



**IGASAMEX**

**PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES  
(PPA)**

**IGASAMEX Bajío, S. de R.L. de C.V.**

**2012**

*De acuerdo al formato de SEMARNAT (30.04.2008)*

---

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686

## INDICE GENERAL

### MARCO REFERENCIAL

#### **1. DATOS GENERALES DEL ESTABLECIMIENTO O INSTALACION**

- 1.1 Establecimiento o Instalación
  - 1.1.1 Nombre o Razón Social
  - 1.1.2 Actividad principal productiva del establecimiento
  - 1.1.3 Clave Mexicana de Actividades Productivas (CMAP) de INEGI
  - 1.1.4 Código ambiental
  - 1.1.5 Domicilio del establecimiento o instalación
  - 1.1.6 Nombre y cargo del representante legal
  - 1.1.7 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir notificaciones
- 1.2 Responsable de la información contenida en el Programa de Prevención de Accidentes
  - 1.2.1 Puesto o cargo dentro de la organización de la empresa

#### **2. DESCRIPCION DE EL ENTORNO DEL ESTABLECIMIENTO O INSTALACION DONDE SE DESARROLLAN LAS ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS**

- 2.1 Descripción de las características físicas del entorno
- 2.2 Descripción de las características socio-económicas
- 2.3 Infraestructura, servicios de apoyo y zonas vulnerables

#### **3. MATERIALES PELIGROSOS MANEJADOS Y ZONAS POTENCIALES DE AFECTACION**

- 3.1 Listado de materiales peligrosos
- 3.2 Eventos detectados en el estudio de riesgo ambiental

#### **4 IDENTIFICACION DE MEDIDAS PREVENTIVAS PARA CONTROLAR, MITIGAR O ELIMINAR LAS CONSECUENCIAS Y REDUCIR SU PROBABILIDAD**

- 4.1 Sistemas de seguridad
- 4.2 Medidas preventivas

#### **5 PROGRAMA DE ACTIVIDADES A REALIZAR, DERIVADAS DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL PRESENTADO POR EL ESTABLECIMIENTO O INSTALACION**

#### **6 PLAN DE RESPUESTA DE EMERGENCIAS**

- 6.1 Procedimientos específicos para la respuesta a los posibles eventos de riesgo identificados dentro de la instalación

#### **7 DIRECTORIO DE LA ESTRUCTURA FUNCIONAL PARA LA RESPUESTA A EMERGENCIAS**

- 7.1 Directorio de la estructura funcional para la instrumentación del plan de respuesta a emergencias al interior y exterior de las instalaciones

#### **8 PLAN PARA REVERTIR LOS EFECTOS DE LAS LIBERACIONES POTENCIALES DE LOS MATERIALES PELIGROSOS, EN LAS PERSONAS Y EN EL AMBIENTE (CUERPOS DE AGUA, FLORA, FAUNA, SUELO)**

8.1 Métodos de limpieza y/o descontaminación en el interior y exterior de la planta

**9 CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD EN MATERIA DE SEGURIDAD, PREVENCIÓN Y ATENCIÓN A EMERGENCIAS EMITIDAS POR LAS DEPENDENCIAS DEL GOBIERNO FEDERAL QUE CONFORMAN LA COMISIÓN, EN TÉRMINOS DEL ARTÍCULO 147 DE LA LGEEPA**

**10 PLAN DE RESPUESTA A EMERGENCIAS QUÍMICAS NIVEL EXTERNO**

- 10.1 Identificación de grupos o instituciones de apoyo
- 10.2 Procedimientos específicos para la respuesta a emergencias cuando el nivel de afectación rebasa los límites de propiedad de la instalación
- 10.3 Inventario de equipo y servicios con que se cuenta para la atención de emergencias
- 10.4 Principales vialidades identificadas para el ingreso de grupos de ayuda externa

**11 COMUNICACIÓN DE RIESGOS**

- 11.1 Procedimientos específicos para la comunicación de riesgos
- 11.2 Procedimientos para el desarrollo de simulacros con la población aledaña
- 11.3 Programa de simulacros

**ANEXOS**

<u>ANEXO A</u>	<u>HOJAS DE DATOS GENERALES DE LA EMPRESA</u>
<u>ANEXO B</u>	<u>ACTA CONSTITUTIVA</u>
<u>ANEXO C</u>	<u>RIESGO: METODOLOGÍA, IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS, JERARQUIZACIÓN, SIMULACIÓN, INFORME TÉCNICO</u>
<u>ANEXO D</u>	<u>HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES</u>
<u>ANEXO E</u>	<u>PLANOS DEL DERECHO DE VÍA DEL DUCTO CON ESCENARIOS DE RIESGO</u>
<u>ANEXO F</u>	<u>PLANOS DE LOCALIZACIÓN DEL DUCTO CON ESCENARIOS DE VULNERABILIDAD</u>
<u>ANEXO G</u>	<u>PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS Y SERVICIOS DE EMERGENCIA</u>
<u>ANEXO H</u>	<u>PROCEDIMIENTOS PARA EL PLAN DE EMERGENCIAS</u>

**Título:****PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES (PPA)****Documento:**

IGA/SEG/000

**Fecha de Elaboración:**

Julio de 2002

**Áreas Involucradas:**

Operación, Proyectos, Calidad, Seguridad



IGASAMEX

**ORIGINAL**

<b>Revisión:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Descripción:</b>
2002	VHS, JTRS	RGD	18/09/02	Nueva Versión
2004	VHS, JTRS	RGD	01/09/04	Nueva Versión
2006	EMV, OUL, JTRS	RGD	15/12/06	Nueva Versión
2008	EMV, OUL, JTRS	RGD	30/04/08	Nueva Versión
2009	EMV, OUL, JTRS	RGD	10/01/09	Actualización
2010	EMV, OUL, JTRS	RGD	15/12/09	Actualización
2011	EMV, OUL, JTRS	RGD	10/12/10	Actualización
2012	GHM, PLO, EMV, OUL, JTRS	RGD	02/04/12	Actualización

<b>Título:</b> Programa de Prevención de Accidentes (PPA).		
<b>Documento:</b> IGA/SEG/000	<b>Fecha de Edición:</b>	Diciembre 10 de 2010
<b>Area:</b> Seguridad		
<b>Elaboró:</b> Ing. Edgar Mayorga Villegas Gerente de Seguridad	<b>Firma y Fecha:</b>	_____
<b>Revisó:</b> Ing. Guillermo Hernández Morales Supervisor de Seguridad	<b>Firma y Fecha:</b>	_____
<b>Revisó:</b> Ing. Pablo Lopez Olvera Supervisor de Seguridad	<b>Firma y Fecha:</b>	_____
<b>Revisó:</b> TSU. Jesús Meraz Fernández Supervisor de Seguridad	<b>Firma y Fecha:</b>	_____
<b>Revisó:</b> Ing. Osvaldo Ugalde Linares Gerente de Operación	<b>Firma y Fecha:</b>	_____
<b>Revisó:</b> Ing. José Trinidad Ruiz Saucedo Gerente de Operación	<b>Firma y Fecha:</b>	_____
<b>Aprobó:</b> Ing. Rafael González Domínguez Subdirector de Operación	<b>Firma y Fecha:</b>	_____

**USUARIOS DE COPIAS CONTROLADAS**

<b>Nombre</b>	<b>Copia Número</b>	<b>Firma y Fecha</b>
Ing. Rafael González Domínguez	01	
Ing. Pablo Lopez Olvera	02	
Ing. Guillermo Hernandez Morales	03	
TSU. Jesús Meraz Fernández	04	
Ing. Edgar Mayorga Villegas	05	

## HOJA DE REVISIONES

Capítulos	Párrafo	Fecha
TODOS LOS CAPITULOS	SE AJUSTA EL CONTENIDO A LA GUIA PARA LA ELABORACION DEL PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES SEMARNAT-07-013 REVISIÓN 01 18-Sep-02.	Septiembre 18 de 2002
TODOS LOS CAPITULOS	SE AJUSTA EL CONTENIDO A LA GUIA PARA LA ELABORACION DEL PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES SEMARNAT-07-013 REVISIÓN 02 01-Sep-04.	Septiembre 01 de 2004
TODOS LOS CAPITULOS	SE AJUSTA EL CONTENIDO A LA GUIA PARA LA ELABORACION DEL PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES SEMARNAT-07-013 REVISIÓN 03 15-Dic-06.	Diciembre 15 de 2006
TODOS LOS CAPITULOS	SE AJUSTA EL CONTENIDO A LA GUIA PARA LA ELABORACION DEL PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES SEMARNAT-07-013 REVISIÓN 04 30-Abr-08.	Abril 30 de 2008
TODOS LOS CAPITULOS	SE CAMBIA LA PALABRA ACCIDENTE POR INCIDENTE; ISO 9001:2008.	Marzo 20 de 2012
TODOS LOS CAPITULOS	SE ACTUALIZA LA NOM-007-SECRE-1999 POR LA NOM-007-SECRE-2010.	Marzo 20 de 2012
I	SE ACTUALIZAN LOS PUESTOS Y CARGOS DE LOS RESPONSABLES. CAPITULO 1.2 "RESPONSABLE DE LA INFORMACION CONTENIDA EN EL PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES".	Diciembre 10 de 2009
II	SE ACTUALIZA LA TRAYECTORIA, LONGITUD DEL GASODUCTO, CLIENTES, ETC. CAPITULO 2.1 "DESCRIPCION DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS DEL ENTORNO".	Diciembre 10 de 2009
II	SE CAMBIAN LAS PALABRAS ELABORACION DE UN PPA POR DIFUSION DEL PPA EN EL SUBCAPITULO 2.3.	Marzo 20 de 2012
III	SE ACTUALIZAN LOS DIAMETROS UTILIZADOS EN LA TUBERIA Y RADIOS DE AFECTACION. CAPITULO 3.2 "EVENTOS DETECTADOS EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL".	Diciembre 10 de 2009
IV	SE ACTUALIZA LA PRESION DE LOS EQUIPOS Y LAS INSTALACIONES. CAPITULO 4.1 "SISTEMAS DE SEGURIDAD".	Diciembre 10 de 2009
IV	SE CAMBIA LA PALABRA COMANDO POR MANDO EN INDICE Y SUBCAPITULO 4.1.	Marzo 20 de 2012

V	SE ACTUALIZAN LOS FORMATOS DE OPERACION. CAPITULO 5 "PROGRAMA DE ACTIVIDADES A REALIZAR, DERIVADAS DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL PRESENTADO POR EL ESTABLECIMIENTO O INSTALACION".	Diciembre 10 de 2009
VI	SE ACTUALIZAN LOS ORGANIGRAMAS, ESTRUCTURA INTERNA PARA RESPUESTA A EMERGENCIAS. CAPITULO 6.1 "PROCEDIMIENTOS ESPECIFICOS PARA LA RESPUESTA A LOS POSIBLES EVENTOS DE RIESGO IDENTIFICADOS DENTRO DE LA INSTALACION".	Diciembre 10 de 2009
VII	SE ACTUALIZA EL DIRECTORIO ORGANIZACIONAL Y EL DIRECTORIO TELEFONICO. CAPITULO 7.1 "DIRECTORIO DE LA ESTRUCTURA FUNCIONAL PARA LA INSTRUMENTACION DEL PLAN DE RESPUESTA A EMERGENCIAS AL INTERIOR Y EXTERIOR DE LAS INSTALACIONES".	Diciembre 10 de 2009
VII	SE ACTUALIZA EL DIRECTORIO ORGANIZACIONAL Y EL DIRECTORIO TELEFONICO SUBCAPITULO 7.1.	Marzo 20 de 2012
VIII	SE ACTUALIZA EL PROCEDIMIENTO. CAPITULO 8.1 "METODOS DE LIMPIEZA Y/O DESCONTAMINACION EN EL INTERIOR Y EXTERIOR DE LA PLANTA".	Diciembre 10 de 2009
IX	SE ACTUALIZA LA NORMATIVA VIGENTE. CAPITULO 9 "CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD EN MATERIA DE SEGURIDAD, PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS EMITIDAS POR LAS DEPENDENCIAS DEL GOBIERNO FEDERAL QUE CONFORMAN LA COMISION, EN TERMINOS DEL ARTICULO 147 DE LA LGEEPA".	Diciembre 10 de 2009
IX	SE ACTUALIZA LA NORMATIVA APLICABLE A IGASAMEX.	Marzo 20 de 2012
X	SE ACTUALIZA EL DIRECTORIO TELEFONICO. CAPITULO 10.1 "IDENTIFICACION DE GRUPOS O INSTITUCIONES DE APOYO". SE ACTUALIZAN PROCEDIMIENTOS QUE SE LOCALIZAN EN EL ANEXO H Y EL FORMATO DE REGISTRO DE INCIDENTES-ACCIDENTES. CAPITULO 10.2 "PROCEDIMIENTOS ESPECIFICOS PARA LA RESPUESTA A EMERGENCIAS CUANDO EL NIVEL DE AFECTACION REBASA LOS LIMITES DE PROPIEDAD DE LA INSTALACION". SE ACTUALIZA EL PLANO DE DISTRIBUCION DE EQUIPOS Y EL INVENTARIO. CAPITULO 10.3 "INVENTARIO DE EQUIPO Y SERVICIOS CON QUE CUENTA PARA LA ATENCION DE EMERGENCIAS".	Diciembre 10 de 2009
X	SE ACTUALIZA EL DIRECTORIO TELEFONICO SUBCAPITULO 10.1. SE ACTUALIZAN PROCEDIMIENTOS QUE SE LOCALIZAN EN EL ANEXO H Y EL FORMATO DE REGISTRO DE INVESTIGACION DE INCIDENTES SUBCAPITULO 10.2. SE ACTUALIZA EL PLANO DE DISTRIBUCION DE EQUIPOS Y EL INVENTARIO SUBCAPITULO 10.3.	Marzo 20 de 2012

XI	SE ACTUALIZA EL DIRECTORIO TELEFONICO Y EL PROCEDIMIENTO DE NOTIFICACION. CAPITULO 11.1 "PROCEDIMIENTOS ESPECIFICOS PARA LA COMUNICACIÓN DE RIESGOS". SE ACTUALIZA EL PROGRAMA DE PLATICAS. CAPITULO 11.2 "PROCEDIMIENTOS PARA EL DESARROLLO DE SIMULACROS CON LA POBLACION ALEDAÑA". SE ACTUALIZA EL PROGRAMA DE SIMULACROS. CAPITULO 11.3 "PROGRAMA DE SIMULACROS".	Diciembre 10 de 2009
XI	SE ACTUALIZA EL DIRECTORIO TELEFONICO, VOCEROS Y EL PROCEDIMIENTO DE NOTIFICACION SUBCAPITULO 11.1. SE ACTUALIZA EL PROGRAMA DE PLATICAS SUBCAPITULO 11.2. SE ACTUALIZA EL PROGRAMA DE SIMULACROS SUBCAPITULO 11.3.	Marzo 20 de 2012
ANEXOS	LA MAYORIA DE LOS ANEXOS SE ACTUALIZAN CON LOS CAMBIOS REALIZADOS AL ESTUDIO DE IMPACTO Y RIESGO.	Diciembre 10 de 2009
A	SOLO SE HACE REVISION DEL DOCUMENTO, EL CUAL ESTA SELLADO POR SEMARNAT.	Diciembre 10 de 2009
B	ARCHIVO EN PDF DE LA ACTA CONSTITUTIVA DE IGASAMEX, SE VERIFICA QUE ES LA ADECUADA.	Diciembre 10 de 2009
C	NO SE ACTUALIZARON EL HAZOP, INFORME TECNICO, MODELACIONES DE EXPLOSION; YA QUE NO HUBO ACTUALIZACION DEL ESTUDIO DE IMPACTO Y RIESGO (NO SE ANEXARON CLIENTES).	Diciembre 10 de 2009
D	SE ACTUALIZAN LAS HOJAS DE SEGURIDAD DE LOS MATERIALES (HSDM) DEL GAS NATURAL Y MERCAPTANO.	Diciembre 10 de 2009
E	SE REVISAN SOLAMENTE LOS RADIOS DE AFECTACION, NO HAY MODIFICACIONES.	Diciembre 10 de 2009
F	SE REVISAN PLANOS, NO HAY MODIFICACIONES.	Diciembre 10 de 2009
G	SE REvisa PLANO DE DISTRIBUCION DE EQUIPOS (EXTINTORES, RUTAS DE EVACUACION, PUNTOS DE REUNION).	Diciembre 10 de 2009
H	SE REVISAN PROCEDIMIENTOS (VARIOS), SIN CAMBIOS.	Diciembre 10 de 2009
H	SE ACTUALIZAN Y SE GENERAN NUEVOS PROCEDIMIENTOS.	Marzo 20 de 2012

<b>1. DATOS GENERALES DEL ESTABLECIMIENTO O INSTALACION</b>	<b>2</b>
<b>1.1 Establecimiento o Instalación</b>	<b>2</b>
1.1.1 Nombre o razon social	2
1.1.2 Actividad principal productiva del establecimiento	2
1.1.3 Clave Mexicana de Actividades Productivas (CMAP) de INEGI	¡Error! Marcador no definido.
1.1.4 Codigo ambiental	3
1.1.5 Domicilio del establecimiento o instalacion	2
1.1.6 Nombre y cargo del representante legal	2
1.1.7 Direccion del promovente o de su representante legal para recibir notificaciones	3
<b>1.2 Responsable de la informacion contenida en el Programa de Prevencion de Accidentes</b>	<b>3</b>
1.2.1 Puesto o cargo dentro de la organización de la empresa	3

## 1. DATOS GENERALES DEL ESTABLECIMIENTO O INSTALACION

### 1.1 Establecimiento o instalación

#### **Datos de la empresa responsable del ducto**

En el Anexo A se encuentran las hojas de registro con los datos generales de la empresa.

#### **1.1.1 Nombre o razón social**

IGASAMEX Bajío, S. de R.L. de C.V. se encuentra inscrita en el Registro Federal de Contribuyentes bajo el Número: IBA960920VA5

#### **1.1.2 Actividad principal productiva del establecimiento**

La empresa es una sociedad mercantil debidamente constituida al amparo de las leyes mexicanas, según consta en la Escritura Pública N° 44,515 de fecha 20 de septiembre de 1996, dada ante la fe del Notario Público N° 147 del Distrito Federal, Lic. F. Javier Gutiérrez Silva, y cuyo principal asiento de sus negocios se encuentra ubicado en la ciudad de México, Distrito Federal.

De acuerdo con el testimonio del acta constitutiva que se refleja en el instrumento notarial (Anexo B), la actividad de IGASAMEX es la de proveer toda clase de productos y prestar toda clase de servicios relacionados con la transportación, almacenamiento, distribución y venta de gas natural, así como de otros combustibles industriales y comerciales que puedan ser legalmente transportados, distribuidos, almacenados y vendidos dentro del territorio de los Estados Unidos Mexicanos o en el extranjero, y llevar a cabo el diseño, ingeniería y operación de sistemas de ductos, de conformidad con el Reglamento de Gas Natural y demás regulaciones aplicables. IGASAMEX cuenta con el respaldo de más de 60 años de experiencia en la producción, procesamiento, almacenamiento, transporte y distribución de gas natural.

#### **1.1.3 Clave Mexicana de Actividades Productivas (CMAP) de INEGI**

#### **1.1.4 Código ambiental**

Numero de Registro Ambiental NRA: IBAC21306911

#### **1.1.5 Domicilio del establecimiento o instalación**

Calle: Bosque de Alisos No. 47-A 5° Piso  
Colonia: Bosques de las Lomas  
Delegación: Cuajimalpa  
Estado: Distrito Federal  
C.P.: 05120  
Teléfono: 5000-5100  
Fax: 5259-7686

#### **1.1.6 Nombre y cargo del representante legal**

Lic. Adrián Ramírez Nateras

Gerente de Gestión Derechos de Vía de la empresa IGASAMEX Bajío, S. de R.L. de C.V.

---

#### **IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5° piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686

Cap. 1	Revisión 3	2012	Pág. 2 de 3
--------	------------	------	-------------

### **1.1.7 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir notificaciones**

Calle: Bosque de Alisos No. 47-A 5° Piso  
Colonia: Bosques de las Lomas  
Delegación: Cuajimalpa  
Estado: Distrito Federal  
C.P.: 05120  
Teléfono: 5000-5100, 5154  
Fax: 5259-7686

## **1.2 Responsable de la información contenida en el Programa de Prevención de Accidentes**

### **1.2.1 Puesto o cargo dentro de la organización de la empresa**

Ing. Edgar Mayorga, Gerente de Seguridad, IGASAMEX Bajío, S. de R.L. de C.V.

Calle: Bosque de Alisos No. 47-A 5° piso  
Colonia: Bosques de las Lomas  
Delegación: Cuajimalpa  
Estado: Distrito Federal  
C.P.: 05120  
Teléfono: 5000-5100  
Fax: 5259-7686  
E-mail: [emayorga@igasamex.net](mailto:emayorga@igasamex.net)

Biól. Leopoldo J. Gómez García, Coordinador de Estudios Ambientales, IGASAMEX Bajío, S. de R.L. de C.V.

Calle: Las Flores No. 16-A  
Colonia: Barrio San Cristóbal  
Delegación: Xochimilco  
Estado: Distrito Federal  
C.P.: 16080  
Teléfono: 5675-8369  
Fax: 5675-8369  
E-mail: [lgomez@igasamex.net](mailto:lgomez@igasamex.net)

<b>2. DESCRIPCIÓN DE EL ENTORNO DEL ESTABLECIMIENTO O INSTALACIÓN DONDE SE DESARROLLAN LAS ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS</b>	<b>2</b>
<b>2.1 Descripción de las características físicas del entorno</b>	<b>2</b>
Trayectoria	2
Vulnerabilidad geológica	12
Vulnerabilidad hidrometeorológica	24
<b>2.2 Descripción de las características socio-económicas</b>	<b>32</b>
Población afectable	32
<b>2.3 Infraestructura, servicios de apoyo y zonas vulnerables</b>	<b>33</b>
Incompatibilidad de actividades	33
Vulnerabilidad vial	33
Vulnerabilidad ambiental	34

## 2. DESCRIPCIÓN DE EL ENTORNO DEL ESTABLECIMIENTO O INSTALACIÓN DONDE SE DESARROLLAN LAS ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS

### 2.1 Descripción de las características físicas del entorno

#### Trayectoria

Los planos de la trayectoria y derecho de vía del ducto proyectado en el *Libramiento Celaya Sur a Salvatierra*, con escenarios de riesgo, se encuentran en el **Anexo E**.

Para la mejor interpretación de los mismos, a continuación se hace una descripción de la trayectoria y derecho de vía del ducto.

El proyecto consiste en la construcción, operación y mantenimiento de **un ducto de transporte de gas natural**, interconectado al ducto de 914.4 mm (36") de diámetro nominal y de 4.775 mm (0.188") de espesor, tramo San Juan del Río-Celaya km 15+769 de **Pemex Gas y Petroquímica Básica** (en lo sucesivo "PGPB"), para suministro de gas natural a las empresas **Proteínas y Oleicos, S.A. de C.V., Sanivex, S.A. de C.V., Congeladora de Vegetales Mexicana, S.A. de C.V.**, (en lo sucesivo "Proteinol, Sanivex, Covemex").

A partir del punto de Interconexión el ducto de acero A-53-B de 10.16 cm (4") de diámetro nominal y 6.01 mm (0.237") de espesor de pared, corre aproximadamente 113 metros, donde se localiza la caseta de medición y regulación. A la salida de la caseta se interconecta un ducto de acero API 5L X-42 de 15.24 cm (6") de diámetro nominal y 4.77 mm (0.188") de espesor de pared, que corre en forma subterránea y paralelo al libramiento Celaya Sur Salvatierra km 1+900, en su margen izquierdo con rumbo a la carretera federal No. 45, cruzando durante su recorrido tres pequeños cuerpos de agua hasta llegar al distribuidor vial la Laja, el cual bordea para salir del mismo. Al llegar a la carretera federal No.45 en su tramo Querétaro-Celaya el trazo gira al Noreste, cruza otros dos canales de agua y parcelas, a esa altura continua en la calle Benito Juárez que corre en forma paralela a la carretera federal No.45 en su tramo Querétaro-Celaya hasta llegar frente al camino de acceso a la zona industrial (junto a la central de abastos), a esa altura cruza la carretera donde se aloja en el margen derecho hasta encontrar la vía del ferrocarril en donde la cruza junto con la calle aledaña, hasta llegar al área donde se aloja la caseta de la empresa *Proteinol* en la parte trasera de la misma.

Los ramales instalados se interconectan con el gasoducto existente de 6" de diámetro nominal, aproximadamente en su km 8+541.70 y 9+300, la interconexión se realizó por medio de hot-tap (trabajos en línea viva).

Los ramales son de acero API 5L X-42 de 7.62 cm (3") de diámetro nominal y 4.77 mm (0.188") de espesor de pared; el primero se instaló paralelo al derecho de vía de FFCC en dirección Sursureste por aproximadamente 60 metros, posteriormente continua en la misma dirección pero alojado ya dentro de los terrenos de *Sanivex* por 90 metros, después cambia de dirección hacia el Oeste Suroeste y se interconecta con la caseta de medición y Regulación.

El segundo ramal, corre en dirección contraria al ramal de *Proteinol* por aproximadamente 50 metros, hasta llegar a la caseta de la empresa *Covemex*.

En resumen, el **Origen del ducto** se encuentra en el punto de interconexión con el ducto de PGPB de 36" situado en su kilómetro 15+769, en el km 1+900 del libramiento Celaya Sur a Salvatierra, en alguno de los terrenos agrícolas y con vegetación secundaria

adyacentes, en el municipio de Celaya; mientras que el **Destino o punto final del ramal del gasoducto** es la caseta de medición y regulación instalada en la empresa *Proteinol*, ubicado en la zona Industrial de Apaseo el Grande.

Con una longitud total aproximada de **9,448 metros**, el cual inicia en el punto de interconexión con el ducto de *PGPB* de 914.4 mm (36") diámetro nominal.

El sistema tiene una capacidad máxima de 138,467 m<sup>3</sup>/día std (4'889,810 pies<sup>3</sup>/día std), la capacidad a condiciones actuales es 4,915 m<sup>3</sup>/día (174,553 pie<sup>3</sup>/día) a P @ 400 psig y T.

La presión de diseño de la tubería de acero es 52.027 kg/cm<sup>2</sup> man (740 psig). La presión de operación es 31.64 kg/cm<sup>2</sup> man (450 psig).

### Registro de concreto

Sobre el Derecho de Vía de **PGPB** se construyó un **registro de concreto armado** bajo el nivel del piso, se soldó una silleta de acero y se procedió a llevar a cabo el "hot tap" al gasoducto de **36"** de **PGPB**, colocando una válvula de bloqueo y una junta monoblock para aislar la protección catódica de corriente inducida que aplica **PGPB** a su ducto; de la protección que aplica IGASAMEX al ducto. Este registro sirve para proteger la válvula.

La responsabilidad de **PGPB** termina después de la válvula de bloqueo, dentro del registro. A partir de éste punto, el ducto es responsabilidad de IGASAMEX.

El **registro** (espacio subterráneo en forma de caja, destinado a alojar válvulas, accesorios o instrumentos para su protección) debe tener una superficie de por lo menos 9 m<sup>2</sup> (3 x 3 metros) para permitir las maniobras del personal de **PGPB** que realiza los trabajos de soldadura e interconexión, ya que el ducto de **PGPB** es de **36"** de diámetro nominal (+/- 92 cms considerando el recubrimiento) y se requiere mínimo de 1 metro a cada lado del ducto, y se levantan muros de 2 metros de altura de tabicón, piedra o celosía, de acuerdo a las especificaciones de **PGPB** para protección de la instalación. La profundidad del registro es de aproximadamente 2.5 metros, considerando que se debe dejar 50 cms. entre el lecho bajo del tubo de **PGPB** y el piso terminado.



De acuerdo con la **NOM-007-SECRE-2010**, el **registro** debe estar localizado en un lugar accesible y lo más alejado posible de cruzamientos de calles o puntos donde el tráfico sea pesado o intenso; de puntos de elevación mínima, cuencas de recolección, o lugares donde la cubierta de acceso estuviera en el cauce de aguas superficiales, y de instalaciones de agua, eléctricas, telefónicas, tuberías de vapor, entre otras.

Por tratarse de un **registro subterráneo**, debe estar suficientemente ventilado para minimizar la formación de una atmósfera explosiva en el interior. Por tal motivo, dependiendo del diseño final de **PGPB** puede el registro no contar con tapa, y los muros

se levantarán aproximadamente 2.5 metros de altura sobre el nivel de piso; son preferentemente de celosía o de tabicón de aproximadamente 20 cms. de espesor ó tienen una tapa con el venteo correspondiente.

### **Estaciones o Casetas de Medición y Regulación de Gas Natural**

Debido a las características del proyecto, las casetas de medición únicamente requerirán nivelación del terreno, compactación y colocación de una cama de grava.

Las Estaciones o Casetas de Medición y Regulación de Gas Natural se construyen de acuerdo a la normatividad internacional.

Las estaciones reguladoras de presión están equipadas con válvulas de bloqueo antes y después de los reguladores. De igual forma, se instalan manómetros después de las estaciones de regulación reductoras de presión en todo el sistema.



El Gasoducto cuenta con dos tipos de casetas principales:

**Caseta de filtración/medición/regulación y odorización.** Instalada en el Punto de Interconexión con el Gasoducto de **PGPB**, donde tiene lugar la primera reducción de presión del sistema, de **800 a 450 psi**.

Componentes principales:

- Válvula de corte automático
- Válvula de corte principal
- Filtro seco
- Medidor rotatorio
- Computador de flujo con comunicación remota
- Reguladores marca Fisher y válvulas de corte asociadas
- Válvula de seguridad
- Manómetros
- Odorizador



Esta caseta tiene como función:

1. Medir y totalizar el flujo volumétrico y energético totalmente compensado por las variaciones de presión, temperatura y peso específico, supercompresibilidad y calor específico si se le introducen los valores correspondientes en tiempo real (de analizadores) o se le programan mediante el software del equipo, sin necesidad de analizador.
2. Regular la presión recibida del gasoducto principal para ser transportado por el gasoducto.
3. Proteger al usuario del gasoducto de recibir una sobrepresión por medio de reguladores y la válvula de seguridad marca Mercer.
4. Filtrar impurezas del gas transportado por **PGPB** para evitar daños en los equipos de medición.
5. Aplicar odorizante a todo el sistema para detectar posibles fugas. Esto no es un requisito de las normas oficiales mexicanas, es una práctica de **IGASAMEX**.

**Caseta de medición y regulación.** Instalada en la planta de cada usuario, donde tiene lugar la segunda reducción de presión del sistema, de **450 psi** a la que requiera cada usuario.

Componentes principales de la caseta de usuario:

- Filtro seco tipo “Y”
- Medidor rotatorio
- Reguladores marca Fisher y válvulas de corte asociadas
- Válvula de seguridad
- Válvula de corte principal



### **Caseta de medición y regulación principal**

La caseta de medición y regulación principal se instala fuera del derecho de vía de **PGPB**, en una superficie de 120 m<sup>2</sup>, y cuenta con válvulas de corte. El área donde es instalada la caseta esta en un predio industrial y esta delimitada con muro de tabicón rematado con alambre de púas y cuenta con dos accesos, uno peatonal y otro vehicular, que permitan tanto el acceso al personal y al equipo necesario para realizar trabajos de operación, mantenimiento e inspección, como al personal de atención de emergencias. El acceso esta restringido y las puertas cuentan con candado. Asimismo, cuenta con señalamientos adecuados.

Como señala la **NOM-007-SECRE-2010**, la estación de medición y regulación debe diseñarse con materiales no combustibles (ver Boletín 294 de la *American Insurance*

Association), cuenta con el espacio necesario para la protección de los equipos e instrumentos que permita las actividades de operación y mantenimiento, tiene una ventilación cruzada a favor de los vientos dominantes para garantizar que el personal que opera, mantiene, inspecciona y supervisa la instalación no corra riesgos por acumulación de gases.

La instalación eléctrica de la estación es a prueba de explosión y cumple con los lineamientos de la NOM-001-SEMP-1994.



La caseta está prefabricada, de lámina Pintro-Zintro con ventilación cruzada, con acceso al frente. La caseta está montada en un patín fabricado de perfil estructural, que a su vez se instala sobre 7 toques de estacionamiento de concreto para nivelar las casetas de medición y regulación, por lo que no requieren cimentación.

Después de nivelar el terreno a ocupar por la caseta, se coloca una capa de polietileno negro y sobre ella

una cama de 4" de espesor de *grava triturada* de  $\frac{3}{4}$  en el área que ocupan las casetas, para evitar el crecimiento de malezas.

*Toda la caseta está fabricada de acero. La presión de operación máxima de la caseta del punto de interconexión es de 1480 psig.*

Cuenta con una válvula de seccionamiento en la tubería de alimentación a la estación de regulación y medición, un filtro separador de partículas de hasta 1 micrón antes del cabezal de medición y regulación, líneas de desvío (by-pass) para mantenimiento sin necesidad de interrumpir el suministro de gas, dispositivos de seguridad para protegerla de cualquier sobrepresión, y válvulas de bloqueo en las conexiones para la instalación de instrumentos. La caseta incluye una válvula de seguridad para desfogar a la atmósfera, marca Mercer, diseñada para que se prolongue el venteo hasta una altura de que permita dispersar el gas natural sin que presente riesgos al personal o a las instalaciones.

En lo que se refiere al equipo de medición de flujo cumple con las especificaciones técnicas para Computadores. La caseta es alimentada por celdas solares, y cuenta con módem y teléfono celular conectados al computador de flujo, para tener acceso a distancia a las lecturas de flujo y presión del gas.

Como medida preventiva para combate al fuego, en la caseta de medición y regulación se cuenta con equipo contra incendio (extintor tipo PQS), el cual está disponible, accesible, claramente identificado y en condiciones de operación.

### **Casetas de regulación del usuario**

**La caseta de regulación del usuario** que esta instalada en el interior de su predio, cuenta con filtro, medidor, reguladores y válvulas manuales de bloqueo. Las características constructivas son similares a las de la caseta del punto de interconexión. La caseta esta fabricada en lámina pintro y ocupa un área aproximada de 9m<sup>2</sup>. La ubicación de la caseta cumple con los requerimientos de distancias establecidos en la **NOM-007-SECRE-2010**.

*En el caso del usuario, el predio cuenta con accesos e instalaciones que permiten realizar trabajos en él, sin problemas de servicios.*

Se pinta toda la tubería aérea de acero de los patines de regulación (instalada dentro del predio del usuario) de color blanco y amarillo limón. La pintura aplicada es para proteger contra la corrosión exterior y cumple con las especificaciones internacionales.

---

#### **IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686

El alcance de construcción, y de responsabilidad de la empresa IGASAMEX, termina en la brida que une el gasoducto con la brida de interconexión con el sistema de gas interno de la planta del usuario. Generalmente, la conexión desde la caseta de regulación y medición hasta los equipos de combustión del usuario, es realizada por otra empresa de servicios, que se encarga también de modificar o ajustar los quemadores de las calderas y que debe apegarse a la norma mexicana de redes internas **NOM-002-SECRE-2010**.



De acuerdo con la **NOM-007-SECRE-2010**, la localización de las estaciones de medición y regulación, debe cumplir con los lineamientos siguientes:  
Tener las distancias mínimas de protección de acuerdo con el cuadro siguiente.

#### Distancias mínimas de protección

Concepto	Estación para uso industrial hasta 2059 kPa (21 kg/cm <sup>2</sup> ) (en metros)
Concentración de personas	5
Fuentes de ignición	5
Motores eléctricos	5
Subestaciones eléctricas	5
Torres de alta tensión	5
Vías de ferrocarril	5
Caminos o calles con paso de vehículos	5
Almacenamiento de materiales peligrosos	15

Fuente: NOM-007-SECRE-2010

Estar fuera de las zonas fácilmente inundables o aquellas en las que pudiera haber acumulamiento de gases en caso de fuga, y estar en lugares de fácil acceso.

De acuerdo con la **NOM-007-SECRE-2010**, la Obra civil de las estaciones de medición y regulación debe cumplir con los requisitos siguientes:

- Diseñarse con materiales no combustibles (ver Boletín 294 de la American Insurance Association);
- Construirse en función de las dimensiones de la tubería y considerar el espacio necesario para la protección de los equipos e instrumentos que permita las actividades de operación y mantenimiento;

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686

- Tener una ventilación cruzada a favor de los vientos dominantes para garantizar que el personal que opera, mantiene, inspecciona y supervisa la instalación no corra riesgos por acumulación de gases;
- Estar cercada y tener puertas que permitan el acceso al personal y al equipo para que se realicen los trabajos de operación, mantenimiento e inspección. El acceso debe ser restringido y las puertas contar con candado, y
- Contar con accesos para atención a emergencias.
- La instalación eléctrica de la estación debe ser a prueba de explosión y cumplir con los lineamientos de la NOM-001-SEMP-1994.
- Contar con una válvula de seccionamiento en la tubería de alimentación a la estación de regulación y medición que cumpla con las características siguientes:
  - Estar ubicada en un lugar accesible y protegida contra daños que pudieran ocasionar terceras personas y a una distancia segura de la estación;
  - Contar con mecanismos para accionarla de acuerdo con sus especificaciones;
  - Estar bien soportada mecánicamente para prevenir esfuerzos en la tubería, y
  - Estar diseñada para que la presión de diseño sea igual o mayor a la presión de operación del ducto.
- Tener instalado un separador de líquidos antes del cabezal de medición y regulación en caso de considerarse necesario;
- Contar con líneas de desvío (by-pass) para mantenimiento, sin necesidad de interrumpir el suministro de gas;
- Contar con dispositivos de seguridad para protegerla de cualquier sobrepresión;
- La válvula de seguridad debe desfogar a la atmósfera y el venteo prolongarse hasta una altura que favorezca la dispersión del gas natural sin que presente riesgos al personal o a las instalaciones;
- Los procedimientos de soldadura empleada para instalación de la estación se deben calificar de acuerdo con el Estándar API 1104 y ASME V y IX;
- En tubería superficial, la parte inferior de ésta, debe tener una altura mínima de 0.65 metros sobre el nivel del piso y de acuerdo con esta altura, construir los soportes;
- Se deben considerar los esfuerzos previsibles en los soportes de la tubería y accesorios;
- La tubería y los accesorios que van enterrados se deben proteger contra la corrosión de acuerdo con lo que establece la norma vigente correspondiente;
- La tubería de acero se debe proteger contra la corrosión exterior de acuerdo con la norma vigente correspondiente;
- Se deben instalar válvulas de bloqueo en las conexiones para la instalación de instrumentos, y
- Contar con el diagrama de arreglo típico de la niplería.

### Ducto de acero

El diseño del ducto considera un espesor de pared suficiente para soportar la presión interna y las cargas externas a las cuales se prevé que estarán expuestos durante y después de su instalación. El espesor está basado en la fórmula incluida en la **NOM-003-SECRE-2002**, y el espesor mínimo que puede ser manipulado durante la construcción sin que el tubo se doble durante su manejo normal.

Los cálculos hidráulicos se realizan utilizando el Modelo de *IGT Mejorado*, el cuál es adecuado para sistemas de presión media y baja. La simulación del comportamiento del sistema se anexa al presente documento

Dicho gasoducto, esta diseñado, construido y operado de acuerdo a las normas mexicanas **NOM-007-SECRE-2010** "Transporte de gas natural" y **NOM-003-SECRE-2002** "Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos". En los ámbitos en que éstas normas no indiquen condiciones específicas, se cumplirán los requerimientos de ASME B31.8 "Gas Transmisión and distribution piping systems". Dicho documento incluye los requerimientos mínimos de seguridad en cuanto a materiales, diseño, construcción, pruebas, operación y mantenimiento de gasoductos.

### ***Obras asociadas***

No se tiene contempladas obras asociadas que se vayan a poner en marcha, ya sea dentro o fuera del área del proyecto.

### ***Instalaciones que lo conforman.***

Dos tipos de Estaciones de Medición: **Una Caseta de medición/regulación/odorización** en el punto de interconexión con el ducto de **PGPB**, **Una Caseta de medición/regulación** instaladas en las plantas industriales y un gasoducto de transporte de gas natural de **acero de 6 y 3"** de diámetro nominal y **9448** metros longitud total aproximada.

### ***Tipo de instalaciones de origen y destino.***

Inicialmente, en el ramal únicamente se contempla una caseta de medición y regulación en la planta del usuario, y una caseta de medición/regulación y odorización en el punto de interconexión con el ducto de **PGPB**, equipada con computador de flujo y comunicación vía módem.

Se dejaron disparos y válvulas para crecimiento a futuro, ya que la capacidad está sobrediseñada para permitir el crecimiento del ramal, con casetas de medición y regulación en los predios de las empresas que se incorporen.

### ***Destino***

El punto final del ramal del gasoducto es la caseta de medición y regulación instalada en la planta industrial de **Proteinol**, del sistema de transporte de gas natural denominado **GAS NATURAL DE APASEO**.

### ***Vida útil***

El gasoducto puede funcionar indefinidamente según los planes de operación y mantenimiento actuales.

**La vida útil mínima del ducto considerada para fines de diseño es de 30 años**; sin embargo, en la práctica se estima que la vida útil del gasoducto puede ser mayor, tomando en cuenta el adecuado mantenimiento periódico que se les dé a los componentes del gasoducto y a la operación del mismo, garantizando la seguridad de los trabajadores y de la comunidad, además del adecuado funcionamiento de los procesos en las plantas donde será suministrado el gas natural, cambiando las piezas y refacciones que sean necesarias.

Es importante mencionar que la construcción del gasoducto es por cuenta de **IGASAMEX**, bajo autorización de la Comisión Reguladora de Energía. Una vez terminada la

construcción, el sistema será operado por **IGASAMEX**, quién determinará en un momento dado el destino final del gasoducto al concluir la vida útil del mismo.

### Profundidad de la zanja.

Se requirió excavar y mantener la zanja a lo largo de la línea previamente demarcada en la que descansa el ducto, a una profundidad mínima de 110 cms., para permitir una cubierta mínima de 90 cm. Es necesaria una profundidad extra profunda en determinados sitios para asegurar la correcta instalación del tubo y para asegurar un buen trabajo profesional, como es el caso del cruce de caminos existentes, vías férreas, zanjas, drenajes subterráneos y tuberías subterráneas ya existentes, cruces utilitarios, y terrenos normalmente sujetos a inundación o erosión, entre otros.

El fondo de la zanja debe ser nivelado uniformemente a las profundidades apropiadas para prevenir curvaturas innecesarias del tubo y debe estar libre de rocas sueltas y otros objetos que pudieran dañar el tubo. Las raíces de los árboles deben ser cortadas a los lados y fondo de la zanja para prevenir daños en el recubrimiento del tubo. No debe permitirse que el relleno sacado de la zanja caiga en donde se encuentren residuos o materiales extraños que pudieran mezclarse con el relleno y pudieran usarse para rellenar la zanja.

En terreno rocoso (en el cual se requiera el empleo de un taladro neumático) se tenderá sobre el fondo de la misma, una capa de por lo menos 20 cm. de espesor de material suelto, libre de rocas o componentes de aristas agudas o cortantes. Toda la tubería enterrada se instala bajo el terreno y con un colchón o cubierta mínima no inferior a 60 cm en suelo normal y rocoso (NOM-007-SECRE-2010 Párrafo 7.6).

De acuerdo con la **NOM-007-SECRE-2010**, para tuberías de transporte enterradas, la profundidad de cubierta mínima medida a lomo de tubo hasta la superficie debe cumplir con lo que indica el siguiente:

### Profundidad de zanja o cubierta mínima

Localización	Suelo normal	Roca consolidada
	Centímetros (a lomo de tubo)	
• Clase de localizaciones 1, 2, 3 y 4	60	60
• Cruzamiento con carreteras y vías férreas	75	75
• Zanjas de drenaje en caminos públicos y cruces de ferrocarril	120	120

Cuando se encuentre una estructura subterránea que impida la instalación del ducto a la mínima profundidad especificada, éste se podrá instalar a una menor profundidad siempre y cuando se proporcione la protección adicional para resistir las cargas externas previstas. En cuanto al ancho de la zanja, ésta será como máximo 60 cms. más ancha que el diámetro de la tubería.

### Cubierta mínima

La cubierta mínima, de material producto de la excavación sobre el lomo del ducto enterrado, será de 36" (**91 cm**) en tierra y 24" (**60 cm**) en roca.



b) Localización clase 2. Area unitaria que cuenta con más de diez y menos de cuarenta y seis construcciones.

c) Localización clase 3. Area unitaria en la que exista alguna de las características siguientes:

- Más de cuarenta y seis construcciones destinadas a actividad humana o uso habitacional;
- Una o más construcciones ocupadas normalmente por veinte o más personas a una distancia menor de cien metros del eje del ducto;
- Un área al aire libre bien definida que se encuentra a una distancia menor de cien metros del eje de la tubería y que dicha área sea ocupada por veinte o más personas durante su uso para la cual fue destinada, por ejemplo, un campo deportivo, un parque de juegos, un teatro al aire libre u otro lugar público de reunión;
- Areas destinadas a fraccionamientos residenciales, conjuntos, unidades y condominios habitacionales o comerciales que se encuentran a una distancia menor de cien metros del eje longitudinal del ducto, aun cuando al momento de construirse únicamente existan edificaciones en la décima parte de los lotes adyacentes al trazo del ducto, y
- Un área que registre tránsito intenso o donde se encuentren instalaciones subterráneas como ductos de agua, líneas telefónicas, líneas de comunicación como fibra óptica u otras, líneas eléctricas, líneas de distribución, etc., a una distancia menor de 100 (cien) metros del eje longitudinal donde se pretenda instalar el ducto. Se considera tránsito intenso un camino o carretera pavimentada con un flujo de 200 (doscientos) o más vehículos en una hora pico de aforo.

d) Localización clase 4. Area unitaria en la que se localizan edificios de cuatro o más niveles incluyendo la planta baja donde el tránsito sea intenso, o donde existen otras instalaciones subterráneas.

### Vulnerabilidad Geológica

A través del tiempo los movimientos tectónicos y los aspectos climáticos han generado una gran cantidad de geoformas (modelado), cuya manifestación se identifica con lo que comúnmente se denomina relieve.

El territorio nacional se encuentra dividido en Provincias o Regiones Fisiográficas, las cuales fueron determinadas a partir de la identificación de características semejantes en cuanto a origen, tipo de rocas, geomorfología y otros factores. El **Estado del Guanajuato** comprende tres provincias fisiográficas: la Provincia Sierra Madre Oriental, Provincia Del Eje Neovolcánico y Provincia Mesa del Centro.

Los sistemas montañosos del **Estado de Guanajuato** se encuentran formados por las penetraciones de las sierras de Zacatecas que, con dirección noroeste a sureste, dividen a la altiplanicie mexicana en Mesa del Norte y Mesa del Centro.

La Mesa del Centro o Altiplanicie Central, cubre parte de los Estados de Durango, Zacatecas, San Luis Potosí y Aguascalientes, y solamente su porción más austral penetra en el **Estado de Guanajuato**; colinda al norte y al oriente con la Sierra Madre Oriental, al oeste con la Sierra Madre Occidental y al sur con el Eje Neovolcánico. La caracterizan amplias llanuras interrumpidas por sierras dispersas, en su mayoría de naturaleza volcánica. Las llanuras de mayor extensión, de carácter aluvial, se encuentran en la zona de Llanos de Ojuelos, en tanto que en la región de los Altos de Guanajuato es menor la extensión de las llanuras y mayor la frecuencia y amplitud de las sierras.

En la parte de la Mesa Central localizada en el territorio guanajuatense hay áreas que corresponden a dos subprovincias, los Llanos de Ojuelos y las Sierras del Norte de

---

#### IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.

Bosque de Alisos No. 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686

Cap. 2	Revisión 3	2012	Pág. 12 de 35
--------	------------	------	---------------

Guanajuato, y dos discontinuidades fisiográficas, la Sierra de la Cuatralba y los Valles Paralelos del Suroeste de la Sierra de Guanajuato.

Cada una de estas subprovincias y discontinuidades presenta un patrón característico de topografía y morfología del terreno y distribución de suelos y vegetación.

De acuerdo con la *Síntesis Geográfica de Guanajuato, la zona estudiada*, localizada en los municipios de **Celaya y Apaseo El Grande**, pertenece a las *subprovincias* conocidas como "**Llanos y Sierras de Querétaro e Hidalgo**", y "**Bajío Guanajuatense**", en la zona de llanuras aluviales, pertenecientes a la provincia fisiográfica denominada **Eje Neovolcánico**.

### PROVINCIAS FISIOGRAFICAS

Las Provincias fisiográficas son unidades morfológicas superficiales de características distintivas; de origen y morfología propios. Una región se considera provincia fisiográfica cuando cumple las siguientes condiciones:

- a) *Origen geológico unitario sobre la mayor parte de su área*
- b) *Morfología propia y distintiva*
- c) *Litología distintiva*

El territorio de México está dividido en 15 diferentes provincias fisiográficas:

*I Península de Baja California*

*II Llanura Sonorense*

*III Sierra Madre Occidental*

*IV Sierras y Llanuras de Norteamérica*

*V Sierra Madre Oriental*

*VI Gran Llanura de Norteamérica*

*VII Llanura Costera del Pacífico*

*VIII Llanura Costera del Golfo Norte*

*IX Mesa del Centro*

*X Eje Neovolcánico*

*XI Península de Yucatán*

*XII Sierra Madre del Sur*

*XIII Llanura Costera del Golfo Sur*

*XIV Sierras de Chiapas y Guatemala*

*XV Cordillera Centroamericana.*

### Marco Fisiográfico de México



FUENTE: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, Dirección General de Geografía  
Cartas Fisiográficas escala 1:1 000 000, México

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686

La subdivisión de estas provincias arroja un total de 73 subprovincias 13 discontinuidades fisiográficas.

### **FISIOGRAFÍA**

De acuerdo con la cartografía del INEGI, el estado de **Guanajuato** se encuentra dentro de tres provincias fisiográficas. En la parte Norte Central la Mesa del Centro, en la porción Nororiental la sierra Madre Oriental y; en la parte Centro Sur, el Eje Neovolcánico.

Estas características conforman un estado delimitado y dividido en su parte central por serranías escarpadas, que conforman claramente dos áreas: una plana al sur, conocida como Bajío Guanajuatense y otra de Llanuras y Mesetas al norte del estado.

En el ámbito municipal, la diversidad del relieve fisiográfico, con relación a su ubicación centro y este del estado, hacen que el municipio de **Celaya** este incluido dentro de las siguientes provincias:

**La Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico**, comprendiendo las siguientes subprovincias:

Subprovincia Bajío Guanajuatense, localizadas en gran parte del municipio; desde el centro al este y oeste del municipio de Celaya.

Subprovincia Llanos y Sierras de Querétaro, abarca la parte noreste del municipio de Celaya, los sistemas de topofomas que representa es de Sierra de Escudo-Volcanes.

Subprovincia de Las Sierras y Bajíos Michoacanos, ubicadas en una parte del sur del municipio, la Subprovincia la conforman dos escudo-volcanes basálticos fusionados y situados al sur de Celaya y de Cortazar el Cerro Grande con 20Kms de diámetro y 2,560m de altura, y el Cerro del Culiacán, con 2,700 m de altura. Los sistemas de topofomas son de tres tipos; uno Escudo-Volcanes, Llanura y Sierra asociada a Lomerío y Llanos.

### **La Provincia Fisiográfica Mesa Central:**

Subprovincia Llanuras y Sierras del Norte de Guanajuato localizadas en la parte noroeste del territorio municipal. Las topofomas son Meseta de Mesetas y Lomeríos.

a) Sierra Madre Oriental, con una Subprovincia: Carso Huasteco (Sierra Gorda), es una pequeña extensión al Noreste la cual es denominada localmente Sierra del Azafrán. Esta región representa el 4.86% del total de la superficie estatal.

b) Mesa Central, con dos Subprovincias: Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes (Llanos de Ojuelos) y las Llanuras y Sierras del Norte de Guanajuato, y dos discontinuidades fisiográficas: La Sierra de la Cuatralba y los Valles Paralelos del Suroeste de la Sierra de Guanajuato; éstos últimos conforman un eje de serranías orientado del Noroeste al Sureste, el cual divide al Estado en dos partes cuyos centros se conforman en sendas planicies, comprende las Llanuras y Mesetas del Norte y la Sierra del Norte, que en sus diversas elevaciones toma los nombres de Sierra del Cubo, San Pedro, de la Media Luna, Sierra de la Cuatralba y Sierra de Guanajuato.

El Carso Huasteco representa el 4.86% del territorio estatal, las Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes ocupan el 2.58%, las Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato el 35.20%, la Sierra Cuatralba el 1.13% y la Sierra de Guanajuato el 2.87%.

c) Eje Neovolcánico, con cinco Subprovincias: El Bajío Guanajuatense con el 25.97% de la superficie total estatal, Sierras y Bajíos Michoacanos con el 14.60%, Altos de Jalisco representan el 4.51%, Llanos y Sierras de Querétaro e Hidalgo un 4.37% y Mil Cumbres

---

#### **IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686

que corresponden a las Sierras Volcánicas y Lagos del Centro con el 3.91% de la superficie estatal; es la Provincia Fisiográfica más extensa, abarca casi el 50% del territorio estatal en su parte Sur, cubriendo El Bajío, las Sierras Volcánicas y Cuencas Lacustre del Sur y las Sierras y Mesetas del Suroeste.

Predomina en el Estado una altura de 2,000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), lo que crea un paralelo térmico que modifica el clima del Estado y lo hace equiparable al de la zona del Mediterráneo; las partes de mayor altura, superiores a los 2,500 m.s.n.m. se localizan en la Sierra de Guanajuato, en esta sierra en el punto denominado "La Giganta" es en donde se presenta la mayor altura de 2,960 m.s.n.m. Por su parte, el punto más alto del Estado es el conocido como Cerro de los Rocillos y su altura asciende a los 3,180 m.s.n.m.

*De acuerdo con la Síntesis Geográfica de Guanajuato, la zona estudiada, localizada en los municipios de **Celaya y Apaseo El Grande**, pertenece a las subprovincias conocidas como "**Llanos y Sierras de Querétaro e Hidalgo**" y "**Bajío Guanajuatense**", en la zona de llanuras aluviales, pertenecientes a la provincia fisiográfica denominada **Eje Neovolcánico**.*

La Provincia del **Eje Neovolcánico** colinda al norte con la Mesa Central y sus límites se definen por el cambio de morfología de mesetas a vertientes montañosas. Se considera que se trata de una antigua sutura reabierto a fines del Cretácico que formó un sistema volcánico transversal a las sierras Madre Oriental y Occidental. Se caracteriza por la presencia de una gran cantidad de aparatos volcánicos diversos -conos, calderas y coladas- que en su mayoría han conservado intacta su estructura original.

Existen también en el lugar, gran cantidad de fracturas y fallas asociadas al vulcanismo Terciario y Cuaternario que han dado lugar a fosas largas y de alguna profundidad, y que han formado lagos como el de Yuriria.

A nivel municipal la diversidad del relieve fisiográfico es debido a su ubicación al Centro y Este del Estado hacen al municipio de **Celaya** este incluido dentro de las siguientes provincias: Eje neovolcánico comprendiendo las subprovincias bajío Guanajuatense localizadas en la parte central al este y oeste del municipio de Celaya, las sierras bajas de Michoacán ubicadas en la parte sur del municipio y por su parte la provincia mesa central con su subprovincias Llanuras y Sierras del Norte de Guanajuato localizadas en la parte Noroeste del territorio municipal.

*Fisiografía en el municipio de Celaya.*

PROVINCIA		SUBPROVINCIA		SISTEMA DE TOPOFORMAS		% DE LA SUPERFICIE MUNICIPAL
CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE	
X	Eje Neovolcánico	51	Bajío Guanajuatense	500	Llanuras	62.95
		52	Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo	100	Sierra	11.08
				205	Lomerío con llanuras	1.68
		54	Sierras y Bajíos Michoacanos	100	Sierra	7.26
102	Sierra con Lomeríos			8.79		
500	Llanura			4.39		
IX	Mesa del Centro	44	Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato	320	Meseta con cañadas	3.85

FUENTE: **Cuaderno Estadístico Municipal Celaya, Estado de Guanajuato, Ed. 1998**

*Fisiografía en el municipio de Apaseo El Grande.*

PROVINCIA		SUBPROVINCIA		SISTEMA DE TOPOFORMAS		% DE LA SUPERFICIE MUNICIPAL
CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE	
X	Eje Neovolcánico	51	Bajío Guanajuatense	500	Llanuras	46.28
		52	Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo	100	Sierra	3.14
				205	Lomerío con llanuras	40.58
				500	Llanuras	10.00

FUENTE: **Cuaderno Estadístico Municipal Apaseo El Grande, Estado de Guanajuato, Ed. 1997**

**GEOLOGÍA GENERAL:**

La mayor parte del municipio de **Celaya** lo forma el denominado Valle de Celaya, cuyo origen tectónico es producto de las fallas que originaron Norte y Gravens, rellenas de material aluvial, presenta suelos ígneos color gris oscuro de consistencia firme y con textura arcillosalimosa y arcillosa-arenosa, dando lugar a suelos de alta permeabilidad.

