Posibles riesgos encontrados de la aplicación del HAZOP

Del desarrollo del HAZOP (la hojas del HAZOP se incluyen en el **Anexo SEIS**), se encontraron 16 consecuencias. Estas consecuencias fueron analizadas, encontrando los resultados indicados en la tabla I.5.

Tabla I.5.- Cuantificación de consecuencias	
Consecuencias	**Descripción**
16	Consecuencias totales.
14	Sin consecuencias significativas.
4	Consecuencias repetidas.
13	Consecuencias operacionales.
3	Consecuencias en donde los escenarios presentan fugas, derrames y/o incendios.

De todas las consecuencias (16), 3 presentan escenarios con

probables fugas, derrames y/o incendios, las cuales pueden ser precursoras de un evento de riesgo de grandes dimensiones. Estas consecuencias, así como sus salvaguardas e índice global de riesgo se listan en la tabla I.6.

Tabla I.6.- Consecuencias potenciales de riesgo, salvaguardas e Índice Global de Riesgo

No.	NODO	CONSECUENCIA	SALVAGUARDAS	S	L	R
1.	1	Posible fuga de gas Natural y probable explosión.	Indicadores de presión en caseta	4	2	B
2.	1	Posible ruptura parcial del ducto de 10", fuga de gas Natural y probable explosión.	Indicadores de presión en caseta. Protección catódica.	4	2	B
3.	1	Posible ruptura total del ducto de 10", fuga de gas Natural y probable explosión.	Indicadores de presión en caseta. Protección catódica.	3	1	A

Se analizaron estas 16 consecuencias, encontrando que 14 son clasificadas con un Índice de Riesgo Global "D" (riesgo generalmente aceptable no requiere de medidas de mitigación).

Estas 14 consecuencias (14), se consideran como riesgos controlados, motivo por el cual se descartan para ser considerados como eventos de riesgo.

2 consecuencias fueron clasificadas con un Índice Global de Riesgo "B" (Riesgo Alto), motivo por el cual se consideran como los eventos potenciales de riesgo.

Del desarrollo del HAZOP, se encontraron 16 consecuencias. Estas consecuencias fueron analizadas, encontrando los resultados indicados en la tabla I.7.

Los eventos de riesgo identificados, se detallan en la tabla I.7.

Tabla I.7.- Eventos potenciales de Riesgo			
No.	**NODO**	**Desviación**	**Escenario**
1.	1	Posible fuga de gas Natural y probable explosión.	Indicadores de presión en caseta
2.	1	Posible ruptura parcial del ducto de 10", fuga de gas Natural y probable explosión.	Indicadores de presión en caseta. Protección catódica.
3.	1	Posible ruptura total del ducto de 10", fuga de gas Natural y probable explosión.	Indicadores de presión en caseta. Protección catódica.

Jerarquización de los riesgos.

Los 3 eventos de probables riesgos, fueron estudiados uno por uno, para determinar los eventos potenciales máximos de riesgo.

Para tal efecto se tomaron en cuenta las siguientes premisas:

1. En caso donde se contemplen rupturas y fugas para un mismo concepto, se considera la ruptura como el evento máximo, (en el cual queda circunscrito el caso de la fuga).

2. En casos similares, se considera la ruptura de las líneas de mayor diámetro.

3. Actividades Altamente Riesgosas, (Primer y Segundo, Listados de Actividades Altamente Riesgosas).

Con base en los dos listados, así como las sustancias manejadas por línea, se identificó al GAS NATURAL (500 kg.) como las sustancias que aplican para este concepto.

Por lo tanto y de acuerdo a las premisas indicadas se tienen los siguientes casos de riesgo:

De acuerdo a las premisas indicadas en los párrafos anteriores de los DOS casos se identificaron como eventos de riesgo.

En la tabla I.8, se incluye la relación de los eventos probables de riesgo.

Tabla I.8.- Eventos Probables de Riesgo			
Caso	**Nodo**	**Descripción**	**Evento**
1	1	Deterioro en los elementos móviles de alguna de las válvulas (interconexión 10", o cabezal de 10").	Posible fuga de gas Natural y probable explosión.
2	1	Adelgazamiento del ducto.	Posible ruptura parcial del ducto de 10", fuga de gas Natural y probable explosión.
3	1	Golpeo del ducto, por actividades de mantenimiento, en el Derecho de Vía, por un tercero.	Posible ruptura total del ducto de 10", fuga de gas Natural y probable explosión.

Finalmente se realizó una evaluación de las posibles desviaciones que se tendrían en relación con las modificaciones del proyecto original, considerando que las condiciones de operación no cambian, así mismo el diámetro del ducto de interconexión tampoco cambia y la única diferencia son los puntos de conexión, en donde originalmente se tenían dos puntos para la conexión, uno de 12" y otro de 24", mientras que para el trazo final se tiene una conexión a una línea de 10" de diámetro. Así mismo los puntos de riesgo fueron detectados en la línea de interconexión de 10", la cual no cambia en el proyecto final.

Con base en lo anterior se considera que los eventos detectados y analizados en una primera instancia no sufren cambios con las modificaciones realizadas al proyecto original, por lo cual es viable considerar los puntos de riesgo y los radios de afectación ya determinados.

NO. PLANO/DWG. NO. 28C-FA-CD-D502

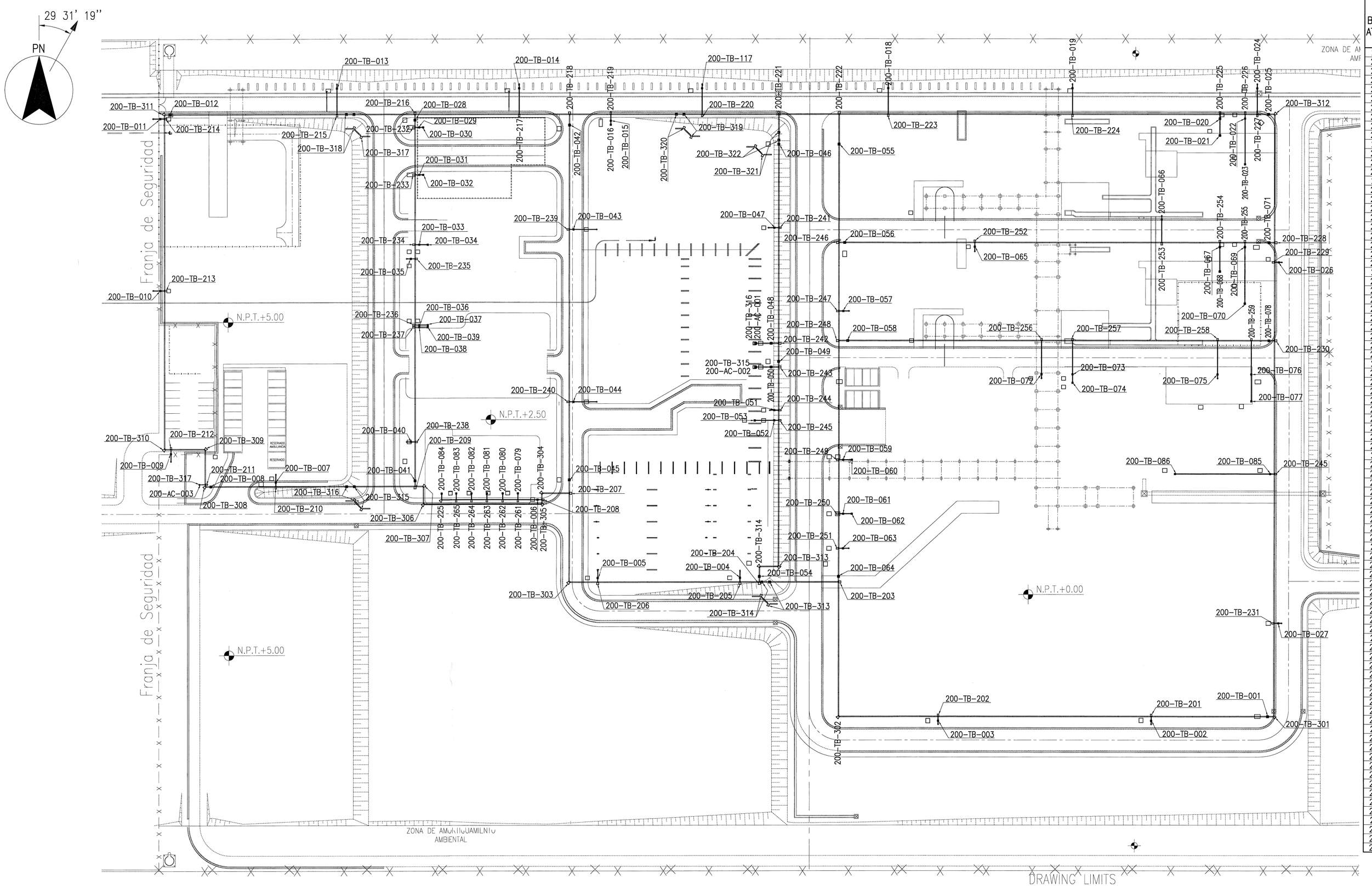


TABLA 1 (VER NOTA IMPORTANTE/SEE IMPORTANT NOTE)