Las rocas expuestas en el área corresponden a un periodo que abarca del Cenozoico al Cenozoico. Este último está formado por rocas de edad terciaria y cuaternaria, las primeras representadas por andesita, toba andesítica, riolita, toba ácida, asociaciones de arenisca- conglomerado, arenisca-toba ácida, arenisca limolita y caliza-lutita.

En la zona sur, existen además toba-piroclástica de composición básica, basalto y brecha volcánica basáltica, producto de la actividad efusiva de los aparatos volcánicos del Culiacán y la Gavia.

La mayor parte de la superficie de **Celaya** es una llanura con pendientes menores del 4% con suelos profundos. Al noreste y sur del territorio están las máximas elevaciones con

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686

altitudes superiores a los 2,100 m.s.n.m 3 que corresponden a laderas de los cerros: Pelón y el Jocoque.

### **Estratigrafía**

En esta provincia se presentan rocas ígneas y sedimentarias del Terciario, así como los aluviones que han llenado valles y llanuras, originando los suelos de esas áreas los cuales provienen del Cuaternario.

### **Geología Estructural**

En el **Estado de Guanajuato** existen afloramientos de todo tipo de rocas: ígneas, sedimentarias y metamórficas; sus edades varían desde el mesozoico hasta el reciente. Las más antiguas en la entidad, corresponden a metamórficas del Triásico-Jurásico, sedimentarias del cretácico y las que constituyen la mayoría de las rocas del estado, ígneas extrusivas del cenozoico (terciario y cuaternario). Las estructuras de estas últimas son aparatos volcánicos, coladas de lava, fallas regionales, fracturas y vetas de diferentes dimensiones.

La importancia de la geología en el **Estado de Guanajuato** radica fundamentalmente en la minería; en esta actividad Guanajuato ha destacado como un gran productor de oro y plata. En la Altiplanicie Central se ubican yacimientos de minerales metálicos como son: oro, plata, plomo, zinc, estaño, mercurio, tungsteno y molibdeno; destacando los primeros cuatro que se encuentran principalmente en la Sierra de Guanajuato. El estaño, principalmente se extrae en las cercanías de Nuevo Valle de Moreno.

Los minerales no metálicos de esta región son: fluorita, wallastonita, talco, asbesto, feldespato, sílice, sodio. Siendo los más importantes los dos primeros, por el potencial económico que representan, aunque no se explotan actualmente. El talco y el asbesto existen en el área, pero por su mala calidad y escasez no son de importancia económica.

### **Principales tipos de roca**

La región denominada como penillanura sólo afloran escasos cuerpos relativamente pequeños de lutitas y areniscas, de calizas y de calizas asociadas con lutitas, que son rocas de origen marino, depositadas durante el Mesozoico. El resto de la penillanura se encuentra cubierto con materiales aluviales, que incluyen areniscas y conglomerados que datan del Cuaternario.

De acuerdo con la *Síntesis Geográfica del Estado de Guanajuato*, en los municipios de **Celaya y Apaseo El Grande** predominan los suelos aluviales residuales del Cuaternario.

### **Descripción de las características del relieve**

En cuanto a la orografía del municipio de **Celaya**, de acuerdo con la *Enciclopedia de los Municipios de México*, el municipio está localizado en su mayor parte dentro del “Bajío montañoso”, su orografía comprende la Mesa del Sastre, Cerro Prieto, Cerro Potrero, Peña Colorada, Trojes, Juan Martín, Rincón de Tamayo, La Gavia, y Otero de Ojo Seco. El promedio de estas elevaciones es de 2 000 metros sobre el nivel del mar.

La mayor parte de la superficie del municipio de **Celaya** es una llanura que presenta pendientes menores del 4% con suelos profundos. Al Noreste y Sur del municipio se tienen las máximas elevaciones que corresponden a laderas de los cerros Pelón y el Jocoque, con altitudes superiores a los 2,100 m.s.n.m.

Elevaciones principales en Celaya.

NOMBRE	LATITUD NORTE		LONGITUD OESTE		ALTITUD msnm
	Grados	Minutos	Grados	Minutos	
Cerro Pelón	20	41	100	38	2 360
Cerro Ojo de Agua	20	42	100	36	2 200
Cerro El Picacho	20	38	100	35	2 090
Cerro Las Brujas	20	31	100	39	1 860

FUENTE: **Cuaderno Estadístico Municipal Celaya, Estado de Guanajuato, Ed. 1998**

Para el caso del municipio de **Apaseo El Alto**, la *Enciclopedia de los Municipios de México*, señala que la sierra de los Agustinos penetra al municipio por el sur, y la de Codornices por el oeste. Las elevaciones más notable son los cerros Santa Rosa, Pelón, El Picacho, Peña, Ojo de Agua, El Tejocote, El Cohetero, La Huerta, Jalpa, Galvanes, Mayorazgo, Vicario y estancia de las Vacas. La altura promedio de estas elevaciones es de 2 000 metros.

### Susceptibilidad sísmica de la zona

Prácticamente ninguna zona puede considerarse exenta de la influencia de sismos ya sea de origen regional o local. Esto indica que aún donde no se cuente con evidencias de ocurrencia de sismos importantes en épocas recientes, las estructuras de gran importancia requieren de un diseño sismo-resistente.

La principal fuente generadora de sismos de gran magnitud (7.0) en la República Mexicana es la ampliamente conocida zona de subducción, la cual corre a lo largo de la costa occidental, desde Jalisco hasta Chiapas, continuando hasta América Central. Sin embargo, en regiones cercanas al Valle de México también se han presentado sismos con magnitudes de consideración. En este caso, la frecuencia de ocurrencia es mucho menor comparada con la de eventos costeros. Tal es el caso de Acambay, Estado de México (magnitud 7.0) en 1912, y el sismo de Jalapa, Veracruz, en 1920 (magnitud 6.4). Las intensidades producidas por estos sismos en el Valle de México fueron respectivamente III y IV, las cuales no implican daño alguno a obras civiles, aún aquellas de baja calidad.

### - Sismicidad

De acuerdo con los estudios de regionalización sísmica del Dr. Luis Esteva Maraboto (1970), el **Estado de Guanajuato** está situado entre dos zonas sísmicas que dividen casi a la mitad al Estado. La parte sur, *donde se localiza el área del proyecto en cuestión*, está considerada como **zona penisísmica**, en donde los sismos son poco frecuentes y existen focos con profundidad menor de 60 km. El área norte, es una zona asísmica, donde los sismos son raros y de baja intensidad o desconocidos.

El mapa que aparece a continuación se tomó del Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad:



### - Principales Fallas Tectónicas y Fracturas.

De acuerdo con el *Atlas Nacional de Riesgos* (1991), la sismicidad en el territorio nacional se debe principalmente a la actividad de las placas tectónicas y fallas geológicas que lo cruzan y circundan. La República Mexicana se encuentra ubicada en una de las zonas de más alta sismicidad en el mundo; esto se debe a que su territorio está localizado en una región donde interactúan cinco importantes placas tectónicas: *Cocos*, *Pacífico*, *Norteamérica*, *Caribe* y *Rivera*.

Para el caso del **Estado de Guanajuato**, se observan dos sistemas de fracturamiento, el primero con líneas de debilidad orientadas NW-SE, rumbo general de la Sierra de Guanajuato, y con alineamientos perpendiculares, es decir, con rumbo NE-SW. Se supone que este sistema está relacionado con la orogenia que dio origen a la Sierra Madre Oriental.

El segundo sistema se ubica únicamente en la porción del Eje Neovolcánico, las alineaciones que presenta son numerosas y con rumbo SWW-NEE, los alineamientos perpendiculares son escasos. El vulcanismo del Terciario está íntimamente relacionado con este sistema, ya que se observan varias líneas de cráteres alineados en el rumbo SWW-NEE.

De acuerdo con lo antes expuesto, los aflamientos tectónicos que se presentan en el **Estado de Guanajuato** no representan un peligro para los asentamientos humanos, como se deduce de la escasa actividad sísmica. Por otra parte, en la porción sur del Estado los sismos son de baja intensidad

### FALLAS GEOLÓGICAS EN EL SITIO DEL PROYECTO

De acuerdo con la página Web del gobierno del municipio de **Celaya** (<http://www.celaya.gob.mx/fgeologica.htm>), la geología estructural de Celaya esta caracterizada básicamente por la existencia de lineamientos correspondientes a dos tendencias principales: la primera de dirección SW - NE, que afectó a las rocas andesíticas y basálticas del Mioceno, y que además dió origen a la depresión central definida por Pasquarè et al. (1987); esta depresión limita al poniente con el Lago de

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686

Chapala y al oriente con el sistema de fallas NNW-SSE de Querétaro, conocido en la literatura geológica como lineamiento Taxco - San Miguel de Allende (Demant, 1978). Este lineamiento (SW-NE), quedó mejor expuesto en las rocas de los cerros Picacho, San Pedro, norte de Neutla y Juventino Rosas.

Por otra parte, al sur de la Depresión Central, este sistema de fallas fue aprovechado por el ascenso de los magmas basálticos del Plioceno - Cuaternario, lo que dio por resultado el alineamiento de los centros volcánicos en esa dirección. Ejemplo de ello son los alineamientos de los volcanes Culiacán - La Gavia y los pequeños conos alineados en esa dirección, al sur de **Apaseo el Alto**.

El segundo sistema estructural en importancia es el ya definido como NNW-SSE, es decir casi Norte-Sur, de Querétaro. Este sistema se manifiesta a través de dos largas fallas, que como ya se dijo, delimitan la depresión central en su borde oriental.

Un reflejo de estos sistemas se manifiesta en las rocas riolíticas e ignimbríticas más antiguas, pero la única mayor, de tendencia Este-Oeste, es la que se infiere al oriente, aparentemente sin actividad tectónica reciente.

Un caso particular ya reportado, indica que por la desmedida extracción de agua se ha propiciado la formación de fallas geológicas, debido al descenso del nivel piezométrico y a la consecuente compactación del terreno, lo cual originó hundimientos diferenciales en la ciudad de Celaya. Estas fallas se han estado presentando desde hace 30 años, pero desde los años 80 a la fecha la velocidad registrada ha sido de 15 cm. / Año.

#### **Identificación de las fallas dentro del contexto municipal**

El extremo norte de esta falla se puede detectar con facilidad en la carretera a San Miguel de Allende, unos metros al sur del cruce con la autopista Querétaro-Irapuato donde es sensible el salto que dan los vehículos al pasarla.

Hacia el sur, la falla causa lamentables daños al pasar a través del Convento de San Francisco, a unos metros de Catedral y de la Bola de Agua. Más adelante a la Central de Abastos, a la Carretera Panamericana y al Gasoducto de Pemex y sigue por unos 1500m., cortando terrenos baldíos, campos de cultivos y caños de aguas negras.

El extremo norte de esta falla se observa actualmente en el área del Centro de Investigaciones Agrícolas del Bajío (CIAB), siguiendo su prolongación hacia el sur en los siguientes puntos, donde ha causado enormes daños:

- Unidad Habitacional FOVISSSTE.
- Cruce de las calles Agustín Arroyo Ch. Y Nuevo León, al oriente de la Alameda.
- Esquina de Fresnillo y Río Bravo.
- Esquina de Madero y Chapala.

Al sur de este último punto de los efectos van disminuyendo hasta casi desaparecer entre el Blvd. López Mateos y la carretera Panamericana, donde pasa a unos 300m., al poniente de la termoeléctrica de C.F.E. (*Estudio Hidrológico del Estado de Guanajuato INEGI*).

Esta falla tiene realmente poca importancia por lo que se refiere a daños y se describe sólo como referencia. Los habitantes del lugar han informado que apareció en el mes de agosto de 1984.

Se localiza en la porción nororiental de la ciudad en la colonia del mismo nombre, tiene una longitud de 500m, quedando la mayor parte de ellos sobre terrenos baldíos, donde se presenta como una serie de sumideros alineados. Sus características de dirección y ubicación del bloque caído son semejantes a los anteriores siendo el salto de unos 15cm.

---

#### **IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686

En base al análisis de numerosos cortes litológicos de pozos, se ha podido determinar que la Ciudad de Celaya se encuentra en el borde suroccidental de una fosa tectónica de la forma alargada en dirección norte-sur que tiene una longitud de 20 km., un ancho medio de 6 km, y una profundidad no menor de 242 metros.

El fallamiento se atribuye en Celaya, a procesos tectónicos, actualmente, en base a la recopilación referente principalmente a cortes litológicos y datos hidrológicos de pozos perforados en el área, se considera que el fallamiento se debe al abatimiento del acuífero, combinando con la forma y profundidad del basamento rocoso, sepultando bajo los materiales granulados que rellenan el valle y la fosa de Celaya.

- La explotación intensiva de aguas subterráneas en el área de Celaya, se inicio en la década de los 50s iniciándose desde entonces el abatimiento gradual del acuífero.
- La subsidencia del terreno comenzó al mismo tiempo que el abatimiento del acuífero pero sus efectos fueron pocos sensibles debido a que el hundimiento fue lento y uniforme en toda el área.
- A partir de 1968, la recarga del acuífero disminuyó notablemente al quedar terminada la presa Ignacio Allende, sobre el río Laja, desapareciendo prácticamente las grandes avenidas y los desbordamientos tan importantes para la alimentación del acuífero.
- Los años 1981 y 1982 han sido los de menor precipitación en las zonas en los últimos años, por lo que la recarga al acuífero fue extremadamente reducida.
- En este tiempo, en vista de la escasez de agua superficial en la zona, para cubrir las necesidades agrícolas se presentó un incremento considerable, la explotación de agua subterránea mediante la perforación de nuevos pozos y equipamiento de los existentes, acelerándose el abatimiento de niveles y con ello el ritmo de hundimiento.
- Los niveles dinámicos de los pozos del área llegaron a profundidades del orden de los 60 metros alcanzando y en ocasiones rebasando, la cima del basamento rocoso.
- En la porción occidental de la ciudad de Celaya, sobre el borde de la fosa, donde el espesor de materiales granulares es reducido, al alcanzar el nivel del abatimiento del acuífero la cima del basamento rocoso, el terreno dejó de compactarse.
- En la porción oriental, de la ciudad de **Celaya**, en la zona de la fosa, el espesor de sedimentos granulares es mucho mayor, por lo que al avanzar el abatimiento del acuífero, la compactación ha continuado, provocando el fallamiento en el borde.

#### - Vulcanismo

El transporte de los materiales terrestres desde el interior del planeta hasta la superficie, da origen al fenómeno conocido como vulcanismo. Aunque el vulcanismo comprende una serie de eventos diversos, las erupciones volcánicas constituyen el eje de interés de este tipo de manifestaciones y son, desde el punto de vista social, las que representan el mayor peligro para la población. Las erupciones volcánicas consisten esencialmente en la salida de materiales terrestres (magma) a través de un conducto o fisura en la corteza del planeta.

No existen volcanes activos cerca del sitio del proyecto. El volcán más cercano es el Parícutín y el Jorullo, en el Estado de Michoacán.

El vulcanismo tiene en el territorio nacional una importancia muy señalada, tanto por sus grandes estratovolcanes como por sus extensos campos monogenéticos cercanos ambos a lugares de gran concentración de población o de amplia actividad económica. Gran parte de estos dos tipos de vulcanismo se encuentran en la llamada *Faja Volcánica Mexicana* que se extiende prácticamente de costa a costa alrededor del paralelo 19°N. Los edificios volcánicos de esta faja se levantan sobre territorio de los estados de Nayarit,

---

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686

Cap. 2	Revisión 3	2012	Pág. 21 de 35
--------	------------	------	---------------

Jalisco, Colima, Michoacán, **Guanajuato**, Querétaro, México, Hidalgo, Puebla, Veracruz y el Distrito Federal.

Principales volcanes activos de México

No.	Volcán	Estado
1	Tres Vírgenes	Baja California Sur
2	Bárcena	Islas Revillagigedo
3	Everman	Islas Revillagigedo
4	Ceboruco	Nayarit
5	Sangaguey	Nayarit
6	La primavera	Jalisco
7	Volcán de Colima	Colima
8	Paricutín	Michoacán
9	Jorullo	Michoacán
10	Xitle	Distrito Federal
11	Popocatepetl	México y Puebla
12	Los Humeros	Puebla-Veracruz
13	Pico de Orizaba	Puebla-Veracruz
14	San Martín Tuxtla	Veracruz
15	El Chichón	Chiapas
16	Tacaná	Chiapas

Fuente: Atlas Nacional de Riesgos, 1991

Existen además otros volcanes activos que no pertenecen a la *Faja Volcánica Mexicana*, pero que son igualmente de gran peligrosidad; tal es el caso del volcán San Martín en el estado de Veracruz, así como el Chichón y el Tacaná en el estado de Chiapas. Este último es el primer volcán de la gran cadena centroamericana de volcanes, cuya peligrosidad es bien conocida. Finalmente pueden mencionarse los volcanes asociados a la península de Baja California y los que se hallan relacionados al vulcanismo que dio origen a nuestras islas en el Pacífico: los volcanes Bárcena y Everman en las Islas Socorro y Guadalupe.

No existen conos volcánicos en las cercanías de los municipios de **Celaya y de Apaseo El Grande**.

**- Deslizamientos**

No se presentan en la zona.

**- Derrumbes**

No existen en la zona

### - Otros movimientos de tierra o roca

No existen en la zona

### Suelos

La clasificación de los suelos en el área de estudio se realizó tomando como base las cartas edafológicas, de uso potencial agrícola, ganadero y forestal elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

El sistema de clasificación de suelos utilizado para el análisis edafológico es el propuesto por FAO/UNESCO, 1970, modificada por INEGI. Esta clasificación se realiza tomando en cuenta sus características. El suelo es un mineral no consolidado sobre la superficie inmediata a la corteza terrestre que está influenciado por factores químicos y físicos, como son el material parental, el clima y los organismos que lo pueblan.

La mayoría de los suelos que se presentan en el **Estado de Guanajuato** son de carácter zonal, es decir, que el factor predominante en su génesis es el clima. Sin embargo, los suelos azonales están bien caracterizados en la mitad sur del Estado; en ellos los factores predominantes son el material parental. Son relativamente escasos los suelos en que el factor predominante de su génesis es la geofoma. Esta última aseveración es válida únicamente al nivel unidad de suelo y no al nivel fase, ya que en general éstas manifiestan claramente las características del material parental y la influencia de la geofoma.

Los suelos de esta región se han formado de material que les subyace (origen residual), otros han sido consecuencia del arrastre de materiales de las partes altas a las bajas por la acción de la gravedad (origen coluvial) y una mínima porción fueron depositados por corrientes de agua (origen luvial). El material de origen que conforma este suelo es de rocas ígneas ácidas, como riolitas y tobas ricas en cuarzo; de rocas básicas, como los basaltos, y de conglomerados.

### Tipos de suelos presentes en el área y zonas aledañas.

Las características de altitud, pendientes y profundidad del suelo en el territorio que corresponde a **Celaya** la definen como la región del "Bajío Guanajuatense".

El suelo que predomina en el municipio de **Celaya** es el Vertisol Pélico el cual cubre la planicie con capas de arcilla limosa que tiene como característica que es apto para la agricultura y la ganadería.

Los suelos del municipio de **Apaseo El Grande** son de estructura blocoso angular, con una consistencia que va de lo firme a lo muy firme. Su textura es de arcilla limosa a arcillosa, con un pH de 7.4 a 8, de origen aluvial y aluvio coluvial.

### AREA DE ESTUDIO:

De acuerdo con la clasificación FAO-UNESCO (UNESCO, ISRIC. Soil map of the World, 1988) modificada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), en la mayor parte del área de estudio del presente proyecto el tipo de suelo predominante es el **Vertisol Pélico (Vp + Hh/3)**, de clase textural fina en los 30 cm superficiales de suelo; en la superficie son arcillosos, tienen mal drenaje, poca porosidad, son duros al secarse, se inundan y tienen problemas de laboreo. El sistema de topofomas corresponde al de Llanuras Aluviales.

Sus características se describen a continuación:

**VERTISOL** (Del latín **verto**: voltear. Literalmente, suelo que se revuelve, que se voltea).

Son suelos que se presentan en climas templados y cálidos, en zonas en las que hay una marcada estación seca y otra lluviosa.

La vegetación natural de estos suelos va desde selvas bajas hasta los pastizales y matorrales de los climas semisecos.

Se caracterizan por las grietas anchas y profundas que aparecen en ellos en la época de sequía. Son suelos muy arcillosos, frecuentemente negros o grises en las zonas del Centro y Oriente de México; y cafés rojizos en el Norte.

Son pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando están secos. A veces son salinos.

Su utilización agrícola es muy extensa, variada y productiva. Son casi siempre muy fértiles pero presentan ciertos problemas para su manejo, ya que su dureza dificulta la labranza y con frecuencia presentan problemas de inundación y drenaje. Tienen por lo general una baja susceptibilidad a la erosión.

**PELICO** (del griego **pellos**: grisáceo, sin color).

Estos son vertisoles negros o grises oscuros. Se encuentran en las costas, en el Bajío y en la parte sur del país. Su símbolo es (Vp).

## Vulnerabilidad Hidrometeorológica

### Climatología

La información climatológica en general proviene de la cartografía del INEGI y de los datos del Servicio Meteorológico Nacional de la estación más cercana, ubicada en **Celaya**, Estado de **Guanajuato**, así como de la Comisión Nacional del Agua, Instituto de Geofísica de la UNAM, Servicio Sismológico Nacional, Secretaría de Recursos Hidráulicos, Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado.

Por su clima, el **Estado de Guanajuato** puede dividirse en dos zonas:

a) **La región de los grandes valles** conocida como **El Bajío**, donde existen los climas semicálido subhúmedo en la porción SW del Estado, y el templado subhúmedo al SE, con temperaturas de 15 a 20° C y precipitaciones de 800 a 1,600 milímetros anuales;

b) **La región de las sierras**, con climas templados semisecos y secos localizados, en general, en la mitad NE y en el N del Estado, con temperaturas que varían de 15 a 20°C y precipitaciones de 800 a 1,600 milímetros anuales.

De acuerdo con la *Síntesis Geográfica del Estado de Guanajuato*, en la entidad se distinguen tres tipos de clima: semiseco, templado, y semicálido.

Dicho clima se halla condicionado a factores geográficos; por un lado la altitud del municipio y por el otro, una mínima influencia marítima, debida sobre todo a que la Sierra Madre Oriental actúa como barrera orográfica y no permite el paso de los vientos húmedos del Golfo de México a la vertiente interior de la misma, lo que da origen a climas secos y semisecos en el centro de la República.

De acuerdo con el **Plan Municipal de Desarrollo 2000-2003 de Celaya**, Las cantidades anuales de precipitación pluvial presentadas dentro del municipio son muy bajas en el centro y norte con valores de 650 mm. Mientras que el sur los valores varían entre 650 y 700 mm.

El tipo de clima para el municipio de **Celaya** es Bs1h (semiseco-semicalido). La temperatura media es de 19.7° y la precipitación pluvial promedio es de 596.9 mm.

De acuerdo con *Los Municipios de México*, en el municipio de **Celaya** se cuenta con un clima templado. La temperatura media anual es de 18.8°C y la mínima de 0.5°C, con una precipitación pluvial promedio de 683 milímetros anuales.

Para el caso del municipio de **Apaseo El Grande**, reporte que es templado y agradable todo el año, con una temperatura máxima de 37.1°C, una mínima de 0.9°C. La precipitación pluvial es de 642.8 milímetros de promedio anual.

Tipos de climas en el municipio de Celaya.

TIPO O SUBTIPO	SÍMBOLO	% DE LA SUPERFICIE MUNICIPAL
Semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad	ACw0	19.90
Templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media	C(w1)	2.44
Templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad	C(w0)	2.76
Semiseco semicálido	BS1h	67.34
Semiseco templado	BS1k	7.56

FUENTE: Cuaderno Estadístico Municipal Celaya, Estado de Guanajuato, Ed. 1998

Tipos de climas en el municipio de Apaseo El Grande.

TIPO O SUBTIPO	SÍMBOLO	% DE LA SUPERFICIE MUNICIPAL
Semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad	Acw0	3.91
Semiseco semicálido	BS1h	76.10
Semiseco templado	BS1k	19.99

FUENTE: Cuaderno Estadístico Municipal Apaseo El Grande, Estado de Guanajuato, Ed. 1997

### Temperaturas promedio

De acuerdo con las Normales Climatológicas proporcionadas por el Servicio Meteorológico Nacional, para el **municipio de Celaya**, la temperatura media anual es de 18.3°C, con una máxima promedio anual de 26.5°C, mientras que la mínima promedio anual es de 10.1°C. La temperatura mínima extrema corresponde a los meses de enero, febrero y noviembre con -5.0°C y la máxima extrema a junio con 42.4°C. Los meses de mayo y junio son los más calurosos y los que presentan las temperaturas más bajas son diciembre y enero.

La oscilación térmica promedio anual es de 16.4°C, siendo mayor en el mes de marzo (19.2°C) y menor en septiembre (13.5°C).

De acuerdo con la Enciclopedia de *Los Municipios de México*, la temperatura media anual en el municipio de **Celaya** es de 18.8°C.

Registro Anual de Temperatura Media °C.

ESTACIÓN	PERIODO	TEMPERATURA PROMEDIO °C	TEMPERATURA DEL AÑO MÁS FRÍO °C	TEMPERATURA DEL AÑO MÁS CALUROSO °C
<b>Celaya</b>	1921-1995	20.0	17.5	22.7
<b>Apaseo El Grande</b>	1961-1995	18.6	17.6	20.5

FUENTE: Cuaderno Estadístico Municipal Apaseo El Grande, Estado de Guanajuato, Ed. 1997  
Cuaderno Estadístico Municipal Celaya, Estado de Guanajuato, Ed. 1998

Registro Mensual de Temperatura Media °C.

ESTACIÓN Y CONCEPTO	PERIODO	MES											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>Celaya</b>	1996	16.1	18.2	18.3	20.9	24.2	21.6	23.0	21.3	21.5	19.5	17.1	17.7
Promedio	1921-1996	15.4	17.1	19.7	22.2	23.9	23.4	22.2	22.0	21.2	19.6	17.6	15.9
Año más frío	1968	13.7	13.1	15.0	19.5	21.5	20.7	19.7	19.8	19.4	17.7	15.5	14.2
Año más caluroso	1930	16.8	17.9	23.3	25.0	28.3	26.8	26.2	26.1	25.7	22.4	17.9	16.5
<b>Apaseo El Grande</b>	1995	15.3	17.2	19.4	21.4	23.0	21.7	20.8	21.8	20.5	18.9	16.5	14.5
Promedio	1961-1995	14.3	15.4	18.1	20.7	22.5	21.5	20.6	20.5	19.9	18.4	16.6	14.9
Año más frío	1976	12.9	14.1	18.6	20.2	21.3	20.1	18.6	19.4	19.4	17.9	1.1	14.8
Año más caluroso	1969	15.7	18.2	20.1	23.3	23.9	25.2	23.0	21.5	21.6	20.0	17.7	15.6

FUENTE: Cuaderno Estadístico Municipal Apaseo El Grande, Estado de Guanajuato, Ed. 1997  
Cuaderno Estadístico Municipal Celaya, Estado de Guanajuato, Ed. 1998

**Precipitación promedio anual**

En la región del Bajío, en el **Estado de Guanajuato**, la precipitación total anual varía entre 660 y 800 mm. En la región seca y semiseca del NW, la precipitación varía entre 340 y 660 mm.

La época de lluvias ocurre en los meses veraniegos, de junio a septiembre, y la cantidad precipitada es en general baja, aunque en el Bajío es ligeramente más elevada. Es conocido también el carácter torrencial de las lluvias, puesto que más del 80% de la precipitación total cae en los meses mencionados, lo cual ocasiona periódicamente problemas de inundación.

Con base en los datos de la estación meteorológica de **Celaya**, se observa que en el **municipio de Celaya, Gto.**, la disposición geográfica del municipio origina un índice de

precipitación bajo en la zona, por lo que la precipitación pluvial promedio anual es de 616.2 mm. La época de lluvias se registra en los meses de junio, agosto y septiembre, siendo junio el mes más lluvioso con precipitación de 110.6 mm, y el mes que registra la menor precipitación es febrero con 4.5 mm. En la región no se presenta el fenómeno de la canícula.

Precipitación pluvial total anual (milímetros)

ESTACIÓN	PERIODO	PRECIPITACIÓN PROMEDIO	PRECIPITACIÓN DEL AÑO MÁS FRÍO	PRECIPITACIÓN DEL AÑO MÁS CALUROSO
<b>Celaya</b>	1921-1997	595.2	361.2	973.3
<b>Apaseo El Grande</b>	1961-1995	606.1	378.4	942.6

FUENTE: Cuaderno Estadístico Municipal Apaseo El Grande, Estado de Guanajuato, Ed. 1997  
Cuaderno Estadístico Municipal Celaya, Estado de Guanajuato, Ed. 1998

Precipitación pluvial total mensual (milímetros)

ESTACIÓN Y CONCEPTO	PERIODO	MES											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>Celaya</b>	1997	0.0	1.3	34.3	61.2	25.8	67.5	144.7	121.8	47.1	38.8	9.5	0.0
Promedio	1921-1997	10.9	5.1	5.9	13.4	28.6	104.4	136.0	124.0	108.5	37.6	12.1	8.7
Año más frío	1945	4.8	0.0	8.8	0.5	22.4	21.4	137.4	120.3	34.8	1.8	9.0	0.0
Año más caluroso	1931	47.6	29.6	0.0	150.6	61.1	206.7	278.5	79.0	79.0	34.2	0.0	7.0
<b>Apaseo El Grande</b>	1995	1.0	0.4	0.0	18.5	70.9	121.0	74.6	159.0	119.5	9.0	9.5	39.5
Promedio	1961-1995	14.4	6.9	6.7	13.1	31.8	121.5	134.1	115.4	100.4	44.1	10.3	7.4
Año más frío	1976	4.0	1.5	1.0	0.0	0.0	132.7	65.0	140.5	4.0	22.7	3.1	3.9
Año más caluroso	1969	0.0	0.0	8.0	12.3	32.7	22.0	395.3	72.1	264.1	95.9	30.4	9.8

FUENTE: Cuaderno Estadístico Municipal Apaseo El Grande, Estado de Guanajuato, Ed. 1997  
Cuaderno Estadístico Municipal Celaya, Estado de Guanajuato, Ed. 1998

La lluvia apreciable es la cantidad de precipitación medida en el pluviómetro, mayor de 0.1 mm; y la lluvia inapreciable es la cantidad registrada menor al valor anterior.

**Lluvia máxima del mes en 24 horas.** En la región de estudio, los meses con el valor más alto de lluvia máxima en 24 horas fueron agosto, septiembre y octubre.

**Evaporación total.** En lo que respecta a este factor, en la región se registran los índices más altos de evaporación en los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto con registros de 203.6 a 230.0 mm; y los índices más bajos en noviembre, diciembre, enero y febrero.

### Intemperismos severos

Después del equinoccio de otoño (23 de septiembre), las temperaturas empiezan a descender y se registran las primeras heladas en las montañas y planicies elevadas. Durante el otoño y el invierno llegan del norte masas de aire frío que dan lugar a ciertas lloviznas de escasa duración.

Las primeras heladas en las montañas y en los grandes valles localizados al norte del eje neovolcánico transversal, se registran generalmente después de la segunda quincena de octubre. La mayor frecuencia de heladas ocurre en diciembre, enero y febrero.

De los intemperismos severos que pueden producirse con cierta frecuencia en el Estado están las granizadas y las heladas.

El clima semiseco de la región no ha reportado nevadas para este sitio. Por otra parte, en el área no existe influencia de aguas provenientes de litoral, por lo que los huracanes son intemperismos que nunca se han presentado en la zona.

### - Heladas

En el **Estado de Guanajuato**, se presentan heladas desde la segunda quincena de octubre a la primera quincena de marzo. Son más frecuentes en la parte Norte y Noroeste del Estado, donde se retiran hasta principios del mes de abril. La ocurrencia de heladas no impide seriamente la práctica de algunos cultivos de invierno, sobre todo en la región del Bajío, donde existe agricultura de riego y las heladas son menos frecuentes.

De acuerdo con la *Síntesis Geográfica de Guanajuato*, en los climas semisecos la frecuencia de heladas es de 10 a 50 días al año. En el extremo noreste, el rango es de 10 días durante los meses de noviembre y diciembre, para el resto de la zona es de 20 a 40 días al año durante el período de noviembre a febrero, siendo la máxima incidencia en enero.

Según las Normales Climatológicas proporcionadas por el Servicio Meteorológico Nacional, en el **municipio de Celaya** el promedio anual de heladas es de 9.97 días, presentándose con mayor frecuencia durante los meses de diciembre, enero y febrero.

#### Días con heladas

ESTACIÓN Y CONCEPTO	PERIODO	MES											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>Celaya</b> Total	1948-1996	170	75	15	0	0	0	0	0	1	9	69	119
Año con menos a/	1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Año con más	1973	16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	15
<b>Apaseo El Grande</b> Total	1961-1995	195	94	17	0	0	0	0	0	0	0	43	108
Año con menos a/	1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Año con más	1961	19	18	4	0	0	0	0	0	0	0	6	12

FUENTE: Cuaderno Estadístico Municipal Apaseo El Grande, Estado de Guanajuato, Ed. 1997  
Cuaderno Estadístico Municipal Celaya, Estado de Guanajuato, Ed. 1998

#### - Nevadas

De acuerdo con los datos obtenidos por el Meteorológico Nacional, el Municipio de **Celaya**, prácticamente no existen registros de nevada en el municipio.

#### - Granizadas

En lo que respecta a las granizadas, en el **Estado de Guanajuato** el fenómeno no guarda un patrón de comportamiento bien definido, aunque comúnmente está asociado con los períodos de precipitación; se dan casos particulares, en los que las granizadas se presentan en noviembre, diciembre, enero y febrero, en general el fenómeno presenta frecuencia de uno a tres días al año en todos los tipos de clima.

De acuerdo con la *Síntesis Geográfica del Estado de México* las granizadas en los climas templados registran en el estado una incidencia de 0 a 18 días al año, destacando el rango de 2 a 4 días. Las granizadas no guardan una regla de comportamiento definida, aunque se encuentren asociadas a los períodos de precipitación. La mayor incidencia del fenómeno se observa en los meses de junio, julio y agosto.

De acuerdo con los datos obtenidos por el Servicio Meteorológico Nacional, en el Municipio de **Celaya** se presenta un promedio anual de 0.47 días con granizo, siendo su mayor incidencia en los meses de mayo, junio y julio.

#### - Tormentas eléctricas

Según los reportes oficiales del Servicio Meteorológico Nacional, las tormentas eléctricas son *muy poco frecuentes*, aparecen en promedio en 5.45 días al año, acentuándose en la época de lluvias, en particular en los meses de julio y agosto.

#### - Humedad relativa

No se dispone de datos de humedad relativa por parte del Servicio Meteorológico Nacional.

#### - Nubosidad

La cobertura de nubosidad es la misma en toda la extensión del Valle de México, generalmente alta en los meses de julio y agosto, así como entre septiembre y noviembre. El resto del año es entre media y baja.

Con respecto a la nubosidad, se observa la presencia de cielo nublado en 138 días del año, de los cuales 78.37 se consideran como días medio nublados, mientras que en promedio 59.63 días al año encontramos el cielo nublado cerrado.

Los cielos despejados se presentan en promedio durante 226.56 días al año.

#### - Neblina

Por lo que respecta a este factor, a lo largo de todo el año se presentan 3.69 días con niebla. Con base a estos datos se puede considerar a la región como de *muy baja intensidad de nieblas*.

#### - Velocidad y dirección del viento

En general, la dirección de los vientos dominantes en el **Estado de Guanajuato** es del Noreste, siendo importantes también los vientos del Suroeste, sobre todo en el invierno. Sin embargo, siempre hay componentes locales que modifican este esquema general.

De acuerdo con las tarjetas de datos climatológicos del Servicio Meteorológico Nacional, estación meteorológica de **Celaya**, en el municipio de **Celaya**, en general, los vientos dominantes durante la mayor parte del año provienen del Noreste. La velocidad promedio de los vientos es de 1 a 2 m/s.

### Hidrología

El estado de **Guanajuato** queda comprendido en parte de las regiones hidrológicas: Lerma-Chapala-Santiago, que abarca la mayor parte del estado y alto Río Pánuco en la zona norte; la división entre estas dos regiones es un tramo del partaguas continental, ya que una región drena al Golfo de México y otra al Pacífico.

El sitio del proyecto pertenece a la Región Hidrológica "**Lerma-Santiago**" (RH No. 12), **Cuenca del Río Laja**.

Regiones, cuencas y subcuencas hidrológicas de Celaya.

REGIÓN		CUENCA		SUBCUENCA		% DE LA SUPERFICIE MUNICIPAL
CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE	
RH12	Lerma-Santiago	H	R. Laja	c d	R. Laja-Celaya R. Apaseo	96.33 2.17
		B	R. Lerma-Santiago	a	P. Solís-Salamanca	1.50

FUENTE: **Cuaderno Estadístico Municipal Celaya, Estado de Guanajuato, Ed. 1998**

Regiones, cuencas y subcuencas hidrológicas de Apaseo El Grande.

CLAVE	REGIÓN NOMBRE	CLAVE	CUENCA NOMBRE	CLAVE	SUBCUENCA NOMBRE	% DE LA SUPERFICIE MUNICIPAL
RH12	Lerma-Santiago	H	R. Laja	c d	R. Laja-Celaya R. Apaseo	7.65 92.35

FUENTE: **Cuaderno Estadístico Municipal Apaseo El Grande, Estado de Guanajuato, Ed. 1997**

### Aguas superficiales

#### Región Hidrológica Lerma-Chapala-Santiago

La parte correspondiente a esta región es la más importante, no solo por representar 83% de la superficie estatal, sino por incluir un 98% de su población y prácticamente el total de la industria existente.

La principal corriente dentro de esta entidad es conocida como Río Lerma, que fluye de oriente a poniente en la región sur. Además, en su tercio final constituye el límite austral de esta entidad con el estado de Michoacán.

La región esta dividida en cuencas de las cuales seis incluyen porciones del estado.

### Cuenca Río Lajas

Comprende la porción oriental y central de la entidad, en él se depositan las aguas de la subcuenca Río Lajas-Peñuelitas donde se origina el cauce del Río Lajas que se conoce, al iniciar su recorrido, como Río del Nuevo Valle de Moreno y aguas abajo como Río de San Juan de los Llanos, hasta llegar a la estación de ferrocarril de Obregón, Gto; donde ya se le conoce como Río Lajas. Además recibe aguas de las afluentes Río Laja-Celaya, Río Apaseo y Presa Ignacio Allende, esta obra hidráulica, después de la Presa Solís, es el embalse más importante en el estado. En esta zona la calidad del agua se ve alterada por las descargas residuales de las poblaciones de Dolores Hidalgo y San Miguel de Allende que confluyen en la Presa Allende; posteriormente se unen a esta Cuenca las aguas del Río Querétaro.

#### Corrientes de agua

Municipio	Nombre de la Corriente
Celaya	Laja Apaseo Feo Las Ánimas El Varal De Yeguas Colorado Canal Nautla
Apaseo El Grande	Apaseo Las Pulgas Ixtla-Ifiginia Tierra Blanca El Peñón Rancho Viejo

FUENTE: Cuaderno Estadístico Municipal Apaseo El Grande, Estado de Guanajuato, Ed. 1997  
Cuaderno Estadístico Municipal Celaya, Estado de Guanajuato, Ed. 1998

### Principales ríos o arroyos cercanos

La corriente principal dentro del municipio de **Celaya** es el río Laja, que pasa al oriente de la ciudad, cruzándola longitudinalmente de norte a sur, al cual se le une el río Apaseo; ambos son afluentes del río Lerma. Hay un manantial de aguas sulfurosas llamado San Miguelito.

Entre los principios de agua del municipio de **Apaseo** El Grande, se encuentra el río Apaseo, afluente del río Laja que se forma en las corrientes de los ríos Querétaro y el Huipal o del Pueblito, provenientes del estado de Querétaro. Entran también al municipio los arroyos del Ixtla y de San Bartolo, así como río Apaseo el Alto. Existen dos manantiales de aguas sulfurosas, el de Marroquín que tiene una temperatura de 92°C, y el de Mandujano, con 42°C. El municipio cuenta también con tres manantiales de aguas alcalinas, que son: El Nacimiento, el de Agua Tibia con 32°C, y el de Llanitos con 42°C.

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686

Las abundantes aguas de la Cañada de Mandujano, Cedazo y Ojos de Apaseo el Alto, reunidas en arroyos producen una caída de 12 metros; estas aguas se emplean en el riego de las tierras del valle.

## HIDROLOGÍA SUBTERRANEA

### Región Hidrológica Lerma-Chapala-Santiago

En esta región se ubica el Bajío Guanajuatense que presentan aparatos volcánicos de tipo basáltico y fosas tectónicas en las que se alojan lagos como el de Yuriria. Sus condiciones geohidrológicas son buenas, explotándose acuíferos formados por piroclásticos basálticos y sedimentos terciarios de gran espesor que reciben recargas de los ríos Lerma, Lajas y Turbio.

Las condiciones de explotación que prevalecen en las diversas zonas son variadas, presentándose algunas como León, **Celaya**, Silao e Irapuato, en donde los acuíferos se encuentran sometidos a una sobre explotación, que está minando gradualmente el almacenamiento subterráneo.

### Potencial acuífero y zonas de Veda

Se tiene clasificados tres tipos de vedas:

**Veda Rígida.** Se recomienda no incrementar la explotación para ningún fin o uso por sobre explotación del acuífero. Comprende los municipios de San Luis de la Paz, ciudad Porfirio Díaz, Doctor Mora, San José Iturbide, Comonfort, **Celaya**, Apaseo el Alto, Empalme Escobedo, Villagrán, Juventino Rosas, Salamanca, León y parcialmente San Francisco del Rincón.

**Veda Intermedia.** Zona donde se recomienda no incrementar la explotación con fines agrícolas, reservándose para satisfacer demandas futuras de agua potable en centros de población. Comprende los municipios de San Miguel de Allende, Irapuato, Manuel Doblado y parcialmente San Francisco del Rincón.

**Veda Elástica.** Zona donde puede incrementarse la explotación de agua subterránea para cualquier uso, pero con control. Abarca los municipios de Dolores Hidalgo, Silao, Romita, Pénjamo, Abasolo, Valle de Santiago, Jaral del Progreso, Yuriria, Maravatío, Salamanca, Tarimoro y Acámbaro.

## 2.2 Descripción de las características socio-económicas

### Población afectable

Debido a la naturaleza de la trayectoria del gasoducto, éste se localiza en zona suburbana (zona donde están instaladas las empresas contratantes y periferia del poblado de **Apaseo El Grande**) y rural (zonas de cultivo y áreas sin uso actual), asentándose en terrenos de propiedad federal, municipal y caminos de terracería, caminos existentes y Derecho de Vía de las carreteras por donde pasa.

El proyecto se encuentra ubicado dentro de una zona suburbana en constante crecimiento industrial (promovido por el Gobierno del Estado), en la periferia del poblado de **Apaseo El Grande** (a pocos kilómetros de la cabecera municipal), por lo que se cuenta con todos los servicios de comunicación, asistenciales de servicios públicos y privados, tales como red de servicios de agua potable, drenaje, suministro de energía eléctrica, teléfono,

alumbrado público, etc. Sin embargo, para la construcción y operación del gasoducto no se requiere hacer uso de dichos servicios.

El tendido del gasoducto aprovecha el derecho de vía de las carreteras existentes.

### **2.3 Infraestructura, servicios de apoyo y zonas vulnerables**

#### **Incompatibilidad de actividades**

Existe un gasoducto de 36" propiedad de **PGPB**, al cual se interconecta el ramal objeto del presente proyecto.

El ducto se localiza en los Municipios de **Apaseo El Grande y Celaya**, Estado de Guanajuato.

Apaseo el Grande está situado a los 100° 41' 07" Longitud al Oeste del Meridiano de Greenwich y a los 20° 32' 37" Latitud Norte. Su altura sobre el nivel del mar es de 1767 metros. La superficie territorial del municipio es de 367.50 kilómetros cuadrados equivalentes al 1.20 por ciento de la superficie total del estado. Limita al Norte con los municipios de Comonfort y San Miguel de Allende el Alto y al Oeste con el municipio de Celaya.

El municipio de Celaya está situado a los 100° 48' 55" de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich y a los 20° 31' 24" de Latitud Norte; su altura sobre el nivel del mar entre los 1750 y los 1800 metros. Su extensión territorial es de 579.30 kilómetros cuadrados, equivalentes al 1.89 por ciento de la superficie total del estado, siendo el municipio número 20 en extensión territorial de los municipios que conforman el estado de Guanajuato. Colinda al Norte con el municipio de Comonfort; al Este con el de Apaseo el Grande y Apaseo el Alto; al Sur con el de Tarimoro; al Oeste con los municipios de Cortazar y Villagrán y al Noroeste con el de Santa Cruz de Juventino Rosas.

El ducto esta alojado en terrenos rurales ejidales y suburbanos, ya que en éstos últimos se encuentran los predios que ocupan tanto la planta industrial de **Proteinol, Sanivex y Covemex** como algunas otras empresas establecidas en la **zona Industrial de Apaseo El Grande**, donde en algunos tramos el derecho de vía posiblemente se compartió con otros servicios tales como drenaje, agua potable, etc. En estos casos no se tiene propiamente un derecho de vía sino un **derecho de paso** donde, de acuerdo a normas internacionales, la distancia mínima a cualquier servicio es de 60 cm.

No obstante, es necesario coordinar la difusión del Programa de Prevención de Accidentes con las autoridades estatales y municipales.

**No se tiene conocimiento de empresas** que realicen actividades altamente riesgosas dentro de la zona o que por sus condiciones de operación **augmenten el riesgo** de siniestro a lo largo de la trayectoria del ducto.

#### **Vulnerabilidad Vial**

##### **Terrestres:**

La zona cuenta con vías de acceso principales y secundarias en buen estado todo el año, que comunican con los poblados de **Celaya y Apaseo El Grande**, y el resto del país. De acuerdo con la trayectoria del gasoducto, la principal vía de acceso es la carretera Querétaro-León (tramo Salamanca-Celaya) y la carretera federal No. 45 tramo Celaya-Querétaro. También se cuenta con un ferropuerto para transporte de mercancías y materias primas en la zona industrial.

**Aéreos:**

Por vía aérea, el sitio se encuentra a 80 kilómetros del Aeropuerto Internacional del Bajío, mejor conocido como Aeropuerto de León.

**Marítima:**

No aplica.

**Vulnerabilidad Ambiental**

**Flora**

La vegetación existente en el municipio de **Celaya** se subdivide sobre la base de las topo formas existentes correspondiendo el bajío Guanajuatense comprende un 80% del territorio municipal.

La vegetación existente en la zona de **Celaya** es: Mezquital, Matorral subtropical, chaparral, bosque de encino, pastizal natural. Al noreste se localiza las mesetas, encontrándose dentro de esta zona bosque e pino, bosque de cedro, matorral crasicuales, pastizal natural e inducido, matorral desértico microfilio.

La flora del municipio de **Apaseo El Grande** está constituida por selva baja caducifolia y mezquite, en lo relativo a bosques; pata de gallo, tempranero, tres barbas, navajita filiforme y glandular, búfalo, falsa grama, cola de zorra, lanudo y lobero, en especies forrajeras; y huisaches, nopales y cacahuates, en otras especies.

Sin embargo, durante el recorrido de campo efectuado a lo largo del sitio del proyecto, se apreció de manera muy evidente que debido al uso de suelo de tipo industrial y a la avanzada urbanización de la zona, no existe vegetación nativa, solamente gramíneas y algunos ejemplares de ornato en el interior de algunos predios industriales.

De esta manera, en el sitio en donde se tendió el gasoducto, la vegetación original ha desaparecido en su totalidad. De hecho, en sitios inmediatos a donde se tendió la tubería sólo existe vegetación secundaria característica de sitios alterados.

Como vegetación secundaria tenemos la presencia de malezas y pastos inducidos, los cuales aprovechan los espacios sucesionales de las actividades que se desarrollan en el lugar.

El pastizal inducido es aquel que surge cuando se elimina la vegetación original, este pastizal puede aparecer como consecuencia de una perturbación humana, por ejemplo, desmonte de cualquier tipo de vegetación, un fuerte pastoreo en áreas agrícolas abandonadas y zonas que se incendian con frecuencia.

**Fauna**

Para el caso de los **municipios de Celaya y Apaseo El Grande**, y en particular en el área de implementación del proyecto, debido al alto grado de perturbación de la vegetación original por el desarrollo de las actividades agrícolas y pecuarias, por un lado, y de las actividades habitacionales e industriales en creciente desarrollo por tratarse de un área cercana a un centro de población, junto a una zona industrial en constante crecimiento, la fauna es escasa y sus desplazamientos se ven limitados por las acciones de urbanización, hábitats disponibles y cuerpos de agua cercanos. Por norma general, las principales poblaciones de especies faunísticas se pueden ubicar particularmente en las zonas arboladas del municipio.

Por lo antes expuesto, y debido a que el gasoducto corre en su mayor parte a un costado del Libramiento y la carretera federal No. 45, la única fauna que existe consiste de mamíferos pequeños perjudiciales para la agricultura, como tuzas, ratones y otros. La

fauna observada no tiene madrigueras dentro del área física considerada para el tendido del **gasoducto**.

La fauna silvestre en el municipio de Celaya se ha adaptado a las condiciones humanas y subsisten a pesar de los cambios en su hábitat natural, tal es el caso de aves (gorriones, palomas), mamíferos y algunos reptiles (lagartijas), pero poniendo mayor énfasis en la fauna silvestre, por ser esta la de mayor valor ecológico.

<b>3. MATERIALES PELIGROSOS MANEJADOS Y ZONAS POTENCIALES DE AFECTACION</b>	<b>2</b>
<b>3.1 Listado de materiales peligrosos</b>	<b>2</b>
<b>3.2 Eventos detectados en el estudio de riesgo ambiental</b>	<b>2</b>
Informe tecnico del estudio de riesgo	2
Riesgos potenciales identificados	6
Consideraciones adicionales	12
Evaluación del evento	13
Caso 1	16
Caso 2	16
Caso 3	16
Radios de afectación	17

### 3. MATERIALES PELIGROSOS MANEJADOS Y ZONAS POTENCIALES DE AFECTACION

#### 3.1 Listado de materiales peligrosos

Las características principales de la sustancia transportada por el ducto (Gas Natural), así como instrucciones para su manejo, transporte y precauciones especiales, se encuentran en la llamada Hoja de Datos de Seguridad, cuyo contenido se apega a la NOM-114-STPS y la cual, aparece en el **Anexo D**. En el mismo, se incluye la correspondiente hoja de datos de seguridad de Materiales para el odorizante, empleado para hacer notar la presencia de fugas de gas natural.

<i>Material</i>	<i>Descripción</i>	<i>Especificaciones</i>
<b>Gas Natural</b>	Material de alto riesgo	<b>Anexo D</b>
<b>Odorizante</b>	Material altamente inflamable	<b>Anexo D</b>

#### 3.2 Eventos detectados en el estudio de riesgo ambiental

##### **Informe técnico del estudio de riesgo**

El informe técnico del Estudio de Riesgo Ambiental aparece en el **Anexo C**, sin embargo, para dar a éste una mejor interpretación, a continuación se realiza una descripción de los criterios y fundamentos empleados en el análisis y evaluación de riesgos realizados para el proyecto en cuestión.

Desde el punto de vista del análisis ambiental, riesgo es la posibilidad de sufrir un daño o pérdida, y esta posibilidad ocurre durante casi cualquier actividad humana. El daño o pérdida es una consecuencia adversa potencial de un evento peligroso. El riesgo de un evento define la probabilidad combinada de éste y la gravedad de sus consecuencias potenciales. Los riesgos no siempre pueden ser evitados, pero sí pueden ser minimizados.

En el caso de un gasoducto que transporta gas natural, los riesgos son diversos, y se pueden dividir en varios niveles:

- Fugas de gas natural.
- Incendio o conato de incendio.
- Explosión.

Estos son los principales riesgos potenciales que pueden afectar directa o indirectamente los factores ambientales y la población.

El análisis y evaluación de riesgo requirió la aplicación de una técnica cualitativa de identificación de riesgos (metodología HazOp), una metodología de jerarquización (Índice Mond), y una técnica cuantitativa de simulación (software ARCHIE).

La **metodología HazOp** proporciona una visión general del proyecto, y nos da una idea de los puntos que pueden desencadenar situaciones de riesgo en la operación; esta se basa en el empleo de una serie de palabras guías, que al combinarse con parámetros de proceso, muestran la posible presencia de un riesgo ambiental (como una fuga, un incendio y/o una explosión), que puedan afectar al personal, al ambiente o a las

instalaciones. De esta forma identifica los riesgos asociados con la operación del sistema, investigando las desviaciones posibles del sistema a partir de su operación normal.

Una vez identificados los riesgos, se procede a realizar una jerarquización de los mismos por medio de la evaluación del “**Índice de Mond**” el cual proporciona un rango relativo de los riesgos inherentes al sistema en cuestión. Este método está basado en la idea de penalizar y bonificar las acciones y consideraciones del sistema, desde la etapa de diseño y hasta la operación y mantenimiento, pasando por las medidas de seguridad y prácticas recomendadas de prevención de incidentes. Las penalizaciones se asignan a condiciones del sistema que puedan contribuir a la aparición de un incidente tales como las características del producto, cantidad del mismo, severidad de los parámetros de operación, efecto dominó, etc. Las bonificaciones en cambio se asignan a las características del sistema que puedan mitigar los posibles incidentes, incluidas en este rubro las condiciones de seguridad, sistemas de emergencia, control, contención, protección contra incendios, etc. De esta manera nos proporciona una guía muy útil para identificar áreas de oportunidad que permitan lograr tener un sistema más seguro y confiable. Como apoyo a lo anterior, se aplica una técnica cuantitativa de matriz de frecuencia contra consecuencia para poder jerarquizar y obtener un índice de todos los riesgos a los que está sujeta la instalación.

Una vez identificados y jerarquizados estos riesgos, se simulan en forma matemática por medio del software ARCHIE (**Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation**), versión 1.0 de Microsoft Corp. 1982-1986; este Software ha sido aceptado por OSHA y USEPA.

A partir de eventos tan importantes como los incidentes ocurridos los últimos años; en México, la explosión de gas L.P. en San Juanico y en Guadalajara el siniestro ocurrido el 22 de abril de 1992, la ciudadanía y el gobierno de México, adquirieron una nueva perspectiva del cuidado con el que deben manejarse productos que, si bien son indispensables para la vida moderna, pueden representar un peligro potencial para las personas y sus bienes cuando no se respetan las normas de seguridad y las reglas básicas para su almacenamiento, distribución y aprovechamiento.

A medida que la tecnología ha aumentado, así también ha avanzado el riesgo asociado con esta. Los problemas ambientales derivados de la tecnología guardan relación estrecha con la seguridad, puesto que raras son las veces en que en las consecuencias ambientales, sociales y económicas, no haya implícitas cuestiones de esta índole.

Sin embargo, se debe tomar en cuenta el desordenado crecimiento de la población y la mala ubicación de los asentamientos que se ha tenido durante los últimos 20 años en la región.

PEMEX Gas y Petroquímica Básica lleva una estadística de las fugas que se han presentado en los diferentes tipos de instalación por Distrito. Por ejemplo, para gasoductos en el Distrito Reynosa se reportaron 14 fugas durante el período enero-agosto 1996, siendo los meses de junio y julio los que presentaron una mayor cantidad de éstas (3), las cuales fueron principalmente por corrosión externa e interna.

Estadísticamente, este tipo de sistemas de transportación de **gas natural** cuenta con un buen nivel de seguridad. La posibilidad de ocurrencia de un incidente en este tipo de actividades se puede considerar relativamente mínima si se toma en cuenta la experiencia de la empresa, las condiciones de operación del proceso, y las medidas de seguridad que se adoptarán.

Sin embargo, el manejo de **gas natural**, y de hidrocarburos en general en cantidades por arriba de la cantidad de reporte, entrañan un alto riesgo de incidentes potenciales.

---

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686

El manejo y distribución de **gas natural** se considera una actividad de alto riesgo, de acuerdo con lo señalado en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas (Diario Oficial de la Federación del 4 de mayo de 1992), cuya cantidad de reporte es de 500 kilogramos.

Es necesario tener siempre presente que muchos incidentes se han producido en empresas que manejan todo tipo de productos, ocasionados generalmente por falta de conciencia, exceso de confianza o por descuido.

Cabe mencionar que actualmente se tienen en funcionamiento cientos de gasoductos de este tipo tanto en México como en los Estados Unidos de Norteamérica y otros países, desde 1960 a la fecha, y los antecedentes de explosiones o incendios que se tienen en ellos realmente son mínimos, dado que la tecnología que se maneja cuenta con dispositivos de seguridad adecuados. Sin embargo, no podemos perder de vista el error humano e incluso los riesgos tecnológicos que en algún momento pudieran darse.

La preocupación de las autoridades federales, estatales y municipales con relación al manejo de productos químicos e hidrocarburos en general ha tenido una revisión cada vez mayor en los últimos 10 años, debido a que en la sociedad civil se han incrementado las preocupaciones sobre posibles impactos adversos a la salud y al entorno ecológico. Esta preocupación tiene como consecuencia el desarrollo de evaluaciones de riesgo en múltiples actividades que pudieran ocasionar riesgos a la salud. Estas evaluaciones de riesgo han dado como resultado una serie de conocimientos relacionados con las estimaciones de afectación y riesgos a la salud de varios de los proyectos de este tipo.