THRUST BLOCK NO./ ATRAQUE NO.	TIPO/ (TIP)	COORDENADAS/ COORDINATES NORTE / NORTH	ESTE/ EAST	NIVEL/ LEVEL (mm)	THRUST BLOCK NO./ ATRAQUE NO.	TIPO/ (TIP)	COORDENADAS/ COORDINATES NORTE / NORTH	ESTE/ EAST	NIVEL/ LEVEL (mm)
200-TB-301	I	9 192 493	10 041 923	−1390	200-TB-015	III	9 388 045	9 826 243	+954
200-TB-302	I	9 192 493	9 900 250	−1390	200-TB-016	III	9 386 754	9 826 243	+954
200-TB-303	I	9 236 755	9 812 640	+1125	200-TB-017	III	9 368 635	9 856 180	−1561
200-TB-304	I	9 265 927	9 803 685	+1125	200-TB-018	III	9 398 635	9 916 179	−1561
200-TB-305	I	9 262 377	9 803 685	+1125	200-TB-019	III	9 398 635	9 976 220	−1561
200-TB-306	I	9 262 377	9 764 590	+1125	200-TB-020	III	9 388 721	10 023 993	−1593
200-TB-307	I	9 268 225	9 764 590	+1125	200-TB-021	III	9 383 048	10 023 993	−1593
200-TB-308	I	9 268 225	9 693 690	+3640	200-TB-022	III	9 388 745	10 032 122	−1561
200-TB-309	I	9 280 415	9 693 690	+3640	200-TB-023	III	9 373 754	10 032 122	−1561
200-TB-310	I	9 280 415	9 680 283	+3640	200-TB-024	III	9 398 635	10 036 179	−1561
200-TB-311	I	9 390 140	9 680 283	+3640	200-TB-025	III	9 390 140	10 039 873	−1661
200-TB-312	I	9 390 140	10 041 923	−1390	200-TB-026	III	9 341 624	10 043 318	−1561
200-TB-313	I	9 241 852	9 880 807	+1125	200-TB-027	III	9 223 217	10 043 318	−1561
200-TB-314	I	9 241 852	9 874 807	+1125	200-TB-028	III	9 388 291	9 761 790	884
200-TB-201	II	9 192 493	10 002 053	−1390	200-TB-029	III	9 385 896	9 763 185	+954
200-TB-202	II	9 192 493	9 932 743	−1389	200-TB-030	III	9 385 896	9 764 476	+954
200-TB-203	II	9 236 755	9 900 250	−1388	200-TB-031	III	9 370 353	9 763 185	+954
200-TB-204	II	9 236 755	9 874 807	+1125	200-TB-032	III	9 370 353	9 764 476	+954
200-TB-205	II	9 236 755	9 868 563	+1125	200-TB-033	III	9 347 491	9 763 185	+954
200-TB-206	II	9 236 755	9 281 944	+1125	200-TB-034	III	9 347 491	9 765 976	+954
200-TB-207	II	9 265 927	9 812 640	+1125	200-TB-035	III	9 342 851	9 760 395	+954
200-TB-208	II	9 263 820	9 803 685	+1125	200-TB-036	III	9 321 110	9 763 185	+954
200-TB-209	II	9 268 225	9 761 790	+1125	200-TB-037	III	9 321 110	9 765 976	+954
200-TB-210	II	9 268 225	9 716 593	+3640	200-TB-038	III	9 320 429	9 763 185	+954
200-TB-211	II	9 268 944	9 693 690	+3640	200-TB-039	III	9 320 429	9 765 976	+954
200-TB-212	II	9 280 415	9 682 486	+3640	200-TB-040	III	9 282 810	9 760 395	+954
200-TB-213	II	9 332 480	9 680 283	+3640	200-TB-041	III	9 270 075	9 761 790	+884
200-TB-214	II	9 388 779	9 680 283	+3640	200-TB-042	III	9 386 591	9 812 640	+884
200-TB-215	II	9 390 140	9 736 221	+3640	200-TB-043	III	9 352 437	9 814 036	+954
200-TB-216	II	9 390 140	9 761 790	+1125	200-TB-044	III	9 295 896	9 814 036	+954
200-TB-217	II	9 390 140	9 796 179	+1125	200-TB-045	III	9 270 332	9 812 640	+884
200-TB-218	II	9 390 140	9 812 640	+1125	200-TB-046	III	9 380 284	9 880 807	+884
200-TB-219	II	9 390 140	9 826 243	+1125	200-TB-047	III	9 352 938	9 879 412	+954
200-TB-220	II	9 390 140	9 856 180	−1390	200-TB-048	III	9 315 047	9 878 458	+884
200-TB-221	II	9 390 140	9 880 807	−1389	200-TB-049	III	9 309 250	9 880 807	+884
200-TB-222	II	9 390 140	9 900 250	−1388	200-TB-050	III	9 307 240	9 878 458	+884
200-TB-223	II	9 390 140	9 916 179	−1387	200-TB-051	III	9 293 110	9 879 412	+954
200-TB-224	II	9 390 140	9 976 220	−1386	200-TB-052	III	9 289 789	9 879 412	+954
200-TB-225	II	9 390 140	10 023 993	−1385	200-TB-053	III	9 289 789	9 873 236	+954
200-TB-226	II	9 390 140	10 032 122	−1384	200-TB-054	III	9 238 604	9 874 807	+884
200-TB-227	II	9 390 140	10 036 179	−1383	200-TB-055	III	9 380 284	9 900 250	−1631
200-TB-228	II	9 348 077	10 041 923	−1382	200-TB-056	III	9 348 077	9 902 099	−1631
200-TB-229	II	9 341 624	10 041 923	−1381	200-TB-057	III	9 325 583	9 901 645	−1561
200-TB-230	II	9 315 900	10 041 923	−1380	200-TB-058	III	9 315 900	9 903 099	−1631
200-TB-231	II	9 223 217	10 041 923	−1379	200-TB-059	III	9 276 817	9 901 645	−1561
200-TB-232	II	9 385 896	9 761 790	+1125	200-TB-060	III	9 276 817	9 904 436	−1561
200-TB-233	II	9 370 353	9 761 790	+1125	200-TB-061	III	9 259 136	9 901 645	−1561
200-TB-234	II	9 347 491	9 761 790	+1125	200-TB-062	III	9 259 136	9 904 436	−1561
200-TB-235	II	9 342 851	9 761 790	+1125	200-TB-063	III	9 247 774	9 901 645	−1561
200-TB-236	II	9 321 110	9 761 790	+1125	200-TB-064	III	9 238 604	9 900 250	−1631
200-TB-237	II	9 320 429	9 761 790	+1125	200-TB-065	III	9 346 681	9 944 484	−1561
200-TB-238	II	9 282 810	9 761 790	+1125	200-TB-066	III	9 355 672	10 005 217	−1561
200-TB-239	II	9 352 437	9 812 640	+1125	200-TB-067	III	9 346 657	10 023 993	−1593
200-TB-240	II	9 295 896	9 812 640	+1125	200-TB-068	III	9 338 569	10 023 993	−1593
200-TB-241	II	9 352 938	9 880 807	+1125	200-TB-069	III	9 346 657	10 032 106	−1593
200-TB-242	II	9 315 047	9 880 807	+1125	200-TB-070	III	9 328 069	10 032 106	−1593
200-TB-243	II	9 307 240	9 880 807	+1125	200-TB-071	III	9 348 077	10 040 073	−1631
200-TB-244	II	9 304 885	9 880 807	+1125	200-TB-072	III	9 304 885	9 966 315	−1561
200-TB-245	II	9 289 789	9 880 807	+1125	200-TB-073	III	9 304 885	9 976 356	−1561
200-TB-246	II	9 348 077	9 900 250	−1390	200-TB-074	III	9 302 094	9 976 356	−1561
200-TB-247	II	9 325 583	9 900 250	−1390	200-TB-075	III	9 304 885	10 023 315	−1561
200-TB-248	II	9 315 900	9 900 250	−1390	200-TB-076	III	9 304 885	10 034 356	−1561
200-TB-249	II	9 276 817	9 900 250	−1390	200-TB-077	III	9 296 094	10 034 356	−1561
200-TB-250	II	9 259 136	9 900 250	−1390	200-TB-078	III	9 315 900	10 040 073	−1631
200-TB-251	II	9 247 774	9 900 250	−1390	200-TB-079	III	9 265 899	9 795 949	+954
200-TB-252	II	9 348 077	9 944 484	−1390	200-TB-080	III	9 265 899	9 791 023	+954
200-TB-253	II	9 348 077	10 005 217	−1390	200-TB-081	III	9 265 899	9 785 860	+954
200-TB-254	II	9 348 077	10 023 993	−1390	200-TB-082	III	9 265 899	9 780 790	+954
200-TB-255	II	9 348 077	10 032 106	−1390	200-TB-083	III	9 265 899	9 775 754	+954
200-TB-256	II	9 966 315	9 315 900	−1390	200-TB-084	III	9 265 899	9 770 715	+954
200-TB-257	II	9 976 356	9 315 900	−1390	200-TB-085	III	9 272 217	10 040 527	−1561
200-TB-258	II	10 023 315	9 315 900	−1390	200-TB-086	III	9 272 217	10 009 641	−1561
200-TB-259	II	10 034 356	9 315 900	−1390	200-TB-315	IV	9 307 240	9 873 442	+1125
200-TB-260	II	9 272 217	10 041 923	−1390	200-TB-316	IV	9 315 047	9 873 442	+1125
200-TB-001	III	9 192 493	10 039 839	−1631	200-TB-317	IV	9 268 949	9 691 828	+3640
200-TB-002	III	9 191 098	10 002 053	−1561	200-TB-313	V	9 236 755	9 878 129	−1390
200-TB-003	III	9 191 098	9 932 734	−1561	200-TB-314	V	9 236 755	9 875 614	+1125
200-TB-004	III	9 238 150	9 868 563	954	200-TB-315	V	9 268 255	9 741 804	+1125
200-TB-005	III	9 236 755	9 821 944	954	200-TB-316	V	9 268 225	9 739 289	+3640
200-TB-006	III	9 263 820	9 802 290	954	200-TB-317	V	9 390 140	9 741 805	+1125
200-TB-007	III	9 269 621	9 716 593	3469	200-TB-318	V	9 390 140	9 739 290	+3640
200-TB-008	III	9 268 225	9 695 539	3399	200-TB-319	V	9 390 140	9 850 184	−1390
200-TB-009	III	9 391 640	9 682 133	3469	200-TB-320	V	9 390 140	9 847 670	+1125
200-TB-010	III	9 332 480	9 678 888	3469	200-TB-321	V	9 384 148	9 880 907	−1390
200-TB-011	III	9 388 779	9 678 888	3469	200-TB-322	V	9 381 633	9 880 807	+1125
200-TB-012	III	9 390 140	9 682 333	+3399	200-AC-001	VI	9 307 240	9 873 442	+2.500
200-TB-023	III	9 398 635	9 736 221	+3469	200-AC-002	VI	9 315 047	9 873 442	+2.500
200-TB-014	III	9 398 635	9 856 180	−1561	200-AC-003	VI	9 268 949	9 691 828	+5.000

PLANTA ARREGLO GENERAL
GENERAL ARRANGEMENT PLAN

ESC 1/750

NOTA IMPORTANTE/ IMPORTANT NOTE:

LA UBICACION DE ATRAQUES MOSTRADA EN ESTE PLANO ES PURAMENTE ESQUEMATICA Y TIENE COMO PROPOSITO LA FACIL UBICACION DE ESTOS, LA LOCALIZACION EXACTA DEBERA CONSULTARSE EN EL PLANO No. 28P-AA-PA-D513 ULTIMA REVISION/
THE LOCATION OF THRUST BLOCKS THAT IS SHOWN ON THIS DRAWING IS SIMPLY ILLUSTRATIVE AND ITS EXCLUSIVE PURPOSE IS THE EASY LOCATION OF THEMSELVES. THE ULTIMATE LOCATION MUST BE VERIFIED ON THE LAST REVISION OF DRAWING: No. 28P-AA-PA-D513

NOTAS :

1.- COORDENADAS Y NIVELES EN MILIMETROS, EXCEPTO LO INDICADO
2.- NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA, LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
3.- TRABAJAR ESTE PLANO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA.
4.- ANTES DE INICIADA LA CONSTRUCCION DE LOS ATRAQUES SE DEBERAN VERIFICAR SUS COORDENADAS Y POSICION DE ACUERDO A LO INDICADO EN LOS PLANOS: 28P-AA-PP-D501 4/4 Y 28P-AA-PP-D513 ULTIMA REVISION.
5.- PLANO TECHINT M346-C-CO-700001.

NOTES :

1.- COORDENATES AND LEVELS IN MILIMETERS, EXCEPT AS INDICATED
2.- DO NOT MEASURE FROM SCALE, INDICATED DIMENSIONS GOVERN THE DRAWING.
3.- WORK THIS PLANE TOGETHER WITH THE REFERENCE PLANS.
4.- PRIOR TO STARTING THE CONSTRUCTION OF THRUST BLOCKS, ITS COORDINATES AND POSITION MUST BE CHECKED ACCORDING TO THE DRAWING No. 28P-AA-PP-D501 4/4 AND 28P-AA-PP-D513 LAST REVISION.
5.- DRAWING TECHINT M346-C-CO-700001.

REFERENCIAS/REFERENCES

REF SAMSUNG N°	DESCRIPCION/DESCRIPTION
28P-AA-PP-D501	ARREGLO GENERAL/PLOT PLAN 4/4
28P-AA-PA-D513	ARREGLO DE TUBERIAS RED CONTRA INCENDIO/ FIRE FIGHTING SYSTEM – PIPING ARRANGEMENT
28C-FA-CD-D503	SISTEMA CONTRAINCENDIO – DETALLES DE ATRAQUES DE TUBERIA/ FIRE FIGHTING SYSTEM – THRUST BLOCKS FOR PIPING DETAILS.

REV.	DATE/FECHA	DESCRIPTION/DESCRIPCION	DWN/DIB	CHK'D/REV	APP'D/APR	PM/GP	KST
0	MAR.07'12	PARA CONSTRUCCION/FOR CONSTRUCTION	TWM	LUR	AGL	GBO	S.K. PARK

PROJECT/PROYECTO

28 CCC Norte II

CFE Una empresa de clase mundial

OWNER/PROPIETARIO

KST

CONTRACTOR/CONTRATISTA

SAMSUNG ENGINEERING

TECHINT Ingeniería y Construcción

JOB NO./TRABAJO NO. SP-2383	M346

TITLE/TITULO

SISTEMA CONTRA INCENDIO
ARREGLO GENERAL ATRAQUES DE TUBERIA
FIRE FIGHTING SYSTEM
THRUST BLOCKS FOR PIPING GENERAL ARRANGEMENT

SCALE/ESCALA INDICADA	DWG. No. 28C-FA-CD-D502	REV. 0

C-CO-700001

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

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PARA SUSTANCIAS QUÍMICAS

GAS NATURAL

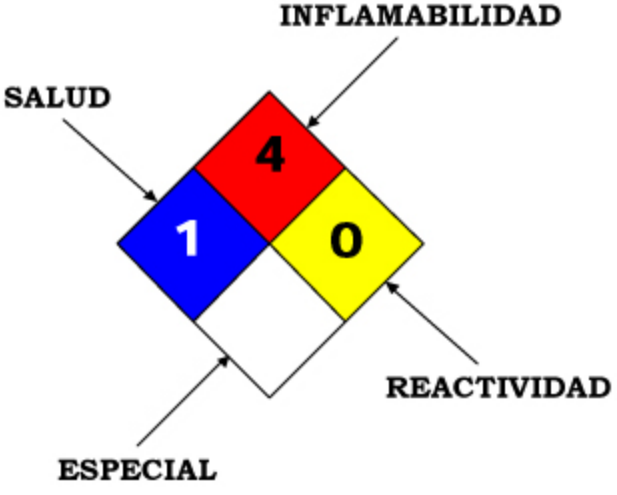
Números de identificación ONU: 1971 y 1972

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-704 [3]

GRADOS DE RIESGO:
4. MUY ALTO
3. ALTO
2. MODERADO
1. LIGERO
0. MINIMO



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 (CH_4 + C_2H_6 + C_3H_8)

[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 Abstracs Service)	LEP (Límite de Exposición Permisible)
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.

EFECTOS 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

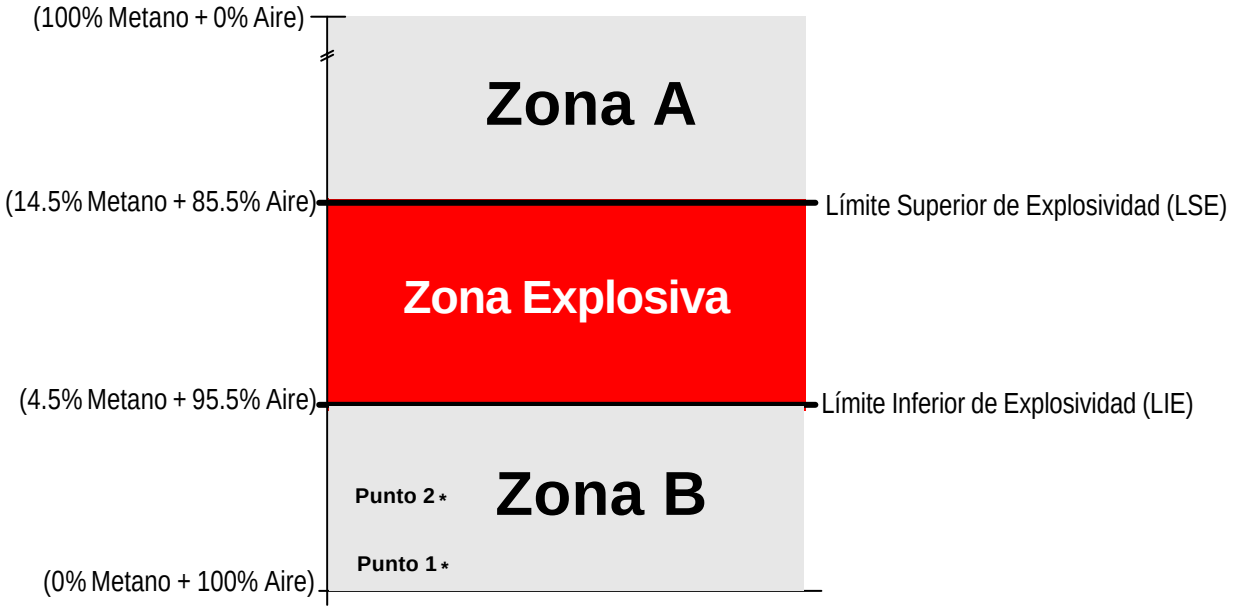
Punto de Flash	– 222.0 °C
Temperatura de Auto ignición	650.0°C
Límites de Explosividad:	
Inferior	4.5 %
Superior	14.5 %

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 contraincendio permanentemente presionadas, con sistemas disponibles de aspersión, hidrantes y monitores, con revisiones y pruebas frecuentes.
  - Extintores portátiles.
- El personal de operación, mantenimiento, seguridad y contraincendio 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 contraincendio.