La evaluación de riesgos es un instrumento eficaz, pero complejo y de continua evolución y actualización, de ella derivan muchas disciplinas incluyendo la ingeniería de la contaminación atmosférica, ingeniería de procesos, meteorología, tecnología computarizada, biología, química, toxicología y el estímulo a la relación entre la tecnología y el uso de recursos con la finalidad de promover un desarrollo sustentable.

Por otro lado, es necesario mencionar que durante los 60 años que tiene de experiencia la empresa, nunca ha tenido un sólo incidente.

Cabe señalar que **IGASAMEX BAJIO, S. DE R.L. DE C.V.** está considerada como una de las empresas líderes en el desarrollo de proyectos de gas natural, ofreciendo a sus clientes el beneficio de un gasoducto directo y una fuente confiable de gas natural. La empresa cuenta con programas verdaderamente estrictos de seguridad industrial, planes de capacitación y entrenamiento, y un plan de emergencias detallado. Las instalaciones se encuentran diseñadas para minimizar el potencial de cualquier impacto adverso al ambiente.

**IGASAMEX** es una empresa mexicana integrada por socios americanos y mexicanos. Cuenta con el respaldo de 60 años de experiencia en el ámbito del gas natural por parte de sus socios americanos. **IGASAMEX** se dedica a la ingeniería, construcción, operación y financiamiento de gasoductos para uso industrial. **IGASAMEX** también interviene en la comercialización del gas natural.

#### **a) Metodología empleada para la identificación de riesgos**

En la determinación de riesgos que pudieran estar presentes durante la operación del gasoducto y su caseta de medición, se utilizó la metodología **HAZOP** (ver **Anexo C: Análisis de Riesgo por el método HAZOP**), Hazard and Operability Studies (Análisis de Riesgo y Operabilidad).

El HAZOP es una técnica para identificar riesgos y problemas que impiden o pudieran impedir una operación eficiente. Es además una técnica que permite revisar todas las formas posibles en que pudieran darse riesgos o problemas de operación.

La técnica al ejecutarse en forma sistemática, reduce las posibilidades de que algún punto no sea analizado.

El HAZOP se considera como un concepto de seguridad del proceso para protección del personal, instalaciones y comunidades. Las principales características que lo hacen superior a otros métodos para la detección de riesgos son:

- es sistemático
- es organizado
- está bien estructurado

Con el fin de tener una mayor sensibilidad de los riesgos que tendrá la operación del ducto y las Estaciones de Medición y Regulación, aplicaremos la metodología HazOp al sistema de tuberías de acero al carbón aéreas, que incluye válvulas, juntas, bridas y empaques, así como al **gasoducto de acero de 6 y 3"** de diámetro nominal.

La metodología HazOp proporciona una visión general del proyecto y nos da una idea de los puntos que pueden desencadenar situaciones de riesgo en la operación del ducto y de la Estación de Medición. En este estudio emplearemos las palabras guía más adecuadas, que al combinarse con los parámetros seleccionados, muestren la posible presencia de un riesgo ambiental (como una fuga, incendio y/o una explosión), que puedan afectar al personal, al ambiente o a las instalaciones.

Los parámetros de proceso que se consideraron son:

- Presión
- Temperatura
- Flujo

Como agentes externos se engloban todos aquellos factores que pueden ocasionar un incidente en las instalaciones, en los cuales no se puede intervenir para prevenirlo o evitarlo. Este concepto, engloba a todos los fenómenos naturales como: terremotos, granizadas, tormentas eléctricas, golpes o fracturas debido a golpes con maquinaria y/o equipo pesado a las líneas, corrimiento de tierra, entre otros, así como eventos de sabotaje.

El desarrollo de esta metodología se muestra en el **Anexo C**.

### **b) Puntos de Riesgo Identificados**

Derivado del Análisis de Riesgos por el método HAZOP, se determinaron los puntos de riesgo de las instalaciones de la siguiente manera:

#### **DUCTO:**

- 1.- Fuga de gas natural debido a fisuras en la estructura, por error humano, o por agentes externos.
- 2.- Incendio o conato de incendio, provocado por una fuente de ignición.

#### **CUADROS DE REGULACIÓN:**

- 1.- Fuga de gas natural debido a:
  - a) Una deficiente conexión del sistema de tuberías de conducción.
  - b) Por mal trato de la misma.
  - c) Por desgaste o mal estado de válvulas y conexiones.
  - d) Por mal funcionamiento del sistema.
  - e) Descontrol de la presión.

- 2.- Incendio o explosión debido a:
- Fuga de gas natural en presencia de una fuente de ignición.
  - Corto circuito en la instalación eléctrica.

### Riesgos potenciales identificados.

#### a) Fuga de gas.

La fuga de gas natural se visualiza como una fuga ocurrida en un punto determinado del sistema, y dependiendo del sitio donde se presente sería su toxicidad, ya que por ser un gas comprimido se considera un asfixiante simple porque las altas concentraciones de gas reducen o desplazan el oxígeno disponible lo cual puede llevar a la inconciencia, y causar la muerte por asfixia. En concentraciones muy elevadas, cuando está mezclado con el aire, el **gas natural** es anestésico y posteriormente asfixiante al diluirse o reducirse el oxígeno disponible.

El gas se odora antes de su distribución, de manera que tendrá un olor característico y reconocible con facilidad. Esto permitirá detectar por el olor la presencia de gas en concentraciones de sólo un quinto del límite inferior de inflamabilidad (aproximadamente el 0.4% del gas en el aire).

Los escapes importantes también pueden detectarse por un ruido sibilante o la congelación en el área donde se produce el escape.

De esta manera, la fuga se presentaría por daño mecánico de la estructura del gasoducto o de alguno de sus componentes, por fatiga de materiales o por agentes externos. En consecuencia, inicialmente se podría formar una nube tóxica y dependiendo de las condiciones atmosféricas podría llegarse a concentraciones suficientes para la formación de nubes inflamables y/o explosivas, particularmente en el caso de los cuadros de regulación, ya que en ellos la tubería y sus válvulas están expuestas, mientras que **el ducto se encuentra enterrado a 120 centímetros de profundidad.**

Para el análisis anterior, no se toma en cuenta las medidas de seguridad a implementar por la empresa, como el sistema automático de operación, las válvulas de desfogue, o bien la operación manual de las válvulas de bloqueo.

Se debe tener presente que **la válvula de bloqueo localizada en el patín de medición del punto de interconexión cuenta con un sistema de cierre automático por baja presión (SLAM-SHUT)** que se activa casi instantáneamente después de presentarse una caída de presión anormal en el sistema, variando el tiempo que puede tardar en activarse dependiendo del punto a lo largo del ducto donde tuviera lugar una fuga, siendo más rápida la respuesta de la misma mientras más cercana se encuentre la fuga con respecto al punto de interconexión.

Por lo antes expuesto, los eventos considerados en las modelaciones para el caso del punto de interconexión deben considerar un **tiempo de fuga máximo de 1.5 minutos**, para que dichos eventos se apeguen a la realidad, y un **tiempo máximo de 10 minutos** para una fuga en el ducto.

Las fugas de gas son los eventos de riesgo más frecuentes en este tipo de instalaciones y las causas más comunes que los producen son las siguientes:

- Corrosión interna o externa en la tubería.
- Mala calidad de los materiales de construcción.
- Deficiencias en los procedimientos constructivos como soldadura, protección catódica, recubrimiento exterior y pruebas de aceptación (radiográfica e hidrostática), entre otras.
- Deficiencia en el mantenimiento preventivo de las instalaciones superficiales.

---

#### IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.

Bosque de Alisos No. 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686

5. Ocupación indebida del derecho de vía (en el caso del gasoducto).  
De entre las causas mencionadas y de acuerdo a las estadísticas publicadas por European Pipeline Incident Data Group, en el cual se muestran las frecuencias de fugas en tuberías por 10,000 Km. Por año, la mayor, es un orificio pequeño de diámetros equivalentes entre 3.17 mm (0.125") y 12.7 mm (0.5"); similarmente un orificio mediano es mayor a 12.7 mm (0.5") y hasta 38.1 mm (1.5") y la ruptura a partir de un diámetro equivalente a 38.1 mm (1.5") y hasta la ruptura total del ducto; los datos se muestran en la siguiente tabla:

Fugas reportadas por European Pipeline Incident (Europa)

EVENTOS DE RIESGO EN INSTALACIONES Y CAUSAS QUE LO PRODUCEN					
CAUSA	FRECUENCIA POR 10 000 Km POR AÑO				( % )
	ORIFICIO PEQUEÑO	ORIFICIO MEDIANO	RUPTURA	TOTAL	
Interferencias externas	0,70	1,70	0,50	2,90	50,43
Defectos de construcción	0,70	0,30	0,10	1,10	19,13
Corrosión	0,80	0,02	0,00	0,82	14,26
Movimientos de tierra	0,10	0,12	0,12	0,34	5,91
Error en un interconexión	0,20	0,06	0,00	0,26	4,52
Otros	0,30	0,06	0,00	0,33	5,75
<b>TOTAL</b>	<b>2,80</b>	<b>2,23</b>	<b>0,72</b>	<b>5,75</b>	<b>100,00</b>

De acuerdo a las estadísticas proporcionadas por la O.P.S. (Office Of Pipeline Safety) acerca de líneas de ductos en operación de gas natural, del año 1984 a 1996 la suma de incidentes por año y sus causas se muestran en la siguiente tabla:

Incidentes reportados por fugas, fuente la O.P.S.

AÑO	NO. DE INCIDENTES	MUERTES	INCIDENTES	DAÑOS A PROPIEDAD \$ USD
84	203	12	57	3 956 642
85	205	22	96	9 470 452
86	142	29	104	11 078 800
87	164	11	115	11 786 125
88	201	23	114	12 131 436
89	177	20	91	8 675 816
90	109	6	52	7 594 040
91	162	14	77	7 765 749
92	103	7	65	6 777 500
93	121	16	84	15 346 655
94	141	21	91	53 260 166
95	97	16	43	10 950 673
96	108	14	66	11 242 842
<b>TOTALES</b>	<b>1 933</b>	<b>211</b>	<b>1 055</b>	<b>170 036 895</b>

IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.

Bosque de Alisos No. 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686

En la siguiente tabla se muestran las causas más comunes que ocasionan incidentes en líneas de distribución de gas. Estas estadísticas fueron proporcionadas por la OPS (Office of Pipeline Safety).

Causas más comunes de incidentes de ductos

CAUSA	NO. DE INCIDENTES	% DEL TOTAL	DAÑOS A LA PROPIEDAD \$USD	% DEL TOTAL	MUERTES	INCIDENTES
Corrosión interna	0	0,00	\$ 0	0,00	0	0
Corrosión externa	3	3,09	\$31 000	0,28	1	2
Daños por fuerzas externas	66	68,04	\$8 957 046	81,79	6	24
Construcción/errores de operación	5	5,15	\$1 027 127	9,38	0	4
Incidentes causados por operación	6	6,19	\$90 000	0,82	1	8
Otros	17	17,53	\$845 500	7,72	8	5
Total	97		\$10 950 673		16	43

En la tabla que se presenta a continuación se muestran las principales sustancias involucradas en incidentes químicos del año 1990 al año 1996.

Incidentes por fugas de sustancias

SUSTANCIA	INCIDENTES
Gasolina	223
Gas combustible	165
Diesel	122
Amoniaco	119
Combustóleo	65
Acido sulfúrico	47
Aceite industrial	35
Cloro y compuestos del cloro	33
Hidróxido de sodio	17
Disolventes	11
Acido clorhídrico	11
TOTAL	848

Como se puede apreciar en la tabla anterior, el gas es una de las sustancias que ocasiona más incidentes. Las fuentes de las que se tomó la información fueron: CENAPRED de los años 1990-1996 y PROFEPA de los años 1993-1996.

## b) Incendio y Explosión.

La potencialidad de un incendio o explosión existe cuando se ha formado una nube inflamable y/o explosiva como consecuencia de alguna fuga de **gas natural** no detectada y controlada oportunamente, en presencia de una fuente de ignición.

El **gas natural** es incoloro. El gas o vapor es menos denso que el aire y se dispersa fácilmente. No llega a acumularse en espacios confinados y es menos peligroso que el gas L.P. Las mezclas de vapor/aire derivadas de escapes u otras causas pueden inflamarse a cierta distancia del punto de escape, y la llama regresar a la fuente la ignición (retroceso de la flama o flashback).

### Nubes explosivas

En caso de que la fuga se provoque por un orificio mediano o por la ruptura parcial o total del ducto y que la masa liberada alcance una fuente de ignición en presencia de oxígeno, ésta explotará generando ondas de sobrepresión causando daños parciales a catastróficos dependiendo del área en que se presenten. En lo anterior, las condiciones atmosféricas juegan un papel importante ya que pueden minimizar los resultados del evento.

El **gas natural** forma mezclas inflamables con el aire en concentraciones que oscilan aproximadamente entre el 5 y el 10%. Por consiguiente, una fuga puede constituir un riesgo de incendio y explosión. Ha habido casos en que escapes de **gas natural** se han inflamado, provocando incendios graves. Si el **gas natural** se escapa en un espacio cerrado y se inflama, se puede producir una explosión. Si un ducto de **gas natural** está en medio de un incendio, puede calentarse excesivamente y romperse con violencia, provocando una bola de fuego de calor intenso y proyectando trozos del recipiente a considerables distancias.

En concentraciones muy elevadas, cuando está mezclado con el aire, el vapor de **gas natural** es anestésico y posteriormente asfixiante al diluirse o reducirse el oxígeno disponible.

Una superficie caliente también es una fuente potencial de ignición.

Los efectos de un incendio sobre las personas son quemaduras de piel por exposición a las radiaciones. Los incendios se producen con más frecuencia que las explosiones y las emanaciones tóxicas, aunque las consecuencias medidas en pérdidas de vidas humanas suelen ser menos graves; por consiguiente podría considerarse que los incendios constituyen un menor peligro que las explosiones y los escapes de sustancias tóxicas.

En caso de que se presente una fuga de material inflamable, el mayor peligro proviene del repentino escape masivo de gas, el cual produce una gran nube de vapor inflamable y posiblemente explosiva. Si la nube se llega a incendiar, los efectos de la combustión dependerán de múltiples factores, entre ellos la velocidad del viento y la medida en que la nube este diluida con el aire. Estos riesgos pueden causar un gran número de víctimas y daños al lugar en donde se producen e inclusive más allá de sus fronteras (zona de influencia).

### Las fuentes de ignición incluyen las siguientes:

- 1) Flamas, calor directo y superficies calientes
- 2) corte y soldadura
- 3) chispas mecánicas
- 4) energía química

---

#### IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.

Bosque de Alisos No. 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686

Cap. 3	Revisión 3	2012	Pág. 9 de 25
--------	------------	------	--------------

- 5) vehículos
- 6) incendio intencional
- 7) autocalentamiento
- 8) electricidad estática
- 9) equipo eléctrico

**Otras fuentes de ignición pueden ser:**

- 1) Mantenimiento deficiente
- 2) Fallas en el sistema de tierras
- 3) Fenómenos naturales, caída de un rayo, relámpago, etc.

**Antorcha o incendio.**

Posterior a la presencia de una fuga de gas hacia el ambiente que forme una masa menor a 450 kg y a la combinación del oxígeno y una fuente de ignición, se tendrá una antorcha con altura y radio proporcional al orificio.

Los análisis de consecuencias y riesgos, consisten en generar situaciones de riesgo o los denominados posibles escenarios de riesgo. En la simulación de los peores escenarios no se consideró intencionalmente ninguna de las medidas de seguridad con que se cuenta (sistemas de control y mecanismos o procedimientos de respuesta) con el fin de visualizar el grado de afectación que tendría lugar en cada uno de los eventos máximos catastróficos considerados durante la modelación.

El análisis de riesgo se efectuó considerando los siguientes aspectos: la naturaleza del proceso, las características físico-químicas del **gas natural** a utilizar; las características de manejo y las condiciones de operación.

Para evaluar la magnitud de las consecuencias o daños que ocasionarían incidentes o eventos relacionados con la liberación o emisión de **gas natural**, se realizó utilizando el programa de simulación conocido como:

**Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation** (ARCHIE, ver.1.00).

Federal Emergency Management Agency, U.S.A.  
U.S. Department of Transportation  
U.S. Environmental Protection Agency  
Microsoft Corp. 1982-1986

Este programa fue desarrollado por el Gobierno Federal de los Estados Unidos a través de la Administración de Programas Especiales e Investigación de la Oficina de Transporte de Materiales Peligrosos de su Departamento de Transportación. Considerando los criterios del Instituto Americano de Ingenieros Químicos de U.S.A., AICHE y del Banco Mundial.

Este simulador de riesgo es aceptado por la Ocupational Safety and Health Administration (OSHA) y la United States Environmental Protection Agency (USEPA).

Mediante este paquete se asignan parámetros que caracterizan al evento y se efectúa la modelación de consecuencias considerando dispersión atmosférica, inflamabilidad y toxicidad en su descarga hacia la atmósfera.

El fundamento matemático y científico del citado simulador, así como las instrucciones para su utilización están contenidas en el Software correspondiente. Ver resumen de simulación, contenido en el **Anexo C**.

Adicionalmente se recurrió a la aplicación de ecuaciones utilizadas para estimación de los parámetros de riesgo, ecuaciones citadas en la publicación "Control de Riesgo de Incidentes Mayores" editado por la Organización Internacional del Trabajo OIT, basadas a

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686

su vez en datos del Banco Mundial, así mismo también citadas en diversos textos y artículos técnicos de análisis de riesgo.

Una vez identificados y jerarquizados los riesgos, se simularon en forma matemática por medio del software **ARCHIE versión 1.0** de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA), utilizando los siguientes criterios específicos:

1. Para fugas por orificios, se considera que el flujo es a través de un orificio de forma regular y de un diámetro equivalente determinado.
2. Las conexiones de instrumentos, puntos posibles de fuga, varían desde 1/8" hasta 1" de diámetro; sin embargo, como condición crítica se utiliza el límite mayor del orificio. En fracturas de válvulas, se considera 1" de diámetro de fuga en tuberías menores y 3" en tuberías mayores. En base a la experiencia, se ha determinado como más probable un orificio de 1/8" en el patín de medición y regulación del punto de interconexión, y un orificio de 2" provocado por un golpe mecánico en alguna parte del ducto.
3. Para la determinación de la tasa máxima de descarga por rotura de tubería, se considera el diámetro de la tubería como caso más crítico.
4. El tiempo máximo real para la detección y control de la fuga determinado por el modelo fue descartado y, se alimentó el tiempo en que tardará la **válvula SLAM SHUT** en activarse al detectar una caída de presión anormal en el sistema, que es de **1.5 minutos** máximo. Cuando no se cuenta con dicha válvula, se utiliza el tiempo que tarda el operador en detectar la fuga y cerrar en forma manual de válvula de bloqueo, con relación a la ubicación de las Estaciones de Medición y Regulación respecto a los sistemas de emergencia de la empresa contratante (aproximadamente **30 minutos**).
5. Con el nuevo tiempo se calculó la cantidad de fluido liberado tomando en cuenta la tasa de descarga calculada por el simulador.
6. Las características físicas y químicas del fluido permanecen constantes respecto al tiempo
7. La velocidad promedio del viento en la zona se consideró de aproximadamente **4.5 millas/h (2 m/s)**, para considerar un caso crítico, de acuerdo con el manual del ARCHIE. La estabilidad atmosférica a considerar será "B", condiciones moderadamente inestables, y "F" condiciones moderadamente estables.
8. El tiempo máximo para la detección y control del evento de fuga es determinado en función del tiempo máximo para la localización del evento. Para efectos de modelación, el tiempo estimado para cierre automático de las válvulas SLAM SHUT es de **1.5 minutos**, además de que las instalaciones no se encuentran aisladas, y cuentan con vigilancia continua.

A manera de introducción presentamos las siguientes consideraciones generales:

La dispersión de materiales peligrosos y contaminantes en la atmósfera ha atraído un gran interés durante algunas décadas. Este interés ha resultado en el desarrollo de diversos modelos de dispersión. Los primeros modelos se generaron para estudiar el comportamiento de contaminantes descargados de respiraderos y chimeneas. Estos contaminantes forman, generalmente, plumas neutras, i.e. plumas cuyas densidades son similares a las del aire; por lo tanto, los primeros modelos se concentraron en dispersión neutra. Más recientemente, el interés creciente en análisis de riesgo se ha acompañado por un mayor interés en el comportamiento de nubes con densidades significativamente diferentes a las del aire. En un análisis de riesgos, las nubes que son más densas que el

aire, son generalmente las de mayor importancia; las nubes más ligeras que el aire flotan hacia arriba, por lo que es más probable que se dispersen sin causar daños.

La dispersión de material en la atmósfera es función de la estabilidad del aire, la velocidad de los vientos y la rugosidad de la superficie, como se describe a continuación:

**a) Estabilidad del aire.**

La estabilidad se define en términos del gradiente vertical de temperatura en la atmósfera, por lo general se describe usando el sistema de categorías desarrollado por Pasquill. Este sistema usa 6 (o en ocasiones 7) categorías para cubrir condiciones inestables, neutras o estables; las categorías son rangos de estabilidad identificados por las letras A a F (o algunas veces A a G).

La estabilidad neutral se presenta, característicamente, cuando hay una cobertura total de la nube y se designa como categoría D. Las condiciones inestables se presentan cuando el sol está brillando, porque el calentamiento del suelo incrementa la turbulencia convectiva; las condiciones inestables se designan con las letras A a C, con A como la condición menos estable. Las condiciones estables se presentan en noches claras y en calma, cuando el aire cerca del suelo está estratificado y sin turbulencia, y se designan por las letras E y F; en ocasiones una categoría adicional, G se usa para condiciones excepcionalmente estables.

En el caso específico de las modelaciones realizadas se presentan cálculos bajo dos condiciones: B (muy inestable) y F (muy estable), con el objeto de abarcar las peores condiciones tanto de concentración como de dispersión del **gas natural** en cuestión.

**b) Velocidad del viento y rugosidad de la superficie.**

Estos factores se tratan juntos porque se combinan para influenciar la turbulencia local. El viento por lo general incrementa la turbulencia atmosférica y acelera la dispersión. La rugosidad de la superficie del suelo induce turbulencia en el viento que fluye sobre la misma y, por lo tanto, afecta la dispersión.

Todos estos factores aparecen en modelos de dispersión. Algunos de los modelos más recientes y avanzados introducen descripciones complejas del mezclado por turbulencia, basados en la difusividad de Eddy. Sin embargo, estos modelos son tan complejos que no se han usado mucho en análisis de riesgo.

Para este caso, la velocidad del viento con que inicialmente realizan las modelaciones es de 2.5 km/h, dato que corresponde a la velocidad del viento cerca de la superficie del piso, tomando como base la velocidad promedio del viento durante los últimos doce años, considerando un margen adicional de variación del 10%.

**Consideraciones adicionales.**

Debido a que el gas combustible que se transporta está constituido aproximadamente con 85% de metano (CH<sub>4</sub>), se supone que el fluido se comporta como este último.

Se considera que el diámetro de orificio que puede formarse en la línea de conducción de **gas natural** es de 12.7 mm (0.5"). Para fines de modelación, se consideró también el diámetro de las conexiones o en última instancia, del ducto mismo.

El tiempo máximo de respuesta al evento (por parte del personal encargado de atender una emergencia), es variable y puede ocurrir durante el intervalo de **30 - 240 minutos**. Para fines de modelación, sin embargo, se consideró un tiempo de respuesta de **1.5 minutos en el punto de interconexión y 10 minutos en algún punto del ducto**, que es el tiempo máximo que puede durar una fuga antes de que se corte en forma automática el

flujo de gas desde el patín de regulación y medición en el punto de interconexión del gasoducto.

### Evaluación del evento.

La manifestación del evento de fuga e incendio del **gas natural** que puede ocurrir durante su transporte a través del **ducto de acero de 6 y 3" de diámetro nominal** y de las líneas que componen los trenes de los patines de Regulación y Medición, esta en función de la cantidad de material fugado, las características de inflamabilidad y toxicidad del material y del tiempo de respuesta que se da al control del evento.

Por otra parte, en función de la probabilidad y magnitud de ocurrencia, puede clasificarse el evento como un daño catastrófico probable (DCP) y como un daño máximo probable (DMP). A este respecto, en el presente análisis se consideró la máxima fuga de material que puede ocurrir por el diámetro de orificio que se forma más frecuentemente en la tubería.

De esta forma, se pretende conocer cual sería la zona de seguridad para la protección en caso del daño catastrófico probable por evento de explosión, considerando las consecuencias ocasionadas por las ondas de sobrepresión.

Los datos de la simulación de riesgo se proporcionan en la información aquí anexada, la cual debe considerarse con reservas ya que el análisis de riesgo tiene un grado de incertidumbre independientemente del software que se emplee.

### 1. Formación de Nubes Tóxicas

Para la determinación del riesgo de formación de nubes tóxicas, en las siguientes tablas se presenta la información que permite analizar el potencial de los componentes del **gas natural** a manejar por **IGASAMEX** y que pudieran originar o causar daños adversos en la salud de los individuos expuestos.

Se debe tener en cuenta que el **gas natural** es una mezcla de gases ligeros e inflamables, tales como metano, etano, nitrógeno, propano y butano, la mayor parte de ellos hidrocarburos alifáticos.

Los cuatro primeros son simples asfixiantes. Sólo el butano presenta ya características de toxicidad, con un TLV de 800 ppm.

Componentes del gas natural (en porcentaje)

Componentes del gas natural	% en volumen
Metano	83 - 99
Etano	1 - 13
Propano	0.1 - 3
Butano	0.2 - 1.0

Evaluación de la toxicidad de los componentes del gas natural

Componente	Presión de Vapor (a 21°C)	TLV ppm	IDLH ppm	LIE %	LSE %
METANO	gas	---	--	5.0	15.0
ETANO	38.0 kg/cm <sup>2</sup>	---	--	2.9	13.0

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686

NITROGENO	gas	---	--	N/A	N/A
PROPANO	7.6 Kg/cm <sup>2</sup> (109 psig)	---	--	2.1	9.5
BUTANO	1.1 Kg/cm <sup>2</sup> (16.3 psig)	800		1.8	8.5

Para la modelación de eventos de riesgo y en base a la identificación y jerarquización de riesgos, se eligió el evento que representa el mayor peligro por la cantidad de material involucrado, que es la fuga de **gas natural** en un tramo del gasoducto por ruptura o colapso del equipo.

Para efectos de modelación, se consideraron las siguientes características del gas natural:

#### Características fisicoquímicas generales del gas natural

Características	valor
Peso molecular	17.83 (g/MOL)
Punto de ebullición	-260°F (-162°C)
Punto de fusión	-297°F (-183°C)
Densidad relativa (gravedad específica)	0.667 (Agua=1)
Presión de vapor	GAS (mm Hg @ 20°C)
Densidad de vapor	0.55 (Aire=1)
Solubilidad en agua	Ligera (% por medio de volumen)
Información del pH	N/A
% volátiles por volumen	100
Velocidad de evaporación	Ebullen (Eter etílico=1)
Apariencia	Gas incoloro
Olor	Inoloro (Olor por mercaptano)
Límite inferior de inflamabilidad	4.5% en volumen
Límite superior de inflamabilidad	14.5% en volumen
IDLH	----- mg/m <sup>3</sup>
TLV	----- mg/m <sup>3</sup>

Debido a que la hoja de datos de seguridad de Pemex del gas natural no reporta valores de TLV y de IDLH, no se corrió el modelo de evaluación del riesgo de dispersión de vapores tóxicos. Sin embargo, para la modelación de eventos de fuga, incendio y explosión, se consideró una fuga inicial de gas natural.

Los puntos específicos elegidos para la modelación fueron aquellos que son característicos o representativos de prácticamente todo el sistema.

Para realizar la modelación de una fuga de **gas natural**, se consideraron las peores condiciones posibles, es decir el caso de una fuga que no es detectada y atendida a tiempo, fugándose el **gas natural** por un orificio de 1 pulgada de diámetro, con una estabilidad atmosférica tipo F, o sea muy estable, de noche, con nubosidad poco densa y sin capa de inversión.

## 2. Formación de Nubes Inflamables

Dadas las condiciones de operación del **gas natural**, se considera que los escenarios de riesgo más críticos y probables surgirían como consecuencia de incendios en las

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686

instalaciones. De esta forma se establecieron los escenarios de mayor riesgo relacionados con fuego y sus consecuencias.

En la evaluación de las áreas de riesgo por explosión o incendio, se tomó en cuenta el escenario que resulta de la fuga. En la estimación de la formación de gases inflamables, el modelo utilizado (Ver **Anexo C**) supone que los gases o vapores provienen de una emisión continua, misma que es dispersada predominantemente por difusión turbulenta y asume que la densidad del gas es cercana a la del aire.

La secuencia del cálculo consiste en encontrar las distancias en las que se tienen las concentraciones de los límites inferior y superior de inflamabilidad.

### 3. Formación de Nubes Explosivas

En la determinación de las distancias a las que se podrían presentar daños por efectos de la explosión de una nube de gas o vapor, se empleó un modelo para evaluación de daños provocados por nubes explosivas, mismo que consiste en efectuar una equivalencia de potencial explosivo de la sustancia en cuestión con respecto al trinitrotolueno.

Dado que al ocurrir una explosión se genera una serie de ondas expansivas circulares, de tal forma que las ondas de mayor presión forman una circunferencia cercana al centro de la nube, y las de menor presión forman circunferencias con diámetro mayor. El objeto del modelo es determinar la magnitud de estos diámetros.

El modelo asume las siguientes suposiciones:

- a) La fuga del gas es instantánea.
- b) La vaporización y formación de la nube se efectúa de acuerdo con las propiedades termodinámicas del gas o líquido antes de producirse la fuga.
- c) Se asume una nube cilíndrica cuya altura corresponde a su eje vertical.
- d) La nube no es distorsionada por el viento ni por estructuras o edificios cercanos.
- e) La composición de la nube es uniforme y su concentración corresponde a la media aritmética de los límites superior e inferior de explosividad del material.
- f) El calor de combustión del material se transforma a su equivalente en peso de Trinitrotolueno.
- g) La temperatura del aire se considera constante e igual a 70 °F.

Los resultados del modelo de simulación para los diferentes riesgos asociados se encuentran en el **Anexo C**.

Aunque este tipo de incidente es poco probable que ocurra, sobre todo en el interior del predio del usuario final, debido a que en las empresas, cuentan con toda clase de medidas de seguridad, incluyendo pararrayos, alarmas, sistema contra incendio, extintores, etc. cercanos a las **Estaciones de Medición y Regulación**, su simulación es realista.

Otros eventos que pudieran causar riesgos de incendio y posterior explosión, serían:

- a) Falla del sistema de **tubería de acero**, provocado por un mantenimiento deficiente, a un impacto o maltrato de la misma por acciones mal intencionadas, por prácticas de trabajo indebidas.
- b) Falla en las conexiones del ducto y sus accesorios, ocasionadas por el mal estado de las conexiones o descuido del contratista.
- c) Falla en bridas, juntas, válvulas, reguladores, ocasionadas por fatiga de materiales o a una mala especificación.
- d) Apertura de alguna válvula de seguridad por un mantenimiento deficiente o por un exceso de presión en el ducto provocado por un fuego externo o una sobrepresurización.

A continuación se presentan los casos supuestos como los eventos máximos probables de ocurrencia, determinados por el análisis **HAZOP**.

#### Caso 1.

- **Suposición:** Fuga de **Gas natural** por un orificio equivalente a **1/8" de diámetro nominal**
- **Localización:** En conexión defectuosa y sin mantenimiento de instrumentos de nivel o del arreglo para toma de muestras, en la **caseta de medición y regulación del punto de interconexión**.
- **Causas:** Corrosión interna o externa. Falla de la calidad de los materiales o fin del ciclo de vida útil de los materiales.
- **Identificación:** La identificación la realiza el operador de la instalación.
- **Consideraciones:** El tiempo máximo de detección y control de la fuga es **1.5 minutos** (tiempo máximo que tarda en actuar automáticamente la **válvula Slam-Shut**, en el patín de medición y regulación del punto de interconexión cuando de presenta una caída de presión anormal en el sistema); el gas fugado forma una nube por arriba del nivel de piso, encuentra una fuente de ignición y se da un incendio de bola de fuego. Debido a los sistemas redundantes de protección contra incendio de las instalaciones, este incendio, aun cuando se da dentro del área de medición y regulación, no ocasiona daños al gasoducto.

#### Caso 2.

- **Suposición:** Fuga de **Gas natural** por un orificio equivalente a **1" de diámetro nominal**
- **Localización:** En conexión defectuosa y sin mantenimiento de instrumentos de medición y regulación, o en la válvula de seguridad, en la **caseta de medición y regulación del punto de interconexión**.
- **Causas:** Corrosión interna o externa. Falla de la calidad de los materiales o fin del ciclo de vida útil de los materiales.
- **Identificación:** La identificación la realiza el operador de la instalación.
- **Consideraciones:** El tiempo máximo de detección y control de la fuga es **1.5 minutos** (tiempo máximo que tarda en actuar automáticamente la **válvula Slam-Shut**, en el patín de medición y regulación del punto de interconexión cuando de presenta una caída de presión anormal en el sistema); el gas fugado forma una nube por arriba del nivel de piso, por ser menos pesado que el aire, encuentra una fuente de ignición y se da un incendio de bola de fuego. Debido a los sistemas redundantes de protección contra incendio de las instalaciones, este incendio, aun cuando se da dentro del área de medición y regulación, no ocasiona daños al gasoducto.

#### Caso 3.

- **Suposición:** El peor caso. Fuga e incendio de **gas natural** por ruptura del ducto en la zona suburbana o rural (orificio de **2" de diámetro**).
- **Localización:** Ducto de **acero** que cruza la **carretera No. 45**.
- **Causas:** Error humano al efectuar trabajos de excavación con una pala mecánica.
- **Identificación:** La identificación la realiza la gente que trabaja en la zona.
- **Consideraciones:** El tiempo máximo de detección y control de la fuga es **10 minutos** (tiempo máximo que tarda en actuar automáticamente la **válvula Slam-**

---

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686

Cap. 3	Revisión 3	2012	Pág. 16 de 25
--------	------------	------	---------------

**Shut**, en el patín de medición y regulación del punto de interconexión cuando de presenta una caída de presión anormal en el sistema), por considerar que las instalaciones, cuentan con la infraestructura suficiente y el personal entrenado para atender la fuga. Se simuló que la fuga produce una nube inflamable, que se incendia y se produce una explosión.

### **Radio de afectación:**

Los radios que indican las zonas de daño en caso de incidente por incendio y explosión se muestran en los planos del **Anexo C**. A partir de los resultados de las simulaciones podemos establecer las consecuencias de los diferentes tipos de incidentes generados.

Como resultado del modelo (considerando una fuga a través de un orificio de 2" en algún punto del gasoducto, que se estima como un caso más probable de los tres citados arriba), para el caso de **riesgo de inflamabilidad** de una posible nube de gas generada a partir de una fuga, se considera una distancia de riesgo viento abajo de **75.59 metros**, correspondiente al valor del límite inferior de inflamabilidad (LFL) para una **estabilidad atmosférica clase F**.

En este caso los radios de afectación están dibujados desde un posible punto de fuga en el ducto, escogido al azar, en uno de los tramos *del Libramiento Celaya Sur a Salvatierra*, donde no existen construcciones ni asentamientos humanos de ningún tipo.

En el caso de una explosión de una nube de gas natural, la onda de sobrepresión de 0.5 psig, considerada como el valor que determina el límite de la **Zona de Seguridad o de Amortiguamiento**, puede presentarse hasta una distancia de **88.7 metros**, después de esta distancia no se presentan daños a las personas y ocasionalmente se provocan solo rupturas de vidrios. La onda de sobrepresión de 1.0 psig, que representa el límite de la **Zona de Alto Riesgo**, alcanza una distancia de **51.21 metros**

**La onda de sobrepresión de 29 psig** alcanza una distancia de **9.75 metros**, en esta zona los daños a las personas son fatales y se podría presentar la destrucción de estructuras civiles y destrucción de equipos.

Con base en los escenarios simulados podemos notar que el mayor riesgo en el proyecto del gasoducto en cuestión emergería por daños causados por fuego y/o explosión. En consecuencia, se ha otorgado especial énfasis al diseño de los sistemas de seguridad para la prevención, detección y control de siniestros.

Cabe mencionar que de acuerdo a las especificaciones de la normatividad oficial en cuanto a diseño y construcción, la presencia de cualquiera de los eventos antes indicados es muy remota, debido a la correcta aplicación que se tendrá de los códigos, estándares, reglamentos y buenas prácticas de operación y mantenimiento.

### **Descripción de riesgos con afectación potencial al entorno del tendido del gasoducto:**

El principal riesgo con afectación potencial al entorno del tendido del gasoducto, está representado en primera instancia por la probabilidad de que tenga lugar una fuga de gas natural, que en situaciones extremas pueden llegar a formar nubes inflamables y/o explosivas, dependiendo del volumen de gas fugado, del sitio específico del gasoducto donde tenga lugar y de las condiciones climatológicas imperantes, y por la posible ignición del gas inflamable fugado, ya sea en el cuerpo del gasoducto o en sus cuadros de regulación, debido a que la nube de gas inflamable y explosiva puede alcanzar una fuente de ignición. Sin embargo, tomando en cuenta las medidas de seguridad utilizadas, este tipo de eventos es poco probable.

---

#### **IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686

A fin de evaluar las posibles áreas de afectación resultantes de una fuga importante de gas natural, se partió de un modelo de simulación de fugas y derrames, mismo que permite el cálculo de la dispersión de un vapor proveniente de un área. La emisión se produce a nivel de piso, basándose en los valores de presión de vapor y peso molecular del gas natural, así como de los valores de velocidad del viento y estabilidad atmosférica. Como es de esperarse, el área de exclusión se ve modificada por el tipo de condiciones meteorológicas que predominen en el momento de la fuga y por el sitio del sistema del gas natural donde tuviera lugar la fuga, por lo que el modelo define un ángulo de variación o fluctuación de la pluma de gas o vapor que es función del tipo de estabilidad. De esta manera, se han efectuado simulaciones bajo distintas condiciones de estabilidad de la columna de aire (atmósfera inestable tipo B y atmósfera muy estable tipo F).

### Jerarquizar los riesgos identificados.

Considerando en su totalidad el sistema de conducción de gas natural (**ducto de acero de 6 y 3"** diámetro nominal y cuadros o patines de regulación) **podemos considerar que el riesgo es muy bajo**, dadas las características de inflamabilidad del gas natural, la baja presión de operación, y la presencia de otras empresas dentro de la zona. No existen casas habitación en las colindancias del trazo.

Como criterio principal para establecer la jerarquización de los posibles riesgos, se consideró la probabilidad de su acontecimiento a lo largo del gasoducto, para ello se tomaron en cuenta las fallas mecánicas, error humano y las medidas preventivas existentes.

### Metodología de jerarquización

Con la elaboración del **Índice Mond** podemos verificar cual es la magnitud de los riesgos contemplados en el sistema, así como su clasificación dependiendo de sus características propias, del proceso y de su instalación. Lo anterior nos permitirá conocer Índices de Fuego y Explosión, de Toxicidad en sus distintos niveles y nos lleva hasta la evaluación de un Índice Global de Riesgo. Asimismo esta evaluación nos permitirá verificar el impacto de las medidas, dispositivos y equipos de seguridad del sistema mismo, logrando con esto aminorar el impacto evaluado.

Índices Finales	Categoría
Ff.- Carga de Fuego	Ligero (de ¼ a ½ Horas)
Ef.- Índice de Explosión	Bajo
Af.- Índice Explosión Aérea	Alto
Rf.- Índice Total Mond	Bajo

Una vez identificados los puntos de riesgo en el ducto y las Estaciones de Medición y Regulación, utilizaremos una técnica cuantitativa de matriz de frecuencia contra consecuencia para poder jerarquizar y establecer el grado de importancia del riesgo tanto en su problema magnitud como en su ocurrencia, y obtener un índice de todos los riesgos potenciales a los que está sujeto.

La técnica utiliza índices de frecuencia, los cuales, al ser combinados en una matriz, generan un Índice Global de Riesgo. A continuación se describen los índices y la matriz de evaluación:

---

#### IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.

Bosque de Alisos No. 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686

### ÍNDICE DE GRAVEDAD

ÍNDICE DE GRAVEDAD		
RANGO	CONSECUENCIA	DESCRIPCIÓN
4	Catastrófica	Fatalidad / daños irreversibles y pérdidas de producción mayores a USD \$ 1'000,000,00
3	Severa	Heridas múltiples / daños mayores a propiedades y pérdidas de producción entre USD \$ 100,000,00 y USD \$ 1'000,000,00
2	Moderada	Heridas ligeras / daños menores a propiedades y pérdidas de producción entre USD \$ 10,000,00 y USD \$ 100,000,00
1	Ligera	No hay heridas / daños mínimos a propiedades y pérdidas de producción menores a USD \$ 10,000,00

### ÍNDICE DE FRECUENCIA

ÍNDICE DE FRECUENCIA		
RANGO	FRECUENCIA	DESCRIPCIÓN
4	Frecuente	Ocurre más de una vez al año
3	Poco Frecuente	Ocurre una vez entre 1 y 10 años
2	Raro	Ocurre una vez entre 10 y 100 años
1	Extremadamente Raro	Ocurre una vez entre 100 y 10 000 años o más

La jerarquización del riesgo está en función de la combinación de los factores establecidos, considerando que a **mayor calificación, mayor riesgo** y viceversa.

### ÍNDICE DE RIESGO

ÍNDICE DE RIESGO		
RANGO	RIESGO	DESCRIPCIÓN
1,2,3	Aceptable	Rango general aceptable. No se requieren medidas de mitigación y abatimiento
4 a 6	Aceptable con controles	Se debe revisar que los procedimientos de ingeniería y control se estén llevando a cabo en forma correcta y en su caso modificar los procedimientos de control del proceso
8,9	Indeseable	Se deben revisar tanto procedimientos de ingeniería como administrativos y en su caso modificar los procedimientos y controles en un período de 3 a 12 meses.
12 a 16	Inaceptable	Se deben revisar tanto procedimientos de ingeniería como administrativos, y en su caso modificar los procedimientos y controles, en un período de 3 a 6 meses.

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686

### MATRIZ DE JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS

MATRIZ DE JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS						
ÍNDICE DE RIESGOS		CONSECUENCIAS				
		Ligero	Moderado	Severo	Catastrófico	
		1	2	3	4	
FRECUENCIA	Frecuente	4	4	8	12	16
	Poco Frecuente	3	3	6	9	12
	Raro	2	2	4	6	8
	Extremadamente Raro	1	1	2	3	4

En la presente obra, para la **identificación de los escenarios de riesgo** se consideró lo siguiente.

- El diámetro del orificio que se forma en la tubería, principalmente por efectos de la corrosión, es variable aunque se considera que el de mayor frecuencia que puede presentarse es de 1.27 cm (0.5").
- El desgaste de la tubería por corrosión es más acentuado en tramos subterráneos, ello debido a que en tramos superficiales y en la interfase superficie-subsuelo, puede monitorearse su efecto con mayor frecuencia u oportunidad y aplicarse mantenimiento preventivo y correctivo
- En caso de formación de orificios en tramos de tubería superficial, ello ocasionado por **golpes accidentales**, el diámetro de mayor frecuencia es de 1.27 cm (0.5"). En este caso se utiliza un valor de 2".

Por otra parte, se consideran las siguientes **condiciones para efectuar la simulación del riesgo**.

- Las propiedades físicas y químicas del gas combustible que se transporta, permanecen constantes con respecto al tiempo.
- Para esta zona geográfica, la velocidad del viento se consideró de 4.5 mph.
- Bajo condiciones atmosféricas sin gran perturbación, y considerando la combinación de velocidad del viento y radiación solar y/o nubosidad, la estabilidad atmosférica es de tipo "B" y "F", moderadamente inestable y moderadamente estable.
- El volumen del fluido fugado por el orificio que se forma se estimará mediante la fórmula de Darcy para descarga de fluidos compresibles.
- El tiempo durante el cual el fluido se fuga está en función del tiempo de la detección y control del evento. Este caso se considera un tiempo máximo de 1.5 minutos, por la presencia de una válvula SLAM SHUT de cierre automático.

Como criterio principal para establecer la jerarquización de los posibles riesgos, se consideró la probabilidad de su acontecimiento a lo largo del ducto y de sus Estaciones de Medición tanto en la planta del usuario como en la interconexión con el gasoducto de **36"** de **PGPB**, para ello se tomaron en cuenta las fallas mecánicas, error humano y las medidas preventivas existentes.

De acuerdo a lo analizado por medio de metodologías y métodos computacionales, a continuación se presenta una tabla con la calificación global de riesgo para diferentes

eventos. Cabe mencionar que para incendio o explosión, se deberá haber presentado una fuga previamente.

### Jerarquización de Riesgos de Fugas

JERARQUIZACIÓN DE FUGAS			
EVENTO	CONSECUENCIA	FRECUENCIA	CALIFICACION GLOBAL
Caso 1 Fuga por corrosión en la tubería del patín de medición	1	1	1
Caso 2 Fuga por mal estado de una válvula	1	1	1
Caso 3 Fuga por mal estado o desgaste de conexiones	1	1	1
Caso 4 Fuga por una soldadura defectuosa	1	1	1
Caso 5 Fuga por ruptura parcial de tubería	2	1	2
Caso 6 Fuga por ruptura total de tubería	3	1	3
Caso 7 Fuga por sobrepresión en la línea o por mal estado de la válvula de seguridad (de desfogue)	1	3	3
Caso 8 Fuga por error de operación o de mantenimiento (error humano)	2	1	2
Caso 9 Fuga por un golpe en el ducto o sus accesorios	2	1	2
Caso 10 Fuga por sabotaje	1	2	2
Caso 11 Fuga por fenómenos naturales (sismos, huracanes, etc.)	1	1	1

Como se puede apreciar en la tabla anterior, la consecuencia es la misma en cualquiera de los casos debido a que no es tóxico y que la frecuencia de ocurrencia es la que jerarquiza los eventos de fuga; en todos los casos se puede considerar como un evento aceptable teniendo los instrumentos de medición adecuados y tomando las medidas necesarias como mantenimiento preventivo entre otras.

Para la jerarquización de los riesgos restantes como son: incendio y explosión, se indican en las siguientes tablas en la que se consideran los eventos que se pueden generar debido a las fugas analizadas en tabla anterior.

### Jerarquización de Riesgos de Incendio

JERARQUIZACIÓN DE INCENDIO			
EVENTO	CONSECUENCIA	FRECUENCIA	CALIFICACION GLOBAL
Caso 1 Fuga por corrosión en la tubería del patín de medición	2	3	6
Caso 2 Fuga por mal estado de una válvula	1	1	1
Caso 3 Fuga por mal estado o desgaste de conexiones	1	1	1
Caso 4 Fuga por una soldadura defectuosa	2	2	4
Caso 5 Fuga por ruptura parcial de tubería	3	1	3
Caso 6 Fuga por ruptura total de tubería	4	1	4
Caso 7 Fuga por sobrepresión en la línea o por mal estado de la válvula de seguridad (de desfogue)	1	1	1
Caso 8 Fuga por error de operación o de mantenimiento (error humano)	3	1	3
Caso 9 Fuga por un golpe en el ducto o sus accesorios	3	1	3
Caso 10 Fuga por sabotaje	4	1	4
Caso 11 Fuga por fenómenos naturales (sismos, huracanes, etc.)	1	1	1

En la tabla anterior se puede observar que los casos 1, 4, 5, 6, 8, 9 y 10 son los más probables a propiciar alguna antorcha debido a que son los que se presentan con mayor frecuencia y los que tendrían una consecuencia más grave; éstos se consideran como aceptables con controles. En este tipo de casos se deben revisar y en su caso modificar los procedimientos de control del proceso así como llevar a cabo los programas de mantenimiento preventivo y correctivo. Los demás casos se consideran como aceptables.

### Jerarquización de Riesgos por Explosión

JERARQUIZACIÓN DE EXPLOSION			
EVENTO	CONSECUENCIA	FRECUENCIA	CALIFICACION GLOBAL
Caso 1 Fuga por corrosión en la tubería del patín de medición	1	1	1
Caso 2 Fuga por mal estado de una válvula	1	1	1
Caso 3 Fuga por mal estado o	1	1	1

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686

JERARQUIZACIÓN DE EXPLOSIÓN			
<b>desgaste de conexiones</b>			
<b>Caso 4 Fuga por una soldadura defectuosa</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Caso 5 Fuga por ruptura parcial de tubería</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
<b>Caso 6 Fuga por ruptura total de tubería</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>Caso 7 Fuga por sobrepresión en la línea o por mal estado de la válvula de seguridad (de desfogue)</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Caso 8 Fuga por error de operación o de mantenimiento (error humano)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Caso 9 Fuga por un golpe en el ducto o sus accesorios</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>6</b>
<b>Caso 10 Fuga por sabotaje</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>Caso 11 Fuga por fenómenos naturales (sismos, huracanes, etc.)</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Como se puede apreciar en la tabla anterior, el riesgo de que ocurra alguna explosión se daría en los casos 6, 9 y 10, ya que son los que presentan mayor consecuencia como lesiones serias o leves por objetos proyectados. Estos casos también se consideran aceptables con controles y también se tendrán que revisar y modificar los procedimientos de control. Los otros casos se consideran como aceptables.

De acuerdo a la metodología que se propuso (**HazOp**) para la **identificación de los puntos de riesgo de las instalaciones** y de la **evaluación del riesgo** (programa **ARCHIE**), el orden en que se pueden presentar los eventos de riesgo pueden ser de forma aislada o secuencial.

Los riesgos identificados se mencionan a continuación en orden de probabilidad de ocurrencia:

- 1.- Falla en las áreas sensibles del sistema, manifestándose como una fuga.
- 2.- Formación de una nube de gas inflamable y explosivo.
- 3.- Incendio de la nube de gas.
- 4.- Explosión de la nube de gas.

Jerarquizando los dos componentes del sistema de conducción del gas natural (ducto y cuadros de regulación), con base en la posible frecuencia y magnitud del riesgo probable en estas fases, se infiere que, en orden descendiente de riesgo, la importancia será:

- Cuadro de regulación en el punto de interconexión con el gasoducto de **36"** de **PGPB**.
- Cuadro de regulación (patín de medición y regulación) en el interior de las empresas contratantes del servicio.
- **Ducto de acero de 6 y 3" diámetro nominal.**

Los riesgos identificados en este análisis se jerarquizan por su mayor peligrosidad. Primeramente se presenta en orden descendente de peligrosidad, las áreas que presentan mayor riesgo **por la presencia de válvulas, reguladores y reductores de**

**presión** y en cada área se presentan a su vez los principales riesgos en orden descendente de peligrosidad.

La jerarquización de los riesgos también considera la posible formación de nubes inflamables y/o explosivas bajo ciertas condiciones de estabilidad atmosférica.

**1. Fuga de gas natural en el cuadro de medición y regulación principal (punto de interconexión con el gasoducto de 36" de PGPB)**

- a) Descarga continua de gas natural a través de la válvula de seguridad debido a una falla del regulador o debido a una poco probable sobrepresión en el gasoducto de **36"** de **PGPB** que podría provocar la formación de una nube tóxica, inflamable y explosiva en el cuadro de regulación del punto de interconexión.
- b) Fuga a través de una válvula en mal estado
- c) Fuga por ruptura de tubería
- d) Fuga a través de una conexión defectuosa de tuberías
- e) Falla de equipos automáticos de medición y control.
- f) Falla de equipos debido a vandalismo

**2. Fuga de gas natural en el cuadro de regulación secundario (dentro del predio de la empresa contratante del servicio)**

- a) Descarga continua de gas natural a través de la válvula de seguridad debido a una falla del regulador o debido a una poco probable sobrepresión en el gasoducto de suministro de **6 y 3"** que podría provocar la formación de una nube tóxica, inflamable y explosiva en el cuadro de regulación de la planta industrial.
- b) Fuga a través de una válvula en mal estado
- c) Fuga por ruptura de tubería
- d) Fuga a través de una conexión defectuosa de tuberías
- e) Falla de equipos automáticos de medición y control.

**3. Fuga de gas natural en un punto de la estructura del gasoducto**

- a. Fuga a través de una conexión defectuosa de tubería
- b. Fuga por sobrepresión
- c. Fuga por ruptura de tubería
- d. Fuga a través de una válvula en mal estado

**4. Incendio o explosión debido a:**

- a. Corto circuito en la instalación eléctrica
- b. Descontrol de la presión del gas en el cuadro de regulación principal
- c. Por fuga de gas natural en presencia de una fuente de ignición

**Otros riesgos que pueden incluir fallas en las instalaciones, tendrían relación con:**

- Baja presión en el sistema
- Sobre-presión en el sistema
- Fuego o explosión cerca o directamente relacionada con el gasoducto
- Cualquier fuga considerada peligrosa
- Peligro en un segmento importante del sistema

**Los riesgos también incluyen:**

- Desastres naturales (inundaciones, tornados, huracanes, terremotos, etc.)
- Disturbios civiles (mítines, etc.)
- Condiciones de reducciones de carga (como resultado de reducciones voluntarias u obligatorias en el uso de gas).

En el **Anexo E** se presentan los radios de afectación de las modelaciones realizadas. Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno del gasoducto proyectado, se consideró en las simulaciones de explosividad el 10% de la energía liberada, es decir, **un valor de 0.1 para el factor de producción de explosión**, que es la fracción de energía en una nube que será empleada en una explosión.

En los radios de afectación o diagrama de pétalos, para determinar la **Zona de Alto Riesgo** se utilizó como referencia la **onda de sobrepresión equivalente a 1.0 lb/plg<sup>2</sup>**, y para la **Zona de Amortiguamiento** se utilizó la **onda de sobrepresión correspondiente a 0.5 lb/plg<sup>2</sup>**.

<b>4. IDENTIFICACION DE MEDIDAS PREVENTIVAS PARA CONTROLAR, MITIGAR O ELIMINAR LAS CONSECUENCIAS Y REDUCIR SU PROBABILIDAD</b>	<b>2</b>
<b>4.1 Sistemas de seguridad</b>	<b>2</b>
Centro de mando	2
Dispositivos para determinar la dirección del viento	¡Error! Marcador no definido.
Equipos y/o sistemas contra incendios	¡Error! Marcador no definido.
Equipo/instalaciones contra explosiones	¡Error! Marcador no definido.
Equipo e instalaciones contra fugas, derrames y de contención	3
Equipo de protección personal de emergencia	5
Instalaciones de atención médica y equipo de primeros auxilios	6
Equipo y/o sistemas de comunicación y alarma	6
Unidades de transporte de personal	6
<b>4.2 Medidas preventivas</b>	<b>6</b>
Señalamientos	6

## 4. IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS PARA CONTROLAR, MITIGAR O ELIMINAR LAS CONSECUENCIAS Y REDUCIR SU PROBABILIDAD

### 4.1 Sistemas de seguridad

#### Centro de mando

El lugar donde se ubicará el centro de mando en caso fortuito de un incidente será dentro de alguna de las empresas usuarias del ducto. Gracias a que IGASAMEX mantiene siempre un estrecho contacto con sus clientes.

Las características con que debe contar el centro de mando son:

- Contar con equipos de comunicación (teléfono primordialmente)
- Fácil acceso
- Debe existir buena recepción radial (Radios intercomunicadores)

#### Dispositivos para determinar la dirección del viento

Se sabe, por sus características, que el material transportado por el ducto (Gas Natural), no presenta riesgo por toxicidad, además de que tiende a dispersarse de manera rápida en las condiciones atmosféricas de la zona, así como las características del área (campo abierto) por tal motivo al realizarse el estudio de dispersión correspondiente (ver modelaciones), la posibilidad de formación de una nube inflamable es muy remota, aunado a que las instalaciones externas (casetas de medición y regulación) no están habitadas continuamente. Independientemente de lo anterior se tiene instalado un cono de viento en la caseta del punto de interconexión el cual permite determinar la dirección del viento en la zona.

#### Extintores y/o sistemas contra incendios

Se tiene una protección suficiente por medio de extintores los cuales están ubicados en la caseta de interconexión y en las casetas de los usuarios. En la caseta de interconexión existen dos extintores, mientras que el número de extintores en las casetas de regulación de los usuarios serán especificados por cada uno de ellos, pero IGASAMEX cuenta con un extintor en cada caseta. Los extintores son del tipo PQS para fuegos tipo A, B y C de 6 kg de capacidad.

Además de los extintores ya listados, se cuenta con un Plan de Comunicación con la Unidad de Protección Civil, tanto municipal como Estatal; así como con el departamento de Bomberos de **Celaya y Apaseo El Grande**, en el caso de un incidente, para obtener apoyo inmediato.

En apego a la **NOM-007-SECRE-2010**, las estaciones de medición y regulación se construyen con materiales no combustibles.

Cada operador cuenta con un explosímetro portátil o un detector de atmósfera explosiva.