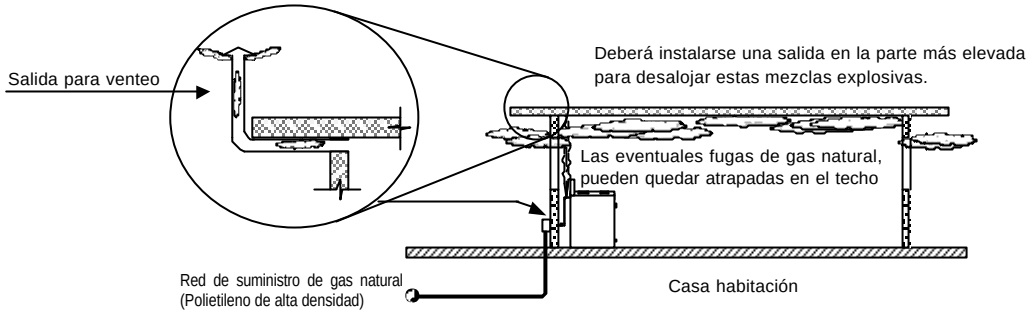
b) Incendio de una fuga de gas natural:

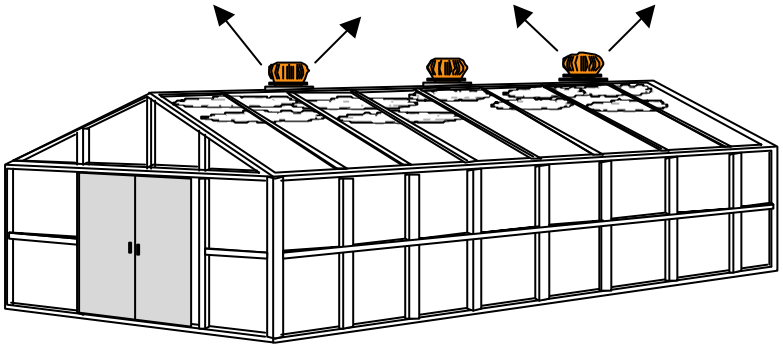
- Active el Plan de Emergencia según la magnitud del evento.
- Aún sin incendio, asegúrese que el personal utilice el equipo de protección para combate de incendios.
- Bloquee las válvulas que alimentan la fuga y proceda con los movimientos operacionales de ataque a la emergencia mientras enfría con 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 fugar 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_2H_6 + C_3H_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 (pentafloruro de bromo, trifloruro de cloro, cloro, flúor, heptafloruro de yodo, tetrafloroborato de dioxigenil, oxígeno líquido, ClO_2, NF_3, OF_2).

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 CO_2). 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/cm^2) 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/cm^2) y gas natural licuado a 6.3 kgf/cm^2 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

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

II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

El modelo matemático utilizado es el denominado SIRIA, (tabla II.1).

Tabla II.1.- Utilización de los Modelos Matemáticos		
Caso	**Nodo y descripción del evento**	**Modelo Matemático**
1	Deterioro en los elementos móviles de alguna de las válvulas (interconexión 10", o cabezal de 10"). Se considera una fuga de un orificio de 1/8" homogéneo.	SIRIA: Explosión, Radiación Térmica
2	Adelgazamiento del ducto. Se considera una fuga de un orificio de 1/2" homogéneo, en la estructura expuesta.	SIRIA: Explosión, Radiación Térmica
3	Golpeo del ducto, por actividades de mantenimiento, en el Derecho de Vía, por un tercero. Posible ruptura total del ducto de 10", fuga de gas Natural y probable explosión.	SIRIA: Explosión, Radiación Térmica

Para determinar los radios de afectación, se consideran las afectaciones que se pueden tener por eventos tales como, explosiones, incendios y/o nubes tóxicas.

Para tal efecto se han estudiado las afectaciones que representan los eventos arriba citados, donde los resultados se pueden concentrar en las tablas II.2.

Tabla II.2.- Efectos de la sobre presión causada por una explosión sobre estructura.		
Elemento estructural	**Rotura o daño**	**Sobrepresión (psi)**
Cristales de Ventana	5% rotas	0,1-0,15
	50% rotas	0,2-0,4
	90% rotas	0,5-0,9
	Tejas desplazadas.	0,4-0,7
	Marcos de puertas y ventanas rotas.	0,8-1,3
Casa	Habitables después de la reparación, algunos daños en techos, ventanas, tejas.	0,2-0,4
	Daños menores en la estructura, tabiques y marcos arrancados de su sitio.	0,5-0,9
	Inhabilitados: caída parcial o total de techos, etc.	2-4
	50 al 75% de ladrillos exteriores destruidos.	5-12
	Demolición casi completa.	11-37
Postes, árboles	Destruidos	24-55
Vagones de ferrocarril	A límite del descarrilamiento	12-27

Tomando como base las consideraciones indicadas por el Instituto Nacional de Ecología, para determinar los radios de afectación se tomaron los rangos indicados en la tabla II.3.

Tabla II.3.- Rangos para determinación de zonas de Riesgo		
EVENTO	**Zona de Alto Riesgo**	**Zona de Amortiguamiento**
Explosividad	1.0 psig	0.5 psig
Radiación Térmica	5 Kw/m^2	1.4 Kw/m^2

Una vez definidos los rangos para la determinación de las zonas de riesgo y amortiguamiento, se procede a identificar los datos técnicos de los eventos potenciales de riesgo.

Los datos técnicos se obtienen de la información contenida en los Diagramas de Tuberías e Instrumentación (DTI's), así como los Diagramas de Flujo e Instrumentación (DFP's), y se representan en la tabla II.4.

Tabla II.4.- Datos técnicos de los eventos potenciales de riesgo	
Caso A	
Descripción del nodo:	Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II
Evento de riesgo identificado:	Se considera una fuga de un orificio de 1/8" homogéneo.
Escenario:	Deterioro en los elementos móviles de alguna de las válvulas (interconexión 10", o cabezal de 10").
Sustancia:	Gas Natural.
Diámetro tubería principal:	10 pulgadas.
Estado físico:	Gas.
Temperatura (^{0}C):	24^{0}C
Gasto kg/hr):	50,996.30 kg/hr
Peso molecular:	18.2
Flujo (m^3/hr):	83,600.30 m^3/hr
Densidad (kg/m^3):	0.61 Kg/m^3
Determinación del gasto, utilizados en la modelación:	Las fugas en sellos y empaques de equipos móviles, presentan una alta probabilidad, motivo por el cual se considera una fuga en sellos. Se considera un orificio homogéneo de1/8". Para la determinación del flujo se utiliza la Ecuación de D'arcy: $W = 0.525*Y*D^2((DP*þ)/K)^{1/2}$ Donde: W = Flujo (lb/seg). Y = Factor neto de expansión para fluidos compresibles a través de orificios, toberas o tuberías. D = Diámetro de fuga. DP = Diferencial de presión. Þ = Densidad (lb/ft^3). K = Coeficiente de resistencia. P descarga= 24.6 kg/cm^2 = 349.88 lb/in^2 P atm = .0875 kg/cm^2 = 12.84 lb/in^2 Þ = 0.038 lb/ft^3

Tabla II.4.- Datos técnicos de los eventos potenciales de riesgo	
	Determinación de Y: Pi= P abs = P descarga + P atm Pi = 349.88 +12.84 = 362.72 DP = $P_{abs} - P_{atm}$ = 362.72 – 12.84 = 349.88 DP/Pi = 349.88/362.72 = 0.96; Con K = 1.3, de la tabla A-20 (Crane), se obtiene: Y = 0.725 Aplicación de la ecuación de D'arcy: W= $(0.525)(0.725)(0.125^2)((349.8)(0.038)/1.3)^{1/2}$ W = 0.019 lb/seg = **0.0086 kg/seg.**
Caso B	
Descripción del nodo:	Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II
Evento de riesgo identificado:	Se considera una fuga en orificio de 1/2" homogéneo.
Escenario:	Adelgazamiento del ducto. Se considera una fuga de un orificio de 1/2" homogéneo, en la estructura expuesta.
Sustancia:	Gas Natural.
Diámetro tubería principal:	10 pulgadas.
Estado físico:	Gas.
Temperatura (^{0}C):	24^{0}C
Gasto kg/hr):	50,996.30 kg/hr
Peso molecular:	18.2
Flujo (m^3/hr):	83,600.30 m^3/hr
Densidad (g/ml):	0.61 Kg/m^3
Determinación del gasto, utilizados en la modelación:	Se considera un orificio homogéneo de 1/2". Para la determinación del flujo se utiliza la Ecuación de D'arcy: $W = 0.525*Y*D^2((DP*\rho)/K)^{1/2}$ Donde: W = Flujo (lb/seg).