#### Equipo/Instalaciones contra explosiones

Nuevamente nos remitiremos a las características del gas natural, el cual al ser más ligero que el aire facilita su dispersión en la atmósfera, lo cual se respalda por medio de las simulaciones correspondientes (de dispersión y onda de choque). Debido a esto, no ha sido necesario considerar medidas preventivas que permitan mitigar los impactos de una onda de choque, solamente se tienen contempladas medidas que bloqueen o permitan

dentro de la operación misma del sistema, aislar para así evitar una emisión o fuga continua. Aún así, el diseño fue realizado de tal manera que las instalaciones externas, cuentan con el soporte y apoyo suficiente que permitan asegurarse de la integridad de la estructura; como medida adicional se cuenta en la caseta de medición y regulación principal (punto de interconexión) con un muro de tabicón adicionado con alambre de púas en su parte superior, que protege dicha instalación de impactos externos, vandalismo, etc. Es conveniente mencionar que la caseta cuenta con protección de muros y mampostería que pretenden centralizar algún incidente en caso de presentarse este. Asimismo los gabinetes usados para la medición, la iluminación y en general el diseño eléctrico con que se cuenta en planta están diseñados a prueba de explosión de acuerdo con la normatividad siguiente:

- NEC: Nacional Electric Code.
- NEMA: Nacional Electric Manufactures Association
- NTIE: Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas.
- **NOM-001-SEMP-1994**

### Equipo e instalaciones contra fugas, derrames y de contención

**A) La Caseta de Medición y Regulación Principal (Punto de Interconexión)** cuenta con:

- Válvula de corte automático (Slam-shut). Protege al sistema por alta y baja presión hacia un 10% por debajo de la entrega de **450 psig**. Si detecta esta condición será interpretada como una fuga mayor, la válvula es activada, cambia de puerto y cierra. Interrumpiendo la alimentación del gas al gasoducto.
- Válvula de corte principal en la tubería de alimentación a la estación de regulación y medición. En el caso de una fuga o algún otro incidente que ponga en peligro la zona, esta válvula permitirá aislar el gasoducto.
- No se requieren válvulas de seccionamiento, ya que de acuerdo a la norma **NOM-007-SECRE-2010**, la longitud del ducto no lo requiere, ya que el ramal principal mide menos de 24 kilómetros. Sin embargo, las dos válvulas de corte descritas anteriormente, funcionan como válvulas de seccionamiento, al encontrarse estratégicamente localizadas al principio del ducto (punto de interconexión)
- Reguladores de Presión marca *Fisher* y válvulas de corte asociadas. Su función es regular la presión recibida del gasoducto principal de **PGPB**, para ser transportado por el gasoducto.
- Una válvula de seguridad (alivio) para desfogar a la atmósfera, marca *Merger*, diseñada para que se prolongue el venteo hasta una altura de que permita dispersar el gas natural sin que presente riesgos al personal o a las instalaciones.
- Manómetros
- Sistema odorizante, a base de butil mercaptano para detectar posibles fugas.
- Tiene una ventilación cruzada a favor de los vientos dominantes para garantizar que el personal que opera, mantiene, inspecciona y supervisa la instalación no corra riesgos por acumulación de gases.
- Esta delimitada con muro de tabicón rematado con alambre de púas.

**B) Las Casetas de Regulación de los Usuarios**, instaladas en el interior de los predios de las empresas contratantes del servicio, cuentan con:

- Filtro de gas seco tipo “Y”
- Medidor de flujo rotatorio con contador integrado marca *Dresser*

---

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º. Piso. Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México, D.F. C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax 5259-7686

Cap. 4	Revisión 3	2012	Pág. 3 de 8
--------	------------	------	-------------

- Computador de Flujo.
- Reguladores marca *Fisher* y válvulas de corte asociadas. Cuya función es efectuar la segunda reducción de presión del sistema, a la que requiera cada usuario.
- Válvula de alivio (de seguridad)
- Válvula de corte principal
- Manómetros
- Cada caseta esta fabricada en lámina pintora, y rodeada por una cerca de malla ciclónica.
- La ubicación de la caseta cumple con los requerimientos de distancias establecidos en la *NOM-007-SECRE-2010*.
- Tiene una ventilación cruzada a favor de los vientos dominantes para garantizar que el personal que opera, mantiene, inspecciona y supervisa la instalación no corra riesgos por acumulación de gases
- Se pinta toda la tubería aérea de acero de los patines de medición y regulación (instalados dentro de los predios de los usuarios) de color blanco y amarillo limón. La pintura aplicada es para proteger contra la corrosión exterior y cumple con las especificaciones de la *NOM-007-SECRE-2010*.

Cabe señalar que el alcance de construcción, y de responsabilidad de la empresa IGASAMEX, termina en la brida que une el gasoducto con la brida de interconexión del sistema de gas interno de la planta del usuario, después de la estación de medición y regulación. Por lo tanto, aunque las casetas de medición y regulación están instaladas en el interior de los predios de los usuarios, ellos no son responsables de su operación y mantenimiento, ya que son propiedad de **IGASAMEX** y forman parte del permiso ambiental solicitado.

**C) El Cuerpo del Ducto de Acero** cuenta con:

- Protección Mecánica: Para el control de corrosión externa, la tubería cuenta con un recubrimiento **epóxico**, cumpliendo con las especificaciones de la Asociación Nacional de Aplicadores de Recubrimientos de Tubería (*National Associated of Pipe Coating Applicators, NAPCA*) y es realizado en planta del fabricante.
- Se cubren los accesorios y las soldaduras de campo con un sistema de cintas plásticas anticorrosiva de polietileno marca *POLIKEN*.
- Protección catódica: se utilizan **ánodos de sacrificio de magnesio** de alta potencia enterrados en intervalos regulares (de aproximadamente 180 metros entre cada uno), de acuerdo a los cálculos a realizar conforme al "*Pipe Line Rules of Thumb Handbook*". La instalación del número de ánodos y la distancia entre ellos depende, además, de un análisis de conductividad del suelo previo a la construcción. La fuente de corriente de este sistema utiliza la diferencia de potencial de oxidación entre el material del ánodo y la tubería. La protección de las tuberías se produce a consecuencia de la corriente que drena el ánodo durante su consumo. Toda la protección catódica se realiza de acuerdo a la norma **NOM-008-SECRE-1998**.
- Se instalan **estaciones de prueba** de tipo autosoportado (una cada kilómetro, una en cada extremo del ducto y en cada cruzamiento con carreteras o vías de ferrocarril), protegidos para servicio de intemperie e identificados adecuadamente, para lecturas periódicas de voltaje (potencial tubo/suelo), mediante cables eléctricos de medición, para verificar la eficiencia de la protección catódica, al inicio y al final de cada ramal o cuando el ducto se encuentre en sitios donde el

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º. Piso. Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México, D.F. C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax 5259-7686

Cap. 4	Revisión 3	2012	Pág. 4 de 8
--------	------------	------	-------------

riesgo de corrosión o daños es alto, como por ejemplo cruces de autopistas, vías férreas, etc. Dichos cables eléctricos para medición son fijados directamente sobre la tubería empleando un proceso de soldadura por aluminotermia, y recubriendo el punto de conexión con la tubería mediante material aislante eléctrico compatible con la protección mecánica y con el aislamiento del alambre. Las conexiones eléctricas de las estaciones de prueba o de registro de potencial se colocan sobre la estructura del poste de señalamiento.

- Juntas aislantes: Su misión es intercalarse en la conducción de forma que separa eléctricamente partes de las instalaciones de superficie y enterradas. Se instala una junta aislante tipo “monoblock”, en el punto de interconexión con [PGPB](#).

**D) Algunas *Otras Medidas* Generales incluyen:**

- El operador del sistema realiza inspecciones visuales de rutina en el equipo y el gasoducto al menos **tres veces por semana**, para detectar labores de construcción u otros factores que pudieran poner en riesgo la integridad del gasoducto. Además debe comprobar la medición de flujo, la presión de ajuste de los reguladores y el nivel del tanque de odorizante.
- *Asimismo, el operador, tres veces por semana checa el estado físico del ducto, de su recubrimiento, y revisa el equipo e instrumentación electrónica de las casetas de regulación y medición.*
- Las inspecciones de fugas son realizadas **dos veces al año** en todos los sistemas del gasoducto. Se emplean uno o más de los siguientes procedimientos para identificar fugas subterráneas:
  - 1- Inspección con Detector de gas
  - 2- Inspección de vegetación
  - 3- Prueba de jabón en tubos y conexiones expuestas.
- Se cuenta con un Plan de Emergencias a aplicarse en caso de presentarse un incidente en las instalaciones. Es revisado anualmente para asegurarse de que los procedimientos cumplen la aplicación actual.
- Se pretende establecer un programa de coordinación con la comunidad y autoridades.
- Dentro de las instalaciones está prohibido fumar y realizar actividades que pudieran generar fuentes de ignición.
- Los **señalamientos** de ubicación de la tubería de transporte (adecuados de acuerdo a la *NOM-007-SECRE-2010*), están instalados a ambos lados del derecho de vía, en cada cruce de una carretera y camino público, así como en los cambios de dirección y en otros puntos designados por la empresa, donde se indica claramente que se trata de una tubería de gas a alta presión, e incluyen un número de atención de emergencias que opera 24 horas del día, los 365 días del año.

**Equipo de protección personal de emergencia**

El Operador del ducto cuenta con un traje de seguridad tipo Nomex, el cual tiene un tratamiento que lo hace retardante al fuego, que será utilizado durante la atención de la emergencia. Durante la operación normal el equipo de protección con el que cuenta es el sig.:

- Ropa de algodón.
- Guantes de protección.

---

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º. Piso. Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México, D.F. C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax 5259-7686

- Botas con punta de casquillo.
- Googles.
- Tapones auditivos.
- Casco de protección.

### **Instalaciones de atención médica y equipo de primeros auxilios**

Si resultará alguna persona lesionada, ésta será canalizada al servicio médico, para que, dependiendo de la evaluación se le dé un tratamiento especializado. Cabe mencionar que se tendrá la coordinación con el personal de Protección Civil, en caso de una emergencia médica. En las camionetas que son asignadas a los proyectos, cuentan con un botiquín básico.

### **Sistemas y/o equipo de comunicación y alarma**

En caso de que el operador del ducto o cualquier usuario o persona en tránsito dentro de la *zona Industrial* detecte una fuga, emergencia o cualquier clase de problema con el ducto, se cuenta con:

- Señalamientos de seguridad a lo largo de todo el ducto y en las casetas de regulación y medición, con un teléfono de emergencia las 24 horas del día los 365 días del año.
- Así mismo, el operador y en general el personal de IGASAMEX cuenta con celulares.

Así mismo, se cuenta con estrecha coordinación con las autoridades municipales, quienes serán las encargadas de dar los avisos y/o instrucciones correspondientes a la población. Para dar la voz de evacuación se contará con silbatos.

### **Unidades de transporte de personal**

El operador del ducto cuenta con **una camioneta Pick Up** equipada con herramienta especial para la correcta operación del sistema; útil para moverse a lo largo del Derecho de Vía y desde la caseta principal hasta la caseta del usuario final, indispensable para realizar la inspección al ducto. Este vehículo podrá ser utilizado en caso de una emergencia.

## **4.2 Medidas preventivas**

De acuerdo a la política de *IGASAMEX*, el personal debe ser entrenado y capacitado no sólo a su ingreso a la empresa, sino constantemente y de manera continua. La temática y calendarización anual se encuentran al final del capítulo.

### **Señalamientos**

Se colocaron señalamientos en el campo y avisos de tipo informativo, restrictivo y preventivo durante todas las etapas del proyecto, con el fin de garantizar que el equipo e infraestructura en general no sea dañado debido a carencias de información al público en general.

*Los avisos incluyen la colocación de postes, mediante los cuales se informa al público de la existencia de la tubería y de las acciones que deben evitarse, además del teléfono de*

*emergencia de la compañía, para que den aviso en el caso de presentarse una situación que ponga en peligro la integridad de las personas y de sus bienes.*

Los señalamientos de ubicación de la tubería de transporte, son instalados a ambos lados del derecho de vía, en cada cruce de una carretera, camino público y de ferrocarril, así como en los cambios de dirección y en otros puntos designados por la empresa.

*Se deben instalar las señales necesarias para localizar e identificar la tubería de transporte, así como delimitar la franja de terreno donde se aloja (ancho del Derecho de Vía) y reducir consecuentemente la posibilidad de daño o interferencia.*



El tamaño y características del letrero del señalamiento, cumple con lo especificado en la **NOM-007-SECRE-2010** párrafo 11.25.

Se cuenta con señalamientos adecuados de acuerdo a la **NOM-007-SECRE-2010**, donde se indica claramente que se trata de una tubería de gas a alta presión, e incluyen un número de atención de emergencias que opera 24 horas.

*Los anuncios o señalamientos cuentan con postes metálicos permanentes de aproximadamente 2 metros de altura, enterrados a 40 cms por lo que la altura efectiva es de 1.60 metros, localizados a ambos lados del derecho de vía, en cada cruce de una carretera, camino público y de ferrocarril, así como en los cambios de dirección. La separación entre uno y otro es de 100 a 200 metros, de acuerdo a como se considere necesario, ya que no se tiene definida una distancia estándar.*

Las dimensiones que empleamos para los señalamientos son de 10" x 14", y las letras tienen un tamaño definido de 25.4 mm de alto x 6 mm de ancho, para "Tubería de Alta Presión", "Gas Natural". El color empleado es fondo amarillo y letras negras.

Los señalamientos son de lámina galvanizada, impresos en ambos lados.

**Los avisos que se colocan se inspeccionan periódicamente y se les da mantenimiento con el fin de garantizar su permanente legibilidad y visibilidad.**

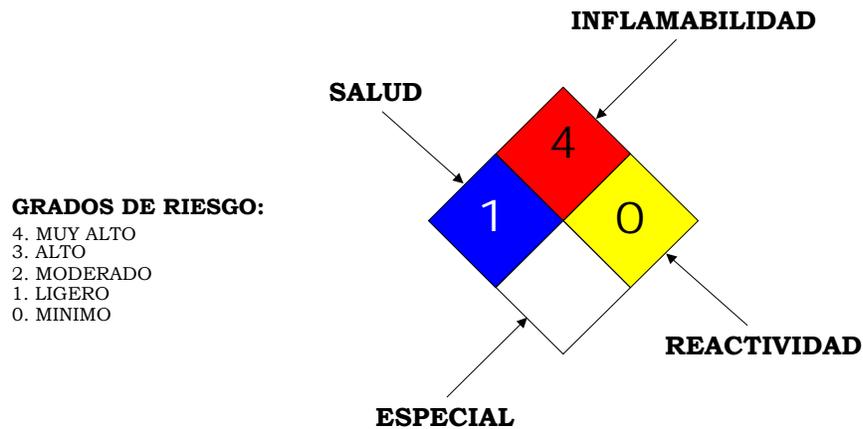
Cabe aclarar que se cuenta con un teléfono de emergencia que opera las 24 horas del día y que permite localizar al personal de nuestra empresa en cualquier momento. Este servicio de operadora, es proporcionado por la empresa **OFINTEL, S.A. de C.V.**, a través de un número **01-800** para reportar emergencias las 24 horas, los 365 días del año.

Textualmente, los señalamientos cuentan con la siguiente leyenda:



Por otro lado, en las casetas de regulación y medición se colocan letreros de no fumar, así como el rombo de identificación de riesgos de la NFPA-704:

## Rombo de Clasificación de Riesgos NFPA-704





**PROGRAMA DE CAPACITACION INTERNA IGASAMEX  
2012**

CURSO	Expositor	No de Part.	Participantes			Duración
						hrs.
1	Manejo a la defensiva	Guillermo Hernandez (GHM)	15	General		3.00
2	Equipo de proteccion personal	Guillermo Hernandez (GHM)	15	General		1.00
3	Atencion a emergencias	Pablo Lopez (P)	15	General		2.00
4	Primeros auxilios	Cruz Roja	15	General		8.00
5	Canalizacion de prospectos del area de Desarrollo de negocios	Marcela Gastelum (MGA)	15	General		1.00
6	SCADA	Emilio Pijoan (EPS)	15	General		2.00
8	Laboratorio del fuego	Bomberos SRJ	15	General		8.00
10	Pruebas de soldaduras	Radiólogo	15	Jefes de Operación y Operadores		4.00
14	Análisis de fallas	Frigus Bohn	15	General		2.00
15	Metrología (incertidumbre)	Frigus Bohn	15	General		2.00
11	Válvulas Slam-shut	Seversa	15	Jefes de Operación y Operadores		4.00
12	Introducción a la Aplicación de O&M	Oscar Perez (OPL)	15	General		2.00
						<b>39.00</b>

**PROGRAMA**

<b>Capacitacion Basica</b>	
<b>Grupo 1</b>	
Marcelo Magaña	
Cesar Hurtado	
Alejandro Campos	
Emanuel Sandoval	
Supervisor de Seg. Tijuana	
Rolando Velazquez R	
Julio A. Mora Gonzalez	
Jose Carlos Pérez	
Sergio A. Tellez Guerra	
<b>Grupo 2</b>	
Hugo Gonzalez	
Carlos Carranza	
Carlos Alfredo Fernandez	
J. Antonio Villegas	
Bruno F. Garcia C	
Karel Cruz	
Helionáí Cruz Berruecos	
Edgar Fernandez S	
Juan Pablo Lara M.	
Jesus Meraz Fernandez	
<b>Grupo 3</b>	
Jose Antonio Mota	
Nefatali Lopez Morales	
Hernan Arias Morales	
Benjamin Rosales	
Octavio Muñoz	
Hodin Escalante	
Bernardo Ortega	

<b>MARZO SEMANA 13</b>					
	L-26	M-27	M-28	J-29	V-30
9-10 AM	SCADA	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	P. SOLD.	AT. EMERG
10-11 AM	SCADA	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	P. SOLD.	AT. EMERG
11-12 AM	METROLOGIA	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	P. SOLD.	ANALISIS FA
12-13 PM	METROLOGIA	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	P. SOLD.	ANALISIS FA
13-14 PM	CANALIZ.	COMIDA	PRIM.AUX	COMIDA	INTRO O&M
14-15 PM	COMIDA	LAB. FUEGO	COMIDA	SLAM-SHUT	COMIDA
15-16 PM	MANEJO	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	SLAM-SHUT	EPICOR
16-17 PM	MANEJO	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	SLAM-SHUT	EPICOR
17-18 PM	MANEJO	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	SLAM-SHUT	EPP

<b>MAYO SEMANA 21</b>					
	L-21	M-22	M-23	J-24	V-25
9-10 AM	SCADA	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	P. SOLD.	AT. EMERG
10-11 AM	SCADA	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	P. SOLD.	AT. EMERG
11-12 AM	METROLOGIA	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	P. SOLD.	ANALISIS FA
12-13 PM	METROLOGIA	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	P. SOLD.	ANALISIS FA
13-14 PM	CANALIZ.	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	COMIDA	INTRO O&M
14-15 PM	COMIDA	COMIDA	COMIDA	SLAM-SHUT	COMIDA
15-16 PM	MANEJO	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	SLAM-SHUT	EPICOR
16-17 PM	MANEJO	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	SLAM-SHUT	EPICOR
17-18 PM	MANEJO	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	SLAM-SHUT	EPP

<b>JULIO SEMANA 30</b>					
	L-23	M-24	M-25	J-26	V-27
9-10 AM	SCADA	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	P. SOLD.	AT. EMERG
10-11 AM	SCADA	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	P. SOLD.	AT. EMERG
11-12 AM	METROLOGIA	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	P. SOLD.	ANALISIS FA
12-13 PM	METROLOGIA	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	P. SOLD.	ANALISIS FA
13-14 PM	CANALIZ.	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	COMIDA	INTRO O&M
14-15 PM	COMIDA	COMIDA	COMIDA	SLAM-SHUT	COMIDA
15-16 PM	MANEJO	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	SLAM-SHUT	EPICOR
16-17 PM	MANEJO	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	SLAM-SHUT	EPICOR
17-18 PM	MANEJO	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	SLAM-SHUT	EPP

Ing. Rafael Gonzalez Dominguez  
Subdirector de Operación

**5. PROGRAMA DE ACTIVIDADES A REALIZAR, DERIVADAS DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL PRESENTADO POR EL ESTABLECIMIENTO O INSTALACION** **2**

## **5. PROGRAMA DE ACTIVIDADES A REALIZAR, DERIVADAS DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL PRESENTADO POR EL ESTABLECIMIENTO O INSTALACION**

El objetivo de realizar estos procedimientos de mantenimiento es detallar el trabajo requerido, dentro de un marco de seguridad adecuado, además de una operación confiable de todas las instalaciones de la línea de transporte de gas natural y las instalaciones que se tienen en las plantas donde se entrega el gas natural (casetas de medición/regulación).

Los registros generados como consecuencia de las actividades de mantenimiento para cada sistema, se anotan en bitácora que se localiza en el punto de interconexión. Adicionalmente se cuenta con formatos de operación y mantenimiento, los cuales se muestran a continuación.





# IGASAMEX BAJIO, S. DE R.L. DE C.V.

BOSQUES DE ALISOS 47-A 50 PISO, COL. BOSQUES DE LAS LOMAS

C.P. 05120, MEXICO, D.F., PH. (55) 5000-5100, FAX 5259-8085

## IGASAMEX

### REPORTE DE PATRULLAJE DEL GASODUCTO

SISTEMA: _____	FECHA: _____	REV. <b>4</b>
LLENADO POR: _____	FRECUENCIA: <b>MENSUAL</b>	RO-002-02

Localización de la tubería: \_\_\_\_\_ Km \_\_\_\_\_

Indicaciones de Fuga  Cambio de coloración del suelo  
 Vegetación muerta

Otros (Describir): \_\_\_\_\_

Condición en los cruces de carretera \_\_\_\_\_ Km \_\_\_\_\_

Condición en los cruces de ferrocarril \_\_\_\_\_ Km \_\_\_\_\_

Condición en los cruces de arroyos \_\_\_\_\_ Km \_\_\_\_\_

Condición de los registros de valvulas de seccionamiento: \_\_\_\_\_ Km \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ No. De Tag. \_\_\_\_\_

Condicion de Señalizaciones del gasoducto	<input type="checkbox"/>	En cada extremo, DDV	Cantidad _____
	<input type="checkbox"/>	Cruzamientos ferrocarriles	Estado fisico _____
	<input type="checkbox"/>	Cruzamientos carreteras	

Condicion de Tomas de Potencial \_\_\_\_\_ Km \_\_\_\_\_

Condicion de Derecho de Via \_\_\_\_\_ Km \_\_\_\_\_

Asentamientos irregulares o nuevas construcciones \_\_\_\_\_ Km \_\_\_\_\_

Otros (describir): \_\_\_\_\_

Corrosión en instalaciones superficiales o adyacentes. \_\_\_\_\_

Seguimiento de Mantenimientos en DDV \_\_\_\_\_

Reparaciones por mantenimiento (de requerirse) por: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

Vigilancia por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Supervisado por: \_\_\_\_\_



# IGASAMEX BAJIO, S. DE R.L. DE C.V.

BOSQUES DE ALISOS 47-A 50 PISO, COL. BOSQUES DE LAS LOMAS  
C.P. 05120, MEXICO, D.F., PH. (55) 5000-5100, FAX 5259-8085

## IGASAMEX

### REPORTE DE MANTENIMIENTO A CASETA DE MEDICION

SISTEMA: _____	FECHA: _____	REV. 3
LLENADO POR: _____	FRECUENCIA: TRIMESTRAL	RO-003-02

Usuario: \_\_\_\_\_

#### **Daños en las instalaciones:**

	Cumplimiento	Observaciones
Letreros	<input type="checkbox"/>	_____
No fumar	<input type="checkbox"/>	_____
No acceso	<input type="checkbox"/>	_____
Rombo NFPA704	<input type="checkbox"/>	_____
Advertencia (Amarillo)	<input type="checkbox"/>	_____
Extintor	<input type="checkbox"/>	_____
Pararrayos	<input type="checkbox"/>	_____
Sistema de tierras	<input type="checkbox"/>	Valor en Ohms _____
Bardas y puertas	<input type="checkbox"/>	_____
Pintura de tubería	<input type="checkbox"/>	_____
Paneles solares	<input type="checkbox"/>	Valor de Entrega de Volts _____ Limpieza <input type="checkbox"/>
Sopotería	<input type="checkbox"/>	_____
Manómetros	<input type="checkbox"/>	_____
Soporte de Tubería	<input type="checkbox"/>	_____
Area en General	<input type="checkbox"/>	_____
Registros Subterráneos de Valvulas de Seccionamiento	<input type="checkbox"/>	_____

	Cumplimiento	Observaciones
<b>Extinguidores:</b>	<input type="checkbox"/>	_____
Estado físico	<input type="checkbox"/>	_____
Datos del proveedor	<input type="checkbox"/>	_____
Características del proveedor	<input type="checkbox"/>	_____
Daños a manómetro y mangueras	<input type="checkbox"/>	_____
Corrosión	<input type="checkbox"/>	_____
Nivel de presión	<input type="checkbox"/>	_____

Fecha de llenado \_\_\_\_\_ Próximo llenado \_\_\_\_\_

Condición del indicador:  Normal  Sobrecarga  Vacío

Elaborado por: \_\_\_\_\_

Supervisado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_



# IGASAMEX BAJIO, S. DE R.L. DE C.V.

BOSQUES DE ALISOS 47-A 50 PISO, COL. BOSQUES DE LAS LOMAS  
C.P. 05120, MEXICO, D.F., PH. (55) 5000-5100, FAX 5259-8085

**IGASAMEX**

## REPORTE TRIMESTRAL DE ODORIZACION DE GAS

SISTEMA: _____	FECHA: _____	REV. 3
LLENADO POR: _____	FRECUENCIA: <b>TRIMESTRAL</b>	RO-004-03

Usuario: \_\_\_\_\_ Prueba Sniff:  Odorizador

Distancia entre el punto de prueba y el Odorizador \_\_\_\_\_ Kilómetros

Tipo de dosificación \_\_\_\_\_ Diametro del Orificio de la placa \_\_\_\_\_

**NIVEL DE ODORIZACION**

1 Ausencia \_\_\_\_\_

2 Levemente Detectable \_\_\_\_\_

3 Detectable \_\_\_\_\_

CAPACIDAD DEL TANQUE \_\_\_\_\_ GALONES

1.0 Nivel inicial del tanque: \_\_\_\_\_

2.0 Odorizante agregado: \_\_\_\_\_

3.0 Odorización total (1 + 2): \_\_\_\_\_

4.0 Nivel final del tanque: \_\_\_\_\_

5.0 Odorizante utilizado en el trimestre (3-4): \_\_\_\_\_

6.0 Volumen de gas transportado en el trimestre: \_\_\_\_\_ MMCF

7.0 Relación Odorizante/gas (5/6): \_\_\_\_\_ gal/MMCF

8.0 Valor de referencia: \_\_\_\_\_ **0,10** gal/MMCF

Elaborado por: \_\_\_\_\_

Supervisado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_





**IGASAMEX BAJIO, S. DE R.L. DE C.V.**

BOSQUES DE ALISOS 47-A 50 PISO, COL. BOSQUES DE LAS LOMAS

C.P. 05120, MEXICO, D.F., PH. (55) 5000-5100, FAX 5259-8085

**IGASAMEX**

**REPORTE TRIMESTRAL DE INSPECCION DE REGULADORES (BASICO)**

SISTEMA: _____	FECHA: _____	REV. 3
LLENADO POR: _____	FRECUENCIA: <b>TRIMESTRAL</b>	RO-006-01

Marca:	_____	_____
Modelo:	_____	_____
No. Identificación:	_____	_____
Línea:	_____	_____
Tamaño:	_____	_____
No. Serie:	_____	_____
No. Colada:	_____	_____
Condición de Internos:	_____	_____
Piloto (si aplica): Set Point	_____	_____
Operación (+ - 10%):	_____	_____
Sello del Regulador	_____	_____
Sello del Piloto	_____	_____
Fecha de Inspección:	_____	_____
Inspección por:	_____	_____
Lubricación:	Sí _____ No _____ N/A _____	Sí _____ No _____ N/A _____

Marca:	_____	_____
Modelo:	_____	_____
No. Identificación:	_____	_____
Línea:	_____	_____
Tamaño:	_____	_____
No. Serie:	_____	_____
No. Colada:	_____	_____
Condición de Internos:	_____	_____
Piloto (si aplica): Set Point	_____	_____
Operación (+ - 10%):	_____	_____
Sello del Regulador	_____	_____
Sello del Piloto	_____	_____
Fecha de Inspección:	_____	_____
Inspección por:	_____	_____
Lubricación:	Sí _____ No _____ N/A _____	Sí _____ No _____ N/A _____

Marca:	_____	_____
Modelo:	_____	_____
No. Identificación:	_____	_____
Línea:	_____	_____
Tamaño:	_____	_____
No. Serie:	_____	_____
No. Colada:	_____	_____
Condición de Internos:	_____	_____
Piloto (si aplica): Set Point	_____	_____
Operación (+ - 10%):	_____	_____
Sello del Regulador	_____	_____
Sello del Piloto	_____	_____
Fecha de Inspección:	_____	_____
Inspección por:	_____	_____
Lubricación:	Sí _____ No _____ N/A _____	Sí _____ No _____ N/A _____

\* Indicar si hay golpes, corrosión externa, tubería, falta de pintura, etc.

Elaborado por: \_\_\_\_\_

Supervisado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_



# IGASAMEX BAJIO, S. DE R.L. DE C.V.

BOSQUES DE ALISOS 47-A 50 PISO, COL. BOSQUES DE LAS LOMAS

C.P. 05120, MEXICO, D.F., PH. (55) 5000-5100, FAX 5259-8085

## REPORTE SEMESTRAL DE PROTECCION CATODICA - CONTINUIDAD ELECTRICA

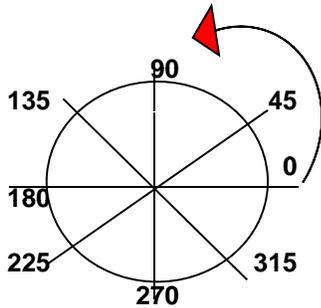
SISTEMA: _____	FECHA: _____	REV. 3
LLENADO POR: _____	FRECUENCIA: SEMESTRAL	RO-008-02

Usuario: \_\_\_\_\_

Fecha de Inspección(es): \_\_\_\_\_

Equipo empleado: \_\_\_\_\_ Fecha de calibración: \_\_\_\_\_

Continuidad:				<b>Observaciones</b>
Junta monoblock	Se detectó continuidad?	Sí _____	No _____	_____
Aisladores	Se detectó continuidad?	Sí _____	No _____	_____



Tamaño y clase de Brida	Numero de aisladores	
Localización del aislador	Continuidad	Posc.

Venteos en cruces: \_\_\_\_\_

Tipo de cruce: \_\_\_\_\_ Kilometraje del Cruce \_\_\_\_\_

Se detecto continuidad entre Tubo y Venteos      Sí \_\_\_\_\_      No \_\_\_\_\_

Se requiere reparación?       SI       NO

Fecha propuesta (no mayor a 6 meses): \_\_\_\_\_

Descripción del mantenimiento realizado: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Actividades pendientes       SI       NO

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Elaborado por: \_\_\_\_\_

Supervisado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_



# IGASAMEX BAJIO, S. DE R.L. DE C.V.

BOSQUES DE ALISOS 47-A 50 PISO, COL. BOSQUES DE LAS LOMAS

C.P. 05120, MEXICO, D.F., PH. (55) 5000-5100, FAX 5259-8085

## IGASAMEX

### REPORTE ANUAL DE ODORIZACION DEL GAS

SISTEMA: _____	FECHA: _____	<b>REV. 4</b>
LLENADO POR: _____	FRECUENCIA: <b>ANUAL</b>	<b>RO-009-03</b>

Usuario: \_\_\_\_\_ Kilometraje: \_\_\_\_\_

Tipo de Odorizante \_\_\_\_\_

Capacidad del tanque: \_\_\_\_\_ Litros

Tipo de dosificación \_\_\_\_\_ Diámetro del Orificio de la placa \_\_\_\_\_

#### Resumen de los reportes trimestrales RO-004-03

1	Consumo anual de odorizante	<input style="width:90%;" type="text"/>	gal
	Trimestre 1	_____	
	Trimestre 2	_____	
	Trimestre 3	_____	
	Trimestre 4	_____	

2	Consumo anual de gas	<input style="width:90%;" type="text"/>	MMCF
	Trimestre 1	_____	
	Trimestre 2	_____	
	Trimestre 3	_____	
	Trimestre 4	_____	

3 Relación de odorización \_\_\_\_\_ gal/MMCF

4 Valor de referencia: **0,10** gal/MMCF

Elaborado por: \_\_\_\_\_

Supervisado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_



# IGASAMEX BAJIO, S. DE R.L. DE C.V.

BOSQUES DE ALISOS 47-A 50 PISO, COL. BOSQUES DE LAS LOMAS  
C.P. 05120, MEXICO, D.F., PH. (55) 5000-5100, FAX 5259-8085

## IGASAMEX

### REPORTE DE MEDICION DE ESPESORES

SISTEMA: _____	FECHA: _____	<b>REV. 1</b> <b>RO-010-00</b>
LLENADO POR: _____	FRECUENCIA: <b>ANUAL</b>	

Sitio de Inspección: \_\_\_\_\_

#### ISOMETRICO

#### MEDICION ULTRASONICA DE ESPESORES EN MILESIMAS DE PULGADA

No.	DIAM exterior	Cedula	0°	90°	180°	270°	Presion de operaci3n (psig)	Espesor m3n. Requerido	Accion Requerida
1								0,0000	
2								0,0000	
3								0,0000	
4								0,0000	
5								0,0000	
6								0,0000	
7								0,0000	
8								0,0000	
9								0,0000	
10								0,0000	
11								0,0000	
12								0,0000	

Equipo de inspecci3n: \_\_\_\_\_  
 No. de Serie: \_\_\_\_\_  
 Fecha de calibraci3n: \_\_\_\_\_  
 No. De certificado: \_\_\_\_\_

Elaborado por: \_\_\_\_\_

Supervisado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_



**IGASAMEX**

**IGASAMEX BAJIO, S. DE R.L. DE C.V.**

BOSQUES DE ALISOS 47-A 50 PISO, COL. BOSQUES DE LAS LOMAS

C.P. 05120, MEXICO, D.F., PH. (55) 5000-5100, FAX 5259-8085

**REPORTE DE INSPECCION DE FUGAS**

SISTEMA: _____	FECHA: _____	REV. 3
LLENADO POR: _____	FRECUENCIA: <b>ANUAL</b>	RO-011-003

Fecha de Inicio de la inspección: \_\_\_\_\_ Fecha de Conclusión: \_\_\_\_\_

Metodo de Inspeccion:    Detector de Gas        Jabonadura        Ionizacion de flama   

   Vegetación Muerta   

Equipo Utilizado: \_\_\_\_\_ Marca: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_

Fecha de Calibración: \_\_\_\_\_ Proxima Calibración: \_\_\_\_\_

Localización del sistema: \_\_\_\_\_ Kilometraje: \_\_\_\_\_

Tubería en Línea Regular: \_\_\_\_\_ Valor Max. obtenido en PPM de gas: \_\_\_\_\_

No. De Reporte: \_\_\_\_\_ Kilometraje: \_\_\_\_\_

Registros de Valvulas de seccionamiento: \_\_\_\_\_ Valor Max. obtenido en PPM de gas: \_\_\_\_\_

No. De Reporte: \_\_\_\_\_ Kilometraje: \_\_\_\_\_

Accesorio: \_\_\_\_\_

Caseta de Regulación: \_\_\_\_\_ Valor Max. obtenido en PPM de gas: \_\_\_\_\_

No. De Reporte: \_\_\_\_\_ Usuario: \_\_\_\_\_

Accesorio: \_\_\_\_\_

Caseta de Medición: \_\_\_\_\_ Valor Max. obtenido en PPM de gas: \_\_\_\_\_

No. De Reporte: \_\_\_\_\_ Usuario: \_\_\_\_\_

Accesorio: \_\_\_\_\_

Venteos en chaquetas: \_\_\_\_\_ Valor Max. obtenido en PPM de gas: \_\_\_\_\_

Comentarios Adicionales: \_\_\_\_\_

Vigilancia por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Supervisado por: \_\_\_\_\_



# IGASAMEX BAJIO, S. DE R.L. DE C.V.

BOSQUES DE ALISOS 47-A 50 PISO, COL. BOSQUES DE LAS LOMAS

C.P. 05120, MEXICO, D.F., PH. (55) 5000-5100, FAX 5259-8085

## IGASAMEX

### REPORTE DE INSPECCION DE VALVULAS DE CORTE O SECCIONAMIENTO DEL SISTEMA

SISTEMA: _____	FECHA: _____	REV. 2
LLENADO POR: _____	FRECUENCIA: ANUAL	RO-012-01

Caseta en:  Cliente: \_\_\_\_\_ Interconexión  Fecha: \_\_\_\_\_

Fabricante: \_\_\_\_\_  
 Modelo o Tipo: \_\_\_\_\_  
 No. De Identificación: \_\_\_\_\_  
 No. Serie: \_\_\_\_\_  
 No. Colada: \_\_\_\_\_  
 Tamaño: \_\_\_\_\_  
 Puerto: \_\_\_\_\_  
 Lubricación: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ N/A \_\_\_\_\_  
 Inspección por: \_\_\_\_\_

La válvula abrió y cerró al 100%? SI  NO  Porque: \_\_\_\_\_

Al cerrar, se detectó que el gas sigue pasando? SI  NO  Porque: \_\_\_\_\_

Condición de:

Cuerpo: \_\_\_\_\_

Tubería: \_\_\_\_\_

Pintura: \_\_\_\_\_

Descripción del mantenimiento realizado: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Actividades pendientes  SI  NO

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Vigilancia por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Supervisado por: \_\_\_\_\_



# IGASAMEX BAJIO, S. DE R.L. DE C.V.

BOSQUES DE ALISOS 47-A 50 PISO, COL. BOSQUES DE LAS LOMAS

C.P. 05120, MEXICO, D.F., PH. (55) 5000-5100, FAX 5259-8085

## IGASAMEX

### REPORTE DE INSPECCION DE REGULADORES DE PRESION

SISTEMA: _____	FECHA: _____	<b>REV. 3</b>
LLENADO POR: _____	FRECUENCIA: _____	<b>ANUAL</b>
		<b>RO-013-03</b>

Usuario: \_\_\_\_\_ No. De Identificación: \_\_\_\_\_

Posición del Regulador: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Fabricante: \_\_\_\_\_

Modelo o Tipo: \_\_\_\_\_ Tamaño: \_\_\_\_\_

No. Serie: \_\_\_\_\_ No. Colada: \_\_\_\_\_

Condición de:

Asientos del Regulador: \_\_\_\_\_ Diafragmas de regulador: \_\_\_\_\_

Resortes del regulador: \_\_\_\_\_ Sello del regulador: \_\_\_\_\_

Asientos del Piloto: \_\_\_\_\_ Diafragmas del Piloto: \_\_\_\_\_

Resortes del Piloto: \_\_\_\_\_ Sello del Piloto: \_\_\_\_\_

Numero de serie de partes reemplazadas: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Presiones de Operación: Entrada: \_\_\_\_\_ Punto de Ajuste: \_\_\_\_\_

Fecha del Ultimo de Mantenimiento: \_\_\_\_\_ Realizado por: \_\_\_\_\_

Causa del Mantenimiento      **Correctivo**       **Preventivo**       **Predictivo**

Nivel de sello del Regulador      Al 0 % \_\_\_\_\_ Al 25 % \_\_\_\_\_ Al 50 % \_\_\_\_\_      Al 75 % \_\_\_\_\_ Al 100 % \_\_\_\_\_

Sello de Piloto Monitor      Al 0 % \_\_\_\_\_ Al 25 % \_\_\_\_\_ Al 50 % \_\_\_\_\_      Al 75 % \_\_\_\_\_ Al 100 % \_\_\_\_\_

Sello de Piloto de Trabajo      Al 0 % \_\_\_\_\_ Al 25 % \_\_\_\_\_ Al 50 % \_\_\_\_\_      Al 75 % \_\_\_\_\_ Al 100 % \_\_\_\_\_

Se recorrió el rango de apertura del regulador hasta estar completamente abierto?      SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Descripción del mantenimiento realizado: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Actividades pendientes       SI       NO

Vigilancia por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Supervisado por: \_\_\_\_\_



**IGASAMEX**

**IGASAMEX BAJIO, S. DE R.L. DE C.V.**

BOSQUES DE ALISOS 47-A 50 PISO, COL. BOSQUES DE LAS LOMAS  
C.P. 05120, MEXICO, D.F., PH. (55) 5000-5100, FAX 5259-8085

**REPORTE DE INSPECCION DE VALVULAS DE SEGURIDAD**

SISTEMA: _____	FECHA: _____	REV. 3 RO-014-03
LLENADO POR: _____	FRECUENCIA: <b>ANUAL</b>	

Usuario: \_\_\_\_\_ No. De Identificación: \_\_\_\_\_  
 Fabricante: \_\_\_\_\_ Modelo o Tipo: \_\_\_\_\_  
 Tamaño: \_\_\_\_\_ No. Serie: \_\_\_\_\_ No. Colada: \_\_\_\_\_  
 Capacidad: \_\_\_\_\_ Tamaño de Orificio: \_\_\_\_\_  
 Tipo de Orificio: \_\_\_\_\_ Presión de Ajuste: \_\_\_\_\_

**Datos obtenidos antes del Mantenimiento:**

Numero de Burbujas Permitidas:    Al 0 % \_\_\_\_\_ Al 25 % \_\_\_\_\_ Al 50 % \_\_\_\_\_ Al 75 % \_\_\_\_\_ Al 100 % \_\_\_\_\_  
 Numero de Burbujas Obtenidas:    Al 0 % \_\_\_\_\_ Al 25 % \_\_\_\_\_ Al 50 % \_\_\_\_\_ Al 75 % \_\_\_\_\_ Al 100 % \_\_\_\_\_

**Datos obtenidos despues del Mantenimiento:**

Numero de Burbujas Permitidas:    Al 0 % \_\_\_\_\_ Al 25 % \_\_\_\_\_ Al 50 % \_\_\_\_\_ Al 75 % \_\_\_\_\_ Al 100 % \_\_\_\_\_  
 Numero de Burbujas Obtenidas:    Al 0 % \_\_\_\_\_ Al 25 % \_\_\_\_\_ Al 50 % \_\_\_\_\_ Al 75 % \_\_\_\_\_ Al 100 % \_\_\_\_\_

Fecha para proximo Mantenimiento o Revision: \_\_\_\_\_

Condición de:

Asientos de la Válvula \_\_\_\_\_ Diafragma de la Válvula: \_\_\_\_\_  
 Resortes de la Válvula \_\_\_\_\_ Sello de la Válvula: \_\_\_\_\_  
 Asientos del Piloto: \_\_\_\_\_ Diafragmas del Piloto: \_\_\_\_\_  
 Resortes del Piloto: \_\_\_\_\_ Sello del Piloto: \_\_\_\_\_

REVISION DEL PUNTO DE AJUSTE:     Correcto     Incorrecto

Procedimiento de revisión: Véase el Procedimiento POPM-001-00 "Prueba de Válvulas de Alivio"

Equipo utilizado para prueba: \_\_\_\_\_ No. de Serie: \_\_\_\_\_  
 Fecha de Calibración: \_\_\_\_\_ Numero de Certificado: \_\_\_\_\_

Vigilancia por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Supervisado por: \_\_\_\_\_



IGASAMEX

ESTUDIO DE CLASE DE LOCALIZACION DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

SISTEMA: _____	FECHA: _____	REV. _____
LLENADO POR: _____	FRECUENCIA: _____	ANUAL
		RO-015-00

Distribución de la Población

No. De Tramo: \_\_\_\_\_ Plano de Referencia: \_\_\_\_\_ Kilometraje Inicial \_\_\_\_\_ Kilometraje Final \_\_\_\_\_

Zona de Ubicación de Tubería: Rural  Habitacional  Industrial

Numero de Construcciones \_\_\_\_\_ Tipo de Construcción \_\_\_\_\_ Distancia del ducto: \_\_\_\_\_

Descripción de las Construcciones: \_\_\_\_\_

Tipo de Infraestructura adyacente: \_\_\_\_\_

Nivel de transito: \_\_\_\_\_

No. De Barreras Naturales \_\_\_\_\_ Tipo y ubicación de Barreras Naturales: \_\_\_\_\_

Clase de Localización Actual: \_\_\_\_\_

Clase de Localización resultado de la inspección: \_\_\_\_\_

Croquis del plano de Referencia con la revisión de la Clase de Localización

Notas:

- a) Si la Clase de Localización excede la Clase de Diseño (véase el Anexo iii.1 del Manual de Operación), informe inmediatamente a la Gerencia de Operación, Gerencia de Seguridad y Gerencia de Proyectos.
- b) Anexe fotografías, planos, esquemas, o cualquier otro tipo de información que respalde el presente estudio
- c) De acuerdo a la NOM-007-SECRE-2010, el área de estudio es de 1600 m de largo x 200 m de ancho.

Vigilancia por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Supervisado por: \_\_\_\_\_



# IGASAMEX BAJIO, S. DE R.L. DE C.V.

BOSQUES DE ALISOS 47-A 50 PISO, COL. BOSQUES DE LAS LOMAS

C.P. 05120, MEXICO, D.F., PH. (55) 5000-5100, FAX 5259-8085

## IGASAMEX

### REPORTE DE REPARACION

SISTEMA: _____	FECHA: _____	REV. 4
LLENADO POR: _____	FRECUENCIA: ANUAL	RO-016-03

Localización y tipo de la falla: \_\_\_\_\_

Fecha de la falla: \_\_\_\_\_

Causa de la Falla:

Corrosión externa: _____	Corrosión Interna: _____
Falla en Material: _____	Falla en Soldadura: _____
Esfuerzo Excesivo: _____	Por Construcción (externos): _____
Nombre del Contratista: _____	
Otro (Especificar): _____	

Tipo de Tubería      Acero       Polietileno       Tubing

Cedula de tubería de acero: 150#       300#       600#

**Tipo de falla:**

Fuga: \_\_\_\_\_      Valor en PPM \_\_\_\_\_      Escape: \_\_\_\_\_

**Tipo de Tubería:**

Acero recubierto: \_\_\_\_\_ Cedula o Esp. \_\_\_\_\_ Acero s/recubrimiento: \_\_\_\_\_ Cedula o Esp. \_\_\_\_\_

Polietileno Alta Densidad       Cedula: \_\_\_\_\_      Polietileno Baja Densidad       Cedula o Esp: \_\_\_\_\_

Tamaño de tubería: \_\_\_\_\_

Clase de Localización      1      2      3      4      Presión de la Tubería en el sitio de reparación: \_\_\_\_\_

**Reparación en:**      Tubería \_\_\_\_\_      Soldadura \_\_\_\_\_      Tapón \_\_\_\_\_

                         Válvula \_\_\_\_\_      Conexión \_\_\_\_\_      Tubing \_\_\_\_\_

                         Otro (Especificar) \_\_\_\_\_

                         Sobre nivel de Piso \_\_\_\_\_      Subterráneo \_\_\_\_\_

Naturaleza de la reparación: \_\_\_\_\_

Fecha de Inicio: \_\_\_\_\_      Fecha de Terminación: \_\_\_\_\_

Materiales utilizados en la reparación: \_\_\_\_\_

Equipo utilizado: \_\_\_\_\_

Comentarios: \_\_\_\_\_

Vigilancia por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

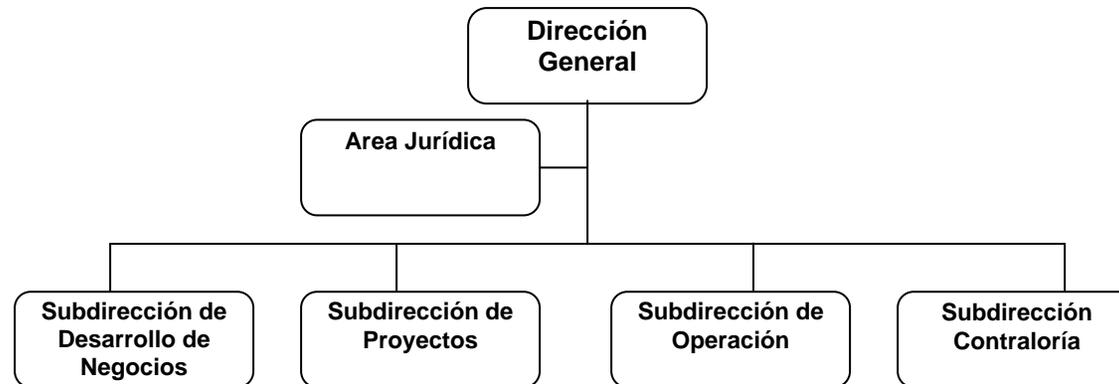
Supervisado por: \_\_\_\_\_

<b>6</b>	<b>PLAN DE RESPUESTA DE EMERGENCIAS</b>	<b>2</b>
<b>6.1</b>	<b>Procedimientos específicos para la respuesta a los posibles eventos de riesgo identificados dentro de la instalación</b>	<b>2</b>
	Organigrama de IGASAMEX	2
	Organigrama de operación	¡Error! Marcador no definido.
	Organigrama de proyectos	¡Error! Marcador no definido.
	Organigrama contraloría	¡Error! Marcador no definido.
	Organigrama desarrollo de negocios	¡Error! Marcador no definido.
	Unidad interna para la prevención de incidentes	5
	Estructura de IGASAMEX para respuesta a emergencia	6
<b>6.2</b>	<b>Funciones</b>	<b>6</b>
	Jefe de mandos	6
	Coordinador general del plan de emergencias	6
	Coordinador de evacuación y fugas	7
	Coordinador contra incendios y primeros auxilios	8

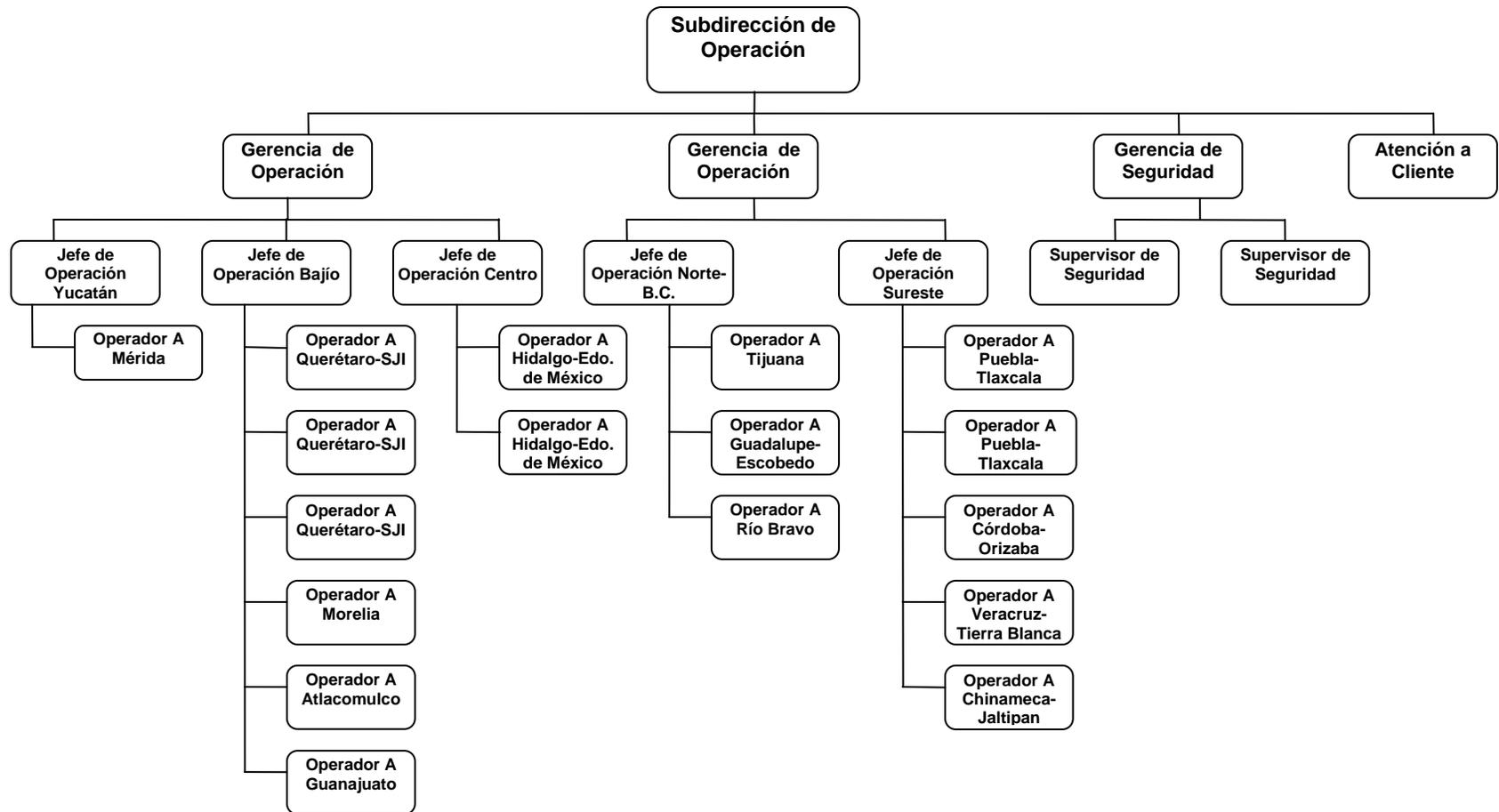
## 6 PLAN DE RESPUESTA DE EMERGENCIAS

### 6.1 Procedimientos específicos para la respuesta a los posibles eventos de riesgo identificados dentro de la instalación

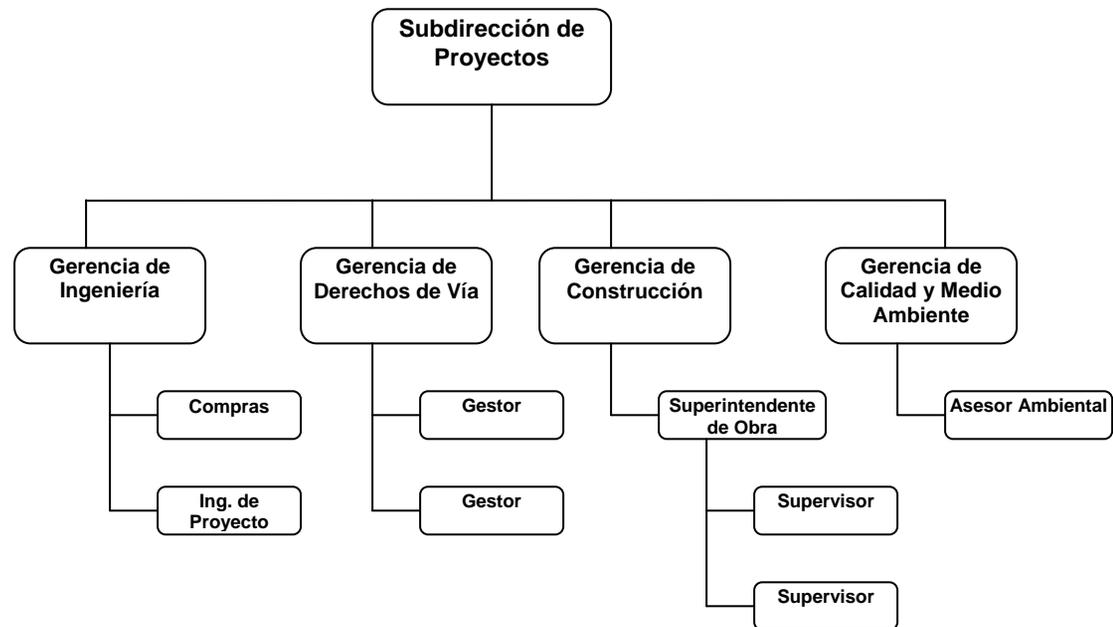
*Organigrama de IGASAMEX*



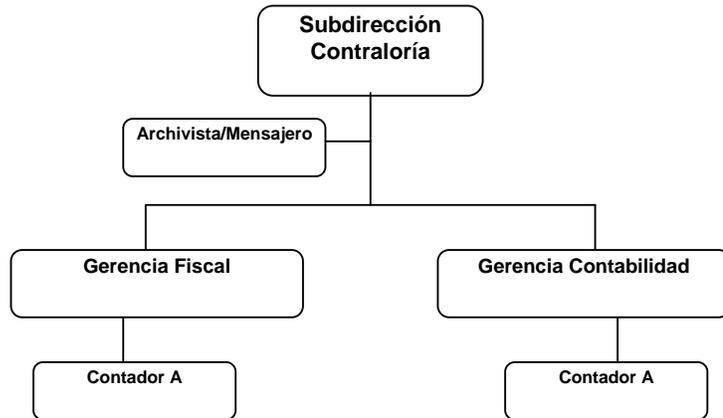
### Organigrama de Operación



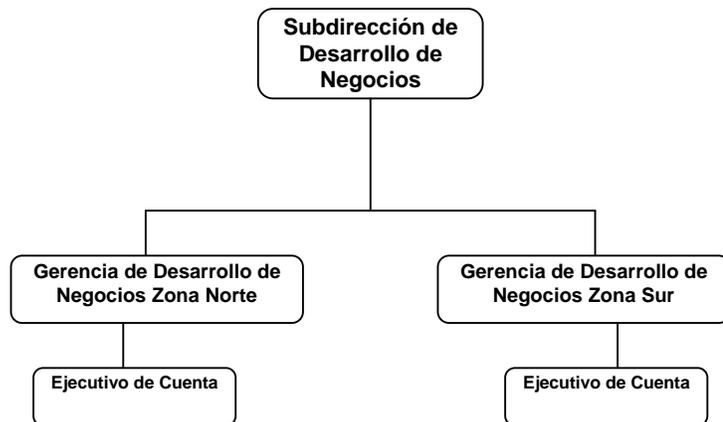
### Organigrama de Proyectos



### Organigrama Contraloría



### Organigrama Desarrollo de Negocios



#### Unidad Interna para la Prevención de Incidentes

La Unidad está encabezado por el Director (Jefe de mandos), seguido por el Coordinador General del Plan de Emergencia. El resto del equipo está conformado por los responsables de cada área, los cuales son:

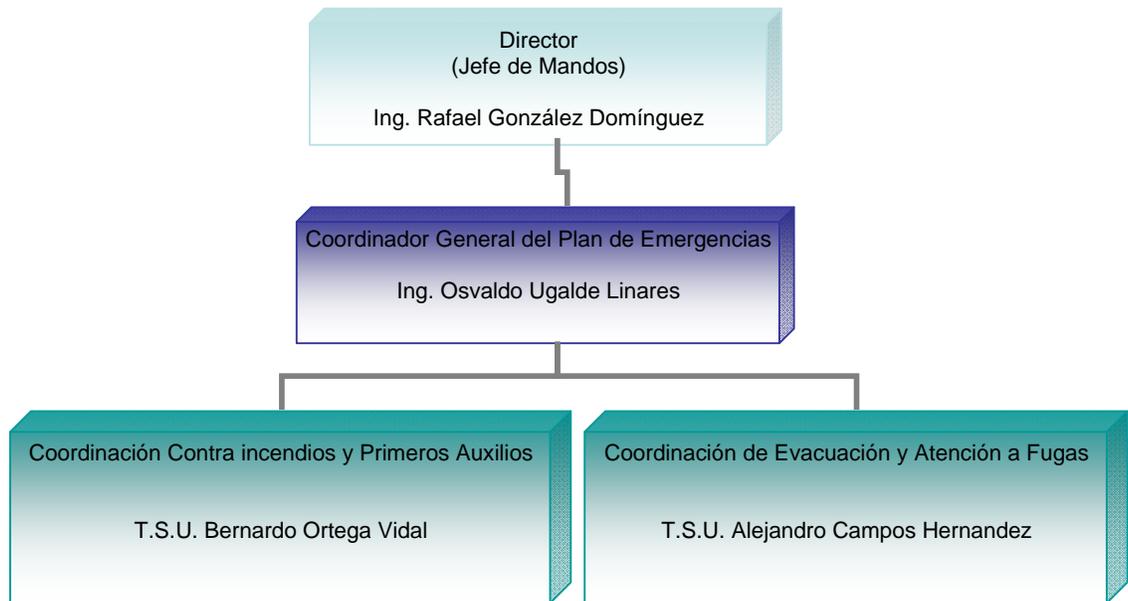
- Coordinador de Evacuación y Fugas,
- Suplente de Evacuación y Fugas,
- Coordinador contra Incendios y de Primeros Auxilios, y
- Suplente contra Incendios y de Primeros Auxilios.