Tabla II.4.- Datos técnicos de los eventos potenciales de riesgo	
	Y = Factor neto de expansión para fluidos compresibles a través de orificios, toberas o tuberías. D = Diámetro de fuga. DP = Diferencial de presión. Þ = Densidad (lb/ft^3). K = Coeficiente de resistencia. $P_{descarga}$= 24.6 kg/cm^2 = 349.88 lb/in^2 P_{atm} = .0875 kg/cm^2 = 12.84 lb/in^2 Þ = 0.038 lb/ft^3 Determinación de Y: Pi= $P_{abs} = P_{descarga} + P_{atm}$ Pi = 349.88 +12.84 = 362.72 DP = $P_{abs} - P_{atm}$ = 362.72 – 12.84 = 349.88 DP/Pi = 349.88/362.72 = 0.96; Con K = 1.3, de la tabla A-20 (Crane), se obtiene: Y = 0.725 Aplicación de la ecuación de D'arcy: W= $(0.525)(0.725)(0.50^2)((349.8)(0.038)/1.3)^{1/2}$
Caso C	
Descripción del nodo:	Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II
Evento de riesgo	Se considera una fuga total.
Escenario:	Golpeo del ducto, por actividades de mantenimiento, en el Derecho de Vía, por un tercero. Posible ruptura total del ducto de 10", fuga de gas Natural y probable explosión.
Sustancia:	Gas Natural.
Diámetro tubería principal:	10 pulgadas.
Estado físico:	Gas.
Temperatura (^{0}C):	24^{0}C
Gasto kg/hr):	50,996.30 kg/hr
Peso molecular:	18.2
Flujo (m^3/hr):	83,600.30 m^3/hr
Densidad (g/ml):	0.61 Kg/m^3

Estos datos son utilizados en las modelaciones. Por lo tanto una vez realizadas las modelaciones mediante el simulador SIRIA, se obtienen los resultados indicados tabla II.5.

TABLA II.5.- Radios de afectación			
	TOXICIDAD	**INFLAMABILIDAD**	**EXPLOSIVIDAD**
Caso 1			
Zona de alto Riesgo	---	2.11	15.95
Zona de amortiguamiento	---	3.98	23.87
Caso 2			
Zona de alto Riesgo	---	8.42	40.23
Zona de amortiguamiento	---	15.91	60.21
Caso 3			
Zona de alto Riesgo	---	66.30	159.24
Zona de amortiguamiento	---	125.29	238.32

Los datos reportados en la tabla II.5, son los resultados de las modelaciones mediante el simulador SIRIA, las cuales se incluyen en el **anexo SEIS**.

II.2 INTERACCIONES DE RIESGO

Los radios de afectación se presentan en la figuras II.1, II.2 y II.3.

PROYECTO:	Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II
TITULO:	**FIGURA II.1**.- Radios de Afectación CASO UNO
DESCRIPCION:	CASO: Fuga de orificio de 1/8" Escenario: EXPLOSIVIDAD Radio (m) / Identificación - Zona de alto riesgo 15.95 - Zona de amortiguamiento 23.87 Escenario: INFLAMABILIDAD - Zona de alto riesgo 2.11 - Zona de amortiguamiento 3.98

PROYECTO: Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II

TITULO: **FIGURA II.2**.- Radios de Afectación CASO DOS

DESCRIPCION:

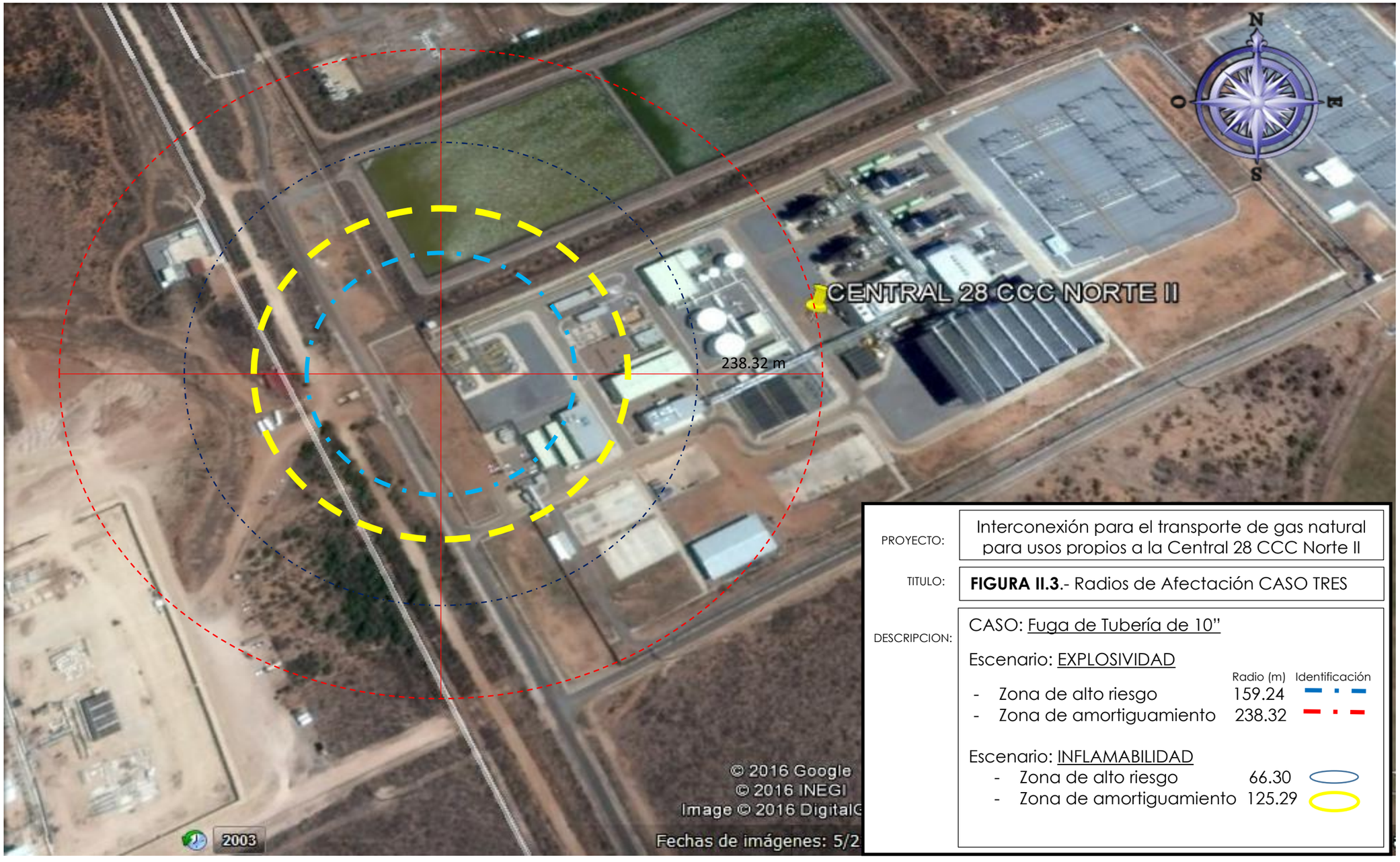
CASO: Fuga de orificio de 1/2"

Escenario: EXPLOSIVIDAD

	Radio (m)	Identificación
- Zona de alto riesgo	40.23	
- Zona de amortiguamiento	60.21	

Escenario: INFLAMABILIDAD

- Zona de alto riesgo	8.42	
- Zona de amortiguamiento	15.91	


N
O
E
S
CENTRAL 28 CCC NORTE II
238.32 m
© 2016 Google
© 2016 INEGI
Image © 2016 DigitalG
2003
Fechas de imágenes: 5/2
PROYECTO:
Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II
TITULO:
FIGURA II.3.- Radios de Afectación CASO TRES
DESCRIPCION:
CASO: Fuga de Tubería de 10"
Escenario: EXPLOSIVIDAD
Radio (m) Identificación
- Zona de alto riesgo 159.24
- Zona de amortiguamiento 238.32
Escenario: INFLAMABILIDAD
- Zona de alto riesgo 66.30
- Zona de amortiguamiento 125.29

Debido a las características de la interconexión, las zonas de riego de los casos A y B, quedan circunscritos dentro de los límites de batería del proyecto, como se puede observar en las Figuras II.1 y II.2. En este caso las afectaciones probables que se presenten, en una barda son:

- ⇨ Inhabilitados: caída parcial o total de techos, etc.
- ⇨ 50 al 75% de ladrillos exteriores destruidos
- ⇨ Demolición casi completa.

Para las zonas de amortiguamiento, en el caso A, queda dentro de la zona de alto riesgo del caso B. Para el caso B, la zona de Amortiguamiento sobrepasa el límite de batería, en donde las afectaciones que se pueden presentar son:

- ⇨ Daños menores en la estructura, tabiques y marcos arrancados de su sitio.

Para el caso C, los radios de afectación quedan fuera de los límites de batería, sin embargo por la ubicación física de las instalaciones, en un sitio remoto, no se consideran afectaciones mayores a terceros.