Cada área cuenta con el personal de apoyo respectivo, tal como se muestra en el Organigrama.

Cabe mencionar que la Unidad Interna para la Prevención de Incidentes está conformado por personal de Operación y Seguridad de **IGASAMEX**.

**ESTRUCTURA DE IGASAMEX PARA RESPUESTA A EMERGENCIA.**

**FIGURA 1**



**6.2 Funciones**

**JEFE DE MANDOS**

- Es el responsable máximo de la operación segura del ducto.
- En conjunto con el Coordinador general establece lineamientos normativos con el objeto de unificar criterios para la elaboración de un Programa de Prevención de Accidentes en las distintas áreas y colindancias de las instalaciones.
- Revisa periódicamente los aspectos logísticos, de comunicación, de disponibilidad de recursos humanos y la adecuada implementación y mantenimientos del Programa de Prevención de Accidentes.
- En estrecha cooperación con el Coordinador General revisa el inventario de recursos materiales necesarios para la eventual respuesta a emergencias.

**COORDINADOR GENERAL DEL PLAN DE EMERGENCIAS**

- Establece lineamientos normativos en conjunto con el Jefe de Mandos, con el objeto de unificar criterios para la elaboración de un Programa de Prevención de Accidentes en las diferentes áreas y colindancias de las instalaciones.
- Diseñar, elaborar, operar y mejorar de manera constante el Programa de Prevención de Accidentes de las instalaciones.
- Capacitar a todo el personal para brindar una eficaz respuesta a emergencias. La capacitación tendrá énfasis en los siguientes puntos:
  - Conocimiento de la hoja de seguridad (MSDS) y comportamiento del gas natural.
  - Ejecución coordinada del plan y procedimientos de emergencia.
  - Responsabilidades de cada área en el plan de emergencia.
  - Respuesta a diferentes tipos de situaciones/condiciones de emergencia.

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º. Piso. Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México, D.F. C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax 5259-7686

- Todos los entrenamientos y capacitaciones se verificarán por medio de auditorías de campo.
- Asegurar que los planos y registros del sistema de distribución estén actualizados y a disposición del Coordinador de Evacuación, Coordinador contra Incendios y de primeros auxilios.
  - Establecer y mantener actualizado el sistema de información y comunicación que incluye directorios de integrantes de la Organización para la Prevención de Incidentes, manteniendo informado al Jefe de mandos sobre la disponibilidad de recursos humanos.
  - Establecer y mantener actualizado el inventario de recursos materiales.
  - Consolida los medios de colaboración y coordinación con autoridades y organismos de los sectores público, privado y social.
    - Funcionarios Municipales.
    - Departamento de Bomberos.
    - Departamento de Policía.
    - Hospitales.
    - Servicio de ambulancia.
    - Dirección de Protección Civil.
    - Otros servicios públicos de apoyo, emisoras de radio y T.V.
  - Organización y capacitación continua de los integrantes de la Organización de Emergencias para responder ante un evento.
  - Asume el control logístico y de toma de decisiones directas, en caso de siniestro, en estrecha coordinación con los coordinadores.
  - Asegurarse que se integren los registros correspondientes a interrupción y reanudación del servicio de gas natural. Verificar que el servicio a los clientes haya sido restablecido en forma adecuada y segura, o que la línea de servicio esté perfectamente cerrada y asegurada hasta que pueda restablecer el servicio en forma segura, decidiendo así, después de las pertinentes inspecciones, sobre el fin de la emergencia.
  - Dirigir todas las investigaciones internas y externas de fugas de gas.

#### **COORDINADOR DE EVACUACIÓN Y FUGAS**

- Dirigir programas destinados a educar al público en general y a terceros en reconocer eventos potenciales de emergencia de gas.
- Se asegurará de controlar las posibles fugas existentes, realizando las actividades respectivas y comunicando la situación al Coordinador General.
- Conocer la ubicación de las válvulas de seccionamiento de cada uno de los sectores que conforman el sistema de distribución.
- Localizar y supervisar el cierre de las válvulas de bloqueo, aquellas sobre las que se necesitarán actuar para cortar el suministro de gas a la zona afectada por la emergencia.
- Decidirá sobre las necesidades del corte de suministro a clientes interrumpibles e ininterrumpibles de ser necesario.
- Decidirá sobre la necesidad o no de la evacuación. (Conociendo el nivel de concentración de gas en el ambiente y radio de afectación), en estrecha coordinación con el Coordinador Gral.
- Durante la emergencia deberá:
  1. Asumir el control *in-situ*.
  2. Asegurarse que posee la información suficiente para poder actuar.
  3. Mantener contacto con las autoridades locales.
  4. En caso de que se requiera, solicitar la ayuda necesaria a otros departamentos municipales y/o a otros organismos.
  5. Mantener estrecha comunicación con el Coordinador General.

---

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º. Piso. Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México, D.F. C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax 5259-7686

### **COORDINADOR CONTRA INCENDIOS Y PRIMEROS AUXILIOS**

Sus acciones se centran en el caso eventual de un siniestro:

- Conocer la ubicación de las válvulas de seccionamiento de cada uno de los sectores que conforman el sistema de distribución.
- Localizar y supervisar el cierre de las válvulas de bloqueo, aquellas sobre las que se necesitarán actuar para cortar el suministro de gas a la zona afectada por la emergencia.
- Decidirá sobre las necesidades del corte de suministro a clientes interrumpibles e ininterrumpibles de ser necesario.
- Conocer la exacta ubicación de equipos contra incendio, así como la disponibilidad de los mismos, tanto de IGASAMEX como los proporcionados por las empresas usuarias del ducto. Así como conocer la operación de los mismos.
- En caso de que la emergencia rebase la capacidad de respuesta de la Unidad Interna para la prevención de Incidentes de IGASAMEX, decidirá, en estrecha coordinación con el Coordinador de Evacuación y Fugas, y el Coordinador General, sobre la solicitud de apoyo externo.
- Se asegurará que la integridad física de todos los empleados no se encuentre afectada.
- En caso de que existan personas lesionadas o heridas, proporcionar los primeros auxilios y asegurarse de que sean trasladadas al servicio médico u hospital más cercano, en caso de requerir asistencia especializada.

**7 DIRECTORIO DE LA ESTRUCTURA FUNCIONAL PARA LA RESPUESTA  
A EMERGENCIAS 2****7.1 Directorio de la estructura funcional para la instrumentación del plan de  
respuesta a emergencias al interior y exterior de las instalaciones 2**

Directorio organizacional	2
Titulares de la unidad interna para la prevención de incidentes	2
Suplentes para el comité para la prevención de incidentes	3
Recursos humanos	7

## 7 DIRECTORIO DE LA ESTRUCTURA FUNCIONAL PARA LA RESPUESTA A EMERGENCIAS

### 7.1 Directorio de la estructura funcional para la instrumentación del plan de respuesta a emergencias al interior y exterior de las instalaciones

#### **DIRECTORIO ORGANIZACIONAL**

<b>PUESTO</b>	<b>NOMBRE</b>
Subdirector de Operación	Ing. Rafael González Domínguez
Gerente de Seguridad	Ing. Edgar Mayorga Villegas
Gerente de Operación	Ing. Osvaldo Ugalde Linares
Supervisor de Seguridad	Ing. Guillermo Hernández Morales
Integridad de Ductos	Ing. Carlos Alfredo Fernández
Operador de la Zona	T.S.U. Alejandro Campos Hernández

Es necesario señalar que sólo se cuenta con una persona laborando directamente en las instalaciones del ducto (operador), por lo que el será el encargado de implementar las acciones de coordinación para llevar a cabo la atención de emergencias.

#### **TITULARES DE LA UNIDAD INTERNA PARA LA PREVENCIÓN DE INCIDENTES**

##### **JEFE DE MANDOS**

<b>Nombre:</b>	<b>Rafael González Domínguez</b>
Puesto:	Subdirector de Operación
Puesto en la organización para emergencias:	Jefe de Mandos
Localización:	México, Distrito Federal
Número telefónico/IGASAMEX:	(55) 5000-5161
Número celular:	555406-7066
Número particular:	(55) 5446-0250

##### **COORDINADOR GENERAL DE PLAN DE EMERGENCIAS**

<b>Nombre:</b>	<b>Osvaldo Ugalde Linares</b>
Puesto:	Gerente de Operación
Puesto en la organización para emergencias:	Coordinador General del Plan de Emergencias
Localización:	Querétaro
Número telefónico/IGASAMEX:	(55) 5000-5100

---

---

Número Celular:	442359-9110
Número particular:	(442) 220-0097

---

---

### **COORDINACIÓN DE EVACUACIÓN Y FUGAS**

---

---

<b>Nombre:</b>	<b>Alejandro Campos Hernández</b>
Puesto:	Operador de la Zona
Puesto en la organización para emergencias:	Coordinador de Evacuación y Fugas
Localización:	Villagrán
Número celular:	461101-1637

---

---

### **COORDINADOR CONTRA INCENDIOS Y PRIMEROS AUXILIOS**

---

---

<b>Nombre:</b>	<b>Bernardo Ortega Vidal</b>
Puesto:	Jefe de Operación
Puesto en la organización para emergencias:	Coordinador Contra incendios y Primeros Auxilios
Localización:	Celaya
Número celular:	442226-2251

---

---

### **SUPLENTES PARA EL COMITÉ PARA LA PREVENCIÓN DE INCIDENTES**

#### **SUBCOORDINACIÓN GENERAL**

---

---

<b>Nombre:</b>	<b>Edgar Mayorga Villegas</b>
Puesto:	Gerente de Seguridad
Puesto en la organización para emergencias:	Suplente de Coordinación General
Localización:	México, D.F.
Número telefónico/IGASAMEX:	(55) 5000-5175
Numero celular:	555403-4885
Número particular:	(55) 5587-1550

---

---

#### **SUBCOORDINADOR DE EVACUACIÓN Y FUGAS**

---

---

<b>Nombre:</b>	<b>Guillermo Hernández Morales</b>
Puesto:	Supervisor de Seguridad

---

---

Puesto en la organización para emergencias:	Suplente del Coordinador de la Brigada de Evacuación y Fugas
Localización:	Querétaro
Número telefónico/IGASAMEX:	(55) 5000-5100
Número Celular:	442219-7569
Número Particular	(419)

### SUBCOORDINADOR CONTRA INCENDIOS Y DE PRIMEROS AUXILIOS

<b>Nombre:</b>	<b>Carlos Alfredo Fernández</b>
Puesto:	Integridad de Ductos
Puesto en la organización para emergencias:	Suplente del Coordinador de la Brigada Contra incendios y Primeros Auxilios
Localización:	Puebla
Número telefónico/IGASAMEX:	(55) 5000-5100
Número Celular:	246142-8638
Número Particular	(247) 100-6440

### EN EL AREA DE GUANAJUATO (Lada 01-473)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	7331634
PROTECCIÓN CIVIL ESTATAL	01800-714-7911
SISTEMA DE URGENCIAS DEL ESTADO	7330911
CLÍNICA HOSPITALARIA DEL ISSSTE	7310318
H.G.Z. No. 10 GTO. 2N	7326996
CRUZ ROJA	7320487
HOSPITAL GENERAL (SSA)	7331573, 7331576 Ext. 129
CENTRO DE SALUD URBANO DE GUANAJUATO	7321178
BOMBEROS	7323357
TRÁNSITO Y TRANSPORTE DEL ESTADO	7334880
FUERZAS DE SEGURIDAD PÚBLICA	7350020, 7350021
PROCURADURÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA	7332306
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES	1021001, 1027000
PRESIDENCIA MUNICIPAL	7320422, 7320422
GOBIERNO DEL ESTADO	7353500
GASODUCTOS DEL BAJÍO	01800-202-2011
PROFEPA	7331569
SEMARNAT	477-7883701

#### IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.

Bosque de Alisos No. 47-A 5º. Piso. Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México, D.F. C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax 5259-7686

**EN EL AREA DE SILAO, GUANAJUATO**  
(Lada 01-472)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	7232432
CLÍNICA FAMILIAR	7223474
HOSPITAL GENERAL (SSA)	7223771, 7223297 Ext. 10077
CRUZ ROJA	7220081
DIF MUNICIPAL	7220269
BOMBEROS	7220911
CENTRAL DE EMERGENCIAS	7223511
PRESIDENCIA MUNICIPAL	7221509

**EN EL AREA DE VILLAGRAN, GUANAJUATO**  
(Lada 01-411)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	1651500
U.M.F. No. 40 VILLAGRAN (817)	1650039
CRUZ ROJA	1650090
BOMBEROS	1651500
CENTRAL DE EMERGENCIAS	1651188, 1650457
PRESIDENCIA MUNICIPAL	1650288

**EN EL AREA DE IRAPUATO, GUANAJUATO**  
(Lada 01-462)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	6261310, 6602233
CLÍNICA HOSPITAL CP TRILLEROS	6255695, 6255276
H.G.Z./U.M.F No. 2 IRAPUATO (101) 2N	6243100 Ext. 31338, 31348
CRUZ ROJA	6273333
BOMBEROS	6266667
HOSPITAL GENERAL (SSA)	6358900 Ext. 141
SEGURIDAD PÚBLICA	6269193
TRÁNSITO Y VIALIDAD	6241766
POLICÍA FEDERAL	6225350
PRESIDENCIA MUNICIPAL	6069999

**EN EL AREA DE SAN JOSE ITURBIDE, GUANAJUATO**  
(Lada 01-419)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	1981979
U.M.F. No. 38 SAN JOSÉ ITURBIDE (817)	1980005
HOSPITAL GENERAL (SSA)	2341237
SEGURIDAD PÚBLICA	1980064
POLICÍA MINISTERIAL	1980167

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º. Piso. Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México, D.F. C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax 5259-7686

PRESIDENCIA MUNICIPAL	1980187, 1980474 Ext. 202
-----------------------	---------------------------

### EN EL AREA DE SAN MIGUEL DE ALLENDE, GUANAJUATO (Lada 01-415)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	1528964, 1520022, 1526911
U.M.F. No. 11 SAN MIGUEL DE ALLENDE (817)	1520278
CRUZ ROJA	1521616
HOSPITAL DE LA FE	1522233, 1525900
BOMBEROS	1522888
SEGURIDAD PÚBLICA MUNICIPAL	1204524, 1522890
POLICÍA PREVENTIVA	1204524, 1522890
TRÁNSITO Y TRANSPORTE	1520538, 1548420
PRESIDENCIA MUNICIPAL	1529600

### EN EL AREA DE CELAYA, GUANAJUATO (Lada 01-461)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	6150911
CLÍNICA HOSPITAL DE CELAYA	6140241
H.G.Z. No. 4 CELAYA 2N	6151475
CRUZ ROJA	6090911
HOSPITAL GENERAL CELAYA (URGENCIAS)	6151474
HOSPITAL GUADALUPANO	6120137
CENTRO DE SALUD	6140001
CENTRO MÉDICO QUIRÚRGICO DE CELAYA, S.A.	6138180
CENTRO DE ESPECIALIDADES MÉDICAS DE CELAYA, S.A. DE C.V.	6121847
SANATORIO CELAYA	6121105
BOMBEROS	6120877
POLICÍA PREVENTIVA	6120023
GUARDIA MUNICIPAL	6161691, 6120392 Ext. 110
TRÁNSITO Y VIALIDAD	6122511
PRESIDENCIA MUNICIPAL	6187100

### EN EL AREA DE APASEO EL GRANDE, GUANAJUATO (Lada 01-413)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	1582021
U.M.F. No. 23 APASEO EL GRANDE (817)	1582419
CRUZ ROJA	1583040
BOMBEROS	1582021
POLICÍA MUNICIPAL	1582021
SEGURIDAD PÚBLICA ESTATAL	1582021
TRÁNSITO Y VIALIDAD ESTATAL	1582021
TRÁNSITO Y VIALIDAD	1582021
PRESIDENCIA MUNICIPAL	1582005

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º. Piso. Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México, D.F. C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax 5259-7686

**EN EL AREA DE LEON, GUANAJUATO**  
(Lada 01-477)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	7635916
CLÍNICA HOSPITALARIA REGIONAL DEL ISSSTE	7115377, 7115378 Ext. 239
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES LEÓN	7174800
HOSPITAL GENERAL REGIONAL DE LEÓN	7197400 Ext. 263, 178
BOMBEROS	7738124
DELEGACIÓN CEPOL SUR	7635000, 7635349
DELEGACIÓN CEPOL ORIENTE	6379650
DELEGACIÓN CEPOL PONIENTE	1465000
CENTRAL DE EMERGENCIAS	2120044
POLICÍA FEDERAL	7725667, 7725653
FUGAS DE GAS	7120412
PRESIDENCIA MUNICIPAL	7132002, 7142208 Ext. 341, 136

**EN EL AREA DE SALAMANCA, GUANAJUATO**  
(Lada 01-464)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	6471157
CLÍNICA U.M.F.	6474412, 6474410
H.G.Z./ M.F. No. 3 SALAMANCA (288) 2N	6482259
CRUZ ROJA	6480094
HOSPITAL GENERAL (SSA)	6481261 Ext. 10575
BOMBEROS	6480252
POLICÍA PREVENTIVA	6482347
TRÁNSITO Y VIALIDAD	6480288
PGPB / SECTOR SALAMANCA	6486431, 6471704
PRESIDENCIA MUNICIPAL	6471157

**RECURSOS HUMANOS**

Entre titulares y suplentes son *seis* personas las que integran la Unidad Interna para la Prevención de Incidentes. Sin embargo, el resto del personal de la empresa colaborará en las labores de coordinación para la atención de las emergencias; todos ellos se encuentran capacitados adecuadamente.

**8. PLAN PARA REVERTIR LOS EFECTOS DE LAS LIBERACIONES POTENCIALES DE LOS MATERIALES PELIGROSOS, EN LAS PERSONAS Y EN EL AMBIENTE (CUERPOS DE AGUA, FLORA, FAUNA, SUELO) 2**

- 8.1 Metodos de limpieza y/o descontaminacion en el interior y exterior de la planta 2**  
Rutas de evacuacion y centros de concentracion 2  
Equipo y materiales para descontaminacion 2

## **8. PLAN PARA REVERTIR LOS EFECTOS DE LAS LIBERACIONES POTENCIALES DE LOS MATERIALES PELIGROSOS, EN LAS PERSONAS Y EN EL AMBIENTE (CUERPOS DE AGUA, FLORA, FAUNA, SUELO)**

### **8.1 Métodos de limpieza y/o descontaminación en el interior y exterior de la planta**

#### **Rutas de evacuación y centros de concentración**

El centro de reunión interno No aplica ya que son casetas de regulación y medición de gas natural. Por lo tanto nos adecuaremos a las rutas de evacuación y centros de reunión interno de cada empresa usuaria del ducto; considerando que las rutas de evacuación no deben encontrarse en la dirección de los vientos dominantes.

#### **Equipos y materiales para descontaminación**

Este punto No Aplica, debido a las características del Gas Natural, pues al ser un gas más ligero que el aire, hace imposible la contaminación de áreas, equipos y/o ropa. El procedimiento en caso de fuga y/o derrame se encuentra en el **Anexo H**.

**9. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD EN MATERIA DE SEGURIDAD,  
PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS EMITIDAS POR LAS  
DEPENDENCIAS DEL GOBIERNO FEDERAL QUE CONFORMAN LA  
COMISION, EN TERMINOS DEL ARTICULO 147 DE LA LGEEPA**

**2**

## **9. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD EN MATERIA DE SEGURIDAD, PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS EMITIDAS POR LAS DEPENDENCIAS DEL GOBIERNO FEDERAL QUE CONFORMAN LA COMISIÓN, EN TÉRMINOS DEL ARTÍCULO 147 DE LA LGEEPA**

- Norma Oficial Mexicana NOM-001-STPS-1999, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciónes de seguridad e higiene.
- Norma oficial Mexicana NOM-002-STPS-2000, Condiciónes de seguridad-prevención, protección y combate a incendios en los centros de trabajo.
- Norma Oficial Mexicana NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.
- Norma Oficial Mexicana NOM-005-STPS-1998, Condiciónes de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
- Norma Oficial Mexicana NOM-006-STPS-2000, Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciónes y procedimientos de seguridad.
- Norma Oficial Mexicana NOM-009-STPS-1999, Equipo suspendido de acceso-instalación, operación y mantenimiento-Condiciónes de seguridad.
- Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1993, Relativa a las condiciónes de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.
- Aclaraciones a la Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1999, Condiciónes de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral, publicada el 13 de marzo de 2000.
- Acuerdo que modifica la Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1999, Condiciónes de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.
- Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, Condiciónes de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.
- Norma Oficial Mexicana NOM-012-STPS-1999, Condiciónes de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, usen, manejen, almacenen o transporten fuentes de radiaciones ionizantes.

- Norma Oficial Mexicana NOM-013-STPS-1993, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes.
- Norma Oficial Mexicana NOM-014-STPS-2000, Exposición laboral a presiones ambientales anormales-Condiciónes de seguridad e higiene.
- Norma Oficial Mexicana NOM-015-STPS-2001, Condiciones térmicas elevadas o abatidas-Condiciónes de seguridad e higiene.
- Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2001, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
- Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- Norma Oficial Mexicana NOM-019-STPS-2004, Constitución, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.
- Norma Oficial Mexicana NOM-020-STPS-2002, Recipientes sujetos a presión y calderas-Funcionamiento-Condiciónes de seguridad.
- Norma Oficial Mexicana NOM-021-STPS-2002, Relativa a los requerimientos y características de los informes de riesgos de trabajo que ocurran, para integrar las estadísticas.
- Norma Oficial Mexicana NOM-022-STPS-1999, Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciónes de seguridad e higiene.
- Norma Oficial Mexicana NOM-024-STPS-2001, Vibraciones-Condiciónes de seguridad e higiene en los centros de trabajo.
- Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1999, Condiciónes de iluminación en los centros de trabajo.
- Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-1998, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
- Procedimiento para la evaluación de la conformidad de la Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-1998, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
- Norma Oficial Mexicana NOM-027-STPS-2000, Soldadura y corte-Condiciónes de seguridad e higiene.

- Norma Oficial Mexicana NOM-028-STPS-2004, Organización del trabajo-Seguridad en los procesos de sustancias químicas.
- Norma Oficial Mexicana NOM-029-STPS-2005, Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad.
- Norma Oficial Mexicana NOM-030-STPS-2006, Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo-Organización y funciones.
- Norma Oficial Mexicana NOM-093-SCFI-1994, Válvulas de relevo de presión (seguridad, seguridad-alivio y alivio) operadas por resorte y piloto; fabricadas de acero y bronce.
- Norma Oficial Mexicana NOM-100-STPS-1994, Seguridad-Extintores contra incendio a base de polvo químico seco con presión contenida-Especificaciones.
- Norma Oficial Mexicana NOM-101-STPS-1994, Seguridad-Extintores a base de espuma química.
- Norma Oficial Mexicana NOM-102-STPS-1994, Seguridad-Extintores contra incendio a base de bióxido de carbono-parte 1: Recipientes
- Norma Oficial Mexicana NOM-103-STPS-1994, Seguridad-Extintores contra incendio a base de agua con presión contenida.
- Norma Oficial Mexicana NOM-104-STPS-2001, Agentes extinguidores-Polvo químico seco tipo ABC a base de fosfato mono amónico.
- Aclaraciones a la Norma Oficial Mexicana NOM-104-STPS-2001, Agentes extinguidores-Polvo químico seco tipo ABC a base de fosfato de mono amónico, publicada el 17 de abril de 2002.
- Norma Oficial Mexicana NOM-106-STPS-1994, Seguridad-Agentes extinguidores-Polvo Químico seco tipo BC, a base de bicarbonato de sodio.
- Norma Oficial Mexicana NOM-113-STPS-1994, Calzado de protección.
- Acuerdo que modifica la Norma Oficial Mexicana NOM-113-STPS-1994, Calzado de protección.
- Norma Oficial Mexicana NOM-115-STPS-1994, Cascos de protección-Especificaciones, métodos de prueba y clasificación.
- Acuerdo que modifica la Norma Oficial Mexicana NOM-115-STPS-1994, Cascos de protección-Especificaciones, métodos de prueba y clasificación.

- Aclaración al Acuerdo que modifica la Norma Oficial Mexicana NOM-115-STPS-1994, Cascos de protección-Especificaciones, métodos de prueba y clasificación, publicado el 16 de noviembre de 1999.
- Norma Oficial Mexicana NOM-116-STPS-1994, Seguridad-Respiradores purificadores de aire contra partículas nocivas.
- Norma Oficial Mexicana NOM-117-ECOL-1998, Que establece las especificaciones de protección ambiental para la instalación y mantenimiento mayor de los sistemas para el transporte y distribución de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso, que se realicen en derechos de vía terrestres existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales.

Normas que regulan el transporte de gas natural:

- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SECRE-2003, Calidad del gas natural.
- Norma Oficial Mexicana NOM-002-SECRE-2003, Instalaciones para aprovechamiento del gas natural (red interna).
- Norma Oficial Mexicana NOM-003-SECRE-2002, Distribución de gas natural.
- Norma Oficial Mexicana NOM-006-SECRE-1999, Odorización del gas natural.
- Norma Oficial Mexicana NOM-007-SECRE-2010, Transporte de gas natural.
- Norma Oficial Mexicana NOM-008-SECRE-1999, Control de corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas.
- Norma Oficial Mexicana NOM-009-SECRE-2002, Monitoreo, detección y clasificación de fugas.

<b>10. PLAN DE RESPUESTA A EMERGENCIAS QUIMICAS NIVEL EXTERNO</b>	<b>2</b>
<b>10.1 Identificación de grupos o instituciones de apoyo</b>	<b>2</b>
Instituciones de apoyo	2
Necesarios	5
Centros de concentración	5
Albergues	6
Grupo de ayuda mutua industrial	6
<b>10.2 Procedimientos específicos para la respuesta a emergencias cuando el nivel de afectación rebasa los límites de propiedad de la instalación</b>	<b>8</b>
Procedimiento para notificación de emergencias	8
Procedimiento en caso de fuga y/o derrame	8
Procedimiento en caso de incendio y/o explosión	8
Procedimiento de evacuación	8
Procedimiento de búsqueda, rescate y triage	8
Procedimiento por afectaciones debido a fenómenos naturales	8
Procedimiento de atención a emergencias	9
Registro de investigación de incidentes	9
<b>10.3 Inventario de equipo y servicios con que se cuenta para la atención de emergencias</b>	<b>17</b>
Plano de distribución de equipos	17
Adquisición de equipos	17
<b>10.4 Principales vialidades identificadas para el ingreso de grupos de ayuda externa</b>	<b>18</b>
Rutas de evacuación	18

## 10. PLAN DE RESPUESTA A EMERGENCIAS QUÍMICAS NIVEL EXTERNO

### 10.1 Identificación de grupos o instituciones de apoyo

#### Instituciones de apoyo

Los servicios de emergencia y/o apoyo externo en caso de un incidente se encuentran a continuación. Cabe señalar que éstos se encuentran en el **centro de Celaya**, a 4 km de las instalaciones del ducto. El **tiempo esperado de respuesta** es de 15 minutos. Su ubicación en plano aparece en el **Anexo F**.

### EN EL AREA DE GUANAJUATO (Lada 01-473)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	7331634
PROTECCIÓN CIVIL ESTATAL	01800-714-7911
SISTEMA DE URGENCIAS DEL ESTADO	7330911
CLÍNICA HOSPITALARIA DEL ISSSTE	7310318
H.G.Z. No. 10 GTO. 2N	7326996
CRUZ ROJA	7320487
HOSPITAL GENERAL (SSA)	7331573, 7331576 Ext. 129
CENTRO DE SALUD URBANO DE GUANAJUATO	7321178
BOMBEROS	7323357
TRÁNSITO Y TRANSPORTE DEL ESTADO	7334880
FUERZAS DE SEGURIDAD PÚBLICA	7350020, 7350021
PROCURADURÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA	7332306
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES	1021001, 1027000
PRESIDENCIA MUNICIPAL	7320422, 7320422
GOBIERNO DEL ESTADO	7353500
GASODUCTOS DEL BAJÍO	01800-202-2011
PROFEPA	7331569
SEMARNAT	477-7883701

### EN EL AREA DE SILAO, GUANAJUATO (Lada 01-472)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	7232432
CLÍNICA FAMILIAR	7223474
HOSPITAL GENERAL (SSA)	7223771, 7223297 Ext. 10077
CRUZ ROJA	7220081
DIF MUNICIPAL	7220269
BOMBEROS	7220911
CENTRAL DE EMERGENCIAS	7223511
PRESIDENCIA MUNICIPAL	7221509

#### IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.

Bosque de Alisos No. 47-A 5º. Piso. Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México, D.F. C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax 5259-7686

**EN EL AREA DE VILLAGRAN, GUANAJUATO**  
(Lada 01-411)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	1651500
U.M.F. No. 40 VILLAGRAN (817)	1650039
CRUZ ROJA	1650090
BOMBEROS	1651500
CENTRAL DE EMERGENCIAS	1651188, 1650457
PRESIDENCIA MUNICIPAL	1650288

**EN EL AREA DE IRAPUATO, GUANAJUATO**  
(Lada 01-462)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	6261310, 6602233
CLÍNICA HOSPITAL CP TRILLEROS	6255695, 6255276
H.G.Z./ U.M.F No. 2 IRAPUATO (101) 2N	6243100 Ext. 31338, 31348
CRUZ ROJA	6273333
BOMBEROS	6266667
HOSPITAL GENERAL (SSA)	6358900 Ext. 141
SEGURIDAD PÚBLICA	6269193
TRÁNSITO Y VIALIDAD	6241766
POLICÍA FEDERAL	6225350
PRESIDENCIA MUNICIPAL	6069999

**EN EL AREA DE SAN JOSE ITURBIDE, GUANAJUATO**  
(Lada 01-419)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	1981979
U.M.F. No. 38 SAN JOSÉ ITURBIDE (817)	1980005
HOSPITAL GENERAL (SSA)	2341237
SEGURIDAD PÚBLICA	1980064
POLICÍA MINISTERIAL	1980167
PRESIDENCIA MUNICIPAL	1980187, 1980474 Ext. 202

**EN EL AREA DE SAN MIGUEL DE ALLENDE, GUANAJUATO**  
(Lada 01-415)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	1528964, 1520022, 1526911
U.M.F. No. 11 SAN MIGUEL DE ALLENDE (817)	1520278

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º. Piso. Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México, D.F. C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax 5259-7686

CRUZ ROJA	1521616
HOSPITAL DE LA FE	1522233, 1525900
BOMBEROS	1522888
SEGURIDAD PÚBLICA MUNICIPAL	1204524, 1522890
POLICÍA PREVENTIVA	1204524, 1522890
TRÁNSITO Y TRANSPORTE	1520538, 1548420
PRESIDENCIA MUNICIPAL	1529600

**EN EL AREA DE CELAYA, GUANAJUATO**  
(Lada 01-461)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	6150911
CLÍNICA HOSPITAL DE CELAYA	6140241
H.G.Z. No. 4 CELAYA 2N	6151475
CRUZ ROJA	6090911
HOSPITAL GENERAL CELAYA (URGENCIAS)	6151474
HOSPITAL GUADALUPANO	6120137
CENTRO DE SALUD	6140001
CENTRO MÉDICO QUIRÚRGICO DE CELAYA, S.A.	6138180
CENTRO DE ESPECIALIDADES MÉDICAS DE CELAYA, S.A. DE C.V.	6121847
SANATORIO CELAYA	6121105
BOMBEROS	6120877
POLICÍA PREVENTIVA	6120023
GUARDIA MUNICIPAL	6161691, 6120392 Ext. 110
TRÁNSITO Y VIALIDAD	6122511
PRESIDENCIA MUNICIPAL	6187100

**EN EL AREA DE APASEO EL GRANDE, GUANAJUATO**  
(Lada 01-413)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	1582021
U.M.F. No. 23 APASEO EL GRANDE (817)	1582419
CRUZ ROJA	1583040
BOMBEROS	1582021
POLICÍA MUNICIPAL	1582021
SEGURIDAD PÚBLICA ESTATAL	1582021
TRÁNSITO Y VIALIDAD ESTATAL	1582021
TRÁNSITO Y VIALIDAD	1582021
PRESIDENCIA MUNICIPAL	1582005

## EN EL AREA DE LEON, GUANAJUATO (Lada 01-477)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	7635916
CLÍNICA HOSPITALARIA REGIONAL DEL ISSSTE	7115377, 7115378 Ext. 239
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES LEÓN	7174800
HOSPITAL GENERAL REGIONAL DE LEÓN	7197400 Ext. 263, 178
BOMBEROS	7738124
DELEGACIÓN CEPOL SUR	7635000, 7635349
DELEGACIÓN CEPOL ORIENTE	6379650
DELEGACIÓN CEPOL PONIENTE	1465000
CENTRAL DE EMERGENCIAS	2120044
POLICÍA FEDERAL	7725667, 7725653
FUGAS DE GAS	7120412
PRESIDENCIA MUNICIPAL	7132002, 7142208 Ext. 341, 136

## EN EL AREA DE SALAMANCA, GUANAJUATO (Lada 01-464)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	6471157
CLÍNICA U.M.F.	6474412, 6474410
H.G.Z./ M.F. No. 3 SALAMANCA (288) 2N	6482259
CRUZ ROJA	6480094
HOSPITAL GENERAL (SSA)	6481261 Ext. 10575
BOMBEROS	6480252
POLICÍA PREVENTIVA	6482347
TRÁNSITO Y VIALIDAD	6480288
PGPB / SECTOR SALAMANCA	6486431, 6471704
PRESIDENCIA MUNICIPAL	6471157

### Necesarios

Por las características del material manejado (gas natural) y de acuerdo a los riesgos identificados, se considera suficiente la infraestructura y servicios disponibles tanto en la cabecera municipal como en la capital estatal.

### Centros de concentración

De acuerdo a las políticas de IGASAMEX, se da comunicación con las empresas establecidas en la *zona Industrial*, para tener una mejor respuesta para la atención a emergencias. Por común acuerdo la localización de los centros de reunión externos, estarán a las afueras de la *zona Industrial* sobre la [carretera federal No. 45 tramo Celaya-Querétaro](#).

## Albergues

Este punto No Aplica de acuerdo a los riesgos identificados por la sustancia manejada (gas natural). Sin embargo, nos adecuaremos a las disposiciones de las autoridades en la materia.

## Datos del grupo de ayuda mutua Industrial (GAMI)

### ACTA CONSTITUTIVA O CARTA COMPROMISO

Como se ha mencionado, una vez que el gasoducto se encuentre en operación, IGASAMEX buscará adherirse inmediatamente al CLAM constituido en el área de la *zona Industrial*. En caso de no existir ninguno, IGASAMEX, haciendo uso de sus buenas relaciones con los usuarios de sus ductos y empresas circunvecinas, buscará la formación de un CLAM.

### REGLAMENTO DEL GRUPO DE AYUDA MUTUA

En concordancia con las políticas de IGASAMEX y debido a que la problemática de la seguridad industrial, lleva la necesidad de formar un grupo de ayuda mutua para poder implementar sistemas tanto de prevención, como de control de incidentes. Dicho programa es extensivo a todas aquellas empresas dentro del área Industrial en cuestión, que en un futuro contraten su interconexión al gasoducto de IGASAMEX.

Este grupo de ayuda mutua estará coordinado por los responsables de cada industria de las áreas de seguridad industrial, con el objetivo de aprovechar los conocimientos, información y experiencias de cada una de ellas y poder minimizar la posibilidad de que ocurra un incidente.

Este grupo Industrial no interferirá con los servicios de seguridad internos de las Empresas que lo componen.

El grupo industrial de respuesta a emergencias que se conformará, deberá estar preparado para proporcionar ayuda técnica las 24 horas los 365 días del año. La organización no pretende interferir con los servicios de seguridad y atención a emergencias con que cuenta cada integrante. Para que las acciones a realizar tengan un mayor alcance, se pretende incorporar a las siguientes Instituciones:

- ✓ Protección Civil
- ✓ H. Cuerpo de Bomberos
- ✓ Autoridades municipales
- ✓ Empresas establecidas en la zona Industrial

Con el fin de establecer lineamientos claros para el funcionamiento del Grupo Industrial de Respuesta a Emergencias, se firmará un convenio entre las empresas participantes, el cual permitirá delimitar claramente las obligaciones y derechos de cada una de las partes. Se buscará que éste cuente con una mesa directiva que actúe como responsable del grupo.

Así mismo, se buscará implementar una estructura organizativa de personal, un inventario de materiales y equipos que proporcionaran disponibilidad adecuada para situaciones de emergencia.

Durante las 24 horas, el CLAM mantendrá una base de comunicación con el sistema de radio, a fin de asegurar la disponibilidad de personal para responder ante una emergencia.

Si se presentara un evento de fuga, incendio en una tubería que abastece gas natural a las Industrias, el comité tendrá que responder de acuerdo a las funciones, responsabilidades y niveles de participación que serán establecidos por el Comité Local

de Ayuda Mutua. En general, se pretende establecer los siguientes lineamientos organizativos:

### ***Mesa Directiva***

Estará integrada por un representante de cada Industria, el cual será rotado cada dos años. Y sus funciones incluirán:

- Delegará responsabilidades a la Coordinación para el desempeño de todas las actividades involucradas con el Comité Local de Ayuda Mutua.
- Apoyará a la Coordinación en todo lo concerniente al Comité Local de Ayuda Mutua.
- Dirigirá el entrenamiento en cuanto a los procedimientos del Plan de Emergencia a todo el personal.
- Dará a conocer a los organismos externos (Bomberos, Policía, Protección Civil, etc.) de la problemática del gas natural y responder ante una emergencia.
- Dirigir programas destinados a educar al público en general y a terceros en cuanto a reconocer situaciones potenciales de emergencias de gas.

### ***Coordinador general del plan de emergencia:***

Será el de la empresa IGASAMEX, y sus funciones serán:

- Declaración de “Situación de emergencia”
- Autorización al cierre de válvulas de seccionamiento para cortar el suministro de gas a clientes.
- Coordinación con todos los organismos externos y personal involucrada en la emergencia.
- Según el tipo de problema, convocará al personal necesario para que se dirijan al lugar donde se encuentra el incidente.
- Dirigir todas las investigaciones internas y externas de fugas, todas las reparaciones de pérdidas sobre redes de distribución, las actividades de interrupción y reanudación del servicio en medidores, y asegurarse que se sigan los procedimientos de seguridad correspondientes.

### ***Ingeniero de Seguridad***

Este puesto será ocupado por el Ingeniero de Seguridad de alguna de las empresas integrantes del CLAM y durará en supuesto dos años. Se dedicará a:

- La gestión de las intervenciones durante el evento;
- Coordinación general de las tareas técnicas en caso de emergencia;
- Decidir sobre la necesidad o no de la evacuación de una instalación (empresa, edificio, etc.)

### ***Comité de Emergencias***

Estará integrado por los directivos designados por 5 empresas las cuales se rotarán cada dos años. Es el responsable de:

- El seguimiento de todo llamado de emergencia que ocurra durante el día.
- Asegurarse que posee la información suficiente para poder actuar ante una emergencia.
- Tomará todas las medidas inmediatas posibles para proteger la vida y luego la propiedad.

- Determinará el alcance de la condición de emergencia.
- Número de clientes afectados;
- Tipo de clientes e instalaciones del sistema afectado;
- Extensión del área afectada;
- Llevar a cabo inspecciones y/o evaluaciones en las empresas que conforman el Comité de Ayuda Mutua.
- Se encargan de planear algún evento, principalmente simulacros.
- Llevan a cabo toda la organización necesaria para efectuar los simulacros.
- Promocionan y participan en la realización del simulacro o evento.

## **10.2 Procedimientos específicos para la respuesta a emergencias cuando el nivel de afectación rebasa los límites de propiedad de la instalación**

### **Procedimientos contra fugas, derrames, incendios y explosiones**

Los procedimientos específicos de respuesta a emergencias se han desarrollado con la finalidad de brindar una respuesta sistemática y precisa a riesgos potenciales o condiciones de emergencia a fin de minimizar los peligros que puedan resultar durante las diferentes etapas en el proyecto e instalación de un sistema de transporte de gas natural.

Los principales objetivos dentro del plan son:

- Priorizar la seguridad de las personas
- Protección al medio ambiente
- Preservar la propiedad
- Minimizar la magnitud del daño
- Capacitar al personal sobre procedimientos de emergencia
- Restablecer los servicios esenciales en forma segura y rápida
- Investigar la causa de la falla
- Hacer las correcciones necesarias para minimizar la posibilidad de que el incidente vuelva a ocurrir.

### **Procedimiento para notificación de emergencias**

Se localiza en el **Anexo H**.

### **Procedimiento en caso de fuga y/o derrame**

Este se encuentra en el **Anexo H**.

### **Procedimiento en caso de incendio y/o explosión**

Este se encuentra en el **Anexo H**.

### **Procedimiento de evacuación**

Este se encuentra en el **Anexo H**.

### **Procedimiento de búsqueda, rescate y triage**

Estos procedimientos se localizan en el **Anexo H**.

### **Procedimiento por afectaciones debido a fenómenos naturales**

Éste se localiza en el **Anexo H**.

---

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º. Piso. Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México, D.F. C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax 5259-7686

**Procedimiento de atención a emergencias**

Éste se localiza en el **Anexo H**.

**Registro de investigación de incidentes**

En el siguiente formato se detallan los registros de incidentes por tipo y se detallan acciones a tomar durante el fenómeno.



GRUPO FRIGUS -THERME

<p><i>Integrated Gas Services de México, S. de R.L. de C.V.</i></p> <p><i>Formato del Sistema de Calidad</i></p>	Número de Formato:
	Página: 1 de 3
<p>Tema:</p> <p>REPORTE DE INVESTIGACION DE INCIDENTES</p>	Fecha de Edición: 05 de Octubre del 2011
	Sustituye a: Reporte de investigación de los accidentes o exposición a riesgos
	Revisión: 1

**TABLA DE CONTENIDO**

- 1.0 Datos generales
- 2.0 Datos del trabajador que reporta
- 3.0 Descripción de la pérdida
- 4.0 Información del gasoducto
- 5.0 Información de lesión o enfermedad
- 6.0 Información de incidente automotriz
- 7.0 Información de incidente ambiental
- 8.0 Otra información de la pérdida
- 9.0 Costo estimado del incidente
- 10.0 Clasificación del riesgo
- 11.0 Diagrama causa-raíz
- 12.0 Acciones correctivas

**DISTRIBUCION**

<b>HISTORIA DE REVISION</b>						
Cuando este documento sea modificado o editado, llenar la columna de revisión siguiente y brevemente describir los cambios hechos en un párrafo corto debajo de la tabla.						
<b>FIRMAS EN ARCHIVO DE COPIA MAESTRA.</b>						
REVISIÓN	ORIGINAL	1	2	3	4	5
ESCRITO POR	RAU	EMV				
FECHA	30/Jul/99	05/Oct/11				
APROBADO POR		RGD				
FECHA		20/Ene/12				



REPORTE DE INVESTIGACION DE INCIDENTES

IGASAMEX

No. de Reporte:

INFORME PREELIMINAR											
<b>I. Datos generales</b>											
Estado:				Hora del suceso:			Fecha del suceso:				
Lugar del suceso:											
<b>II. Datos del trabajador que reporta</b>											
Nombre:						Edad:					
No. de empleado:				Area:							
<b>III. Descripción de la pérdida</b>											
Categoría (Marcar todas las que apliquen)											
<input type="checkbox"/>	<b>Gasoductos</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Personal</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Automotriz</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Ambiental</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Otros</b>		
<input type="checkbox"/>	En operación	<input type="checkbox"/>	Salud	<input type="checkbox"/>	Vehículo ligero	<input type="checkbox"/>	Derrame /Fuga	<input type="checkbox"/>	Proceso		
<input type="checkbox"/>	En construcción	<input type="checkbox"/>	Lesión	<input type="checkbox"/>	Vehículo pesado	<input type="checkbox"/>	Disposición de desechos	<input type="checkbox"/>	Reputación		
<input type="checkbox"/>	En instalaciones (Caseta del punto de interconexión / Estación de medición y regulación)	<input type="checkbox"/>	Fatalidad	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Emisiones	<input type="checkbox"/>	Bienes		
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	IGASAMEX involucrado	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	Daño por terceros	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
Descripción breve de los hechos:											
Adjunte diagramas o fotografías. Use hojas adicionales si es necesario											
<b>IV. Información del gasoducto</b>											

IGASAMEX Bajío, S. de R.L. de C.V.  
Bosque de Alisos 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, C.P. 05120, México D.F.  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686  
www.igasamex.com.mx

IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.

Bosque de Alisos No. 47-A 5º. Piso. Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México, D.F. C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax 5259-7686



REPORTE DE INVESTIGACION DE INCIDENTES

IGASAMEX

Operación

1. Presión estimada en el punto y tiempo del incidente (psig)  
 2. Máxima Presión de Operación Permisible (MPOP) en el punto y tiempo del incidente (psig)  
 3. Describa la presión en el sistema o instalación relacionado al incidente (seleccione uno)  
 La Presión no excedió la MPOP  
 La Presión excedió la MPOP, pero no excedió el 110% de la MPOP  
 La Presión excedió 110% la MPOP  
 4. ¿Estaba el sistema o instalación relacionado al incidente, operando bajo una restricción de presión establecida bajo los límites de presión permitidos por la MPOP?  
 No  
 Sí → (Complete 4.a y 4.b)  
 4a ¿La presión excedió la restricción de presión establecida? Sí  No   
 4b ¿Esta restricción de presión fue solicitada por la CRE u otra autoridad? CRE  Otro   
 5. ¿Está la tubería involucrada en el incidente (incluyendo válvulas)?  
 No  
 Sí → (Complete 5.a a 5.c)  
 5.a Tipo de válvula aguas arriba utilizada inicialmente para aislar la fuente de relevo: Manual  Automática  Control Remoto   
 5.b Tipo de válvula aguas abajo utilizada inicialmente para aislar la fuente de relevo: Manual  Automática  Control Remoto   
 Válvula Check   
 5.c Longitud del segmento aislado entre válvulas (metros)  
 6. ¿Clase de localización?  
 1  2  3  4  
 7. El incidente es resultado de:  
 Liberación involuntaria de gas natural  
 Liberación intencional de gas natural  
 Otras razones de liberación de gas natural  
 8. ¿Volumen de gas liberado involuntariamente? MCF (miles de pies cúbicos)  
 9. ¿Volumen estimado de gas natural liberado en forma intencional y controlada (purga o venteo)? MCF (miles de pies cúbicos)  
 10. ¿Fue suspendida la operación del gasoducto?  
 No → Explique: \_\_\_\_\_  
 Sí → (Complete 10.a a 10.h)  
 10.a Fecha y hora local de la suspensión de las operaciones (formato 24:00 horas)  
 10.b Fecha y hora local de la puesta en marcha de las operaciones (formato 24:00 horas)  
 10.c ¿Sigue suspendido el suministro?, explique por qué: \_\_\_\_\_  
 10.d ¿Se incendió el gas?  Sí  No  
 10.e ¿El gas explotó?  Sí  No  
 10.f Fue necesario evacuar personal;  Sí ¿Cuánto personal?  No  
 10.g Hora en que el operador identificó el incidente: (formato 24:00 horas)  
 10.h Hora en que el operador llegó al lugar del incidente: (formato 24:00 horas)  
 11. Área del incidente (donde se encontró)  
 Subterráneo → Especifique:  
 En una construcción  
 Bajo el pavimento  
 Expuesto debido a una excavación  
 En un espacio confinado (ejemplo: Registro)  
 Otro  
 11.a Profundidad de la cubierta (metros)  
 Aéreo → Especifique:  
 Tubería o accesorios aéreos  
 Cruce elevado  
 En zanja abierta  
 Dentro de un edificio  
 Dentro de un espacio confinado  
 Otro  
 Transición → Especifique:  
 Transición suelo/aire  
 Camisa o manga de protección  
 Soporte de tubería u otra área de contacto  
 Otro

IGASAMEX Bajío, S. de R.L. de C.V.  
 Bosque de Alisos 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, C.P. 05120, México D.F.  
 Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686  
[www.igasamex.com.mx](http://www.igasamex.com.mx)



REPORTE DE INVESTIGACION DE INCIDENTES

IGASAMEX

Instalaciones

1. ¿La tubería o instalaciones están en?  
 Cliente  
 DDV

2. Parte del sistema involucrado en el incidente (seleccione uno)  
 Equipo y/o tubería en estación de medición y regulación  
 Tubería, incluye válvulas de corte o seccionamiento → Especifique:  Cuerpo de tubería  Costura de tubería

2.a Diámetro nominal de la tubería (plg)  
 2.b Espesor de la pared  
 2.c SMYS (Resistencia mínima a la cedencia) de la tubería (psi)  
 2.d Especificación de la tubería

2.e Costura de la tubería → Especifique:  
 Longitudinal ERW - Alta frecuencia  
 Longitudinal ERW - Baja frecuencia  
 Longitudinal ERW - Frecuencia desconocida  
 Soldadura espiral ERW  
 Soldadura espiral SAW  
 Soldadura lapeada  
 Sin costura  
 Costura simple SAW  
 DSAW  
 Soldadura Flash  
 Soldadura continua  
 Soldadura espiral DSAW  
 Otro

2.f Fabricante de la tubería  
 2.g Año de fabricación  
 2.h Tipo de recubrimiento de la tubería en el punto del incidente  
 → Especifique:  
 Fusion Bond Epoxy  Asfalto  
 Polietileno extruido  RAM-100  
 TGF-3  Polikent  
 Compuesto  Pintura  
 Ninguno  Otro

Soldadura, incluyendo zona afectada por el calor  
 → Especifique:  
 Soldaduras circunferenciales  Soldadura a tope  
 Soldadura de filete  Otro

Válvula  Línea principal  
 → Especifique:  
 Mariposa  Check  Compuerta  
 Macho  Bola  Globo  
 Otro

2.i Fabricante de válvula  
 2.j Año de fabricación

Válvula de seguridad  
 Auxiliar u otra válvula  
 Medidor  
 Separador / Filtro separador  
 Filtro Y  
 Regulador / Válvula de control  
 Manga o clamp  
 Equipo de hot tap  
 Dispositivos de stopple  
 Brida  
 Línea de relevo  
 Tubería auxiliar (ejemplo; drenes)  
 Tubing  
 Instrumentación  
 Recipiente a presión  
 Odorizador  
 Otro

4. Año de instalación del dispositivo involucrado:  
 5. Material involucrado en el incidente (seleccione uno)  
 Acero al carbón  
 Plástico (polietileno de alta densidad)  
 Otro, diferente al acero al carbón o plástico → Especifique: \_\_\_\_\_

6. Tipo de evento involucrado: (seleccione uno)  
 Perforación Mecánica → Tamaño aproximado: \_\_\_\_\_ (pulgadas) (axial) \_\_\_\_\_ (pulgadas) (circunferencial)  
 Fuga → Seleccione el tipo:  Agujero  Grieta  Falla en conexión  Sello o empaque  Otro

IGASAMEX Bajío, S. de R.L. de C.V.  
 Bosque de Alisos 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, C.P. 05120, México D.F.  
 Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686  
[www.igasamex.com.mx](http://www.igasamex.com.mx)



**REPORTE DE INVESTIGACION DE INCIDENTES**

**IGASAMEX**

Ruptura ⇒ Seleccione orientación:  Circunferencial  Longitudinal  Otro  
Tamaño aproximado (pulgadas) (mayor apertura) POR (pulgadas) (longitud circunferencial o axial)

Otro ⇒ Describa: \_\_\_\_\_

7. ¿El incidente ocurrió en un cruceamiento?  
 No  
 Si ⇒ Especifique:

Cruce de puente ⇒ Especifique: Encamisado  Si  No  
 Cruce de ferrocarril ⇒ Especifique: Encamisado  Si  No  Barreno / Perforado  
 Cruce de carretera ⇒ Especifique: Encamisado  Si  No  Barreno / Perforado  
 Cruce de cuerpo de agua ⇒ Especifique: Encamisado  Si  No

7.a Profundidad aproximada en el punto del incidente (metros) ⇒ Especifique:

Costa / Banco cruce  
 Bajo el agua, barreno / perforado en cruce de tubería  
 Bajo el agua, tubería enterrada debajo del fondo  
 Bajo el agua, la tubería en o por encima del fondo

---

**V. Información de lesión o enfermedad**  
(por cada persona lesionada)

Nombre (s)	Edad	Antigüedad	IGASAMEX o terceros	Función	Horas después del último sueño	Horas dormidas la última vez	Horas en trabajo	Fatalidad (S/N)
1								
2								
3								
4								

Indicar los detalles de las lesiones de las personas afectadas

Lesión	Partes Afectadas	Días perdidos (estimados)
1		
2		
3		
4		

A. Corte B. Quemadura C. Fractura D. Amputación E. Castración F. Perforación G. Abrasión H. Quemadura química I. Torcedura/Esfuerzo J. Moratón K. Aplastado L. Quemadura eléctrica M. Otro

A. Cabeza B. Cara C. Ojos D. Espalda E. Tronco F. Brazo G. Mano H. Dedos I. Pierna J. Tobillo K. Pie L. Pulgar M. Otro

---

**VI. Información de incidente automotriz**

El vehículo viajaba en convoy?  Si  No El conductor era el único ocupante?  Si  No  
El vehículo era  Propiedad de la compañía  Rentado/Arrendado  Personal Era viaje de trabajo?  Si  No

Condiciones ambientales	Tipo de camino	Tipo de incidente
<input type="checkbox"/> Seco <input type="checkbox"/> Mojado/Resbaloso <input type="checkbox"/> Despejado <input type="checkbox"/> Polvo/Tormenta de arena <input type="checkbox"/> Calor extremo <input type="checkbox"/> Niebla <input type="checkbox"/> Helada/Nieve	<input type="checkbox"/> Pavimentado <input type="checkbox"/> Off road <input type="checkbox"/> Pendiente positiva <input type="checkbox"/> Angosto <input type="checkbox"/> Sin pavimentar <input type="checkbox"/> Curva <input type="checkbox"/> Pendiente negativa <input type="checkbox"/> Superficie deficiente	<input type="checkbox"/> Golpe de frente <input type="checkbox"/> Golpe por atrás <input type="checkbox"/> Moviéndose en reversa <input type="checkbox"/> Golpe a objeto estacionario <input type="checkbox"/> Golpe a peatón <input type="checkbox"/> Volcadura <input type="checkbox"/> Golpe de reflón <input type="checkbox"/> Al rebasar <input type="checkbox"/> Al ser rebasado <input type="checkbox"/> Hit & run <input type="checkbox"/> Golpe a un animal <input type="checkbox"/> Salirse del camino

¿Se involucro alcohol/drogas?  Si  No  
Velocidad al impacto  km/h  m/h  
¿Monitor instalado y funcionando?  Si  No  
¿Todas las personas utilizaban cinturón?  Si  No

¿Se contaba con licencia de manejo?  Si  No  
¿La policía presento cargos?  Si  No  
¿Curso de manejo defensivo vigente?  Si  No  
¿Manejo comentado Vigente?  Si  No

---

**VII. Información de incidente ambiental**

Resultado	Detalles	
<input type="checkbox"/> Daño a la vegetación <input type="checkbox"/> Contaminación de suelo <input type="checkbox"/> Contaminación de agua	<input type="checkbox"/> Liberación en cuerpos de agua <input type="checkbox"/> Emisiones a la atmósfera <input type="checkbox"/> Daño a la fauna marina	Cantidad derramada o descargada: _____ Unidad _____ Nombre del material : _____ Duración de la descarga: _____ horas _____ min

IGASAMEX Bajío, S. de R.L. de C.V.  
Bosque de Alisos 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, C.P. 05120, México D.F.  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686  
[www.igasamex.com.mx](http://www.igasamex.com.mx)



REPORTE DE INVESTIGACION DE INCIDENTES

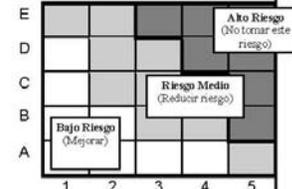
IGASAMEX

VIII. Otra información de la pérdida				
<small>(Equipo, propiedades, productos, inventario, información, rentabilidad, tiempo o otros incluyendo aquellos de terceras personas)</small>				
Tipo	Descripción de la pérdida	Número de referencia	Cantidad	Unidades

IX. Costo estimado del incidente							
Gasoductos	Costo (\$)	Lesión/Enfermedad	Costo (\$)	Automotriz	Costo (\$)	Ambiental	Costo (\$)
Horas de paro		Días perdidos		Repuestos		Perdida de producto	
Costos material		Staff temporal		Reparación		Remedios	
Costos contratista		Costos médicos		Reparación por 3º		Legales	
Legales/Otros		Legales/Otros		Legales/Otros		Otros	
<b>Total</b>		<b>Total</b>		<b>Total</b>		<b>Total</b>	
<b>Otros Costo (\$)</b>							
Repuestos							
Reparación							
Perdida de productos							
Rentabilidad							
<b>Total</b>							

X. Clasificación del riesgo	
<p align="center"><b>Categoría de riesgo</b> <small>(Seleccionar solo uno)</small></p> <p><input type="checkbox"/> Transporte terrestre <input type="checkbox"/> Energía <small>(Movimiento/Manejo/Levanto/Calda de objetos/Peso)</small></p> <p><input type="checkbox"/> Transporte aéreo <input type="checkbox"/> Maquinaria/Equipo/Herramientas</p> <p><input type="checkbox"/> Transporte <input type="checkbox"/> Tóxico/Corrosivo/Sustancias Peligrosas</p> <p><input type="checkbox"/> Eléctrico <input type="checkbox"/> Fastidio/Ruido</p> <p><input type="checkbox"/> Fuego/Inflamable <input type="checkbox"/> Vibración</p> <p><input type="checkbox"/> Temperatura <input type="checkbox"/> Drogas/Alcohol</p> <p><input type="checkbox"/> Explosivos <input type="checkbox"/> Fenómenos naturales</p> <p><input type="checkbox"/> Radiación <input type="checkbox"/> Humano <small>(Seguridad, crimen, terrorismo)</small></p> <p><input type="checkbox"/> Presión <input type="checkbox"/> Peligros biológicos/Enfermedad</p>	<p align="center"><b>Clasificación de riesgo</b> <small>(Indicar la exposición de A-E y la severidad potencial de ligero a multi-catastrófico. Dará como resultado la clasificación de riesgo [bajo, medio o alto]. Las áreas sombreadas representan niveles inaceptables de riesgo, donde se deben tomar acciones inmediatas para evitar y/o disminuir el riesgo)</small></p> <p align="center"><b>Exposición</b></p> <p><b>Muy Alto</b> <small>(Ocurre más de una vez por semana)</small></p> <p><b>Alto</b> <small>(Ocurre más de una vez por año)</small></p> <p><b>Medio</b> <small>(Puede ocurrir una vez al año)</small></p> <p><b>Bajo</b> <small>(Ha sucedido alguna vez)</small></p> <p><b>Muy Bajo</b> <small>(No sabe si ha ocurrido)</small></p> <div style="text-align: right;">  <p><b>Alto Riesgo</b> <small>(No tomar este riesgo)</small></p> <p><b>Riesgo Medio</b> <small>(Reducir riesgo)</small></p> <p><b>Bajo Riesgo</b> <small>(Mejorar)</small></p> </div> <p align="center"> <b>Exposición</b> (A-E) vs <b>Severidad Potencial</b> (1-5)  <small>Ligero Serio Mayor Catastrófico Multi-catas.</small> </p>

IGASAMEX Bajío, S. de R.L. de C.V.  
 Bosque de Alisos 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, C.P. 05120, México D.F.  
 Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686  
[www.igasamex.com.mx](http://www.igasamex.com.mx)

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º. Piso. Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México, D.F. C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax 5259-7686

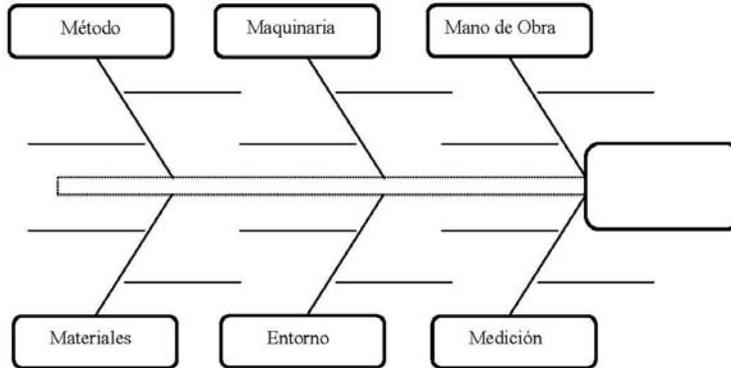


**REPORTE DE INVESTIGACION DE INCIDENTES**

**IGASAMEX**

**ANÁLISIS DE FALLA**

*XI. Diagrama causa-raíz*



CAUSAS	% CONTRIBUCIÓN

**ACTA COMPROMISO**

*XII. Acciones correctivas*

No.	Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha cierre

IGASAMEX Bajío, S. de R.L. de C.V.  
Bosque de Alisos 47-A 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, C.P. 05120, México D.F.  
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686  
www.igasamex.com.mx

### **10.3 Inventario de equipo y servicios con que se cuenta para la atención de emergencias**

#### **Plano de distribución de equipos**

Como se ha mencionado, se cuenta con extintores de Polvo Químico Seco tanto en la caseta de medición principal (punto de interconexión) como en las casetas de regulación de los usuarios. Ver el plano del **Anexo G**.

#### **Adquisición de equipos**

Se cuenta con el siguiente equipo para atención a emergencias:

<b>Tipo de Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Periodicidad</b>
Extintores	5 (2 en punto de interconexión y uno por caseta de usuario)	La recarga se realiza anualmente
Explosímetro portátil	1 por operador	La verificación se realiza cada 180 días
Ropa de algodón (Camisa, playera y pantalón)	2 juegos por operador	Anualmente se les da una reposición
Guantes de protección	1 por operador	Anualmente se les da una reposición
Botas con punta de casquillo	1 por operador	Anualmente se les da una reposición
Googles o lentes de seguridad	1 por operador	Anualmente se les da una reposición
Tapones auditivos	1 por operador	Anualmente se les da una reposición
Casco de protección	1 por operador	Se cambia cada 3 años
Traje de seguridad tipo Nomex	3 por operador	Anualmente se les da una reposición
Teléfono celular o radio	1 por operador	Se cambia modelo cada 18 meses
Camioneta pick-up con torreta	1 por operador	Se lleva a servicio cada 10,000 km
Herramienta especial	1 juego por operador	Se hace una valoración del estado en que se encuentran anualmente
Conos de seguridad	3 por unidad	Se hace una valoración del estado en que se encuentran anualmente
Cinta de aviso de seguridad	1 rollo	Reposición al término del mismo

## **10.4 Principales vialidades identificadas para el ingreso de grupos de ayuda externa**

### **Rutas de evacuación**

En caso de una evacuación total, se seguirá la *carretera Querétaro-León*. Cabe señalar que esta ruta fue planeada con base en la información meteorológica de los vientos dominantes. Sin embargo, dentro de los límites de la zona Industrial será necesario tener la coordinación suficiente con el resto de las empresas que conforman el mismo, para adaptarse a lo existente o proponer un nuevo esquema de rutas de evacuación, el cual se integrará posteriormente.

<b>11. COMUNICACION DE RIESGOS</b>	<b>2</b>
<b>11.1 Procedimientos específicos para la comunicación de riesgos</b>	<b>2</b>
Empresas usuarias y circunvecinas / Comité de ayuda mutua	2
Autoridades e instituciones locales	¡Error! Marcador no definido.
Voceros	6
<b>11.2 Procedimientos para el desarrollo de simulacros con la población aledaña</b>	<b>7</b>
<b>11.3 Programa de simulacros</b>	<b>7</b>

## 11. COMUNICACION DE RIESGOS

### 11.1 Procedimientos específicos para la comunicación de riesgos

La operación del sistema de distribución está respaldada por un sistema de comunicación y emergencia continua entre el centro de control y los encargados de realizar la supervisión del sistema de distribución, durante las 24 horas del día, 365 días del año, cuyo teléfono gratuito aparece en cada uno de los señalamientos a lo largo de la trayectoria del ducto e instalaciones asociadas.

IGASAMEX 01-800-800-5959

SINERGIAS 01-800-800-8989

CEM 01-800-020-8989

El operador del ducto cuenta en todo momento con un radio y un teléfono celular, el cual le permite comunicarse de manera inmediata con el Coordinador General del Plan de Emergencia en caso de que se presente algún evento y que lo mantiene localizable en cualquier momento.

#### **Empresas usuarias y circunvecinas / Comité de Ayuda Mutua**

IGASAMEX y cada empresa usuaria del ducto, así como las empresas circunvecinas cuentan con un directorio telefónico actualizado con los números telefónicos de todas las plantas que integran *la zona Industrial*.

IGASAMEX de acuerdo a sus políticas, una vez que el ducto se encuentre en operación, se adherirá al Comité Local de Ayuda Mutua existente (CLAM). En caso de que éste no se encuentre conformado, IGASAMEX, con base en sus buenas relaciones con las empresas usuarias del ducto y circunvecinas, será pionero en la integración del mismo.

#### **Autoridades e Instituciones locales**

IGASAMEX, al igual que las empresas usuarias del ducto y las circunvecinas cuentan igualmente con un directorio telefónico de emergencias el cual incluye los números telefónicos de Autoridades e Instituciones locales que puedan dar una respuesta a emergencias y que se encuentren cercanas a la zona industrial (Bomberos, Policía, Protección Civil, Cruz Roja, etc.).

El PPA actualizado será presentado a las autoridades de Protección Civil cada año, a partir de que el gasoducto entre en operación.

### EN EL AREA DE GUANAJUATO (Lada 01-473)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	7331634
PROTECCIÓN CIVIL ESTATAL	01800-714-7911
SISTEMA DE URGENCIAS DEL ESTADO	7330911
CLÍNICA HOSPITALARIA DEL ISSSTE	7310318
H.G.Z. No. 10 GTO. 2N	7326996
CRUZ ROJA	7320487
HOSPITAL GENERAL (SSA)	7331573, 7331576 Ext. 129
CENTRO DE SALUD URBANO DE GUANAJUATO	7321178
BOMBEROS	7323357

#### **IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º. Piso. Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México, D.F. C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax 5259-7686

TRÁNSITO Y TRANSPORTE DEL ESTADO	7334880
FUERZAS DE SEGURIDAD PÚBLICA	7350020, 7350021
PROCURADURÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA	7332306
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES	1021001, 1027000
PRESIDENCIA MUNICIPAL	7320422, 7320422
GOBIERNO DEL ESTADO	7353500
GASODUCTOS DEL BAJÍO	01800-202-2011
PROFEPA	7331569
SEMARNAT	477-7883701

**EN EL AREA DE SILAO, GUANAJUATO**  
(Lada 01-472)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	7232432
CLÍNICA FAMILIAR	7223474
HOSPITAL GENERAL (SSA)	7223771, 7223297 Ext. 10077
CRUZ ROJA	7220081
DIF MUNICIPAL	7220269
BOMBEROS	7220911
CENTRAL DE EMERGENCIAS	7223511
PRESIDENCIA MUNICIPAL	7221509

**EN EL AREA DE VILLAGRAN, GUANAJUATO**  
(Lada 01-411)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	1651500
U.M.F. No. 40 VILLAGRAN (817)	1650039
CRUZ ROJA	1650090
BOMBEROS	1651500
CENTRAL DE EMERGENCIAS	1651188, 1650457
PRESIDENCIA MUNICIPAL	1650288

**EN EL AREA DE IRAPUATO, GUANAJUATO**  
(Lada 01-462)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	6261310, 6602233
CLÍNICA HOSPITAL CP TRILLEROS	6255695, 6255276
H.G.Z./ U.M.F No. 2 IRAPUATO (101) 2N	6243100 Ext. 31338, 31348
CRUZ ROJA	6273333
BOMBEROS	6266667
HOSPITAL GENERAL (SSA)	6358900 Ext. 141

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º. Piso. Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México, D.F. C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax 5259-7686

SEGURIDAD PÚBLICA	6269193
TRÁNSITO Y VIALIDAD	6241766
POLICÍA FEDERAL	6225350
PRESIDENCIA MUNICIPAL	6069999

**EN EL AREA DE SAN JOSE ITURBIDE, GUANAJUATO**  
(Lada 01-419)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	1981979
U.M.F. No. 38 SAN JOSÉ ITURBIDE (817)	1980005
HOSPITAL GENERAL (SSA)	2341237
SEGURIDAD PÚBLICA	1980064
POLICÍA MINISTERIAL	1980167
PRESIDENCIA MUNICIPAL	1980187, 1980474 Ext. 202

**EN EL AREA DE SAN MIGUEL DE ALLENDE, GUANAJUATO**  
(Lada 01-415)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	1528964, 1520022, 1526911
U.M.F. No. 11 SAN MIGUEL DE ALLENDE (817)	1520278
CRUZ ROJA	1521616
HOSPITAL DE LA FE	1522233, 1525900
BOMBEROS	1522888
SEGURIDAD PÚBLICA MUNICIPAL	1204524, 1522890
POLICÍA PREVENTIVA	1204524, 1522890
TRÁNSITO Y TRANSPORTE	1520538, 1548420
PRESIDENCIA MUNICIPAL	1529600

**EN EL AREA DE CELAYA, GUANAJUATO**  
(Lada 01-461)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	6150911
CLÍNICA HOSPITAL DE CELAYA	6140241
H.G.Z. No. 4 CELAYA 2N	6151475
CRUZ ROJA	6090911
HOSPITAL GENERAL CELAYA (URGENCIAS)	6151474
HOSPITAL GUADALUPANO	6120137
CENTRO DE SALUD	6140001
CENTRO MÉDICO QUIRÚRGICO DE CELAYA, S.A.	6138180
CENTRO DE ESPECIALIDADES MÉDICAS DE CELAYA, S.A. DE C.V.	6121847

SANATORIO CELAYA	6121105
BOMBEROS	6120877
POLICÍA PREVENTIVA	6120023
GUARDIA MUNICIPAL	6161691, 6120392 Ext. 110
TRÁNSITO Y VIALIDAD	6122511
PRESIDENCIA MUNICIPAL	6187100

**EN EL AREA DE APASEO EL GRANDE, GUANAJUATO**  
(Lada 01-413)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	1582021
U.M.F. No. 23 APASEO EL GRANDE (817)	1582419
CRUZ ROJA	1583040
BOMBEROS	1582021
POLICÍA MUNICIPAL	1582021
SEGURIDAD PÚBLICA ESTATAL	1582021
TRÁNSITO Y VIALIDAD ESTATAL	1582021
TRÁNSITO Y VIALIDAD	1582021
PRESIDENCIA MUNICIPAL	1582005

**EN EL AREA DE LEON, GUANAJUATO**  
(Lada 01-477)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	7635916
CLÍNICA HOSPITALARIA REGIONAL DEL ISSSTE	7115377, 7115378 Ext. 239
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES LEÓN	7174800
HOSPITAL GENERAL REGIONAL DE LEÓN	7197400 Ext. 263, 178
BOMBEROS	7738124
DELEGACIÓN CEPOL SUR	7635000, 7635349
DELEGACIÓN CEPOL ORIENTE	6379650
DELEGACIÓN CEPOL PONIENTE	1465000
CENTRAL DE EMERGENCIAS	2120044
POLICÍA FEDERAL	7725667, 7725653
FUGAS DE GAS	7120412
PRESIDENCIA MUNICIPAL	7132002, 7142208 Ext. 341, 136

**EN EL AREA DE SALAMANCA, GUANAJUATO**  
(Lada 01-464)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	6471157
CLÍNICA U.M.F.	6474412, 6474410

H.G.Z./ M.F. No. 3 SALAMANCA (288) 2N	6482259
CRUZ ROJA	6480094
HOSPITAL GENERAL (SSA)	6481261 Ext. 10575
BOMBEROS	6480252
POLICÍA PREVENTIVA	6482347
TRÁNSITO Y VIALIDAD	6480288
PGPB / SECTOR SALAMANCA	6486431, 6471704
PRESIDENCIA MUNICIPAL	6471157

### Población afectable

De acuerdo al estudio de riesgo y la vulnerabilidad de la zona, no existe población directamente afectable.

### Vocero (s)

Las personas autorizadas por parte de IGASAMEX para comunicar oficialmente la información de la situación, en los diferentes niveles de la emergencia y el fin de la misma; al público en las zonas afectables, a las autoridades y los medios de comunicación interesados, así como a los que forman parte de la respuesta a emergencia, serán :

<b>Nombre:</b>	<b>Ing. Rafael Gonzalez Dominguez</b>
Puesto:	Subdirector de Operación
Localización:	México, D.F.
Número telefónico/IGASAMEX:	(55) 5000-5161
Número Celular:	555406-7066
Número particular:	(55)

<b>Nombre:</b>	<b>Ing. Carlos A. Arriola Jiménez</b>
Puesto:	Director General
Localización:	México, D.F.
Número telefónico/IGASAMEX:	(55) 5000-5109
Numero celular:	552653-5050
Número particular:	(55)

## **11.2 Procedimientos para el desarrollo de simulacros con la población aledaña**

De manera conjunta con las autoridades locales (Presidencia Municipal, Protección Civil, Bomberos) IGASAMEX planea la impartición de cursos al personal de la empresa usuaria del ducto y circunvecinas, con la finalidad de que estén informados sobre el gas natural y los posibles riesgos existentes, para evitar la propagación de rumores infundados y de que puedan apoyar en caso de una emergencia.

## **11.3 Programa de simulacros**

La temática y calendarización de los cursos, así como de los simulacros a realizarse, se muestran a continuación.



## Programa de platicas y simulacros 2012 Seguridad

Numero de Proyecto	Gasoducto	Ubicación del Sistema	Fecha Probable	Fecha Simulacro	Inicio de Operación	Fecha Simulacro Anterior	Actividades Propuestas en Hipótesis	Fecha Platica Previa	Plática Previa Propuesta	Tiempos de Respuesta (min.)	Reporte de Simulacro
1	San José	San José Iturbide, Guanajuato	FEB		21-Mar-97	22-Mar-11			Generalidades del Gas Natural		
3	Consumidora Gaspiq	Santa Rosa Jauregui, Querétaro	MAY		07-Jun-99	25-Jul-11			Generalidades del Gas Natural		
4	Tizagas	Tizayuca, Hidalgo	AGO		27-Sep-02	27-Sep-11			Generalidades del Gas Natural		
6	Texmegas	San Martín Texmelucan, Puebla	ENE		26-Feb-99	25-Feb-11			Generalidades del Gas Natural		
7	Cordogas	Amatlan, Veracruz	ABR		04-May-00	06-May-11			Generalidades del Gas Natural		
8	Soceni	Huejotzingo, Puebla	ABR		19-May-01	01-Jun-11			Generalidades del Gas Natural		
9	Celfimex	Yauhquemehcan, Tlaxcala	ENE		04-Ene-99	18-Ene-11			Generalidades del Gas Natural		
10	Gas Púrepecha	Tarimbaro, Michoacán	OCT		29-Nov-00	29-Nov-11			Generalidades del Gas Natural		
13	Gas Natural de Mérida	Mérida, Yucatán	MAR		04-Abr-02	15-Abr-11			Generalidades del Gas Natural		
15	Consumidora Parque Opción	San José Iturbide, Guanajuato	DIC		05-Ene-01	17-Ene-12			Generalidades del Gas Natural		
16	Gas Industrial de Tepejí	Tepejí del Río, Hidalgo	FEB		23-Mar-01	22-Mar-11			Generalidades del Gas Natural		
20	Lee	Acanceh, Yucatán	JUL		27-Ago-02	27-Ago-11			Generalidades del Gas Natural		
25	Gas Natural de Apaseo	Apaseo El Grande, Guanajuato	SEP		26-Oct-06	26-Oct-11			Generalidades del Gas Natural		
26	Fracsa	Coyotepec, Estado de México	AGO		29-Sep-04	29-Sep-11			Generalidades del Gas Natural		
27	Toyota-CEM	Tijuana, Baja California	ENE		01-Ene-04	03-Ene-12			Generalidades del Gas Natural		
28	Agrizar	Silao, Guanajuato	SEP		30-Oct-03	29-Oct-12			Generalidades del Gas Natural		
29	Gas Natural El Florido	Tijuana, Baja California	JUN		08-Jul-05	08-Jul-11			Generalidades del Gas Natural		
30	Gas de Atlacomulco	Atlacomulco, Estado de México	MAY		08-Jun-04	24-Jun-10			Generalidades del Gas Natural		
31	Gas Villagrán del Bajío	Villagrán, Guanajuato	JUL		11-Ago-06	11-Ago-11			Generalidades del Gas Natural		
32	Gas Natural de Otay	Tijuana, Baja California	ENE		01-Ene-06	03-Ene-12			Generalidades del Gas Natural		
35	Gas Natural Valle Redondo	Tijuana, Baja California	NOV		07-Dic-07	07-Dic-11			Generalidades del Gas Natural		
38	JCox	Tijuana, Baja California	ENE		01-Feb-08	01-Feb-11			Generalidades del Gas Natural		
36	Merigas Norte	Mérida, Yucatán	FEB		03-Mar-08	11-Mar-11			Generalidades del Gas Natural		
37	Dondé	Uman, Yucatan	OCT		10-Nov-08	26-Ago-11			Generalidades del Gas Natural		
39	CCL Container	San José Iturbide, Guanajuato	AGO		27-Sep-08	27-Sep-11			Generalidades del Gas Natural		
40	Unimisur	Jaltipan, Veracruz	SEP		01-Oct-09	07-Oct-11			Generalidades del Gas Natural		
41	Crio	Acanceh, Yucatán							Generalidades del Gas Natural		
42	Naturaltek	Salamanca, Guanajuato	OCT		20-Oct-11				Generalidades del Gas Natural		
	Vidriera	Tierra Blanca, Veracruz	ABR		24-May-06	01-Jun-11			Generalidades del Gas Natural		
	Gruma Guadalupe	Guadalupe, Nuevo Leon	SEP		01-Oct-06	07-Oct-11			Generalidades del Gas Natural		
	Gruma Rio Bravo	Rio Bravo, Tamaulipas	JUN		25-Jul-07	25-Jul-11			Generalidades del Gas Natural		
	Gruma Chinameca	Chinameca, Veracruz	OCT		01-Nov-06	25-Nov-11			Generalidades del Gas Natural		
	Gruma Veracruz	Veracruz, Veracruz	SEP		16-Oct-06	07-Oct-11			Generalidades del Gas Natural		
	Gruma Teotihuacan	Teotihuacan, Estado de México	OCT		07-Nov-06	07-Nov-11			Generalidades del Gas Natural		
	Hersheys	Escobedo, Nuevo Leon	NOV		12-Dic-08	12-Dic-11			Generalidades del Gas Natural		

IGASAMEX Bajío, S. de R.L. de C.V.

Bosque de Alisos 47-A 5° Piso, Col. Bosques de las Lomas, C.P. 05120, México D.F.

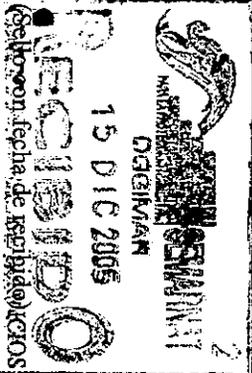
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-8085/7686



**HOJA GENERAL DE REGISTRO PARA LOS  
TRAMITES DE LA DIRECCION GENERAL  
DE GESTION INTEGRAL DE MATERIALES  
Y ACTIVIDADES RIESGOSAS**

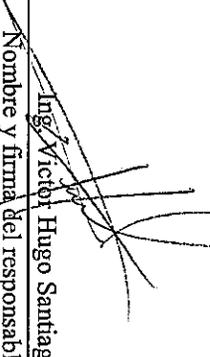
**SISTEMA AUTOMATIZADO DE TRÁMITES**

**PARA SER LLENADO POR LA SEMARNAT**

1) SOLICITUD NÚMERO:		2) NÚMERO DE REGISTRO AMBIENTAL: (Si cuenta con este número presentar la Constancia de Registro)	
3) RECIBIDO POR:  <i>Asael Oro G</i> Nombre y firma			
4) ENVIAR A: Residuos Peligrosos ( )		Residuos Peligrosos ( )	

En cumplimiento de los Artículos 1°, 5°, Fracciones VI, 28, 30, 109 bis, 142, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 151 bis, 152, 153 y 171 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA); y los Artículos 3, 4, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 34, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, y 60 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Residuos Peligrosos; la Norma Oficial Mexicana NOM-053-ECOL-1993; así como los Acuerdos por el que las Secretarías de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, con Fundamento en lo dispuesto por los artículos 5º fracción X y 146º de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 27º fracción XXXII y 37º fracciones XVI y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, Expiden el Primer y Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, la empresa que represento proporciona a esa dependencia la siguiente información para solicitar se le expida:

**PARA SER LLENADO POR EL SOLICITANTE**

5) NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA <b>Igasamex Bajío, S. De R.L. de C.V.</b>		 Ing. Ricardo Andaraca Uruea Nombre y firma del representante legal	
Declaramos que la información contenida en esta solicitud y sus anexos es fidedigna y que puede ser verificada por la SEMARNAT, la que en caso de omisión o falsedad, podrá invalidar el trámite y/o aplicar las sanciones correspondientes.		 Ing. Víctor Hugo Santiago. Nombre y firma del responsable técnico	
Lugar y fecha: <u>México, Distrito Federal a 05 de Diciembre de 2005</u>			

**DATOS DE REGISTRO**

1) NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA QUE SOLICITA EL TRÁMITE <sup>1</sup>		RFC																																																
Igasamex Bajo, S. De R. L. de C.V. (IGASAMEX)		IBA960920VAS																																																
2) NÚMERO DE REGISTRO DEL SIEM*  		3) CÁMARA A LA QUE PERTENECE, NÚMERO DE REGISTRO Y FECHA*																																																
4) ACTIVIDAD PRODUCTIVA PRINCIPAL DEL ESTABLECIMIENTO <sup>2</sup>		Distribución de gas natural CLAVE CMAP CÓDIGO AMBIENTAL (CA) <sup>3</sup>																																																
5) DOMICILIO DEL ESTABLECIMIENTO Parque o Puerto Industrial (X) Especificque cual: Zona Industrial de Apasco El Grande, Guanajuato. Centro Poblado ( ) Calle: _____ No. Exterior y No. Interior o No. de Manzana y Lote: _____ Colonia: Zona Industrial de Apasco El Grande Localidad (excepto D.F.): Guanajuato Código Postal: _____ Municipio o Delegación: Apasco El Grande Entidad Federativa: Guanajuato Teléfonos: _____ Fax: _____ Correo Electrónico: _____																																																		
6) DOMICILIO PARA OÍR Y RECIBIR NOTIFICACIONES (En caso de ser distinto al del establecimiento). Calle: Bosques de Ailsos No. Exterior y No. Interior o No. de Manzana y Lote: 47-A 5º piso Colonia: Bosque de las Lomas Municipio o Delegación: Cuajimalpa Código Postal: 05120 Entidad Federativa: D. F. Teléfonos: (55) 5000-51-62 Fax: (55) 5259-80-85 Correo Electrónico: randarazca@eft.com.mx																																																		
7) FECHA DE INICIO DE OPERACIÓN		Día <input type="checkbox"/> Mes <input type="checkbox"/> Año <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>																																																
8) NÚMERO DE TRABAJADORES EQUIVALENTE* Empleados: 16 Obreros: 8 Total: 24		9) TOTAL DE HORAS SEMANALES TRABAJADAS EN PLANTA*: N/A																																																
10) NÚMERO DE TRABAJADORES PROMEDIO, POR DÍA Y POR TURNO LABORADO* (Considerar un turno por cada horario diferente. No deje espacios vacíos. Si no hay información, anote NA / no aplica).																																																		
Número de trabajadores promedio																																																		
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Horario</th> <th>L</th> <th>M</th> <th>M</th> <th>J</th> <th>V</th> <th>S</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>7 a 15 Hrs</td> <td>24</td> <td>24</td> <td>24</td> <td>24</td> <td>24</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2A</td> <td>15 a 18 Hrs</td> <td>24</td> <td>24</td> <td>24</td> <td>24</td> <td>24</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2B</td> <td>18 a 23 Hrs</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>23 a 7 Hrs</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		No.	Horario	L	M	M	J	V	S	D	1	7 a 15 Hrs	24	24	24	24	24	8	0	2A	15 a 18 Hrs	24	24	24	24	24	8	0	2B	18 a 23 Hrs	8	8	8	8	8	0	0	3	23 a 7 Hrs	8	8	8	8	8	0	0				
No.	Horario	L	M	M	J	V	S	D																																										
1	7 a 15 Hrs	24	24	24	24	24	8	0																																										
2A	15 a 18 Hrs	24	24	24	24	24	8	0																																										
2B	18 a 23 Hrs	8	8	8	8	8	0	0																																										
3	23 a 7 Hrs	8	8	8	8	8	0	0																																										
11) ¿ES MAQUILADORA DE RÉGIMEN DE IMPORTACIÓN TEMPORAL? Si ( ) No (X)		12) ¿PERTENECE A UNA CORPORACIÓN? Si (X) No ( ) Indique cual: Corporación: Frigus Therme																																																
13) PARTICIPACIÓN DE CAPITAL*: Sólo nacional ( ) Mayoría nacional (X) Mayoría extranjero ( ) Sólo extranjero ( )		15) INVERSIÓN ESTIMADA (M.N.N)*: 1'600, 000 USD																																																
16) NOMBRE DEL GESTOR O PROMOVIENTE (Anexar carta poder en hoja membretada del establecimiento industrial y firmada por su representante legal) Ing. Ricardo Andaraca Urueta		RFC AAUR690506																																																

<sup>1</sup> Anexar copia fotostática del Acta Constitutiva.

<sup>2</sup> Esta sección será llenada por la SEMARNAT. Presente copia fotostática simple del documento probatorio, por ejemplo, licencia estatal o municipal, documento de radicación de impuestos, oña en secretarías de estado, licencia de uso de suelo.

<sup>3</sup> Esta sección será llenada por la SEMARNAT.

<sup>4</sup> Es el número que resulta de dividir entre 2000 el total de horas trabajadas anualmente, considerando por separado empleados y obreros, para luego sumarle el total.

\* Esta información es opcional para el particular.

\*\*En caso de presentar Estudio de Riesgo deberá anexarse una hoja membretada, elaborada por la empresa encargada de la elaboración del estudio. En la cual se deberá señalar el nombre de la misma, su domicilio, el nombre del responsable de la elaboración del estudio, su puesto y firma.

# F. Javier Gutiérrez Silva

## Notario

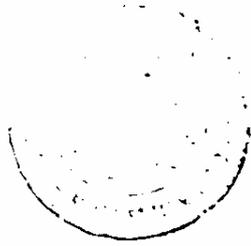
Copia Certificada DE LA ESCRITURA QUE CONTIENE:

LA PROTOCOLIZACION DEL ACTA DE LA ASAMBLEA GENERAL DE SOCIOS DE "IGASAMEX BAJIO", SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA DE CAPITAL VARIABLE, CELEBRADA EL DIA QUINCE DE OCTUBRE DE MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y SIETE.

Núm. 48,140 Vol. 2,033

Monte Blanco 510  
Teléfono 5-40-72-00  
México 11000, D. F.

JG\*mcv.



OP: JGS-8664. JG\*pa.

- - - - - NUMERO CUARENTA Y OCHO MIL CIENTO CUARENTA. - - - - -  
- - - - - VOLUMEN DOS MIL TREINTA Y TRES. - - - - -  
- - - - - EN LA CIUDAD DE MEXICO, DISTRITO FEDERAL, a los

catorce días del mes de abril de mil novecientos noventa y ocho, F. JAVIER GUTIERREZ SILVA, Titular de la Notaría Ciento Cuarenta y Siete del Distrito Federal, hago constar: LA PROTOCOLIZACION DEL ACTA DE LA ASAMBLEA GENERAL DE SOCIOS DE "IGASAMEX BAJIO", SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA DE CAPITAL VARIABLE, celebrada el día quince de octubre de mil novecientos noventa y siete, en la que se acordó el otorgamiento de poder en favor de los señores RICHARD CLAUDE HOJEL SCHUMACHER, MARK ALBERT HOJEL SCHUMACHER, JOHN ODABASHIAN MANGASARIAN, DENZIL FRANCISCO GARTEIZ CORRIPIO, CARLOS JOSE GARCIA RODRIGUEZ, JOSE ROGELIO SANCHEZ Y ESPINO, FELIX EDUARDO REIMS HERNANDEZ, ARMANDO LUNA CEPEDA, ALEJANDRA LORENA RODRIGUEZ DELGADO, ALEJANDRO IRENEO BALDERAS TERAN, CARMEN BEATRIZ DOMINGUEZ DOMINGUEZ, JACQUELINE LEON FEENEY, ISABELLA ARAOZ CASTILLO, TERESITA VIRGINIA AMADO CABRERA, GUSTAVO MANUEL LEYVA GARCIA, VICTOR HUGO SANTIAGO RODRIGUEZ, ROBERT ROY NEAL, VICENTE SERGIO PADILLA VALDES, ALEJANDRO CABRERA YAÑEZ, ENRIQUE ROSALES MARTIN DEL CAMPO, SERGIO PADILLA MACEDO, GERARDO PADILLA MACEDO, JOSE SOTELO MORALES, REYNALDO RAMIREZ RICO, FERNANDO SOTO CASTRO, GERARDO PIÑA TOVAR, JOSE JUAN PEREZ RAMIREZ y JAVIER MOISES HUERTA BRIONES; que otorga la señora Licenciada MARIA DEL PILAR LABASTIDA ALVAREZ, en su carácter de Delegado Especial de la Asamblea, al tenor de los antecedentes y cláusulas siguientes: - - - - -

- - - - - A N T E C E D E N T E S - - - - -

- - - - - I. - ESCRITURA CONSTITUTIVA. - Por escritura número cuarenta y cuatro mil quinientos quince, de fecha veinte de septiembre de mil novecientos noventa y seis, otorgada ante la



**A. FLUJO DE GAS NATURAL EN GASODUCTO Y CASETAS DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN**

**A. 1. Línea de acero al carbón de 6 y 3"Ø y 9.448 km. de longitud aproximada (de 450 psig de presión de operación) desde el punto de interconexión con el gasoducto de 36" de PEMEX, hasta las casetas de regulación a instalar dentro del predio de las empresas contratantes en la zona Industrial de Apaseo El Grande, Estado de Guanajuato.**

Palabra guía	Parámetro de proceso	Desviación	Causas Posibles de desviación	Efecto o Riesgo (Consecuencias)	Medidas Existentes	Recomendación o Acción requerida
No	Flujo	Ausencia de flujo de gas natural	Válvula de corte en la caseta de medición y regulación del punto de interconexión cerrada por error humano	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caída de presión al sistema de transporte</li> <li>No pueden operar los equipos que usen el combustible en la planta del usuario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procedimiento para operación de válvulas de corte, de relevo y de los reguladores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Supervisión periódica en la operación</li> <li>Utilización de la línea alterna equipada con regulador para emergencias</li> <li>Cierre de válvulas de bloqueo ubicadas antes y después de los reguladores</li> <li>Cierre de la válvula de corte principal</li> <li>Revisión de los manómetros ubicados después de la estación de regulación reductora de presión en el punto de interconexión.</li> </ul>
			Válvula de corte en la caseta de medición y regulación del punto de interconexión cerrada por mantenimiento preventivo o correctivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caída de presión al sistema de transporte</li> <li>No pueden operar los equipos que usen el combustible en la planta del usuario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procedimiento para operación y mantenimiento del sistema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Notificación previa a los usuarios</li> <li>Paros programados de los equipos de combustión de los usuarios</li> <li>Supervisión periódica en la operación y mantenimiento</li> <li>Utilización de señalamientos y etiquetas de aviso</li> </ul>
			Obstrucción en la línea	<ul style="list-style-type: none"> <li>Esfuerzos internos en las paredes del ducto de acero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procedimiento para operación y mantenimiento del sistema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilización de la línea alterna equipada con regulador para emergencias</li> <li>Cierre de válvulas de bloqueo ubicadas antes y después de los reguladores</li> <li>Cierre de la válvula de corte principal</li> <li>Revisión de los manómetros ubicados después de la estación de regulación reductora de presión en el punto de interconexión.</li> </ul>

			Obstrucción de la válvula de corte de la caseta de regulación del punto de interconexión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esfuerzos internos en las paredes del ducto de acero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimiento para operación y mantenimiento del sistema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de la línea alterna equipada con regulador para emergencias</li> <li>• Cierre de válvulas de bloqueo ubicadas antes y después de los reguladores</li> <li>• Cierre de la válvula de corte principal</li> <li>• Revisión de los manómetros ubicados después de la estación de regulación reductora de presión en el punto de interconexión.</li> </ul>
			Ruptura total de tubería	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuga y dispersión de gas natural</li> <li>• Formación de una nube inflamable y explosiva</li> <li>• Incendio</li> <li>• Explosión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimientos y planes de emergencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierre de válvulas de corte</li> <li>• Evaluación de daños</li> <li>• Aplicación de procedimientos de emergencia</li> </ul>
			Falta de presión en el ducto de 36" de PEMEX	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caída de presión al sistema de distribución</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimientos y planes de emergencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de los manómetros ubicados después de las estaciones de regulación reductoras de presión en todo el sistema</li> </ul>
			Sabotaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caída de presión al sistema de distribución</li> <li>• No pueden operar los equipos que usen el combustible en la planta del usuario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimientos y planes de emergencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierre de válvulas de corte</li> <li>• Evaluación de daños</li> <li>• Aplicación de procedimientos de emergencia</li> </ul>

Menos	Flujo	Flujos anormalmente bajos de gas natural				
			Desgaste o mal estado de válvulas y conexiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuga y dispersión de gas natural</li> <li>En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procedimiento de emergencia</li> <li>Procedimiento de mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión de los manómetros ubicados después de las estaciones de regulación reductoras de presión en todo el sistema</li> </ul>
			Deficiente conexión del sistema de tuberías de conducción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuga y dispersión de gas natural</li> <li>En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procedimiento de emergencia</li> <li>Procedimiento de mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión de los manómetros ubicados después de las estaciones de regulación reductoras de presión en todo el sistema</li> </ul>
			Válvulas mal calibradas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caída de presión al sistema de transporte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procedimiento de operación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilización del juego de válvulas alternas</li> </ul>
			Ruptura parcial de tubería (fisuras)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuga y dispersión de gas natural</li> <li>En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego"</li> <li>Riesgo de incendio y de explosión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procedimientos y planes de emergencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cierre de válvula de corte</li> <li>Evaluación de daños</li> <li>Aplicación de procedimiento de emergencia</li> </ul>
			Fuga por soldadura defectuosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pruebas hidrostáticas</li> <li>Corrida de diablos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cambio de secciones dañadas</li> <li>Uso de mangas provisionales</li> </ul>
			Disminución de presión en el ducto de 36" de PEMEX	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caída de presión al sistema de transporte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procedimientos de operación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Notificación a los usuarios</li> <li>Revisión de los manómetros ubicados después de la estación de regulación reductora de presión en el punto de interconexión</li> </ul>
			Disminución en el consumo del usuario final	<ul style="list-style-type: none"> <li>No tiene efecto o riesgo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En los casos de bajo consumo los controladores de presión de la estación de regulación se adecuan automáticamente a las condiciones de presión y gasto requerido</li> </ul>	

Más	Flujo	Flujos anormalmente altos de gas natural	Incremento de la demanda estimada por parte de los usuarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descalibración de reguladores y equipos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilancia en el sistema.</li> <li>• Registro diario y revisión de exactitud del medidor de flujo y válvulas en ambas casetas de regulación</li> <li>• Consulta con el usuario final en cuanto a su operación</li> <li>• Verificación del sistema con <b>PEMEX y proveedores de equipos de medición y de regulación</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del medidor de flujo del cuadro de regulación</li> <li>• Revisión de reguladores y válvulas de corte asociadas</li> <li>• Revisión de la válvula de alivio</li> <li>• Revisión del odorizador</li> <li>• Inspección de fugas</li> </ul>
			Ruptura parcial o total de la tubería en o cerca de la <b>caseta de regulación del usuario final</b> dentro de la zona Suburbana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuga y dispersión de gas natural</li> <li>• En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego"</li> <li>• Riesgo de incendio y de explosión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimientos y planes de emergencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierre de válvulas de corte</li> <li>• Evaluación de daños</li> <li>• Aplicación de procedimientos de emergencia</li> </ul>
			Desajuste del sistema de dosificación de odorante (etil-mercaptano) por arrastre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se diluye el umbral de detección de fugas</li> <li>• Represurización de los depósitos del odorante</li> <li>• Revisión de la válvula de venteo (relevo) del tanque del odorizador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimientos de operación y mantenimiento</li> </ul>	
			Incremento en el consumo del usuario final	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No tiene efecto o riesgo, dado que el sistema se encuentra sobrediseñado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En los casos de alto consumo los controladores de presión de la estación de regulación se adecuan automáticamente a las condiciones de presión y gasto requerido</li> </ul>	

Menos	Presión	Presión de operación anormalmente baja en la línea de transporte de gas natural	Desgaste o mal estado de válvulas y conexiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuga y dispersión de gas natural</li> <li>En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procedimiento de emergencia</li> <li>Procedimiento de mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cierre de válvula de corte (en caseta del punto de interconexión)</li> </ul>
			Deficiente conexión del sistema de tuberías de conducción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuga y dispersión de gas natural</li> <li>En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procedimientos y planes de emergencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cierre de válvula de corte (en caseta del punto de interconexión)</li> </ul>
			Válvulas mal calibradas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caída de presión al sistema de transporte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procedimiento de operación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilización del juego de válvulas alternas</li> </ul>
			Ruptura parcial de tubería	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuga y dispersión de gas natural</li> <li>En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego"</li> <li>Riesgo de incendio y de explosión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procedimientos y planes de emergencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cierre de válvula de corte (en caseta del punto de interconexión)</li> </ul>
			Disminución de presión en el ducto de 36" de PEMEX	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caída de presión al sistema de transporte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procedimientos de operación</li> </ul>	
			Sabotaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caída de presión al sistema de transporte</li> <li>No pueden operar los equipos que usen el combustible en la planta del usuario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procedimientos y planes de emergencia</li> </ul>	

Más	Presión	Presión de operación anormalmente alta en la línea de transporte de gas natural	Válvulas mal calibradas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liberación de gas por medio de la válvula de desfogue y dispersión del mismo</li> <li>• Liberación de gas por la apertura de Reguladores autopiloteados de control de contrapresión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilancia en el sistema.</li> <li>• Registro diario de manómetros y válvulas</li> <li>• Verificación del sistema con <b>PEMEX</b></li> <li>• Procedimientos de operación</li> <li>• Apertura del regulador de respaldo para detener el desfogue en un corto lapso de tiempo y permitir la revisión de falla del regulador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de la línea alterna equipada con regulador para emergencias</li> <li>• Cierre de válvulas de bloqueo ubicadas antes y después de los reguladores</li> <li>• Cierre de la válvula de corte principal</li> <li>• Revisión de los manómetros ubicados después de las estaciones de regulación reductoras de presión en todo el sistema.</li> <li>• inspeccionar el interior del regulador y piloto regulador para localizar desgaste excesivo o daño</li> </ul>
			Descontrol de la presión por falla de reguladores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liberación de gas por medio de la válvula automática de desfogue y dispersión del mismo</li> <li>• Fuga y dispersión de gas natural</li> <li>• En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego"</li> <li>• Riesgo de incendio y de explosión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilancia en el sistema.</li> <li>• Registro diario de manómetros y válvulas</li> <li>• Verificación del sistema con <b>PEMEX</b></li> <li>• Apertura de la válvula automática de desfogue</li> <li>• Apertura del regulador de respaldo para detener el desfogue en un corto lapso de tiempo y permitir la revisión de falla del regulador.</li> <li>• inspeccionar el interior del regulador y piloto regulador para localizar desgaste excesivo o daño</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de procedimientos de emergencia</li> </ul>

			<p>Sobrepresurización en el <b>ducto de PEMEX</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liberación de gas por medio de la válvula automática de desfogue y dispersión del mismo</li> <li>• Fuga y dispersión de gas natural</li> <li>• En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego"</li> <li>• Riesgo de incendio y de explosión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilancia en el sistema.</li> <li>• Registro diario de manómetros y válvulas</li> <li>• Verificación del sistema con <b>PEMEX</b></li> <li>• Apertura de la válvula automática de desfogue</li> <li>• inspeccionar el interior del regulador y piloto regulador para localizar desgaste excesivo o daño</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de procedimientos de emergencia</li> </ul>
			<p>Desajuste del sistema de dosificación de odorante (etil-mercaptano) por arrastre en el punto de interconexión con el <b>ducto de PEMEX</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se diluye el umbral de detección de fugas</li> <li>• Represurización de los depósitos del odorante</li> <li>• Revisión de la válvula de venteo (relevo) del tanque del odorizador</li> </ul>		

Otros	Composición	Variación en la composición del gas natural	<p>Fallas en el proceso de separación de PEMEX.</p> <p>Mayor contenido de H<sub>2</sub>S en el gas del esperado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de velocidad de corrosión en las paredes del ducto</li> <li>• Formación de poros y cazuelas de corrosión.</li> <li>• Fuga de gas por fractura o ruptura total del ducto por falla mecánica del material.</li> <li>• Disminución del espesor de diseño.</li> <li>• Incendio si el fluido logra entrar en contacto con una fuente de ignición.</li> <li>• Explosión si el gas genera nube con concentración tal que alcance los límites de explosividad y además entre en contacto con una fuente de ignición.</li> <li>• Daños ambientales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoreo continuo de la composición por medio de cromatógrafo en cuarto de control.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Llevar a cabo reportes en donde se cuide el mantenimiento, en especial en la medición de espesores.</li> <li>• Contar con las preparaciones necesarias para la inyección de inhibidor de corrosión al sistema.</li> <li>• Llevar a cabo un programa de reemplazos de tramos que tengan espesores menores a los especificados.</li> <li>• Aplicación de procedimientos de emergencia y coordinarse con entidades federales, estatales, municipales, civiles, públicas y privadas.</li> <li>• En caso de existir afectaciones al ambiente debido a eventos no deseados como incendios y/o explosiones, se deberá remediar inmediatamente la zona afectada.</li> </ul>
-------	-------------	---	---	---	--	--

**INDICE MOND PARA FUEGO, EXPLOSION Y TOXICIDAD**

1.- Factor Material "B"			
Material o Combinación:	<b>Gas Natural</b>	Calor de Combustión Hc (BTU/lb):	23876
Formula:	90% CH <sub>4</sub> , 10% C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Factor Material "B":	23.876
2.- Riesgos Especiales del Material "M"		5.- Riesgos por Cantidad "Q"	
	Factor	Factor	
	Sugerido	Usado	Sugerido
a) Oxidantes	0 a 20	0	630.82
b) Reacción Peligrosa con Agua	0 a 30	0	36.682183
c) Mezclado y Dispersión	-50 a 60	-20	
d) Combustión Espontánea	30 a 250	0	
e) Polimerización Espontánea	27 a 75	0	
f) Sensibilidad a la Ignición	-75 a 150	100	
g) Descomposición Explosiva	125	0	
h) Detonación Gaseosa	150	0	
i) Fase Condensada	200 a 1500	50	
j) Otros	0 a 150	0	
Suma de factores R.E.M.	M =	130	
		Volumen (m3)	0.05815
		Densidad (Ton/m <sup>3</sup> )	d
		Factor Asignado R.C.	Q
		1 a 1000	70
3.- Riesgos Generales del Proceso "P"		6.- Riesgos por Layout "L"	
	Sugerido	Usado	
a) Manejo y Cambios Físicos	10 a 60	10	Sugerido
b) Reacción Unica Continua	25 a 50	15	Usado
c) Reacción Unica Batch	10 a 60	0	
d) Multireacciones	0 a 75	0	
e) Transferencia de Material	0 a 75	0	
f) Contenedores Portátiles	10 a 100	0	
Suma de factores R.G.P	P =	25	
		Altura de la Unidad (m)	H
		Area de trabajo (m <sup>2</sup> )	a
		a) Diseño Estructural	0 a 200
		b) Efecto Domino	0 a 250
		c) Subterráneas	0 a 150
		d) Drenaje Superficial	0 a 100
		e) Otros	0 a 250
		Suma de factores R.L.A	L =
			150
4.- Riesgos Especiales del Proceso "S"		7.- Riesgos de Toxicidad "T"	
	Sugerido	Usado	
a) Baja Presión	0 a 100	0	Sugerido
b) Alta Presión	0 a 150	100	Usado
c) Baja Temperatura	50 a 100	0	
d) Alta Temperatura	0 a 100	35	
e) Corrosión y Erosión	0 a 150	10	
f) Fugas en Juntas y Empaques	0 a 60	0	
g) Vibración	0 a 50	0	
h) Control Difícil de Proceso o Reacción	20 a 300	10	
i) Operación Rango Inflamable	0 a 150	10	
j) Riesgo de Explosión Mayor al Promedio	40 a 100	20	
k) Polvos o Nieblas Riesgosas	30 a 70	0	
l) Oxidantes muy Fuertes	0 a 300	0	
m) Sensibilidad a la Ignición	0 a 75	50	
n) Riesgos Electroestáticos	0 a 200	15	
o) Temperatura de Proceso "K"	t	298.16	
Suma de factores R.E.P.	S =	250	
		a) TLV	0 a 300
		b) Forma del Material	25 a 200
		c) Exposición Corta	100 a 150
		d) Absorción por Piel	0 a 300
		e) Factores Físicos	0 a 300
		Suma de Factores R.T.	T =
			25
8.- Sumario de Valores de Factores			
Valores			
FM	B =	23.876	
REM	M =	130	
md	md =	-20	
RGP	P =	25	
REP	S =	250	
Presión	p =	100	
Temp "K"	t =	298.16	
Toneladas	d =	36.682183	
RC	Q =	70	
Altura	H =	2	
Area	a =	30832	
RLA	L =	150	
RT	T =	25	
9.- Cálculo de Índices			
D.- Índice General de Riesgo	D=B(1+M/100)(1+(S+Q+E/100)+T/400)	Valor Numérico	316.446535
F.- Carga de Fuego	F=(B*d/a)20500 BTU/t2		582.3296551
U.- Índice de Toxicidad de la Unidad	U=(T/100)(1+(M+P+S/100))		1.2625
C.- Índice de Toxicidad Mayor	C= Q*U		88.375
E.- Índice de Explosión	E=1+(M+P+S/100)		5.05
A.- Índice de Explosión Aerea	A=B*Q*H*E*(1+md/100)*(t/300)*(1+p)/10		1355.565383
R.- Índice Total Mond	R=D*(1+(SQRT(FUEA)/1000))		1026.361638
		Categoría	Muy Catastrófico
			Bajo (Duración de 1/2 a 1 Hora)
			Bajo
			Moderado
			Alto
			Muy Alto
			Alto (Grupo 1)
10.- Factores de Corrección por Medidas de Seguridad			
k1.- Control de Riesgos en Contenedores		k4.- Protección Contra Incendio	
	Valor		Valor
a) Recipientes a Presión	0.9	a) Protección a Estructuras	0.9
b) Tanques Verticales Atmosféricos	0.9	b) Barreras Contra Incendio	1
c) Tubería	0.9	c) Protección a Equipos	0.95
d) Contenedores Adicionales	0.8	Producto de factores P.C.I.	k4
e) Detección y Respuesta a Fugas	0.9		0.855
f) Desecho de Material Fugado	0.9	k5.- Aislamiento de Materiales	Valor
Producto de Factores C.R.C	k1	a) Sistemas de Válvulas	0.9
	0.4251528	b) Ventilación	1
		Producto de Factores A.M.	k5
			0.9
k2.- Control de Proceso		k6.- Combate de Incendios	
	Valor		Valor
a) Sistema de Alarmas	0.95	a) Alarma de Emergencia	0.9
b) Energía de Emergencia	0.9	b) Extinguidores Portátiles	0.95
c) Sistema de Enfriamiento	0.9	c) Suministro de Agua Contra Incendio	0.95
d) Sistema de Gas Inerte	1	d) Sistemas de Rociadores o Monitores	1
e) Actividades de Análisis de Riesgo	0.9	e) Espuma y Gas Inerte	1
f) Sistemas de Paro	0.9	f) Brigada	0.9
g) Control por Computadora	0.85	g) Apoyo Externo y/o Interno	0.9
h) Protección Contra Explosión o Reacción Peligrosa	0.95	h) Ventilación de Humo	1
i) Instrucciones de Operación	0.91	Producto de Factores C.I.	k6
j) Supervisión de Planta	0.95		0.6579225
Producto de Factores C.P.	k2		
	0.435112111		
k3.- Actitud de Seguridad		11.- Sumario de Factores de Seguridad	
	Valor		
a) Involucramiento de la Gerencia	0.95	Factor CRC	k1 =
b) Entrenamiento en Seguridad	0.9	Factor CP	k2 =
c) Procedimientos de Seguridad y Mantenimiento	0.95	Factor AS	k3 =
Producto de Factores A.S.	K3	Factor PCI	k4 =
	0.81225	Factor AM	k5 =
		Factor CI	k6 =
			0.855
			0.9
			0.6579225
12.- Cálculo de Índices Finales			
Fl.- Carga de Fuego	Fl= F*k1*k4*k5	Valor Numérico	190.5121047
EI.- Índice de Explosión	EI= E*k2*k3		1.784770051
AI.- Índice de Explosión Aerea	AI= A*k1*k5*k6		341.2579376
RI.- Índice Total Mond	RI= R*k1*k2*k3*k4*k5*k6		78.07638726
		Categoría	Ligero ( de 1/4 a 1/2 Horas)
			Bajo
			Alto
			Bajo

**ANEXO NO. 3**

**DIRECCIÓN GENERAL DE MATERIALES, RESIDUOS Y ACTIVIDADES RIESGOSAS  
INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE RIESGO**

Fecha de Ingreso		16/10/2008	
<b>DATOS DE LA COMPAÑÍA ENCARGADA DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO</b>			
Compañía		IGASAMEX Bajío, S. de R.L. de C.V.	Registro
Nombre de la persona responsable		Leopoldo Gómez García	Cargo
			Coordinador de Estudios Ambientales
<b>DATOS GENERALES DE LA EMPRESA</b>			
No. de Registro INE			R.F.C.
			IBA960920VA5
Nombre		IGASAMEX Bajío, S. de R.L. de C.V.	
Nombre del Proyecto		Gasoducto GAS NATURAL DE APASEO	
Objeto de la Instalación o Proyecto		Suministro de Gas Natural a las empresas involucradas	
<b>UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES</b>			
Calle y Número		Zona Industrial	Colonia/Localidad
			Zona Industrial de Apaseo E
Municipio/Delegación		Apaseo El Grande	Estado
			Guanajuato
Codigo Postal			
<b>DOMICILIO PARA OIR O RECIBIR NOTIFICACIONES</b>			
Calle y Número		Bosque de Alisos No. 47-A 5° piso	Colonia/Localidad
			Bosque de las Lomas
Municipio/Delegación		Cuajimalpa	Estado
			Distrito Federal
Codigo Postal		05120	
Teléfonos		(55) 5000-5164 / 5000-5100	Fax
			(55) 5259-7686
			Correo electronico
			<a href="mailto:vsantiago@igasamex.net">vsantiago@igasamex.net</a>
Nombre del representante de la empresa		Víctor Hugo Santiago Rodríguez	
Cargo		Gerente de Calidad y Medio Ambiente de IGASAMEX	
<b>GIRO DE LA EMPRESA</b>			
<input checked="" type="checkbox"/>	Petróleo y derivados	<input type="checkbox"/>	Petroquímico
<input type="checkbox"/>	Otros especificar	<input type="checkbox"/>	Químico
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Metalúrgico
<b>USO DE SUELO DONDE SE ENCUENTRA LA EMPRESA</b>			
<input type="checkbox"/>	Agrícola	<input type="checkbox"/>	Rural
<input type="checkbox"/>	Comercial	<input type="checkbox"/>	Mixto
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Habitacional
<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	Industrial
<b>LA EMPRESA SE ENCUENTRA UBICADA EN UNA ZONA CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS</b>			
<input checked="" type="checkbox"/>	Zona industrial	<input type="checkbox"/>	Zona habitacional
<input type="checkbox"/>	Parque industrial	<input type="checkbox"/>	Zona urbana
<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	Zona suburbana
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Zona rural
<b>LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA</b>		<b>SUPERFICIE</b>	
Coordenadas latitud N	20° 32' 15"	Requerida	1,000.00 m <sup>2</sup>
Coordenadas longitud W	100° 44' 14"	Total	1,000.00 m <sup>2</sup>











**CALCULO DE DISTANCIAS DE AFECTACION POTENCIAL AL ENTORNO DEL GASODUCTO DE ACERO DE 6 Y 3" DE DIAMETRO NOMINAL DE 9.448 KILOMETROS DE LONGITUD TOTAL APROXIMADA, PARA SUMINISTRO DE GAS NATURAL A LAS EMPRESAS PROTEINOL, SANIVEX, COVEMEX; UBICADAS EN LA ZONA INDUSTRIAL DEL MUNICIPIO DE APASEO EL GRANDE, ESTADO DE GUANAJUATO, MEDIANTE EL USO DEL PAQUETE DE SIMULACION DE LA E.P.A. (ARCHIE, 1986).**

**CASO No. 1:** FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A 1/4" DE DIAMETRO, EN UNA JUNTA O BRIDA EN MAL ESTADO DEL PATIN DE MEDICIÓN Y REGULACION UBICADO EN EL PREDIO DE LA CASETA PRINCIPAL EN EL PUNTO DE INTERCONEXION CON EL DUCTO DE **PEMEX**, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **30 MINUTOS**.