Debido a la ubicación de la interconexión, se considera que no habrá afectaciones por el efecto dómino a otras instalaciones circundantes. Cabe destacar que las instalaciones más cercanas son las de la Central 28 CCC Norte II, aproximadamente de 80 metros de distancia.

Las medidas preventivas a fin de disminuir los efectos probables de riesgo, están basados primordialmente en las buenas prácticas de construcción, así como el apego a las normas de construcción aplicables al proyecto.

Las medidas de seguridad aplicables, de acuerdo con los resultados de la aplicación del HaZop, se detallan a continuación:

- ⇨ Contar con un procedimiento operacional para el manejo de las válvulas.
- ⇨ Procedimiento operacional, en el que se indiques actividades a realizar por bajo flujo.
- ⇨ Programa de mantenimiento, preventivo.

- ⇨ Programa de inspección de espesores y protección catódica.

Para el caso de la Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II, esta fue construida conforme a lo establecido en los Códigos y normas nacionales e internacionales aplicables.

La línea de interconexión, se encuentra perfectamente protegida y debidamente cubierta (enterrada de acuerdo a norma), lo que disminuye la probabilidad de posibles contingencias por golpes, que pudieran ser ocasionados por actividades de mantenimiento en la zona.

Así mismo como medida de seguridad, el personal de seguridad, localizado en la caseta de entrada a la Central 28 CCC Norte II, está en constante vigilancia de la interconexión, a fin de evitar que se realicen actividades de cualquier tipo en esta área.

Como medida de seguridad el proveedor de gas Natural, está monitoreando la presión del ducto, en caso que detecte alguna baja de presión, activa su protocolo de atención y en caso de tratarse de una fuga, realizara las maniobras necesarias para el corte en el suministro de gas Natural.

En caso que se llegara a presentar una emergencia se cuenta con una red de alarmas sonoras y lumínicas, que alertan a las brigadas de atención de emergencia y a la población de la Central de la emergencia, para que implementes los protocolos de emergencia.

Para la atención de una emergencia en la Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II y debido a que forma parte de las instalaciones complementarias de la Central 28 CCC Norte II, se cuenta con todos los equipos, dispositivos y/o sistemas de seguridad, de la propia Central y que serán utilizados para la atención de una emergencia.

En donde se cuenta con una red contra incendio presionada a 7 kg/cm^2, con tomas siamesas, cercanas a la interconexión, lo que permite conectar y hacer maniobras con las mangueras de suministro de agua contra incendio, el plano de localización de la red contra incendios.

Así mismo se cuenta con 3 trajes de bomberos completos, adicionado

con equipo de primeros auxilios, incluyendo una camilla, el plano de rutas de evacuación indica la ubicación de estos equipos.

Como parte complementaria, se cuenta con una red de extintores distribuidos dentro de toda la Central 28 CCC Norte II, que pueden ser utilizados en la zona de emergencia, en caso que se requieran.

II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

Asentamientos Humanos

La zona donde se ubican las instalaciones de la Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II, es una zona con vocación netamente industrial, en donde se localiza la CCC Chihuahua III (PEE), las Lagunas de Evaporación a las cuales se descargan, las aguas residuales de la Conversión de TG a CC El Encino, derecho de vía de gasoductos. En esta área, debido a su ubicación no hay asentamientos humanos en un radio de 5 kilómetros.

En un radio de 5 kilómetros, los asentamientos humanos son casi nulos, encontrando pequeños asentamientos dispersos, en especial al norte de la Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II.

Áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica

Así mismo la Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II, se encuentra fuera de Áreas Naturales Protegidas y de Regiones Terrestres e Hidrológicas Prioritarias para la Conservación.

Cuerpos de agua

El sitio donde se ubica la Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II, se ubica dentro de la Región hidrológica RH24, BRAVO-CONCHOS, Cuenca del Río Conchos-Presa El Granero. Las principales cuencas y subcuencas se detallan en la Tabla II.6.

Tabla II.6. Regiones, cuencas y subcuencas del área de influencia.				
Clave	**Cuenca**	**Sub cuenca**	**Área (km²)**	
RH24	**N**	**b**		
BRAVO CONCHOS	Rio San Pedro	R. Francisco I. Madero	193.80	
		D		
		R. Santa Isabel	25.25	
	K	**F**	620.45	Sitio Central
	R. Conchos-P. El Granero	A. Bachimba		
		E		
		P. Chihuahua		
		C		
		R. Chuviscar	400.89	
		Total	1251.30	

En particular por el predio pasa un pequeño arroyo sin nombre, afluente izquierdo del arroyo El Encino, con una cuenca de captación de 658 ha, hasta su confluencia y de 286 ha aproximadamente, hasta el predio; este arroyo es de tipo intermitente y se encuentra controlado por bordos de abrevadero de particulares, aguas arriba del sitio, de forma que sus escurrimientos hacia el predio serian prácticamente nulos.

Los arroyos arriba mencionados son los principales cuerpos de agua, de tipo intermitente, además del bordo de abrevadero, que se ubica a unos 50 metros aguas arriba del arroyo cercano al predio. Además de los arroyos y bordo, señalados anteriormente, no existen otros cuerpos de agua en un radio de 20 km del sitio de la Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II.

Las características del entorno de la interconexión se muestran en la Figura III.4, en un radio de 2 kilómetros.

Paisaje

El paisaje del área de influencia tiene un bajo valor en cuanto a belleza escénica, debido a la condición del sitio modificado.

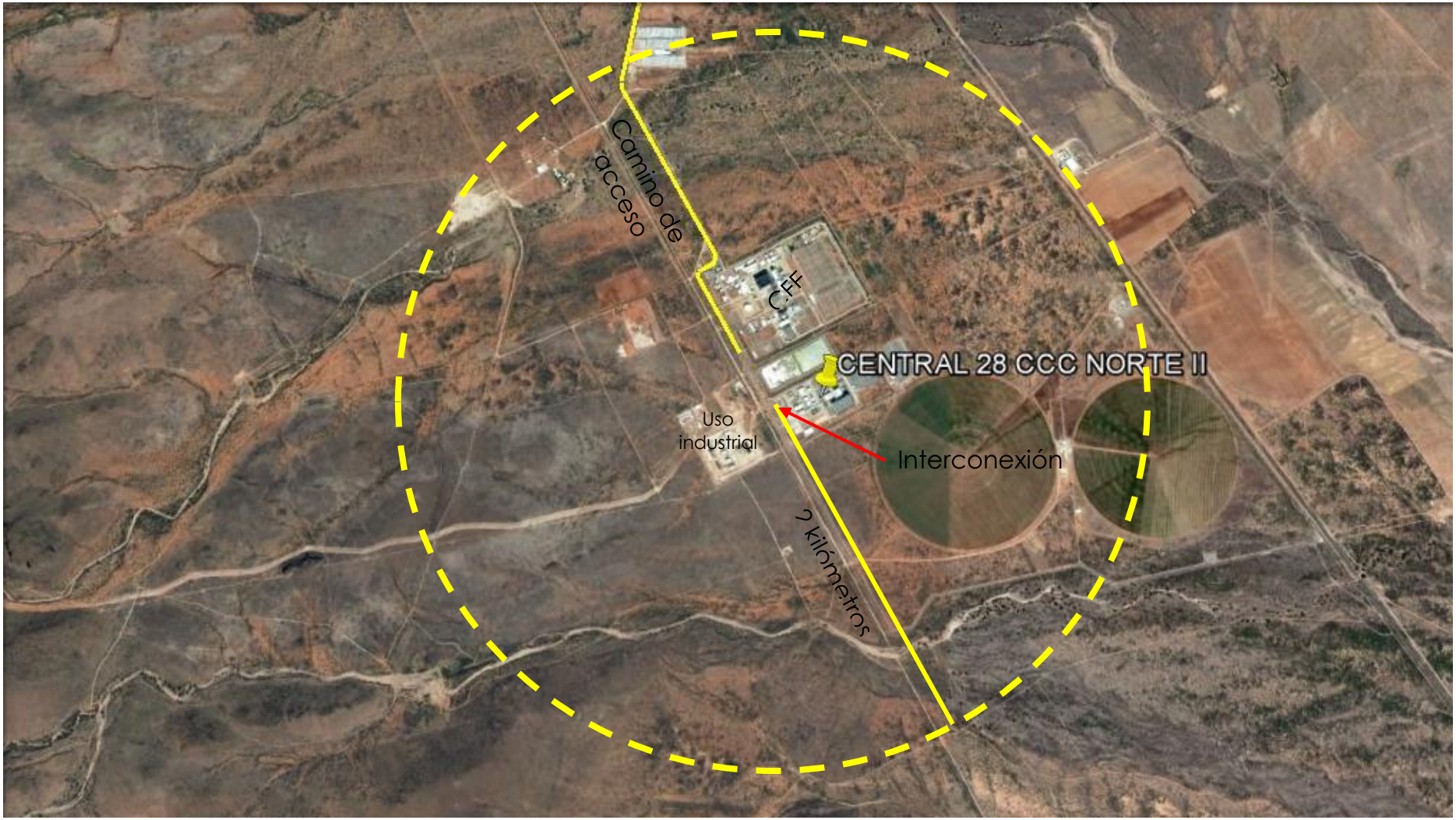


Figura III.4.- Colindancias de la Interconexión, en un radio de 2 kilómetros.