Para correr este modelo de simulación se consideraron las características fisicoquímicas del gas natural a manejar, y en su caso las características de su principal componente (el gas metano).

La sustancia en cuestión es un *gas inflamable* a presión atmosférica.

RESUMEN DE DATOS PARA ARCHIVO DE ESCENARIO DE ACCIDENTES:

1.- Material peligroso:	GAS NATURAL
2.- Dirección/localización:	<b>ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE CELAYA, ESTADO DE GUANAJUATO.</b>
3.- Latitud:	20° 28' 53"
4.- Longitud:	100° 47' 16"
5.- Fecha de evaluación:	ENERO 2003
6.- Descripción del escenario:	Estación de medición y regulación del punto de interconexión del ducto de transporte de gas natural, dentro de la zona rural del municipio de Celaya, Estado de Guanajuato, (que opera a 450 psi), que sufre una fuga de producto a través de un orificio de 1/4" en el patín de medición y regulación durante 30 minutos.

#### **Modelos Utilizados del Menú de opciones:**

- G) Evaluación del riesgo de chorros de flama o dardos de fuego.
- H) Evaluación del riesgo de fuego por nube o pluma de vapor.
- I) Evaluación del riesgo de explosión de nubes de vapor (no confinadas).

### UBICACIÓN DE LA FUGA



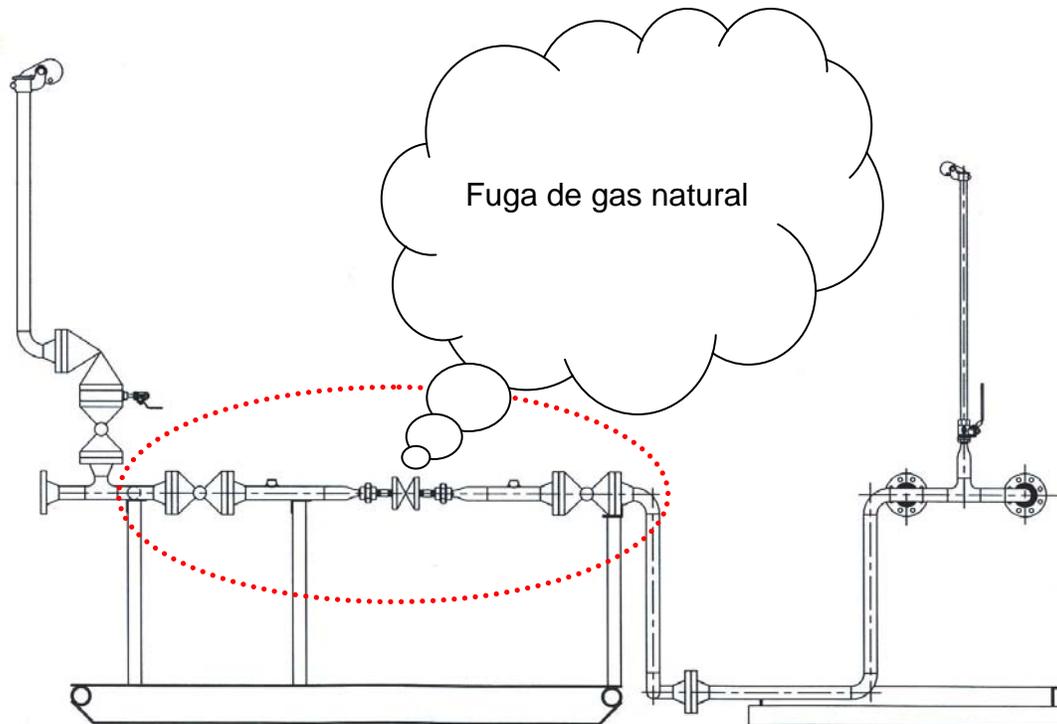
**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Coordinación de Estudios Ambientales

Bosque de Alisos No. 47-A Col. Bosques de las Lomas, Cuajimalpa, México, D.F. C.P. 05120

Tel. (55) 5000-5100, Fax 5259-7686

CONFIDENCIAL



Patín de medición, regulación y odorización ubicado en el predio de la caseta del punto de interconexión con el ducto de **PEMEX** (esquema y foto de un proyecto en operación)



### Cálculo de la tasa de descarga del gas:

Dos aproximaciones computacionales primarias están disponibles para la estimación de la tasa de descarga de gas desde ductos con fisuras o perforaciones, transportando productos estrictamente gaseosos. El ducto puede ser considerado como un volumen de gas comprimido que no fluye o bien como una longitud de ducto con velocidad de gas que se incrementa hacia el punto de fuga.

El modelo de volumen es simple. Esencialmente desprecia los efectos de la fricción a lo largo del ducto y no obstante proporciona un estimado conservador de la tasa de descarga. Este es el modelo utilizado por el programa ARCHIE (*Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation*), versión 1.0 de Microsoft Corp. 1982-1986.

Para determinar si la descarga de gas a través de una perforación se comporta como descarga sónica o subsónica, se calcula el **valor crítico de presiones**. La relación crítica de presiones se obtiene sustituyendo  $k = 1.268$  en la ecuación:

$$r_{\text{crit}} = \left( \frac{P_2}{P_1 \text{ crit}} \right) = \left( \frac{2}{k+1} \right)^{k/k-1}$$

donde:

$P_1$  = Presión en el interior del ducto, en pascales (450 psi =  $31.013 \times 10^5$  Pa)

$P_2$  = Presión en el lado de la descarga, usualmente la presión atmosférica ( $1.013 \times 10^5$  Pa)

$k$  = Cociente de calor específico cp/cv (1.268)

$$\left( \frac{2}{1.268+1} \right)^{1.268/1.268-1} = 0.8818^{4.7313} \quad r_{\text{crit}} = 0.55$$

$$r_{\text{crit}} = \left( \frac{P_2}{P_1 \text{ crit}} \right) = 0.55 \quad P_1 \text{ crit} = P_2 / 0.55 \quad P_1 \text{ crit} = 101,308 / 0.55$$

$$P_1 \text{ crit} = 184,196.36 \text{ Pa} = 26.73 \text{ psi}$$

Debido a que la presión del gas en el interior del ducto (450 psi) es mayor al valor crítico, se considera que el flujo es sónico en la garganta.

El modelo asume que el proceso es adiabático y que los efectos de la fricción en la pared del ducto son insignificantes. Utilizando el balance de energía mecánica, una expresión para la tasa de descarga instantánea bajo condiciones de flujo no obstruido puede ser calculado a partir de la siguiente ecuación, que representa un **flujo sónico**:

$$m = F_c A \sqrt{P_1 \rho_1 k \left( \frac{2}{k+1} \right)^{k+1/k-1}}$$

donde:

$m$  = tasa de descarga (caudal másico de descarga), en kg/s

$F_c$  = Coeficiente de descarga del orificio (0.62)

$A$  = Area transversal del orificio =  $(\pi \cdot r^2)$  (1/4" =  $3.167 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ )

$k$  = Cociente de calor específico cp/cv (1.268)

$P_1$  = Presión en el interior del ducto, en pascales (450 psi =  $31.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ )

$\rho_1$  = Densidad, kg/m<sup>3</sup> (0.8034) (Tomado del CRANE, 1992)

1 atm =  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  = 101,308 Pa = 14.7 psi = 760 mm Hg = 1.013 Bars = 1.033 kg/cm<sup>2</sup>

1 libra = 0.4536 kg, 1 psi =  $6,895 \times 10^3 \text{ N/m}^2$  °K = °C + 273

1 bar = 1.02 kg/cm<sup>2</sup>

Diámetro del orificio de fuga	Area transversal ( $\pi \cdot r^2$ )
1/8"	$7.917 \times 10^{-6} \text{ metros}^2$
1/4"	$3.167 \times 10^{-5} \text{ metros}^2$
1"	$5.064 \times 10^{-4} \text{ metros}^2$
2"	$20.266 \times 10^{-4} \text{ metros}^2$
4"	$81.072 \times 10^{-4} \text{ metros}^2$

$$m = F_c A \sqrt{P_1 \rho_1 k \left( \frac{2}{k+1} \right)^{k+1/k-1}}$$

$$m = (0.62)(3.167 \times 10^{-5}) \sqrt{(31.013 \times 10^5)(0.8034)(1.268) \left( \frac{2}{1.268+1} \right)^{1.268+1/1.268-1}}$$

$$m = 0.000019635 \sqrt{(3159329.045)(0.881834215)^{8.462686567}}$$

$$m = 0.000019635 \sqrt{(3159329.045)(0.3450046149)}$$

$$m = 0.000019635 \sqrt{1'089,983.1}$$

$$m = 0.000019635 (1,044.02256)$$

$$m = 0.020499383 \text{ kg/s} \times 0.4536 = 0.0451926 \text{ lb/s}$$

$$m = 0.0451926 \text{ lb/s}$$

Estas ecuaciones están basadas en el comportamiento de un gas ideal.

Para el presente caso, mediante el uso de una calculadora científica, se obtuvo:

Tasa de descarga = 0.0205 kg/s  
= 0.0452 lb/s  
= **2.7116 lb/min**

(Tomado del manual "ANÁLISIS Y REDUCCIÓN DE RIESGOS EN LA INDUSTRIA QUIMICA", Fundación MAPFRE, 1994 p. 169)

El valor utilizado para el coeficiente de descarga (0.62) se obtuvo del manual del ARCHIE, que aplica para orificios circulares con bordes afilados.

El factor de ajuste para bordes de orificios característicos son los siguientes:

- a) Para válvulas de seguridad a presión, se usa un valor de 0.98
- b) Para orificios circulares con bordes afilados, se utiliza un valor de 0.62
- c) Para orificios rectangulares con bordes uniformes, dentados, como pétalos impulsados hacia el exterior, se utiliza un factor de 0.83
- d) Para cualquier otro agujero rectangular, se utiliza un valor de 0.62

Con el valor obtenido de la tasa de descarga, en libras por minuto, se alimenta el programa a partir de la **opción G del menú**, así como los datos fisicoquímicos generales del gas natural y su presión de operación.

Se debe tener presente que existen muchas situaciones potenciales, donde el tiempo permitirá forzar una respuesta o detectar fugas y/o cerrar sistemas de emergencia para detener el flujo lo antes posible.

**Además, la válvula de bloqueo localizada en el patín de medición del punto de interconexión cuenta con un sistema de cierre automático por baja presión (SLAM-SHUT) que se activa casi instantáneamente después de presentarse una caída de presión anormal en el sistema, por lo que en realidad una fuga cercana a dicha válvula (en este caso en el patín de medición y regulación del punto de interconexión) no puede tener una duración mayor de 1 segundo.**

**Debido a que la hoja de datos de seguridad de Pemex del gas natural no reporta valores de TLV y de IDLH, no se corrió el modelo de evaluación del riesgo de dispersión de vapores tóxicos.**

Durante los modelos utilizados, no se consideró la pérdida de calor que experimenta el gas al escapar del ducto, ya que por cada 15 PSI que cae la presión, baja 1°F por la expansión súbita. Entre otros aspectos, esto puede provocar quemaduras por frío y fracturas en el material.

*Clase de estabilidad atmosférica.*

El nivel de turbulencia atmosférica es generalmente categorizado por 6 clases llamadas A, B, C, D, E, o F. La clase F generalmente es la peor condición para la dispersión de vapores peligrosos o gases.

TABLA DE SELECCIÓN DE CLASES DE ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA:

CLASIFICACIÓN DE ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA DE PASQUILL:			
A.-	Condiciones extremadamente inestables	D.-	Condiciones neutras.*
B.-	Condiciones moderadamente inestables	E.-	Condiciones ligeramente estables.
C.-	Condiciones ligeramente inestables	F.-	Condiciones moderadamente estables.

Condiciones diurnas			Condiciones nocturnas		
Intensidad de la luz solar			Dispersión de Nubosidad		
Luz Solar			> 0 = 4/8 < 0 = 3/8		
Vel. del viento superficial (mph)	Fuerte	Moderado	Ligero	Nubosidad**	Nubosidad
<4.5	A	A - B	B	-	-
4.5 - 6.7	A - B	B	C	E	F
6.7 - 11.2	B	B - C	C	D	E
11.2 - 13.4	C	C - D	D	D	D
>13.4	C	D	D	D	D

\* Aplicable a condiciones de cielo densamente nublado, de día o de noche.

\*\* Grado de nubosidad= Fracción de cielo arriba del horizonte cubierto por nubes.

Para determinar la velocidad del viento cerca de la superficie del piso durante un evento de fuga o derrame de productos, se tomó como base la velocidad promedio del viento durante los últimos 12 años, más un margen de variación del 10%. Los datos climatológicos fueron proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional, en la **estación Celaya**.

El modelo se corrió dos veces, utilizando las estabilidades B y F (condiciones moderadamente inestables y condiciones moderadamente estables) para determinar en qué condiciones se daría una mayor afectación en el caso de una fuga y dispersión de vapores, ya que los vientos con velocidades altas promueven una más rápida dispersión de los gases o vapores. La velocidad considerada debe ser congruente con el tipo de estabilidad atmosférica seleccionada para el análisis de la dispersión de gases o vapores tóxicos.

## G.- EVALUACIÓN DEL RIESGO DE CHORROS DE FLAMA O DARDOS DE FUEGO.

Cuando los gases inflamables escapan de un contenedor bajo presión pueden formar una larga lengua de flama si entra en ignición. Este modelo computa la longitud de tal flama y una distancia segura de separación.

Cuando un gas presurizado escapa a la atmósfera a través de un orificio o estrechamiento, se produce la típica descarga en tobera del chorro gaseoso (*jet*), con un máximo de velocidad en la garganta, que puede igualar a la velocidad del sonido si el cociente entre la presión atmosférica y la presión dentro del recipiente es inferior al valor crítico. Tras el orificio

tiene lugar la disminución de la velocidad del gas, al ensancharse la sección de paso. Si una descarga de gas combustible entra en ignición, se produce el característico “dardo de fuego”.

Para la presente simulación se considera un solo punto de fuga, en la caseta de medición, regulación y odorización ubicada en el punto de interconexión con el ducto de Pemex. Sin embargo, los radios de afectación se pueden ubicar en cualquier parte del ducto, para efectos de determinar posibles eventos de fuga a lo largo del mismo.

#### VALORES DE LOS PARAMETROS COMUNES PARA LA EVALUACION DE RIESGO DE CHORROS DE FLAMA O DARDOS DE FUEGO:

##### a) para el caso de una fisura de **1/4 de pulgada**:

1.- Peso molecular del gas=	18.23
2.- Límite inferior de inflamabilidad (LFL)=	4.5% en vol.
3.- Diámetro de la fisura=	1/4 pulgada (0.25")
4.- Presión del gas en el ducto=	450 psia
5.- Proporción Cp/Cv del gas a 1 atm=	1.268
6.- Punto de ebullición normal=	-256°F (-160 °C).
7.- Temperatura ambiente=	68 °F (20°C)
8.- Temperatura del gas en el ducto=	86°F (30°C)

##### Resultados:

1.- Longitud de los dardos de fuego:	26 pies (7.92m)
2.- Distancia de separación segura:	51 pies (15.54 m)

##### b) para el caso de una fisura de **1 pulgada**:

1.- Peso molecular del gas=	18.23
2.- Límite inferior de inflamabilidad (LFL)=	4.5% en vol.
3.- Diámetro de la fisura=	1 pulgada
4.- Presión del gas en el ducto=	450 psia
5.- Proporción Cp/Cv del gas a 1 atm=	1.268
6.- Punto de ebullición normal=	-256°F (-160 °C).
7.- Temperatura ambiente=	68 °F (20°C)
8.- Temperatura del gas en el ducto=	86°F (30°C)

##### Resultados:

1.- Longitud de los dardos de fuego:	101 pies (30.78m)
2.- Distancia de separación segura:	202 pies (61.57 m)

1 pie= 0.3048 metros

1 atm = 14.69 psi = 760 mmHg = 1,01325 x 10<sup>5</sup> bars = 1,01325 x 10<sup>5</sup> Pascals

1 kg/cm<sup>2</sup>= 14.22 psig

°F= °C x 1.8 + 32

1 milla= 1,609.34 metros

Nota: Estas distancias se consideran como distancias de riesgo y de separación segura **con respecto a la caseta de medición y regulación principal, en el punto de interconexión**, en el caso de dardos de fuego.

La proporción Cp/Cv (tasa de calor específico) del gas o vapor comprimido es una propiedad termodinámica relacionada con la cantidad de calor necesario para incrementar la temperatura de una unidad de peso de gas o vapor en un grado bajo condiciones específicas.

## H.- EVALUACION DEL RIESGO DE FUEGO POR PLUMA DE VAPOR O NUBE DE GAS INFLAMABLE.

El LFL (Lower Flammable Limit) es el valor del límite inferior de inflamabilidad del gas o vapor, y representa la concentración más baja del material en el aire que mantendrá la combustión.

Los límites de inflamabilidad nos proporcionan el intervalo de concentraciones de combustible (normalmente en porcentaje de volumen), dentro del cual una mezcla gaseosa puede entrar en ignición y arder. Por debajo del límite inferior de inflamabilidad no existe suficiente combustible como para propagar la combustión.

La metodología empleada para el cálculo del diámetro de la nube formada se aplica **únicamente para nubes de gases o vapores que sean más pesados que el aire**. Se asume que la nube es de forma cilíndrica y que la mezcla aire-gas (vapor) se encuentra a 21.1°C y 1 atmósfera de presión. Generalmente, las nubes explosivas alcanzan alturas de hasta 10 pies.

**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.

De acuerdo con el manual del ARCHIE, para propósitos de planeación de emergencias es recomendable considerar en los escenarios de modelación una velocidad de viento de 4.5 mph, y una clase de estabilidad atmosférica tipo F, ya que es la que alcanza distancias mayores.

### VALORES DE LOS PARAMETROS COMUNES PARA LA EVALUACION DE RIESGO DE FUEGO POR NUBE DE VAPOR:

1.- Peso molecular=	18.23
2.- Punto de ebullición normal=	-256°F
3.- Límite inferior de inflamabilidad=	4.5% en vol.
4.- Temperatura ambiente=	68 °F
5.- Temperatura del gas en el ducto=	86°F
6.- Clase de estabilidad atmosférica=	B y F
7.- Velocidad del viento=	4.5 mph
8.- Tasa de emisión de vapor/gas=	<b>2.712 lbs/min</b>
9.- Duración de la emisión=	<b>30 minutos</b>

1 pie= 0.3048 metros

#### Resultados del modelo:

Para una **estabilidad clase B**

Para concentraciones de:

	1/2 LFL	LFL
1.- Distancia de riesgo viento abajo=	7.01 m	4.88 m
2.- Ancho máximo de riesgo viento abajo=	3.66 m	2.44 m
3.- Peso del gas transportado en el aire=	0.2 lbs	0.2 lbs
4.- Densidad inicial relativa vapor/aire=	1.64	1.64
5.- Tipo de modelo utilizado para el análisis=		Gas pesado

Para una <b>estabilidad clase F</b>	Para concentraciones de:	
	½ LFL	LFL
1.- Distancia de riesgo viento abajo=	11.89 m	8.23 m
2.- Ancho máximo de riesgo viento abajo=	10.67 m	7.31 m
3.- Peso del gas transportado en el aire=	0.3 lbs	0.2 lbs
4.- Densidad inicial relativa vapor/aire=	1.64	1.64
5.- Tipo de modelo utilizado para el análisis=	Gas pesado	

## I.- EVALUACION DEL RIESGO DE EXPLOSION DE NUBES DE VAPOR (NO CONFINADAS).

El propósito de este modelo es evaluar el impacto de una explosión que involucra una nube de gas o vapor no confinada o parcialmente confinada, o una pluma de vapor suspendida en el aire cerca del piso o a una posición elevada dependiendo de la altura de la fuente de descarga. Debido a que las explosiones cerca del piso típicamente causan mayor daño que los estallidos al aire libre, es necesario especificar la localización.

Existen dos opciones para calcular los radios de afectación de la zona de peligro:

- 1.- Asumir que la explosión tiene lugar en una elevación suficiente sobre el nivel de piso para permitir disipación omnidireccional del estallido u onda de choque (explosión esférica o al aire libre).
- 2.- Asumir que la explosión tiene lugar cerca del piso; el suelo refleja energía sustancial del estallido hacia afuera y hacia adentro (explosión hemisférica o a nivel de piso).

Para este caso se consideró la primera opción, debido a que el gas natural es más ligero que el aire.

Se simuló la explosión de una nube de gas dentro de la caseta de medición y regulación del punto de interconexión, ya que el gas natural es un gas con características explosivas. **Sin embargo, se debe tener presente que el gas natural es más ligero que el aire, y que en condiciones normales no tiende a formar nubes explosivas, ya que se dispersa rápidamente.**

El modelo no toma en cuenta el efecto de la topografía del terreno, edificios, árboles y otros obstáculos.

### VALOR DE LOS PARAMETROS COMUNES PARA LA EVALUACION DEL RIESGO DE EXPLOSION DE NUBES DE VAPOR NO CONFINADAS:

1.- Calor inferior de combustión (1)=	23,879 BTU/lb
2.- Factor de producción de explosión (2)=	0.1
3.- Peso del gas explosivo al aire libre (3)=	0.2 lbs (Estabilidad F)
4.- Localización de la explosión=	Elevado (al aire libre)

(1) El calor inferior de combustión es el calor desprendido cuando 1.0 libras arden en O<sub>2</sub> a 25°C con productos de combustión de todos los gases. **Los gases de combustibles tienen valores de alrededor de 20,000.** Los hidrocarburos combustibles líquidos tienen valores de alrededor de 19,000. Los sólidos/líquidos altamente explosivos a menudo tienen valores de 300 a 2,600 BTU/lb.

(2) El factor de producción de explosión es la fracción de energía en una nube que será empleada en una explosión. El rango usual es de 0.01 a 0.18 con raras excepciones de valores mayores si la nube está completamente libre, sin confinar. Aún los valores mayores son apropiados si la nube está parcial o completamente confinada.

(3) El peso del gas explosivo al aire libre es el peso del gas en la atmósfera dentro del rango de inflamabilidad y será capaz de explotar bajo ignición. Típicamente computado utilizando los modelos de descarga y/o evaporación que estén disponibles.

Los resultados del modelo proveen al personal de planeación de emergencias de una indicación del radio de zonas circulares alrededor del centro de la explosión, que pueden ser sujetos a impactos de explosión de varios niveles de severidad.

El modelo que resulta asume que el área de los alrededores es esencialmente plana y sin obstáculos. En realidad, las reflexiones potenciales de la onda de choque con paredes de construcciones o los lados de otros obstáculos y superficies pueden causar patrones de daño algo más erráticos que aquellos que predice el modelo.

*Precaución:* Las nubes o plumas conteniendo menos de 1,000 libras de vapor o gas, es muy poco probable que exploten cuando no están completamente confinadas, excepto cuando ciertos materiales han sido descargados.

Resultados del modelo de simulación (ARCHIE, 1986).

EFECTOS DE UNA EXPLOSION DE NUBE DE VAPOR NO CONFINADO:		
Sobrepresión* (psig)	Distancia desde la explosión (en m):	Daños esperados: (efectos de las ondas expansivas)
0.03	119.18	Rotura ocasional de cristales grandes sometidos a tensiones.
0.30	17.07	Límite de proyectiles. 95% de probabilidad de no sufrir daños importantes. Daños menores a techos de casas; rotura del 10% de los cristales.
0.50 - 1.0	6.40 – 10.97	Destrucción de ventanas, con daño a los marcos.
1.0	6.40	Demolición parcial de casas, que quedan inhabitables.
1.0 - 8.0	1.83 – 6.40	Rango de daños desde ligeros a serios debido a laceraciones en la piel producidas por cristales que salen volando y otros proyectiles.
2.0	3.96	Colapso parcial de paredes y techos de casas.
2.0 - 3.0	3.05 – 3.96	Destrucción de paredes de block o de concreto no reforzado de 20 a 30 cms. de grosor.
2.4 - 12.2	1.52 – 3.35	Rango de 1 - 90% de ruptura de tímpanos entre la población expuesta.
2.5	3.35	Destrucción del 50% de las casas de ladrillo. Distorsiones en estructuras de acero.
3.0 - 4.0	2.44 – 3.05	Estructuras constructivas de acero en ruinas. Ruptura de tanques de almacenamiento.
5.0	2.13	Rotura de postes públicos de madera
5.0 - 7.0	1.83 – 2.13	Destrucción casi completa de casas.
10.0	1.52	Probable destrucción total de la construcción. Máquinas pesadas (3,500 kg) desplazadas y fuertemente dañadas.
15.5 - 29.0	0.91 – 1.22	Rango del 1 - 99% de mortalidad entre la población expuesta debido a efectos directos. Formación de cráteres.

Fuente: Programa ARCHIE, versión 1.00 (*Automated Resource for Chemical Hazard Evaluation*).  
Federal Emergency Management Agency, U.S.A., U.S. Department of Transportation,  
U.S. Environmental Protection Agency. Microsoft Corp. 1982-1986.

0.04 psig= Ruido fuerte. Rotura de cristales por la onda sonora

0.1 psig = Rotura de cristales pequeños sometidos a tensión

0.7 psig = Daños estructurales menores en las casas

2.4 psig = Umbral (1%) de ruptura de tímpano.

**CASO No. 2:** FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A 2" DE DIÁMETRO, EN UN SEGMENTO DEL DUCTO DE ACERO UBICADO EN UNO DE LOS PREDIOS RURALES DEL MUNICIPIO DE APASEO EL GRANDE, COLINDANTES A LA CARRETERA DE ACCESO A LA ZONA INDUSTRIAL, DEBIDO A UN GOLPE DE UNA PALA MECÁNICA, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 15 MINUTOS, QUE ES EL TIEMPO APROXIMADO QUE SE REQUIERE PARA DETECTAR LA FUGA Y PARA QUE ESTA SEA ATENDIDA POR EL OPERADOR DE LA ZONA.

Para correr este modelo de simulación se consideraron las características fisicoquímicas del gas natural a manejar, y en su caso las características de su principal componente (el gas metano).

La sustancia en cuestión es un *gas inflamable* a presión atmosférica.

#### RESUMEN DE DATOS PARA ARCHIVO DE ESCENARIO DE ACCIDENTES:

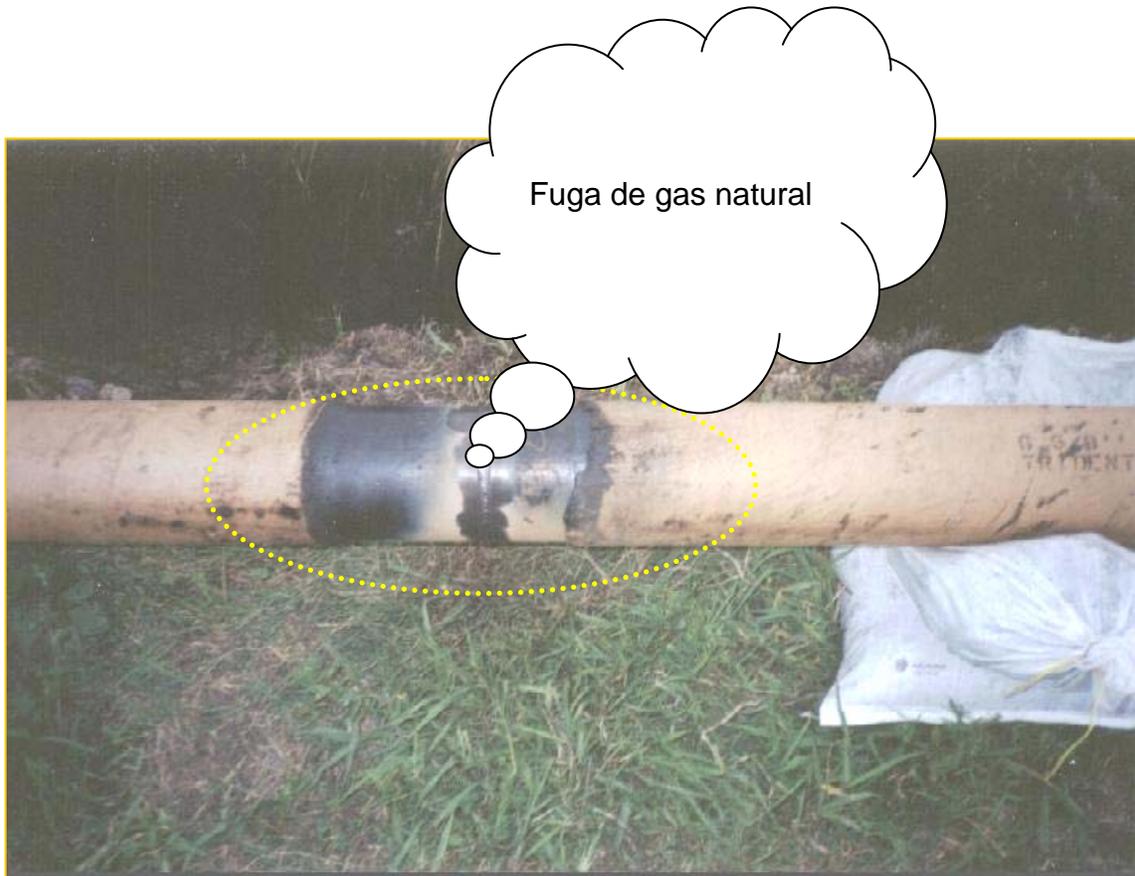
1.- Material peligroso:	GAS NATURAL
2.- Dirección/localización:	<b>ZONA INDUSTRIAL DEL MUNICIPIO DE APASEO EL GRANDE, ESTADO DE MEXICO.</b>
3.- Latitud:	20° 32' 33"
4.- Longitud:	100° 44' 12"
5.- Fecha de evaluación:	ENERO 2003
6.- Descripción del escenario:	Gasoducto de acero de 6 y3" de diámetro nominal y 9,312 metros de longitud aproximada, dentro de la zona industrial del municipio de Apaseo El Grande, Estado de Guanajuato, (que opera a 450 psi), que sufre una fuga de producto a través de un orificio de 2" durante 15 minutos.

#### Modelos Utilizados del Menú de opciones:

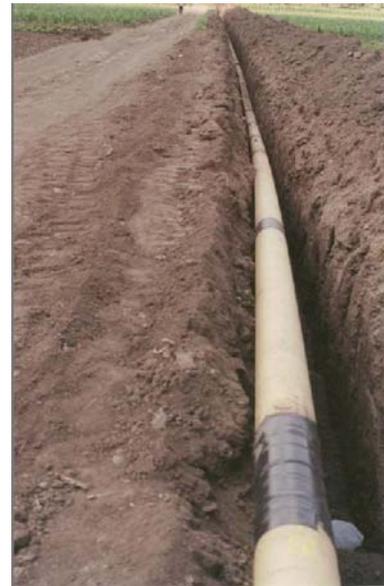
- G) Evaluación del riesgo de chorros de flama o dardos de fuego.
- H) Evaluación del riesgo de fuego por nube o pluma de vapor.
- I) Evaluación del riesgo de explosión de nubes de vapor (no confinadas).

## UBICACIÓN DE LA FUGA





Segmento de ducto de acero, que resultaría golpeado por una pala mecánica en el terreno colindante a la carretera de acceso a la **Zona Industrial de Apaseo El Grande**.





### Cálculo de la tasa de descarga del gas:

Dos aproximaciones computacionales primarias están disponibles para la estimación de la tasa de descarga de gas desde ductos con fisuras o perforaciones, transportando productos estrictamente gaseosos. El ducto puede ser considerado como un volumen de gas comprimido que no fluye o bien como una longitud de ducto con velocidad de gas que se incrementa hacia el punto de fuga.

El modelo de volumen es simple. Esencialmente desprecia los efectos de la fricción a lo largo del ducto y no obstante proporciona un estimado conservador de la tasa de descarga. Este es el modelo utilizado por el programa ARCHIE (*Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation*), versión 1.0 de Microsoft Corp. 1982-1986.

Para determinar si la descarga de gas a través de una perforación se comporta como descarga sónica o subsónica, se calcula el **valor crítico de presiones**. La relación crítica de presiones se obtiene sustituyendo  $k = 1.268$  en la ecuación:

$$r_{\text{crit}} = \left( \frac{P_2}{P_{1 \text{ crit}}} \right) = \left( \frac{2}{k+1} \right)^{k/k-1}$$

donde:

$P_1$  = Presión en el interior del ducto, en pascales (450 psi =  $31.013 \times 10^5$  Pa)

$P_2$  = Presión en el lado de la descarga, usualmente la presión atmosférica ( $1.013 \times 10^5$  Pa)

$k$  = Cociente de calor específico cp/cv (1.268)

$$\left( \frac{2}{1.268+1} \right)^{1.268/1.268-1} = 0.8818^{4.7313} \quad r_{\text{crit}} = 0.55$$

$$r_{\text{crit}} = \left( \frac{P_2}{P_{1 \text{ crit}}} \right) = 0.55 \quad P_{1 \text{ crit}} = P_2 / 0.55 \quad P_{1 \text{ crit}} = 101,308 / 0.55$$

$$P_{1 \text{ crit}} = 184,196.36 \text{ Pa} = 26.73 \text{ psi}$$

Debido a que la presión del gas en el interior del ducto (450 psi) es mayor al valor crítico, se considera que el flujo es sónico en la garganta.

El modelo asume que el proceso es adiabático y que los efectos de la fricción en la pared del ducto son insignificantes. Utilizando el balance de energía mecánica, una expresión para la tasa de descarga instantánea bajo condiciones de flujo no obstruido puede ser calculado a partir de la siguiente ecuación, que representa un **flujo sónico**:

$$m = F_c A \sqrt{P_1 \rho_1 k \left( \frac{2}{k+1} \right)^{k+1/k-1}}$$

donde:

$m$  = tasa de descarga (caudal másico de descarga), en kg/s

$F_c$  = Coeficiente de descarga del orificio (0.62)

$A$  = Area transversal del orificio =  $(\pi \cdot r^2)$  ( $2'' = 20.266 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ )

$k$  = Cociente de calor específico cp/cv (1.268)

$P_1$  = Presión en el interior del ducto, en pascales (450 psi =  $31.013 \times 10^5$  Pa)

$\rho_1$  = Densidad, kg/m<sup>3</sup> (0.8034) (Tomado del CRANE, 1992)

1 atm =  $1.013 \times 10^5$  Pa = 101,308 Pa = 14.7 psi = 760 mm Hg = 1.013 Bars = 1.033 kg/cm<sup>2</sup>

1 libra = 0.4536 kg, 1 psi =  $6,895 \times 10^3$  N/m<sup>2</sup> °K = °C + 273

1 bar = 1.02 kg/cm<sup>2</sup>

Diámetro del orificio de fuga	Area transversal ( $\pi \cdot r^2$ )
1/8"	$7.917 \times 10^{-6}$ metros <sup>2</sup>
1/4"	$3.167 \times 10^{-5}$ metros <sup>2</sup>
1"	$5.064 \times 10^{-4}$ metros <sup>2</sup>
<b>2"</b>	<b><math>20.266 \times 10^{-4}</math> metros<sup>2</sup></b>
4"	$81.072 \times 10^{-4}$ metros <sup>2</sup>

$$m = F_c A \sqrt{P_1 \rho_1 k \left( \frac{2}{k+1} \right)^{k+1/k-1}}$$

$$m = (0.62)(20.266 \times 10^{-4}) \sqrt{(31.013 \times 10^5)(0.8034)(1.268) \left( \frac{2}{1.268+1} \right)^{1.268+1/1.268-1}}$$

$$m = 0.001256 \sqrt{(3159329.045)(0.881834215)^{8.462686567}}$$

$$m = 0.001256 \sqrt{(3159329.045)(0.3450046149)}$$

$$m = 0.001256 \sqrt{1'089,983.1}$$

$$m = 0.001256 (1,044.02256)$$

$$m = 1.31195788 \text{ kg/s} \cdot 0.4536 = 2.892323 \text{ lb/s}$$

$$m = 2.892323 \text{ lb/s}$$

Estas ecuaciones están basadas en el comportamiento de un gas ideal.

Para el presente caso, mediante el uso de una calculadora científica, se obtuvo:

Tasa de descarga = 1.312 kg/s  
= 2.8923 lb/s  
= **173.54 lb/min**

(Tomado del manual "ANÁLISIS Y REDUCCIÓN DE RIESGOS EN LA INDUSTRIA QUIMICA", Fundación MAPFRE, 1994 p. 169)

El valor utilizado para el coeficiente de descarga (0.62) se obtuvo del manual del ARCHIE, que aplica para orificios circulares con bordes afilados.

El factor de ajuste para bordes de orificios característicos son los siguientes:

- e) Para válvulas de seguridad a presión, se usa un valor de 0.98
- f) Para orificios circulares con bordes afilados, se utiliza un valor de 0.62
- g) Para orificios rectangulares con bordes uniformes, dentados, como pétalos impulsados hacia el exterior, se utiliza un factor de 0.83
- h) Para cualquier otro agujero rectangular, se utiliza un valor de 0.62

Con el valor obtenido de la tasa de descarga, en libras por minuto, se alimenta el programa a partir de la **opción G del menú**, así como los datos fisicoquímicos generales del gas natural y su presión de operación.

Se debe tener presente que existen muchas situaciones potenciales, donde el tiempo permitirá forzar una respuesta o detectar fugas y/o cerrar sistemas de emergencia para detener el flujo lo antes posible.

**Además, la válvula de bloqueo localizada en el patín de medición del punto de interconexión cuenta con un sistema de cierre automático por baja presión (SLAM-SHUT) que se activa casi instantáneamente después de presentarse una caída de presión anormal en el sistema, por lo que en realidad una fuga en algún punto del ducto no puede tener una duración mayor de 1.5 minutos.**

**Debido a que la hoja de datos de seguridad de Pemex del gas natural no reporta valores de TLV y de IDLH, no se corrió el modelo de evaluación del riesgo de dispersión de vapores tóxicos.**

Durante los modelos utilizados, no se consideró la pérdida de calor que experimenta el gas al escapar del ducto, ya que por cada 15 PSI que cae la presión, baja 1°F por la expansión súbita. Entre otros aspectos, esto puede provocar quemaduras por frío y fracturas en el material.

#### *Clase de estabilidad atmosférica.*

El nivel de turbulencia atmosférica es generalmente categorizado por 6 clases llamadas A, B, C, D, E, o F. La clase F generalmente es la peor condición para la dispersión de vapores peligrosos o gases.

TABLA DE SELECCIÓN DE CLASES DE ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA:

CLASIFICACIÓN DE ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA DE PASQUILL:			
A.-	Condiciones extremadamente inestables	D.-	Condiciones neutras.*
B.-	Condiciones moderadamente inestables	E.-	Condiciones ligeramente estables.
C.-	Condiciones ligeramente inestables	F.-	Condiciones moderadamente estables.

Condiciones diurnas			Condiciones nocturnas		
Intensidad de la luz solar			Dispersión de Nubosidad		
Luz Solar			> 0 = 4/8 < 0 = 3/8		
Vel. del viento superficial (mph)	Fuerte	Moderado	Ligero	Nubosidad**	Nubosidad
<4.5	A	A - B	B	-	-
4.5 - 6.7	A - B	B	C	E	F
6.7 - 11.2	B	B - C	C	D	E
11.2 - 13.4	C	C - D	D	D	D
>13.4	C	D	D	D	D

\* Aplicable a condiciones de cielo densamente nublado, de día o de noche.

\*\* Grado de nubosidad= Fracción de cielo arriba del horizonte cubierto por nubes.

Para determinar la velocidad del viento cerca de la superficie del piso durante un evento de fuga o derrame de productos, se tomó como base la velocidad promedio del viento durante los últimos 12 años, más un margen de variación del 10%. Los datos climatológicos fueron proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional, en la **estación Celaya**.

El modelo se corrió dos veces, utilizando las estabilidades B y F (condiciones moderadamente inestables y condiciones moderadamente estables) para determinar en qué condiciones se daría una mayor afectación en el caso de una fuga y dispersión de vapores, ya que los vientos con velocidades altas promueven una más rápida dispersión de los gases o vapores. La velocidad considerada debe ser congruente con el tipo de estabilidad atmosférica seleccionada para el análisis de la dispersión de gases o vapores tóxicos.

## G.- EVALUACIÓN DEL RIESGO DE CHORROS DE FLAMA O DARDOS DE FUEGO.

Cuando los gases inflamables escapan de un contenedor bajo presión pueden formar una larga lengua de flama si entra en ignición. Este modelo computa la longitud de tal flama y una distancia segura de separación.

Cuando un gas presurizado escapa a la atmósfera a través de un orificio o estrechamiento, se produce la típica descarga en tobera del chorro gaseoso (*jet*), con un máximo de velocidad en la garganta, que puede igualar a la velocidad del sonido si el cociente entre la presión atmosférica y la presión dentro del recipiente es inferior al valor crítico. Tras el orificio tiene lugar la disminución de la velocidad del gas, al ensancharse la sección de paso. Si una descarga de gas combustible entra en ignición, se produce el característico “dardo de fuego”.

Para la presente simulación se considera un solo punto de fuga, en el ducto. Sin embargo, los radios de afectación se pueden ubicar en cualquier parte del ducto, para efectos de determinar posibles eventos de fuga a lo largo del mismo.

#### VALORES DE LOS PARAMETROS COMUNES PARA LA EVALUACION DE RIESGO DE CHORROS DE FLAMA O DARDOS DE FUEGO:

a) para el caso de una fisura de <b>2 pulgadas</b> :	
1.- Peso molecular del gas=	18.23
2.- Límite inferior de inflamabilidad (LFL)=	4.5% en vol.
3.- Diámetro de la fisura=	2 pulgadas
4.- Presión del gas en el ducto=	450 psia
5.- Proporción Cp/Cv del gas a 1 atm=	1.268
6.- Punto de ebullición normal=	-256°F (-160 °C).
7.- Temperatura ambiente=	68 °F (20°C)
8.- Temperatura del gas en el ducto=	86°F (30°C)

#### Resultados:

1.- Longitud de los dardos de fuego:	202 pies (61.57 m)
2.- Distancia de separación segura:	403 pies (122.83 m)

1 pie= 0.3048 metros

1 atm = 14.69 psi = 760 mmHg = 1,01325 x 10<sup>5</sup> bars = 1,01325 x 10<sup>5</sup> Pascals

1 kg/cm<sup>2</sup>= 14.22 psig

°F= °C x 1.8 + 32

1 milla= 1,609.34 metros

Nota: Estas distancias se consideran como distancias de riesgo y de separación segura **a lo largo de todo el ducto**, en el caso de dardos de fuego.

La proporción Cp/Cv (tasa de calor específico) del gas o vapor comprimido es una propiedad termodinámica relacionada con la cantidad de calor necesario para incrementar la temperatura de una unidad de peso de gas o vapor en un grado bajo condiciones específicas.

#### H.- EVALUACION DEL RIESGO DE FUEGO POR PLUMA DE VAPOR O NUBE DE GAS INFLAMABLE.

El LFL (Lower Flammable Limit) es el valor del límite inferior de inflamabilidad del gas o vapor, y representa la concentración más baja del material en el aire que mantendrá la combustión.

Los límites de inflamabilidad nos proporcionan el intervalo de concentraciones de combustible (normalmente en porcentaje de volumen), dentro del cual una mezcla gaseosa puede entrar en ignición y arder. Por debajo del límite inferior de inflamabilidad no existe suficiente combustible como para propagar la combustión.

La metodología empleada para el cálculo del diámetro de la nube formada se aplica **únicamente para nubes de gases o vapores que sean más pesados que el aire**. Se asume que la nube es de forma cilíndrica y que la mezcla aire-gas (vapor) se encuentra a

21.1°C y 1 atmósfera de presión. Generalmente, las nubes explosivas alcanzan alturas de hasta 10 pies.

**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.

De acuerdo con el manual del ARCHIE, para propósitos de planeación de emergencias es recomendable considerar en los escenarios de modelación una velocidad de viento de 4.5 mph, y una clase de estabilidad atmosférica tipo F, ya que es la que alcanza distancias mayores.

**VALORES DE LOS PARAMETROS COMUNES PARA LA EVALUACION DE RIESGO DE FUEGO POR NUBE DE VAPOR:**

1.- Peso molecular=	18.23
2.- Punto de ebullición normal=	-256°F
3.- Límite inferior de inflamabilidad=	4.5% en vol.
4.- Temperatura ambiente=	68 °F
5.- Temperatura del gas en el ducto=	86°F
6.- Clase de estabilidad atmosférica=	B y F
7.- Velocidad del viento=	4.5 mph
8.- Tasa de emisión de vapor/gas=	<b>173.54 lbs/min</b>
9.- Duración de la emisión=	<b>15 minutos</b>

1 pie= 0.3048 metros

**Resultados del modelo:**

**Para una estabilidad clase B**

- 1.- Distancia de riesgo viento abajo=
- 2.- Ancho máximo de riesgo viento abajo=
- 3.- Peso del gas transportado en el aire=
- 4.- Densidad inicial relativa vapor/aire=
- 5.- Tipo de modelo utilizado para el análisis=

Para concentraciones de:	
1/2 LFL	LFL
65.23 m	44.81 m
32.61 m	22.55 m
94 lbs	65 lbs
1.64	1.64
Gas pesado	

**Para una estabilidad clase F**

- 1.- Distancia de riesgo viento abajo=
- 2.- Ancho máximo de riesgo viento abajo=
- 3.- Peso del gas transportado en el aire=
- 4.- Densidad inicial relativa vapor/aire=
- 5.- Tipo de modelo utilizado para el análisis=

Para concentraciones de:	
½ LFL	LFL
109.73 m	75.59 m
98.75 m	67.97 m
158 lbs	109 lbs
1.64	1.64
Gas pesado	

**I.- EVALUACION DEL RIESGO DE EXPLOSION DE NUBES DE VAPOR (NO CONFINADAS).**

El propósito de este modelo es evaluar el impacto de una explosión que involucra una nube de gas o vapor no confinada o parcialmente confinada, o una pluma de vapor suspendida en el aire cerca del piso o a una posición elevada dependiendo de la altura de la fuente de

descarga. Debido a que las explosiones cerca del piso típicamente causan mayor daño que los estallidos al aire libre, es necesario especificar la localización.

Existen dos opciones para calcular los radios de afectación de la zona de peligro:

- 1.- Asumir que la explosión tiene lugar en una elevación suficiente sobre el nivel de piso para permitir disipación omnidireccional del estallido u onda de choque (explosión esférica o al aire libre).
- 2.- Asumir que la explosión tiene lugar cerca del piso; el suelo refleja energía sustancial del estallido hacia afuera y hacia adentro (explosión hemisférica o a nivel de piso).

Para este caso se consideró la primera opción, debido a que el gas natural es más ligero que el aire.

Se simuló la explosión de una nube de gas en algún punto del ducto de transporte cercano a las plantas industriales, ya que el gas natural es un gas con características explosivas. **Sin embargo, se debe tener presente que el gas natural es más ligero que el aire, y que en condiciones normales no tiende a formar nubes explosivas, ya que se dispersa rápidamente.**

El modelo no toma en cuenta el efecto de la topografía del terreno, edificios, árboles y otros obstáculos, ni el hecho de que el ducto se encuentra enterrado a 90 centímetros de profundidad.

#### VALOR DE LOS PARAMETROS COMUNES PARA LA EVALUACION DEL RIESGO DE EXPLOSION DE NUBES DE VAPOR NO CONFINADAS:

1.- Calor inferior de combustión (1)=	23,879 BTU/lb
2.- Factor de producción de explosión (2)=	0.1
3.- Peso del gas explosivo al aire libre (3)=	109 lbs (Estabilidad F)
4.- Localización de la explosión=	Elevado (al aire libre)

(1) El calor inferior de combustión es el calor desprendido cuando 1.0 libras arden en O<sub>2</sub> a 25°C con productos de combustión de todos los gases. **Los gases de combustibles tienen valores de alrededor de 20,000.** Los hidrocarburos combustibles líquidos tienen valores de alrededor de 19,000. Los sólidos/líquidos altamente explosivos a menudo tienen valores de 300 a 2,600 BTU/lb.

(2) El factor de producción de explosión es la fracción de energía en una nube que será empleada en una explosión. El rango usual es de 0.01 a 0.18 con raras excepciones de valores mayores si la nube está completamente libre, sin confinar. Aún los valores mayores son apropiados si la nube está parcial o completamente confinada.

(3) El peso del gas explosivo al aire libre es el peso del gas en la atmósfera dentro del rango de inflamabilidad y será capaz de explotar bajo ignición. Típicamente computado utilizando los modelos de descarga y/o evaporación que estén disponibles.

Los resultados del modelo proveen al personal de planeación de emergencias de una indicación del radio de zonas circulares alrededor del centro de la explosión, que pueden ser sujetos a impactos de explosión de varios niveles de severidad.

El modelo que resulta asume que el área de los alrededores es esencialmente plana y sin obstáculos. En realidad, las reflexiones potenciales de la onda de choque con paredes de

construcciones o los lados de otros obstáculos y superficies pueden causar patrones de daño algo más erráticos que aquellos que predice el modelo.

*Precaución:* Las nubes o plumas conteniendo menos de 1,000 libras de vapor o gas, es muy poco probable que exploten cuando no están completamente confinadas, excepto cuando ciertos materiales han sido descargados.

Resultados del modelo de simulación (ARCHIE, 1986).

EFECTOS DE UNA EXPLOSION DE NUBE DE VAPOR NO CONFINADO:		
Sobrepresión* (psig)	Distancia desde la explosión (en m):	Daños esperados: (efectos de las ondas expansivas)
0.03	972.00	Rotura ocasional de cristales grandes sometidos a tensiones.
0.30	137.16	Límite de proyectiles. 95% de probabilidad de no sufrir daños importantes. Daños menores a techos de casas; rotura del 10% de los cristales.
0.50 - 1.0	51.21 – 88.7	Destrucción de ventanas, con daño a los marcos.
1.0	51.21	Demolición parcial de casas, que quedan inhabitables.
1.0 - 8.0	13.41 – 51.21	Rango de daños desde ligeros a serios debido a laceraciones en la piel producidas por cristales que salen volando y otros proyectiles.
2.0	31.09	Colapso parcial de paredes y techos de casas.
2.0 - 3.0	23.77 – 31.09	Destrucción de paredes de block o de concreto no reforzado de 20 a 30 cms. de grosor.
2.4 - 12.2	10.67 – 27.43	Rango de 1 - 90% de ruptura de tímpanos entre la población expuesta.
2.5	26.52	Destrucción del 50% de las casas de ladrillo. Distorsiones en estructuras de acero.
3.0 - 4.0	19.81 – 23.77	Estructuras constructivas de acero en ruinas. Ruptura de tanques de almacenamiento.
5.0	17.37	Rotura de postes públicos de madera
5.0 - 7.0	14.32 – 17.37	Destrucción casi completa de casas.
10.0	11.89	Probable destrucción total de la construcción. Máquinas pesadas (3,500 kg) desplazadas y fuertemente dañadas.
15.5 - 29.0	7.01 – 9.75	Rango del 1 - 99% de mortalidad entre la población expuesta debido a efectos directos. Formación de cráteres.

Fuente: Programa ARCHIE, versión 1.00 (*Automated Resource for Chemical Hazard Evaluation*). Federal Emergency Management Agency, U.S.A., U.S. Department of Transportation, U.S. Environmental Protection Agency. Microsoft Corp. 1982-1986.

**CALCULO DE DISTANCIAS DE AFECTACIÓN POTENCIAL AL ENTORNO DEL GASODUCTO DE ACERO AL CARBÓN DE 3" DE DIÁMETRO NOMINAL DE 150 METROS DE LONGITUD TOTAL APROXIMADA, PARA SUMINISTRO DE GAS NATURAL A LAS EMPRESAS SANIVEX y COVEMEX, UBICADAS EN LA ZONA INDUSTRIAL DEL MUNICIPIO DE APASEO EL GRANDE, ESTADO DE GUANAJUATO, MEDIANTE EL USO DEL PAQUETE DE SIMULACIÓN DE LA E.P.A. (ARCHIE, 1986).**

**CASO No. 1:** FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A 1" DE DIAMETRO, EN UN SEGMENTO DEL DUCTO DE ACERO UBICADO SOBRE EL DDV DEL CAMINO INDUSTRIAL (RUMBO A LA PLANTA DE COVEMEX) FRENTE A LA ESTACIÓN DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN DE PROTEINOL, EN LA ZONA INDUSTRIAL DEL MUNICIPIO DE APASEO EL GRANDE, DEBIDO A UN GOLPE DE UNA PALA MECÁNICA, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 10 MINUTOS, YA QUE EL TIEMPO MÁXIMO DE UNA FUGA ANTES DE QUE SE ACTIVE LA VALVULA "SLAM-SHUT" DE CIERRE AUTOMÁTICO POR UNA CAIDA DE PRESION ANORMAL EN EL SISTEMA ES DE 1 MINUTO.

Para correr este modelo de simulación se consideraron las características fisicoquímicas del gas natural a manejar, y en su caso las características de su principal componente (el gas metano).

La sustancia en cuestión es un gas inflamable a presión atmosférica.