Los recursos bióticos dentro del área de influencia de la Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II, se encuentran modificados por diversas actividades antropogénicas, económicas y de servicios. Así tenemos que dentro de los 20 km de radio considerado como área de influencia de las instalaciones, se localizan poblados, desmontes en áreas dedicadas a la actividad agrícola, ganadera y religiosa; evidencia de corte a plantas para leña, la construcción y operación de las Centrales Termoeléctricas de Ciclo Combinado Chihuahua II y CC Conversión El Encino de TG a CC, las obras asociadas a éstos proyectos como el oleoducto, acueducto, líneas de transmisión de energía eléctrica de la zona de Chihuahua, barrera protectora de malla ciclónica para el acceso a las instalaciones de la CFE.

Fragilidad

El sitio carece de fragilidad en términos de biodiversidad. El ecosistema que conforma el sistema paisajístico es resistente en términos de recuperación futura del escenario, por lo que la fragilidad fue compensada con las medidas de mitigación, detalladas en la MIA de la etapa de construcción, (capítulo VI).

Identificación de los componentes ambientales y asentamientos humanos que pueden ser afectados por los eventos de riesgo identificados

Tomando en cuenta el caso 3, (Golpeo del ducto, por actividades de mantenimiento, en el Derecho de Vía, por un tercero. Posible ruptura total del ducto de 10", fuga de gas Natural y probable explosión), en donde quedan circunscritas, las posibles afectaciones de los casos 1 y 2, en donde los radios de afectación son:

Radios de afectación Caso 3		
	INFLAMABILIDAD	**EXPLOSIVIDAD**
Zona de alto Riesgo	66.30	159.24
Zona de amortiguamiento	125.29	238.32

Componentes ambientales.- Considerando que el área ya ha sido alterada, que en el área de influencia no hay especies protegidas o de interés biológico, se concluye que las afectaciones que se pueden presentar, son mínimas y se verían reflejadas al oeste del evento, con posible desprendimiento de especies vegetativas de raíz superficial, las cuales están presentes en mínima cantidad, ya que se encuentran sobre el derecho de vía del corredor de ductos de hidrocarburos, que pasa por el lado oeste de la Central 28 CCC Norte II, considerando que el derecho de vía se debe de mantener libre de maleza, para su fácil acceso y mantenimiento.

Asentamientos humanos.- Las afectaciones a asentamientos humanos, es improbable, ya que no hay este tipo de infraestructura en la zona de amortiguamiento.

Debido a la ubicación de la interconexión, se considera que no habrá afectaciones por el efecto dómino a otras instalaciones circundantes. Cabe destacar que las instalaciones más cercanas son las de la Central 28 CCC Norte II, aproximadamente de 80 metros de distancia.

Las medidas preventivas a fin de disminuir los efectos probables de riesgo, están basados primordialmente en las buenas prácticas de construcción, así como el apego a las normas de construcción aplicables al proyecto.

Valoración de dichos efectos sobre la integridad funcional de los ecosistemas

Debido a que la zona de influencia de la Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II,

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

III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

Las medidas de seguridad aplicables, de acuerdo con los resultados de la aplicación del HaZop, se detallan a continuación:

- ⇨ Contar con un procedimiento operacional para el manejo de las válvulas.
- ⇨ Procedimiento operacional, en el que se indiques actividades a realizar por bajo flujo.
- ⇨ Programa de mantenimiento, preventivo.
- ⇨ Programa de inspección de espesores y protección catódica.

III.1.1 Sistemas de seguridad

Para el caso de la Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II, esta fue construida conforme a lo establecido en los Códigos y normas nacionales e internacionales aplicables.

La línea de interconexión, se encuentra perfectamente protegida y debidamente cubierta (enterrada de acuerdo a norma), lo que disminuye la probabilidad de posibles contingencias por golpes, que pudieran ser ocasionados por actividades de mantenimiento en la zona.

Así mismo como medida de seguridad, el personal de seguridad, localizado en la caseta de entrada a la Central 28 CCC Norte II, está en constante vigilancia de la interconexión, a fin de evitar que se realicen actividades de cualquier tipo en esta área.

Como medida de seguridad el proveedor de gas Natural, está monitoreando la presión del ducto, en caso que detecte alguna baja

de presión, activa su protocolo de atención y en caso de tratarse de una fuga, realizara las maniobras necesarias para el corte en el suministro de gas Natural.

En caso que se llegara a presentar una emergencia se cuenta con una red de alarmas sonoras y lumínicas, que alertan a las brigadas de atención de emergencia y a la población de la Central de la emergencia, para que implementes los protocolos de emergencia.

Para la atención de una emergencia en la Interconexión para el transporte de gas natural para usos propios a la Central 28 CCC Norte II y debido a que forma parte de las instalaciones complementarias de la Central 28 CCC Norte II, se cuenta con todos los equipos, dispositivos y/o sistemas de seguridad, de la propia Central y que serán utilizados para la atención de una emergencia.

En donde se cuenta con una red contra incendio presionada a 7 kg/cm^2, con tomas siamesas, cercanas a la interconexión, lo que permite conectar y hacer maniobras con las mangueras de suministro de agua contra incendio, el plano de localización de la red contra incendios.

Así mismo se cuenta con 3 trajes de bomberos completos, adicionado con equipo de primeros auxilios, incluyendo una camilla, el plano de rutas de evacuación indica la ubicación de estos equipos.

Como parte complementaria, se cuenta con una red de extintores distribuidos dentro de toda la Central 28 CCC Norte II, que pueden ser utilizados en la zona de emergencia, en caso que se requieran.

La ubicación esquemática de los sistemas de emergencia de la Central 28 CCC Norte II, se presenta en el Capítulo I, de acuerdo a lo siguiente:

- ⇨ Ubicación de extintores, Figura I.4
- ⇨ Ubicación de alarmas, Figura I.5
- ⇨ Red Contra incendios, Figura I.6

III.1.2 Medidas preventivas

Dentro de las medidas preventivas, enfocadas a eliminar o disminuir la

frecuencia y/o severidad de los eventos identificados en el Estudio de Riesgo Ambiental, estas consideran los siguientes puntos:

PUNTO	Descripción
1	Evaluación del Plan de respuesta a Emergencias
2	Almacenamiento de materiales combustibles en compresores de gas.
3	Capacitación y calificación de personal.
4	Control de instrumentos indicadores de gas combustible.
5	Inspección y pruebas de dispositivos de paro a control remoto.
6	Simulacro de fuga de gas.
7	Programa para la Prevención de Accidentes (autorizado por ASEA).

IV. RESUMEN.

IV.1. Presentar el Informe Técnico del Estudio de Riesgo.

El Informe Técnico del Estudio de Riesgo, se presenta en las tablas:

Tabla IV.1- Informe Técnico del ERA, Datos Generales.
Tabla IV.2.- Informe Técnico del ERA, Sustancias manejadas en planta.
Tabla IV.3.- Informe Técnico del ERA, Sustancias transportadas por ducto.
Tabla IV.4.- Informe Técnico del ERA, Identificación y clasificación de riesgos.
Tabla IV.5.- Informe Técnico del ERA, Estimación de consecuencia.
Tabla IV.6.- Informe Técnico del ERA, Criterios utilizados.

IV.2 Hacer un resumen de la situación general que presenta la instalación en materia de riesgo ambiental, señalando las desviaciones encontradas y posibles áreas de afectación.

Los radios de afectación determinados, mediante el simulador SIRIA, son:

	TOXICIDAD	INFLAMABILIDAD	EXPLOSIVIDAD
Caso A			
Zona de alto Riesgo	---	2.11	15.95
Zona de amortiguamiento	---	3.98	23.87
Caso B			
Zona de alto Riesgo	---	8.42	40.23
Zona de amortiguamiento	---	15.91	60.21
Caso C			
Zona de alto Riesgo	---	66.30	159.24
Zona de amortiguamiento	---	125.29	238.32

En los casos A y B, las zonas de riego, quedan circunscritos dentro de los límites de batería del proyecto, como se puede observar en el Capítulo

II. En este caso las afectaciones probables que se presenten, en una barda son:

- ⇨ Inhabilitados: caída parcial o total de techos, etc.
- ⇨ 50 al 75% de ladrillos exteriores destruidos
- ⇨ Demolición casi completa.

En relación con el caso C, la zona de riesgo, pudiera alcanzar el área de servicios auxiliares, sin tener afectación al área de proceso.

Para las zonas de amortiguamiento, en el caso A y B, queda dentro de la zona de alto riesgo del caso C. Para el caso B y C, la zona de Amortiguamiento sobrepasa el límite de batería, en donde las afectaciones que se pueden presentar son:

- ⇨ Daños menores en la estructura, tabiques y marcos arrancados de su sitio.

Debido a la ubicación de la interconexión, se considera que no habrá afectaciones por el efecto dómino a otras instalaciones circundantes. Cabe destacar que las instalaciones más cercanas son las de la Central 28 CCC Norte II, sin embargo el área de proceso esta aproximadamente a 250 metros.

Las medidas preventivas a fin de disminuir los efectos probables de riesgo, están basados primordialmente en las buenas prácticas de construcción, así como el apego a las normas de construcción aplicables al proyecto.

Debido a las características de la interconexión, no presenta altos índices de riesgo ambiental, en donde se destaca, que de acuerdo a la aplicación del HaZop, se determinó que los riesgos son puntuales y se pueden prevenir con procedimientos operacionales y de mantenimiento, toda vez que los eventos detectados son por falla en las válvulas y/o partes móviles, lo que implica contar con procedimientos operacionales para prevenir fugas por estos elementos.

Con lo que respecta a problemas por corrosión, este evento se puede presentar, con el probable desgaste del metal, con potencial fuga de gas Natural, lo cual se puede prevenir o mitigar mediante los protocolos de protección catódica, incluyendo sus programas de revisión. Así mismo en este punto se debe de considerar dentro de sus procedimientos de inspección, la medición de espesores de acuerdo a

lo indicado en las normas aplicables.

IV.3 Con base en el punto anterior, señalar todas las recomendaciones derivadas del análisis de riesgo efectuado, incluidas aquellas determinadas en función de la identificación, evaluación e interacciones de riesgo y las medidas y equipos de seguridad y protección con que contará la instalación, para mitigar, eliminar o reducir los riesgos identificados.

Las medidas de seguridad aplicables, de acuerdo con los resultados de la aplicación del HaZop, se detallan a continuación:

- ⇨ Contar con un procedimiento operacional para el manejo de las válvulas.
- ⇨ Procedimiento operacional, en el que se indiques actividades a realizar por bajo flujo.
- ⇨ Programa de mantenimiento, preventivo.
- ⇨ Programa de inspección de espesores y protección catódica.

IV.4 Señalar las conclusiones del estudio de riesgo.

De la realización del Estudio de Riesgo, se concluye que el proyecto es viable en materia de riesgo ambiental. Presentando zonas de alto riesgo y amortiguamiento, que no tienen afectación a terceros, debido principalmente a que la zona es inhabitada, localizándose solo las instalaciones de la C.F.E., el camino de acceso y el derecho de vía del gasoducto de 24 pulgadas.

Debido a las características consideradas para la elaboración y evaluación del estudio de riesgo, se recomienda tener especial cuidado, en los asentamiento humanos, no permitiéndolos en por lo menos el área de influencia del proyecto de la Central 28 Norte II, así como evitar actividades comerciales ajenas a las de la CFE.

Tabla IV.1- Informe Técnico del ERA, Datos Generales.

Fecha de Ingreso							
DATOS DE LA COMPAÑÍA ENCARGADA DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO							
Compañía	CONSORCIO AMBIENTALSSL, S.A. DE C.V.			Registro	CAS 150704 FA2		
Nombre de la persona responsable	SERGIO APARICIO JIMENEZ			Cargo	ESPECIALISTA AMBIENTAL		
DATOS GENERALES DE LA EMPRESA							
No. de Registro INE				R.F.C.	KEP-100824-HC5		
Nombre	KST Electric Power Company, S.A.P.I. de C.V.						
Nombre del Proyecto	interconexión para el suministro de Gas Natural a la Central 28 CCC Norte II						
Objeto de la Instalación o Proyecto	Suministrar gas Natural a la Central 28 CCC Norte II						
UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES							
Calle y Número	Km 7.8 al Suroeste del Km 196+724, Tramo Chihuahua-Delicias			Colonia/Localidad	Chihuahua		
Municipio/Delegación	Chihuahua			Estado	Chihuahua		
Codigo Postal	31067						
DOMICILIO PARA OIR O RECIBIR NOTIFICACIONES							
Calle y Número	Sierra Candela No. 111, Despacho 407			Colonia/Localidad	Lomas de Chapultepec		
Municipio/Delegación	Miguel Hidalgo			Estado	Ciudad de México		
Codigo Postal	11000						
Teléfonos	41 60 81 59	Fax	41 60 81 59	Correo electronico	jobykim@kstmx.com		
Nombre del representante de la empresa	Hoonbae Kim						
Cargo	Apoderado legal						
GIRO DE LA EMPRESA							
	Petróleo y derivados		Petroquímico		Químico		Metalúrgico
	Otros especificar	Generación y Transmisión de Energía Eléctrica					
USO DE SUELO DONDE SE ENCUENTRA LA EMPRESA							
	Agrícola		Rural		Habitacional		Industrial
	Comercial		Mixto				
LA EMPRESA SE ENCUENTRA UBICADA EN UNA ZONA CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS							
	Zona industrial		Zona habitacional		Zona suburbana		
	Parque industrial		Zona urbana		Zona rural		
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA				**SUPERFICIE**			
	Coordenadas latitud N	28°26'27.70"			Requerida	330.00	m^2
	Coordenadas longitud W	105°55'15.28"			Total	330.00	m^2

Tabla IV.2.- Informe Técnico del ERA, Sustancias manejadas en planta.

No. de Registro	No. de Orden	Nombre químico de la Sustancia (IUPAC)	No. CAS	Riesgo Químico					Capacidad Total		Capacidad de la Mayor Unidad de Almacenamiento (Ton)
				C	R	E	T	I	Producción (Ton/Día)	Almacenamiento (Ton)	
1	1	GAS NATURAL (METANO)	74-82-8			X			NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
2	1	GAS NATURAL (METANO)	74-82-8			X			NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
3	1	GAS NATURAL (METANO)	74-82-8			X			NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
--	--	--	--						--	--	--
--	--	--	--						--	--	--
--	--	--	--						--	--	--
--	--	--	--						--	--	--
--	--	--	--						--	--	--

Tabla IV.3.- Informe Técnico del ERA, Sustancias transportadas por ducto.

No. de Registro	No. de Orden	Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Flujo (m^3 s/día)	Proveedor	Longitud (Km)	Diámetro de la tubería (plg)	Presión (bar g)		Espesor (mm)	Descripción de la Trayectoria
								Operación	Diseño		
1	1	GAS NATURAL (METANO)	74-82-8	1,492,026	Tarahumara Pipeline, S. de R.L. de C. V.	0.066	10.00	24.12 ~ 59.53			Interconexión
2	1	GAS NATURAL (METANO)	74-82-8	1,492,026	Tarahumara Pipeline, S. de R.L. de C. V.	0.066	10.00	24.12 ~ 59.53			Interconexión
3	1	GAS NATURAL (METANO)	74-82-8	1,492,026	Tarahumara Pipeline, S. de R.L. de C. V.	0.07	10.00	24.12 ~ 59.53			Interconexión

Tabla IV.4.- Informe Técnico del ERA, Identificación y clasificación de riesgos.

No. de Registro	No. de Orden	Falla	Accidente hipotético				Ubicación					Metodología empleada para la identificación de riesgo
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Etapa de Operación				Unidad o equipo de	
							Almacenamiento	Proceso	Transporte	Servicios		
1	1	Se considera una fuga de un orificio de 1/8" homogéneo.		--	--	--	--	--		--	Línea	HAZOP
2	2	Adelgazamiento del ducto. Se considera una fuga de un orificio de 1/2" homogéneo, en la estructura expuesta.		--	--	--	--	--		--	Línea	HAZOP
3	3	Posible ruptura total del ducto de 10", fuga de gas Natural y probable explosión.	--	--	--	--	--	--	--	--	Línea	HAZOP
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tabla IV.5.- Informe Técnico del ERA, Estimación de consecuencia.

No. de Registro	No. de Orden	Tipo de liberación		Cantidad hipotética liberada (m3/seg, m3 o kg)		Estado físico	Programa de simulación empleado	Zona de alto riesgo		Zona de amortiguamiento	
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad			Distancia (m)	Tiempo (seg)	Distancia (m)	Tiempo (seg)
1	1	x		0.08	kg/seg	Gas	SIRIA	15.95	60	23.87	60
2	2	x		1.27	kg/seg	Gas	SIRIA	40.23	60	60.21	60
3	3	x		78.85	kg/seg	Gas	SIRIA	159.24	60	238.32	60
1	1	--	Continua	0.08	kg/seg	Gas	SIRIA	2.11	--	3.98	--
2	2	--	Continua	1.27	kg/seg	Gas	SIRIA	8.42	--	15.91	--
3	3	--	Continua	78.85	kg/seg	Gas	SIRIA	66.30	--	125.29	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tabla IV.6.- Informe Técnico del ERA, Criterios utilizados.

No. de Registro	No. de Orden	Toxicidad						Explosividad			Radiación Térmica			Otros Criterios
		IDHL	TLV_8	TLV_{15}	Velocidad del Viento (m/seg)	Estabilidad Atmosférica	Otros	0.5 psi	1.0 psi	Otro	1.4 KW/m^2	5 KW/m^2	Otro	
1	1	--	--	--	2	F=ESTABLE	--	X	X	--	X	X	--	--
2	2	--	--	--	2	F=ESTABLE	--	X	X	--	X	X	--	--
3	3	--	--	--	2	F=ESTABLE	--	X	X	--	X	X	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

V. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ERA.

IMAGEN 1.- Detalle de la colindancia oeste de la Interconexión.

IMAGEN 2.- Detalle de la estación de válvulas.

IMAGEN 3 y 4.- Detalle de la Central 28 CCC Norte II, vista del cruce de la Interconexión, sobre el camino de acceso.

IMAGEN 5.- Detalle de la colindancia norte, camino de acceso.

IMAGEN 6.- Detalle de la colindancia sur, camino de acceso.