RESUMEN DE DATOS PARA ARCHIVO DE ESCENARIO DE ACCIDENTES:

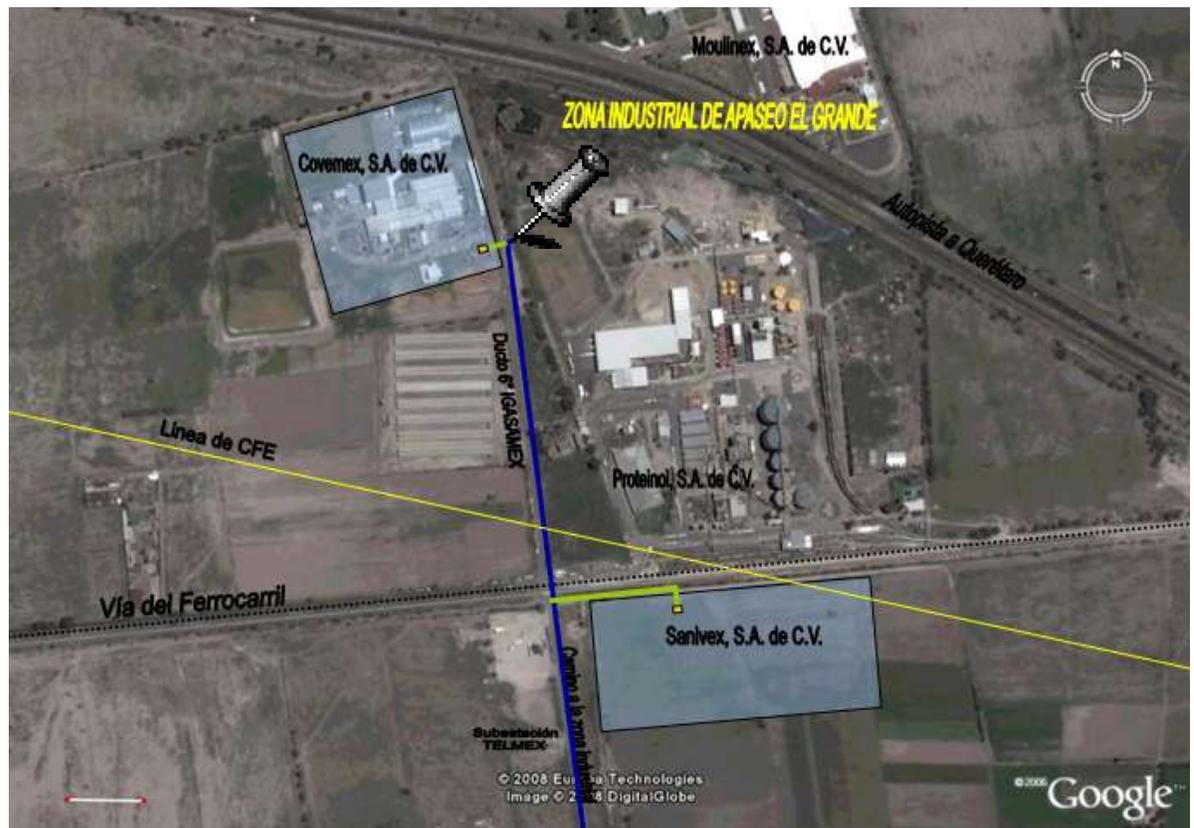
1.- Material peligroso:	GAS NATURAL
2.- Dirección/localización:	<b>CAMINO INDUSTRIAL DE ACCESO A LA PLANTA COVEMEX, ZONA INDUSTRIAL DEL MUNICIPIO DE APASEO EL GRANDE, ESTADO DE GUANAJUATO.</b>
3.- Latitud:	20° 32' 31.13"
4.- Longitud:	100° 44' 16.01"
5.- Fecha de evaluación:	SEPTIEMBRE 2008
6.- Descripción del escenario:	Gasoducto de acero al carbón de 3" de diámetro nominal y 150 metros de longitud aproximada, dentro de la zona industrial del municipio de Apaseo El Grande, Estado de Guanajuato (que opera a 450 psi), que sufre una fuga de producto a través de un orificio de 1" durante 10 minutos.

Se considera un tiempo de 10 minutos, porque aunque se cierre la válvula en forma automática en 1 minuto, la línea queda empacada y presurizada mientras sigue escapando el producto, hasta que se igualan las presiones. Para efectos prácticos, tomaremos como referencia un estimado de 10 minutos sin tomar en cuenta la caída de presión gradual en el sistema.

**Modelos Utilizados del Menú de opciones:**

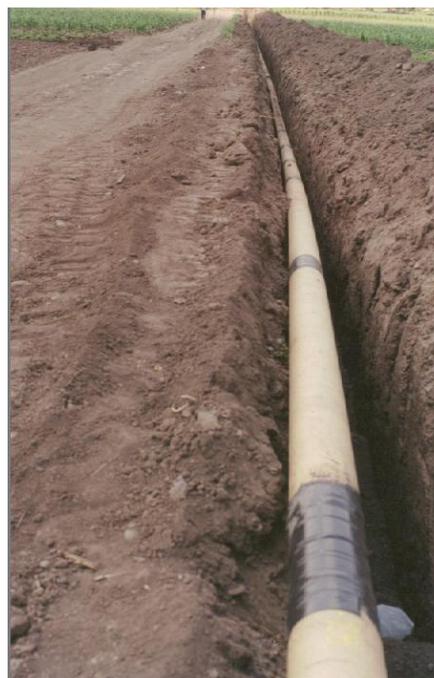
- G) Evaluación del riesgo de chorros de flama o dardos de fuego.
- H) Evaluación del riesgo de fuego por nube o pluma de vapor.
- I) Evaluación del riesgo de explosión de nubes de vapor (no confinadas).

### UBICACIÓN DE LA FUGA





Segmento de ducto de acero, que resultaría golpeado por una pala mecánica en el Derecho de Vía del camino industrial frente a la Estación de Medición y Regulación de **Proteinol**, en la **Zona Industrial de Apaseo El Grande**.





### Cálculo de la tasa de descarga del gas:

Dos aproximaciones computacionales primarias están disponibles para la estimación de la tasa de descarga de gas desde ductos con fisuras o perforaciones, transportando productos estrictamente gaseosos. El ducto puede ser considerado como un volumen de gas comprimido que no fluye o bien como una longitud de ducto con velocidad de gas que se incrementa hacia el punto de fuga.

El modelo de volumen es simple. Esencialmente desprecia los efectos de la fricción a lo largo del ducto y no obstante proporciona un estimado conservador de la tasa de descarga. Este es el modelo utilizado por el programa **ARCHIE (Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation)**, versión 1.0 de Microsoft Corp. 1982-1986.

Para determinar si la descarga de gas a través de una perforación se comporta como descarga sónica o subsónica, se calcula el **valor crítico de presiones**. La relación crítica de presiones se obtiene sustituyendo  $k = 1.268$  en la ecuación:

$$r_{\text{crit}} = \left( \frac{P_2}{P_1} \right)_{\text{crit}} = \left( \frac{2}{k+1} \right)^{k/k-1}$$

donde:

$P_1$  = Presión en el interior del ducto, en pascales (**350 psi = 24.121 x 10<sup>5</sup> Pa**)

$P_2$  = Presión en el lado de la descarga, usualmente la presión atmosférica (**1.013 x 10<sup>5</sup> Pa**)

$k$  = Cociente de calor específico cp/cv (**1.268**)

$$\left( \frac{2}{1.268 + 1} \right)^{1.268/1.268-1} = 0.8818^{4.7313} \quad r_{\text{crit}} = 0.55$$

$$r_{\text{crit}} = \left( \frac{P_2}{P_1} \right)_{\text{crit}} = 0.55 \quad P_{1 \text{ crit}} = P_2 / 0.55 \quad P_{1 \text{ crit}} = 101,308 / 0.55$$

$$P_{1 \text{ crit}} = 184,196.36 \text{ Pa} = 26.73 \text{ psi}$$

Debido a que la presión del gas en el interior del ducto (**350 psi**) es mayor al valor crítico, se considera que el flujo es sónico en la garganta.

El modelo asume que el proceso es adiabático y que los efectos de la fricción en la pared del ducto son insignificantes. Utilizando el balance de energía mecánica, una expresión para la tasa de descarga instantánea bajo condiciones de flujo no obstruido puede ser calculado a partir de la siguiente ecuación, que representa un **flujo sónico**:

$$m = F_c A \sqrt{P_1 \rho_1 k \left( \frac{2}{k+1} \right)^{k+1/k-1}}$$

donde:

$m$  = tasa de descarga (caudal másico de descarga), en kg/s

$F_c$  = Coeficiente de descarga del orificio (0.62)

$A$  = Area transversal del orificio =  $(\pi \cdot r^2)$  (**1" =  $5.064 \times 10^{-4} \text{ m}^2$** )

$k$  = Cociente de calor específico cp/cv (1.268)

$P_1$  = Presión en el interior del ducto, en pascales (**350 psi =  $24.121 \times 10^5 \text{ Pa}$** )

$\rho_1$  = Densidad, kg/m<sup>3</sup> (0.8034) (Tomado del CRANE, 1992)

**1 atm =  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 101,308 \text{ Pa} = 14.7 \text{ psi} = 760 \text{ mm Hg} = 1.013 \text{ Bars} = 1.033 \text{ kg/cm}^2$**

**1 libra = 0.4536 kg. 1 psi =  $6,895 \times 10^3 \text{ N/m}^2$  °K = °C + 273**

**1 bar =  $1.02 \text{ kg/cm}^2$**

Diámetro del orificio de fuga	Area transversal ( $\pi \cdot r^2$ )
1/8"	$7.917 \times 10^{-6} \text{ metros}^2$
1/4"	$3.167 \times 10^{-5} \text{ metros}^2$
<b>1"</b>	<b><math>5.064 \times 10^{-4} \text{ metros}^2</math></b>
2"	$20.266 \times 10^{-4} \text{ metros}^2$
4"	$81.072 \times 10^{-4} \text{ metros}^2$

$$m = F_c A \sqrt{P_1 \rho_1 k \left( \frac{2}{k+1} \right)^{k+1/k-1}}$$

$$m = (0.62)(5.064 \times 10^{-4}) \sqrt{(24.121 \times 10^5)(0.8034)(1.268) \left( \frac{2}{1.268+1} \right)^{1.268+1/1.268-1}}$$

$$m = 0.000314 \sqrt{(2'457,233.285)(0.881834215)^{8.462686567}}$$

$$m = 0.000314 \sqrt{(2'457,233.285)(0.3450046149)}$$

$$m = 0.000314 \sqrt{847,756.89}$$

$$m = 0.000314 (920.737144)$$

$$m = 0.2891 \text{ kg/s} \cdot 0.4536 = 0.63737 \text{ lb/s}$$

$$\mathbf{m = 0.63737 \text{ lb/s}}$$

Estas ecuaciones están basadas en el comportamiento de un gas ideal.

Para el presente caso, mediante el uso de una calculadora científica, se obtuvo:

Tasa de descarga = 0.2891 kg/s  
= 0.63737 lb/s  
= **38.24 lb/min**

(Tomado del manual "ANÁLISIS Y REDUCCIÓN DE RIESGOS EN LA INDUSTRIA QUIMICA", Fundación MAPFRE, 1994 p. 169)

El valor utilizado para el coeficiente de descarga (0.62) se obtuvo del manual del ARCHIE, que aplica para orificios circulares con bordes afilados.

El factor de ajuste para bordes de orificios característicos son los siguientes:

- a) Para válvulas de seguridad a presión, se usa un valor de 0.98
- b) Para orificios circulares con bordes afilados, se utiliza un valor de 0.62
- c) Para orificios rectangulares con bordes uniformes, dentados, como pétalos impulsados hacia el exterior, se utiliza un factor de 0.83
- d) Para cualquier otro agujero rectangular, se utiliza un valor de 0.62

Con el valor obtenido de la tasa de descarga, en **libras por minuto**, se alimenta el programa a partir de la **opción G del menú**, así como los datos fisicoquímicos generales del **gas natural** y su presión de operación.

Para correr el modelo, se utiliza el valor de PSIA (libras por pulgada cuadrada de presión absoluta), que equivale a la presión de operación del ducto (350 PSI) más la presión atmosférica (14.7 PSI) que da un total de **364.7 PSI**.

Se debe tener presente que existen muchas situaciones potenciales, donde el tiempo permitirá forzar una respuesta o detectar fugas y/o cerrar sistemas de emergencia para detener el flujo lo antes posible.

Además, la válvula de bloqueo localizada en el patín de medición del punto de interconexión cuenta con un sistema de cierre automático por baja presión (SLAM-SHUT) que **se activa casi instantáneamente** después de presentarse una caída de presión anormal en el sistema, por lo que en realidad **una fuga en algún punto del ducto no puede tener una duración mayor de 1 minuto**.

Debido a que la hoja de datos de seguridad de Pemex del gas natural no reporta valores de TLV y de IDLH, no se corrió el modelo de evaluación del riesgo de dispersión de vapores tóxicos.

Durante los modelos utilizados, no se consideró la pérdida de calor que experimenta el gas al escapar del ducto, ya que **por cada 15 PSI que cae la presión, baja 1°F por la expansión súbita**. Entre otros aspectos, esto puede provocar quemaduras por frío y fracturas en el material.

### Clase de estabilidad atmosférica.

El nivel de turbulencia atmosférica es generalmente categorizado por 6 clases llamadas A, B, C, D, E, o F. La clase F generalmente es la peor condición para la dispersión de vapores peligrosos o gases.

TABLA DE SELECCION DE CLASES DE ESTABILIDAD ATMOSFERICA:

CLASIFICACION DE ESTABILIDAD ATMOSFERICA DE PASQUILL:			
A.-	Condiciones extremadamente inestables	D.-	Condiciones neutras.*
B.-	Condiciones moderadamente inestables	E.-	Condiciones ligeramente estables.
C.-	Condiciones ligeramente inestables	F.-	Condiciones moderadamente estables.

Condiciones diurnas			Condiciones nocturnas		
Intensidad de la luz solar			Dispersión de Nubosidad		
Luz Solar			> 0 = 4/8 < 0 = 3/8		
Vel. del viento superficial (mph)	Fuerte	Moderado	Ligero	Nubosidad**	Nubosidad
<4.5	A	A - B	B	-	-
4.5 - 6.7	A - B	B	C	E	F
6.7 - 11.2	B	B - C	C	D	E
11.2 - 13.4	C	C - D	D	D	D
>13.4	C	D	D	D	D

\* Aplicable a condiciones de cielo densamente nublado, de día o de noche.

\*\* Grado de nubosidad= Fracción de cielo arriba del horizonte cubierto por nubes.

Para determinar la velocidad del viento cerca de la superficie del piso durante un evento de fuga o derrame de productos, se tomó como base la velocidad promedio del viento durante los últimos 12 años, más un margen de variación del 10%. Los datos climatológicos fueron proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional, en la **estación Celaya, Guanajuato**.

El modelo se corrió dos veces, utilizando las estabilidades B y F (condiciones moderadamente inestables y condiciones moderadamente estables) para determinar en qué condiciones se daría una mayor afectación en el caso de una fuga y dispersión de vapores, ya que los vientos con velocidades altas promueven una más rápida dispersión de los gases o vapores. La velocidad considerada debe ser congruente con el tipo de estabilidad atmosférica seleccionada para el análisis de la dispersión de gases o vapores tóxicos.

### G.- EVALUACION DEL RIESGO DE CHORROS DE FLAMA O DARDOS DE FUEGO.

Cuando los gases inflamables escapan de un contenedor bajo presión pueden formar una larga lengua de flama si entra en ignición. Este modelo computa la longitud de tal flama y una distancia segura de separación.

Cuando un gas presurizado escapa a la atmósfera a través de un orificio o estrechamiento, se produce la típica descarga en tobera del chorro gaseoso (*jet*), con un máximo de velocidad en la garganta, que puede igualar a la velocidad del sonido si el cociente entre la

presión atmosférica y la presión dentro del recipiente es inferior al valor crítico. Tras el orificio tiene lugar la disminución de la velocidad del gas, al ensancharse la sección de paso. Si una descarga de gas combustible entra en ignición, se produce el característico “dardo de fuego”.

**Para la presente simulación se considera un solo punto de fuga, en el ducto. Sin embargo, los radios de afectación se pueden ubicar en cualquier parte del ducto, para efectos de determinar posibles eventos de fuga a lo largo del mismo para un orificio y tiempo de fuga equivalentes.**

VALORES DE LOS PARAMETROS COMUNES PARA LA EVALUACION DE RIESGO DE CHORROS DE FLAMA O DARDOS DE FUEGO:

a) para el caso de una fisura de <b>1 pulgada</b> :	
1.- Peso molecular del gas=	18.23
2.- Límite inferior de inflamabilidad (LFL)=	4.5% en vol.
3.- Diámetro de la fisura=	1 pulgada
4.- Presión del gas en el ducto=	364.7 psia
5.- Proporción Cp/Cv del gas a 1 atm=	1.268
6.- Punto de ebullición normal=	-256°F (-160 °C).
7.- Temperatura ambiente=	68 °F (20°C)
8.- Temperatura del gas en el ducto=	86°F (30°C)

Resultados:

1.- Longitud de los dardos de fuego:	91 pies (27.73 m)
2.- Distancia de separación segura:	182 pies (55.47 m)

1 pie= 0.3048 metros

1 atm = 14.69 psi = 760 mmHg = 1,01325 x 10<sup>5</sup> bars = 1,01325 x 10<sup>5</sup> Pascals

1 kg/cm<sup>2</sup> = 14.22 psig

°F= °C x 1.8 + 32

1 milla= 1,609.34 metros

Nota: Estas distancias se consideran como distancias de riesgo y de separación segura **a lo largo de todo el ducto**, en el caso de **dardos de fuego**.

La proporción Cp/Cv (tasa de calor específico) del gas o vapor comprimido es una propiedad termodinámica relacionada con la cantidad de calor necesario para incrementar la temperatura de una unidad de peso de gas o vapor en un grado bajo condiciones específicas.

## H.- EVALUACION DEL RIESGO DE FUEGO POR PLUMA DE VAPOR O NUBE DE GAS INFLAMABLE.

El LFL (Lower Flammable Limit) es el valor del límite inferior de inflamabilidad del gas o vapor, y representa la concentración más baja del material en el aire que mantendrá la combustión. Los límites de inflamabilidad nos proporcionan el intervalo de concentraciones de combustible (normalmente en porcentaje de volumen), dentro del cual una mezcla gaseosa puede entrar en ignición y arder. Por debajo del límite inferior de inflamabilidad no existe suficiente combustible como para propagar la combustión.

**La metodología empleada para el cálculo del diámetro de la nube formada se aplica únicamente para nubes de gases o vapores que sean más pesados que el aire. Se**

asume que la nube es de forma cilíndrica y que la mezcla aire-gas (vapor) se encuentra a 21.1°C y 1 atmósfera de presión. Generalmente, las nubes explosivas alcanzan alturas de hasta 10 pies.

**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. De acuerdo con el manual del ARCHIE, para propósitos de planeación de emergencias es recomendable considerar en los escenarios de modelación una velocidad de viento de **4.5 mph**, y una clase de estabilidad atmosférica tipo F, ya que es la que alcanza distancias mayores.

**VALORES DE LOS PARAMETROS COMUNES PARA LA EVALUACION DE RIESGO DE FUEGO POR NUBE DE VAPOR:**

1.- Peso molecular=	18.23
2.- Punto de ebullición normal=	-256°F
3.- Límite inferior de inflamabilidad=	4.5% en vol.
4.- Temperatura ambiente=	68 °F
5.- Temperatura del <b>gas</b> en el ducto=	86°F
6.- Clase de estabilidad atmosférica=	B y F
7.- Velocidad del viento=	4.5 mph
8.- Tasa de emisión de vapor/gas=	<b>38.24 lb/min</b>
9.- Duración de la emisión=	<b>10 minutos</b>

1 pie= 0.3048 metros

**Resultados del modelo:**

Para una **estabilidad clase B**

- 1.- Distancia de riesgo viento abajo=
- 2.- Ancho máximo de riesgo viento abajo=
- 3.- Peso del gas transportado en el aire=
- 4.- Densidad inicial relativa vapor/aire=
- 5.- Tipo de modelo utilizado para el análisis=

	Para concentraciones de:	
	1/2 LFL	LFL
	29.95 m	19.81 m
	14.63 m	10.05 m
	9.2 lbs	6.3 lbs
	1.64	1.64
		<b>Gas pesado</b>

Para una **estabilidad clase F**

- 1.- Distancia de riesgo viento abajo=
- 2.- Ancho máximo de riesgo viento abajo=
- 3.- Peso del gas transportado en el aire=
- 4.- Densidad inicial relativa vapor/aire=
- 5.- Tipo de modelo utilizado para el análisis=

	Para concentraciones de:	
	½ LFL	LFL
	48.46 m	33.52 m
	43.58 m	30.17 m
	16 lbs	11 lbs
	1.64	1.64
		<b>Gas pesado</b>

**I.- EVALUACION DEL RIESGO DE EXPLOSION DE NUBES DE VAPOR (NO CONFINADAS).**

El propósito de este modelo es evaluar el impacto de una explosión que involucra una nube de gas o vapor no confinada o parcialmente confinada, o una pluma de vapor suspendida en el aire cerca del piso o a una posición elevada dependiendo de la altura de la fuente de descarga. Debido a que las explosiones cerca del piso típicamente causan mayor daño que los estallidos al aire libre, es necesario especificar la localización.

Existen dos opciones para calcular los radios de afectación de la zona de peligro:

- 1.- Asumir que la explosión tiene lugar en una elevación suficiente sobre el nivel de piso para permitir disipación omnidireccional del estallido u onda de choque (explosión esférica o al aire libre).
- 2.- Asumir que la explosión tiene lugar cerca del piso; el suelo refleja energía sustancial del estallido hacia afuera y hacia adentro (explosión hemisférica o a nivel de piso).

Para este caso se consideró la segunda opción, por tratarse de un ducto enterrado.

Se simuló la explosión de una nube de gas **en algún punto del ducto de transporte cercano a las plantas industriales**, ya que el gas natural es un gas con características explosivas. **Sin embargo, se debe tener presente que el gas natural es más ligero que el aire, y que en condiciones normales no tiende a formar nubes explosivas, ya que se dispersa rápidamente.**

**El modelo no toma en cuenta el efecto de la topografía del terreno, edificios, árboles y otros obstáculos, ni el hecho de que el ducto se encuentra enterrado a 1 metro de profundidad.**

VALOR DE LOS PARAMETROS COMUNES PARA LA EVALUACION DEL RIESGO DE EXPLOSION DE NUBES DE VAPOR **NO CONFINADAS:**

1.- Calor inferior de combustión (1)=	23,879 BTU/lb
2.- Factor de producción de explosión (2)=	0.1
3.- Peso del gas explosivo al aire libre (3)=	<b>11 lbs (Estabilidad F)</b>
4.- Localización de la explosión=	<b>A nivel de piso</b>

(1) El calor inferior de combustión es el calor desprendido cuando 1.0 libras arden en O<sub>2</sub> a 25°C con productos de combustión de todos los gases. **Los gases de combustibles tienen valores de alrededor de 20,000.** Los hidrocarburos combustibles líquidos tienen valores de alrededor de 19,000. Los sólidos/líquidos altamente explosivos a menudo tienen valores de 300 a 2,600 BTU/lb.

(2) El factor de producción de explosión es la fracción de energía en una nube que será empleada en una explosión. El rango usual es de 0.01 a 0.18 con raras excepciones de valores mayores si la nube está completamente libre, sin confinar. Aún los valores mayores son apropiados si la nube está parcial o completamente confinada.

(3) El peso del gas explosivo al aire libre es el peso del gas en la atmósfera dentro del rango Inflamable y capaz de explotar bajo ignición. Típicamente computado utilizando los modelos de descarga y/o evaporación que estén disponibles.

Los resultados del modelo proveen al personal de planeación de emergencias de una indicación del radio de zonas circulares alrededor del centro de la explosión, que pueden ser sujetos a impactos de explosión de varios niveles de severidad.

**En el caso de una explosión de una nube de gas natural, la onda de sobre presión de 0.5 psig, se considera como el valor que determina el límite de la Zona de Seguridad o de Amortiguamiento, y la onda de sobre presión de 1.0 psig representa el límite de la Zona de Alto Riesgo.**

El modelo que resulta asume que el área de los alrededores es esencialmente plana y sin obstáculos. En realidad, las reflexiones potenciales de la onda de choque con paredes de construcciones o los lados de otros obstáculos y superficies pueden causar patrones de daño algo más erráticos que aquellos que predice el modelo.

**Precaución:** Las nubes o plumas conteniendo menos de 1,000 libras de vapor o gas, es muy poco probable que exploten cuando no están completamente confinadas, excepto cuando ciertos materiales han sido descargados.

### Resultados del modelo de simulación (ARCHIE, 1986).

EFECTOS DE UNA EXPLOSION DE NUBE DE VAPOR NO CONFINADO:		
Sobre presión* (psig)	Distancia desde la explosión (en m):	Daños esperados: (efectos de las ondas expansivas)
0.03	570.28	Rotura ocasional de cristales grandes sometidos a tensiones.
0.30	80.46	Límite de proyectiles. 95% de probabilidad de no sufrir daños importantes. Daños menores a techos de casas; rotura del 10% de los cristales.
0.50 - 1.0	30.17 – 52.12	Destrucción de ventanas, con daño a los marcos.
1.0	30.17	Demolición parcial de casas, que quedan inhabitables.
1.0 - 8.0	7.92 – 30.17	Rango de daños desde ligeros a serios debido a laceraciones en la piel producidas por cristales que salen volando y otros proyectiles.
2.0	18.28	Colapso parcial de paredes y techos de casas.
2.0 - 3.0	14.02– 18.28	Destrucción de paredes de block o de concreto no reforzado de 20 a 30 cms. de grosor.
2.4 - 12.2	6.40 – 16.15	Rango de 1 - 90% de ruptura de tímpanos entre la población expuesta.
2.5	15.84	Destrucción del 50% de las casas de ladrillo. Distorsiones en estructuras de acero.
3.0 - 4.0	11.58 – 14.02	Estructuras constructivas de acero en ruinas. Ruptura de tanques de almacenamiento.
5.0	10.05	Rotura de postes públicos de madera
5.0 - 7.0	8.53 – 10.05	Destrucción casi completa de casas.
10.0	7.01	Probable destrucción total de la construcción. Máquinas pesadas (3,500 kg) desplazadas y fuertemente dañadas.
15.5 - 29.0	4.26 – 5.79	Rango del 1 - 99% de mortalidad entre la población expuesta debido a efectos directos. Formación de cráteres.

Fuente: Programa ARCHIE, versión 1.00 (*Automated Resource for Chemical Hazard Evaluation*). Federal Emergency Management Agency, U.S.A., U.S. Department of Transportation, U.S. Environmental Protection Agency. Microsoft Corp. 1982-1986.

0.04 psig= Ruido fuerte. Rotura de cristales por la onda sonora  
 0.1 psig = Rotura de cristales pequeños sometidos a tensión  
 0.7 psig = Daños estructurales menores en las casas  
 2.4 psig = Umbral (1%) de ruptura de tímpano.

**CALCULO DE DISTANCIAS DE AFECTACIÓN POTENCIAL AL ENTORNO DEL GASODUCTO DE ACERO AL CARBÓN DE 3" DE DIÁMETRO NOMINAL DE 150 METROS DE LONGITUD TOTAL APROXIMADA, PARA SUMINISTRO DE GAS NATURAL A LAS EMPRESAS SANIVEX y COVEMEX UBICADAS EN LA ZONA INDUSTRIAL DEL MUNICIPIO DE APASEO EL GRANDE, ESTADO DE GUANAJUATO, MEDIANTE EL USO DEL PAQUETE DE SIMULACIÓN DE LA E.P.A. (ARCHIE, 1986).**

**CASO No. 2:** FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A 2" DE DIAMETRO, EN UN SEGMENTO DEL DUCTO DE ACERO UBICADO SOBRE EL DDV DEL CAMINO DE TERRACERÍA (RUMBO A LA PLANTA DE SANIVEX) QUE CORRE PARALELO A LA VÍA DEL FERROCARRIL EN LA ZONA INDUSTRIAL DEL MUNICIPIO DE APASEO EL GRANDE, DEBIDO A UN GOLPE DE UNA PALA MECÁNICA, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 5 MINUTOS, YA QUE EL TIEMPO MÁXIMO DE UNA FUGA ANTES DE QUE SE ACTIVE LA VALVULA "SLAM-SHUT" DE CIERRE AUTOMATICO POR UNA CAIDA DE PRESION ANORMAL EN EL SISTEMA ES DE 1 MINUTO.

Para correr este modelo de simulación se consideraron las características fisicoquímicas del gas natural a manejar, y en su caso las características de su principal componente (el gas metano).

La sustancia en cuestión es un gas inflamable a presión atmosférica.

RESUMEN DE DATOS PARA ARCHIVO DE ESCENARIO DE ACCIDENTES:

1.- Material peligroso:	GAS NATURAL
2.- Dirección/localización:	<b>CAMINO DE TERRACERÍA DE ACCESO A LA PLANTA SANIVEX, ZONA INDUSTRIAL DEL MUNICIPIO DE APASEO EL GRANDE, ESTADO DE GUANAJUATO.</b>
3.- Latitud:	20° 32' 15.53"
4.- Longitud:	100° 44' 13.67"
5.- Fecha de evaluación:	SEPTIEMBRE 2008
6.- Descripción del escenario:	Gasoducto de acero al carbón de 3" de diámetro nominal y 150 metros de longitud aproximada, dentro de la zona industrial del municipio de Apaseo El Grande, Estado de Guanajuato (que opera a 450 psi), que sufre una fuga de producto a través de un orificio de 2" durante 5 minutos.

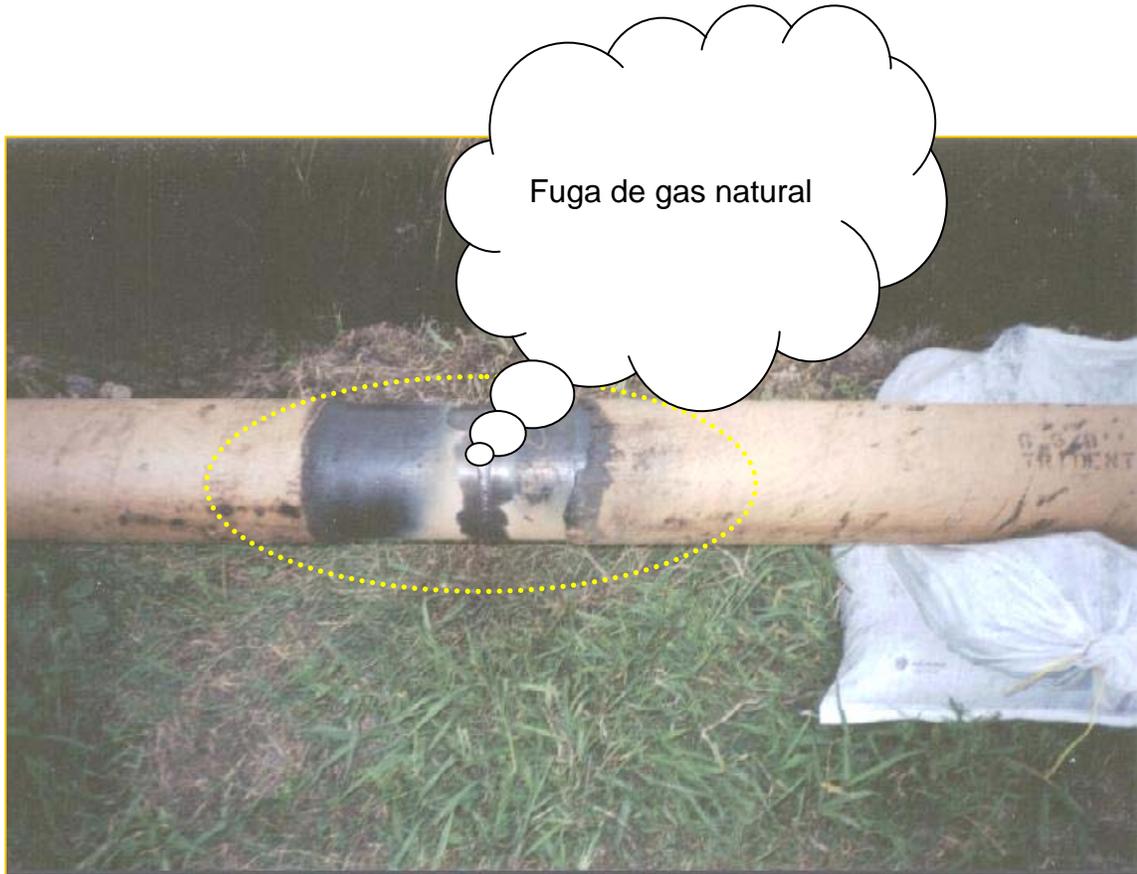
Se considera un tiempo de 5 minutos, porque aunque se cierre la válvula en forma automática en 1 minuto, la línea queda empacada y presurizada mientras sigue escapando el producto, hasta que se igualan las presiones. Para efectos prácticos, tomaremos como referencia un estimado de 5 minutos sin tomar en cuenta la caída de presión gradual en el sistema.

**Modelos Utilizados del Menú de opciones:**

- G) Evaluación del riesgo de chorros de flama o dardos de fuego.
- H) Evaluación del riesgo de fuego por nube o pluma de vapor.
- I) Evaluación del riesgo de explosión de nubes de vapor (no confinadas).

### UBICACIÓN DE LA FUGA





Segmento de ducto de acero, que resultaría golpeado por una pala mecánica en el Derecho de Vía del camino de terracería paralelo a la vía del ferrocarril, en la **Zona Industrial de Apaseo El Grande**.





### Cálculo de la tasa de descarga del gas:

Dos aproximaciones computacionales primarias están disponibles para la estimación de la tasa de descarga de gas desde ductos con fisuras o perforaciones, transportando productos estrictamente gaseosos. El ducto puede ser considerado como un volumen de gas comprimido que no fluye o bien como una longitud de ducto con velocidad de gas que se incrementa hacia el punto de fuga.

El modelo de volumen es simple. Esencialmente desprecia los efectos de la fricción a lo largo del ducto y no obstante proporciona un estimado conservador de la tasa de descarga. Este es el modelo utilizado por el programa **ARCHIE (Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation)**, versión 1.0 de Microsoft Corp. 1982-1986.

Para determinar si la descarga de gas a través de una perforación se comporta como descarga sónica o subsónica, se calcula el **valor crítico de presiones**. La relación crítica de presiones se obtiene sustituyendo  $k = 1.268$  en la ecuación:

$$r_{\text{crit}} = \left( \frac{P_2}{P_1} \right)_{\text{crit}} = \left( \frac{2}{k+1} \right)^{k/k-1}$$

donde:

$P_1$  = Presión en el interior del ducto, en pascales (**350 psi = 24.121 x 10<sup>5</sup> Pa**)

$P_2$  = Presión en el lado de la descarga, usualmente la presión atmosférica (**1.013 x 10<sup>5</sup> Pa**)

$k$  = Cociente de calor específico cp/cv (**1.268**)

$$\left( \frac{2}{1.268 + 1} \right)^{1.268/1.268-1} = 0.8818^{4.7313} \quad r_{\text{crit}} = 0.55$$

$$r_{\text{crit}} = \left( \frac{P_2}{P_1} \right)_{\text{crit}} = 0.55 \quad P_{1 \text{ crit}} = P_2 / 0.55 \quad P_{1 \text{ crit}} = 101,308 / 0.55$$

$$P_{1 \text{ crit}} = 184,196.36 \text{ Pa} = 26.73 \text{ psi}$$

Debido a que la presión del gas en el interior del ducto (**350 psi**) es mayor al valor crítico, se considera que el flujo es sónico en la garganta.

El modelo asume que el proceso es adiabático y que los efectos de la fricción en la pared del ducto son insignificantes. Utilizando el balance de energía mecánica, una expresión para la tasa de descarga instantánea bajo condiciones de flujo no obstruido puede ser calculado a partir de la siguiente ecuación, que representa un **flujo sónico**:

$$m = F_c A \sqrt{P_1 \rho_1 k \left( \frac{2}{k+1} \right)^{k+1/k-1}}$$

donde:

$m$  = tasa de descarga (caudal másico de descarga), en kg/s

$F_c$  = Coeficiente de descarga del orificio (0.62)

$A$  = Area transversal del orificio =  $(\pi \cdot r^2)$  (**2" =  $20.266 \times 10^{-4} \text{ m}^2$** )

$k$  = Cociente de calor específico cp/cv (1.268)

$P_1$  = Presión en el interior del ducto, en pascales (**350 psi =  $24.121 \times 10^5 \text{ Pa}$** )

$\rho_1$  = Densidad, kg/m<sup>3</sup> (0.8034) (Tomado del CRANE, 1992)

**1 atm =  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 101,308 \text{ Pa} = 14.7 \text{ psi} = 760 \text{ mm Hg} = 1.013 \text{ Bars} = 1.033 \text{ kg/cm}^2$**

**1 libra = 0.4536 kg. 1 psi =  $6,895 \times 10^3 \text{ N/m}^2$  °K = °C + 273**

**1 bar =  $1.02 \text{ kg/cm}^2$**

Diámetro del orificio de fuga	Area transversal ( $\pi \cdot r^2$ )
1/8"	$7.917 \times 10^{-6} \text{ metros}^2$
1/4"	$3.167 \times 10^{-5} \text{ metros}^2$
1"	$5.064 \times 10^{-4} \text{ metros}^2$
<b>2"</b>	<b><math>20.266 \times 10^{-4} \text{ metros}^2</math></b>
4"	$81.072 \times 10^{-4} \text{ metros}^2$

$$m = F_c A \sqrt{P_1 \rho_1 k \left( \frac{2}{k+1} \right)^{k+1/k-1}}$$

$$m = (0.62)(20.266 \times 10^{-4}) \sqrt{(24.121 \times 10^5)(0.8034)(1.268) \left( \frac{2}{1.268+1} \right)^{1.268+1/1.268-1}}$$

$$m = 0.001256 \sqrt{(2'457,233.285)(0.881834215)^{8.462686567}}$$

$$m = 0.001256 \sqrt{(2'457,233.285)(0.3450046149)}$$

$$m = 0.001256 \sqrt{847,756.89}$$

$$m = 0.001256 (920.737144)$$

$$m = 1.1564 \text{ kg/s} \times 0.4536 = 2.54948 \text{ lb/s}$$

$$\mathbf{m = 2.54948 \text{ lb/s}}$$

Estas ecuaciones están basadas en el comportamiento de un gas ideal.

Para el presente caso, mediante el uso de una calculadora científica, se obtuvo:

Tasa de descarga = 1.1564 kg/s  
= 2.54948 lb/s  
= **152.97 lb/min**

(Tomado del manual "ANÁLISIS Y REDUCCIÓN DE RIESGOS EN LA INDUSTRIA QUIMICA", Fundación MAPFRE, 1994 p. 169)

El valor utilizado para el coeficiente de descarga (0.62) se obtuvo del manual del ARCHIE, que aplica para orificios circulares con bordes afilados.

El factor de ajuste para bordes de orificios característicos son los siguientes:

- a) Para válvulas de seguridad a presión, se usa un valor de 0.98
- b) Para orificios circulares con bordes afilados, se utiliza un valor de 0.62
- c) Para orificios rectangulares con bordes uniformes, dentados, como pétalos impulsados hacia el exterior, se utiliza un factor de 0.83
- d) Para cualquier otro agujero rectangular, se utiliza un valor de 0.62

Con el valor obtenido de la tasa de descarga, en **libras por minuto**, se alimenta el programa a partir de la **opción G del menú**, así como los datos fisicoquímicos generales del **gas natural** y su presión de operación.

Para correr el modelo, se utiliza el valor de PSIA (libras por pulgada cuadrada de presión absoluta), que equivale a la presión de operación del ducto (350 PSI) más la presión atmosférica (14.7 PSI) que da un total de **364.7 PSI**.

Se debe tener presente que existen muchas situaciones potenciales, donde el tiempo permitirá forzar una respuesta o detectar fugas y/o cerrar sistemas de emergencia para detener el flujo lo antes posible.

Además, la válvula de bloqueo localizada en el patín de medición del punto de interconexión cuenta con un sistema de cierre automático por baja presión (SLAM-SHUT) que **se activa casi instantáneamente** después de presentarse una caída de presión anormal en el sistema, por lo que en realidad **una fuga en algún punto del ducto no puede tener una duración mayor de 1 minuto**.

Debido a que la hoja de datos de seguridad de Pemex del gas natural no reporta valores de TLV y de IDLH, no se corrió el modelo de evaluación del riesgo de dispersión de vapores tóxicos.

Durante los modelos utilizados, no se consideró la pérdida de calor que experimenta el gas al escapar del ducto, ya que **por cada 15 PSI que cae la presión, baja 1°F por la expansión súbita**. Entre otros aspectos, esto puede provocar quemaduras por frío y fracturas en el material.

### Clase de estabilidad atmosférica.

El nivel de turbulencia atmosférica es generalmente categorizado por 6 clases llamadas A, B, C, D, E, o F. La clase F generalmente es la peor condición para la dispersión de vapores peligrosos o gases.

TABLA DE SELECCIÓN DE CLASES DE ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA:

CLASIFICACION DE ESTABILIDAD ATMOSFERICA DE PASQUILL:			
A.-	Condiciones extremadamente inestables	D.-	Condiciones neutras.*
B.-	Condiciones moderadamente inestables	E.-	Condiciones ligeramente estables.
C.-	Condiciones ligeramente inestables	F.-	Condiciones moderadamente estables.

Condiciones diurnas			Condiciones nocturnas		
Intensidad de la luz solar			Dispersión de Nubosidad		
Luz Solar			> 0 = 4/8 < 0 = 3/8		
Vel. del viento superficial (mph)	Fuerte	Moderado	Ligero	Nubosidad**	Nubosidad
<4.5	A	A - B	B	-	-
4.5 - 6.7	A - B	B	C	E	F
6.7 - 11.2	B	B - C	C	D	E
11.2 - 13.4	C	C - D	D	D	D
>13.4	C	D	D	D	D

\* Aplicable a condiciones de cielo densamente nublado, de día o de noche.

\*\* Grado de nubosidad= Fracción de cielo arriba del horizonte cubierto por nubes.

Para determinar la velocidad del viento cerca de la superficie del piso durante un evento de fuga o derrame de productos, se tomó como base la velocidad promedio del viento durante los últimos 12 años, más un margen de variación del 10%. Los datos climatológicos fueron proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional, en la **estación Celaya, Guanajuato**.

El modelo se corrió dos veces, utilizando las estabilidades B y F (condiciones moderadamente inestables y condiciones moderadamente estables) para determinar en qué condiciones se daría una mayor afectación en el caso de una fuga y dispersión de vapores, ya que los vientos con velocidades altas promueven una más rápida dispersión de los gases o vapores. La velocidad considerada debe ser congruente con el tipo de estabilidad atmosférica seleccionada para el análisis de la dispersión de gases o vapores tóxicos.

### G.- EVALUACION DEL RIESGO DE CHORROS DE FLAMA O DARDOS DE FUEGO.

Cuando los gases inflamables escapan de un contenedor bajo presión pueden formar una larga lengua de flama si entra en ignición. Este modelo computa la longitud de tal flama y una distancia segura de separación.

Cuando un gas presurizado escapa a la atmósfera a través de un orificio o estrechamiento, se produce la típica descarga en tobera del chorro gaseoso (*jet*), con un máximo de velocidad en la garganta, que puede igualar a la velocidad del sonido si el cociente entre la

presión atmosférica y la presión dentro del recipiente es inferior al valor crítico. Tras el orificio tiene lugar la disminución de la velocidad del gas, al ensancharse la sección de paso. Si una descarga de gas combustible entra en ignición, se produce el característico “dardo de fuego”.

**Para la presente simulación se considera un solo punto de fuga, en el ducto. Sin embargo, los radios de afectación se pueden ubicar en cualquier parte del ducto, para efectos de determinar posibles eventos de fuga a lo largo del mismo para un orificio y tiempo de fuga equivalentes.**

VALORES DE LOS PARAMETROS COMUNES PARA LA EVALUACION DE RIESGO DE CHORROS DE FLAMA O DARDOS DE FUEGO:

a) para el caso de una fisura de <b>2 pulgadas</b> :	
1.- Peso molecular del gas=	18.23
2.- Límite inferior de inflamabilidad (LFL)=	4.5% en vol.
3.- Diámetro de la fisura=	2 pulgadas
4.- Presión del gas en el ducto=	364.7 psia
5.- Proporción Cp/Cv del gas a 1 atm=	1.268
6.- Punto de ebullición normal=	-256°F (-160 °C).
7.- Temperatura ambiente=	68 °F (20°C)
8.- Temperatura del gas en el ducto=	86°F (30°C)

Resultados:

1.- Longitud de los dardos de fuego:	182 pies (55.47 m)
2.- Distancia de separación segura:	363 pies (110.64 m)

1 pie= 0.3048 metros

1 atm = 14.69 psi = 760 mmHg = 1,01325 x 10<sup>5</sup> bars = 1,01325 x 10<sup>5</sup> Pascals

1 kg/cm<sup>2</sup> = 14.22 psig

°F= °C x 1.8 + 32

1 milla= 1,609.34 metros

Nota: Estas distancias se consideran como distancias de riesgo y de separación segura **a lo largo de todo el ducto**, en el caso de **dardos de fuego**.

La proporción Cp/Cv (tasa de calor específico) del gas o vapor comprimido es una propiedad termodinámica relacionada con la cantidad de calor necesario para incrementar la temperatura de una unidad de peso de gas o vapor en un grado bajo condiciones específicas.

## H.- EVALUACION DEL RIESGO DE FUEGO POR PLUMA DE VAPOR O NUBE DE GAS INFLAMABLE.

El LFL (Lower Flammable Limit) es el valor del límite inferior de inflamabilidad del gas o vapor, y representa la concentración más baja del material en el aire que mantendrá la combustión. Los límites de inflamabilidad nos proporcionan el intervalo de concentraciones de combustible (normalmente en porcentaje de volumen), dentro del cual una mezcla gaseosa puede entrar en ignición y arder. Por debajo del límite inferior de inflamabilidad no existe suficiente combustible como para propagar la combustión.

**La metodología empleada para el cálculo del diámetro de la nube formada se aplica únicamente para nubes de gases o vapores que sean más pesados que el aire. Se**

asume que la nube es de forma cilíndrica y que la mezcla aire-gas (vapor) se encuentra a 21.1°C y 1 atmósfera de presión. Generalmente, las nubes explosivas alcanzan alturas de hasta 10 pies.

**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. De acuerdo con el manual del ARCHIE, para propósitos de planeación de emergencias es recomendable considerar en los escenarios de modelación una velocidad de viento de **4.5 mph**, y una clase de estabilidad atmosférica tipo F, ya que es la que alcanza distancias mayores.

### VALORES DE LOS PARAMETROS COMUNES PARA LA EVALUACION DE RIESGO DE FUEGO POR NUBE DE VAPOR:

1.- Peso molecular=	18.23
2.- Punto de ebullición normal=	-256°F
3.- Límite inferior de inflamabilidad=	4.5% en vol.
4.- Temperatura ambiente=	68 °F
5.- Temperatura del <b>gas</b> en el ducto=	86°F
6.- Clase de estabilidad atmosférica=	B y F
7.- Velocidad del viento=	4.5 mph
8.- Tasa de emisión de vapor/gas=	<b>152.97 lb/min</b>
9.- Duración de la emisión=	<b>5 minutos</b>

1 pie= 0.3048 metros

#### Resultados del modelo:

Para una **estabilidad clase B**

- 1.- Distancia de riesgo viento abajo=
- 2.- Ancho máximo de riesgo viento abajo=
- 3.- Peso del gas transportado en el aire=
- 4.- Densidad inicial relativa vapor/aire=
- 5.- Tipo de modelo utilizado para el análisis=

	Para concentraciones de:
	1/2 LFL                      LFL
	60.96 m                      42.06 m
	30.48 m                      21.03 m
	78 lbs                          53 lbs
	1.64                              1.64
	<b>Gas pesado</b>

Para una **estabilidad clase F**

- 1.- Distancia de riesgo viento abajo=
- 2.- Ancho máximo de riesgo viento abajo=
- 3.- Peso del gas transportado en el aire=
- 4.- Densidad inicial relativa vapor/aire=
- 5.- Tipo de modelo utilizado para el análisis=

	Para concentraciones de:
	½ LFL                      LFL
	102.41 m                      70.41 m
	92.35 m                      63.40 m
	130 lbs                          90 lbs
	1.64                              1.64
	<b>Gas pesado</b>

### I.- EVALUACION DEL RIESGO DE EXPLOSION DE NUBES DE VAPOR (NO CONFINADAS).

El propósito de este modelo es evaluar el impacto de una explosión que involucra una nube de gas o vapor no confinada o parcialmente confinada, o una pluma de vapor suspendida en el aire cerca del piso o a una posición elevada dependiendo de la altura de la fuente de descarga. Debido a que las explosiones cerca del piso típicamente causan mayor daño que los estallidos al aire libre, es necesario especificar la localización.

Existen dos opciones para calcular los radios de afectación de la zona de peligro:

- 1.- Asumir que la explosión tiene lugar en una elevación suficiente sobre el nivel de piso para permitir disipación omnidireccional del estallido u onda de choque (explosión esférica o al aire libre).
- 2.- Asumir que la explosión tiene lugar cerca del piso; el suelo refleja energía sustancial del estallido hacia afuera y hacia adentro (explosión hemisférica o a nivel de piso).

Para este caso se consideró la segunda opción, por tratarse de un ducto enterrado.

Se simuló la explosión de una nube de gas **en algún punto del ducto de transporte cercano a las plantas industriales**, ya que el gas natural es un gas con características explosivas. **Sin embargo, se debe tener presente que el gas natural es más ligero que el aire, y que en condiciones normales no tiende a formar nubes explosivas, ya que se dispersa rápidamente.**

**El modelo no toma en cuenta el efecto de la topografía del terreno, edificios, árboles y otros obstáculos, ni el hecho de que el ducto se encuentra enterrado a 1 metro de profundidad.**

VALOR DE LOS PARAMETROS COMUNES PARA LA EVALUACION DEL RIESGO DE EXPLOSION DE NUBES DE VAPOR **NO CONFINADAS:**

1.- Calor inferior de combustión (1)=	23,879 BTU/lb
2.- Factor de producción de explosión (2)=	0.1
3.- Peso del gas explosivo al aire libre (3)=	<b>90 lbs (Estabilidad F)</b>
4.- Localización de la explosión=	<b>A nivel de piso</b>

(1) El calor inferior de combustión es el calor desprendido cuando 1.0 libras arden en O<sub>2</sub> a 25°C con productos de combustión de todos los gases. **Los gases de combustibles tienen valores de alrededor de 20,000.** Los hidrocarburos combustibles líquidos tienen valores de alrededor de 19,000. Los sólidos/líquidos altamente explosivos a menudo tienen valores de 300 a 2,600 BTU/lb.

(2) El factor de producción de explosión es la fracción de energía en una nube que será empleada en una explosión. El rango usual es de 0.01 a 0.18 con raras excepciones de valores mayores si la nube está completamente libre, sin confinar. Aún los valores mayores son apropiados si la nube está parcial o completamente confinada.

(3) El peso del gas explosivo al aire libre es el peso del gas en la atmósfera dentro del rango Inflamable y capaz de explotar bajo ignición. Típicamente computado utilizando los modelos de descarga y/o evaporación que estén disponibles.

Los resultados del modelo proveen al personal de planeación de emergencias de una indicación del radio de zonas circulares alrededor del centro de la explosión, que pueden ser sujetos a impactos de explosión de varios niveles de severidad.

**En el caso de una explosión de una nube de gas natural, la onda de sobre presión de 0.5 psig, se considera como el valor que determina el límite de la Zona de Seguridad o de Amortiguamiento, y la onda de sobre presión de 1.0 psig representa el límite de la Zona de Alto Riesgo.**

El modelo que resulta asume que el área de los alrededores es esencialmente plana y sin obstáculos. En realidad, las reflexiones potenciales de la onda de choque con paredes de construcciones o los lados de otros obstáculos y superficies pueden causar patrones de daño algo más erráticos que aquellos que predice el modelo.

**Precaución:** Las nubes o plumas conteniendo menos de 1,000 libras de vapor o gas, es muy poco probable que exploten cuando no están completamente confinadas, excepto cuando ciertos materiales han sido descargados.

### Resultados del modelo de simulación (ARCHIE, 1986).

EFECTOS DE UNA EXPLOSION DE NUBE DE VAPOR NO CONFINADO:		
Sobre presión* (psig)	Distancia desde la explosión (en m):	Daños esperados: (efectos de las ondas expansivas)
0.03	1,149.10	Rotura ocasional de cristales grandes sometidos a tensiones.
0.30	162.15	Límite de proyectiles. 95% de probabilidad de no sufrir daños importantes. Daños menores a techos de casas; rotura del 10% de los cristales.
0.50 - 1.0	60.65 – 104.85	Destrucción de ventanas, con daño a los marcos.
1.0	60.65	Demolición parcial de casas, que quedan inhabitables.
1.0 - 8.0	15.54 – 60.65	Rango de daños desde ligeros a serios debido a laceraciones en la piel producidas por cristales que salen volando y otros proyectiles.
2.0	36.58	Colapso parcial de paredes y techos de casas.
2.0 - 3.0	28.04– 36.58	Destrucción de paredes de block o de concreto no reforzado de 20 a 30 cms. de grosor.
2.4 - 12.2	12.50 – 32.31	Rango de 1 - 90% de ruptura de tímpanos entre la población expuesta.
2.5	31.40	Destrucción del 50% de las casas de ladrillo. Distorsiones en estructuras de acero.
3.0 - 4.0	23.47 – 28.04	Estructuras constructivas de acero en ruinas. Ruptura de tanques de almacenamiento.
5.0	20.42	Rotura de postes públicos de madera
5.0 - 7.0	16.76 – 20.42	Destrucción casi completa de casas.
10.0	14.02	Probable destrucción total de la construcción. Máquinas pesadas (3,500 kg) desplazadas y fuertemente dañadas.
15.5 - 29.0	8.23 – 11.58	Rango del 1 - 99% de mortalidad entre la población expuesta debido a efectos directos. Formación de cráteres.

Fuente: Programa ARCHIE, versión 1.00 (*Automated Resource for Chemical Hazard Evaluation*). Federal Emergency Management Agency, U.S.A., U.S. Department of Transportation, U.S. Environmental Protection Agency. Microsoft Corp. 1982-1986.

0.04 psig= Ruido fuerte. Rotura de cristales por la onda sonora  
 0.1 psig = Rotura de cristales pequeños sometidos a tensión  
 0.7 psig = Daños estructurales menores en las casas  
 2.4 psig = Umbral (1%) de ruptura de tímpano.

### HDSM GAS NATURAL

<b>NOMBRE DE LA EMPRESA:</b> IGASAMEX BAJIO, S. DE R.L. DE C.V.			
FECHA DE ELABORACION: 23/Abril/2003		FECHA DE REVISION: Ene/2006	
<b>SECCION I DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA SUSTANCIA QUÍMICA</b>			
1.- NOMBRE DEL FABRICANTE O IMPORTADOR: PEMEX Gas y Petroquímica Básica		2.- EN CASO DE EMERGENCIA COMUNICARSE A: TEL: 01-800-800-5959 FAX: (55) 5259-7686	
<b>3.- DOMICILIO COMPLETO:</b>			
CALLE Bosque de Alisos	No. EXT. 47-A, 5° piso	COLONIA Bosques de las Lomas	C.P. 05120
DELEG/MUNICIPIO Cuajimalpa	LOCALIDAD O POBLACION	ENTIDAD FEDERATIVA México, D.F.	
<b>SECCION II DATOS GENERALES DE LA SUSTANCIA QUÍMICA</b>			
1. NOMBRE COMERCIAL: Gas Natural		2.- NOMBRE QUIMICO : Metano	
3.- PESO MOLECULAR: 18.23 +/-		4.- FAMILIA QUIMICA: Hidrocarburos del Petróleo	
5.- SINONIMOS: Gas de los pantanos, grisú, hidruro de metilo		6.- OTROS DATOS: HDSSQ-001	
<b>SECCION III COMPONENTES RIESGOSOS</b>			
1.- % Y NOMBRE DE LOS COMPONENTES Metano: 88% Etano: 9% Propano: 3%	2.- N° CAS 74-82-8 74-84-0 74-98-6	3.- N° DE LA ONU	4.- CANCERIGENOS O TERATOGENICOS
5.- LIMITE MAXIMO PERMISIBLE DE CONCENTRACIÓN  LIE 4.5%  LSE 14.5%	6.-IDLH/IPVS (ppm)	7.- GRADO DE RIESGO:	
		7.1 SALUD 1	7.2 INFLAMABILIDAD 4
<b>SECCION IV.- PROPIEDADES FÍSICAS</b>			
1.- TEMPERATURA DE FUSION (°C): - 182 °C		2.- TEMPERATURA DE EBULLICION (°C): -160 °C	
3.- PRESION DE VAPOR, (mmHg a 20 °C) No Aplica		4.- DENSIDAD RELATIVA SOLIDOS Y LIQUIDOS (AGUA=1.00 a 4°C) GASES Y VAPORES ( AIRE=1.00 a C.N.): 0.5539	
5.- DENSIDAD RELATIVA DE VAPOR (AIRE = 1.00 a C.N): 0.555		6.- SOLUBILIDAD EN AGUA (g/100ml): 0.03308 cm³	
7.- REACTIVIDAD EN AGUA: No Aplica		8.- ESTADO FISICO, COLOR Y OLOR: Gas Incoloro e inoloro (se usa mercaptano como odorizante)	
9.- VELOCIDAD DE EVAPORACION (BUTIL ACETATO = 1): N.A.		10.- PUNTO DE INFLAMACION (°C): 187 °C	
11.- TEMPERATURA DE AUTOIGNICION (°C): 537 °C		12.- PORCIENTO DE VOLATILIDAD: 100% (más ligero que el aire)	
13.- LIMITES DE INFLAMABILIDAD (%): Inferior 4.5% Superior 14.5%			

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5°. Piso. Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México, D.F. C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax 5259-7686

SECCION V RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSION					
<b>1.- MEDIO DE EXTINCION:</b>					
NIEBLA DE AGUA:	ESPUMA:	HALON:	CO <sub>2</sub> :	POLVO QUIMICO SECO:	OTROS:
XX	XX	XX	XX	XX	
2.- EQUIPO ESPECIAL DE PROTECCION (GENERAL) PARA COMBATE DE INCENDIO: Casco y Lentes de Seguridad, Careta Facial, Botas de Seguridad, Chaquetón y pantalón, o traje de Nomex.					
3.- PROCEDIMIENTO ESPECIAL DE COMBATE DE INCENDIO: Evacue a todo el personal del área de riesgo. Inmediatamente enfríe los contenedores con agua por aspersión desde una distancia máxima, teniendo cuidado de no extinguir la flama. Si puede hacerlo sin riesgo, retire las fuentes de ignición. Si la flama se extingue accidentalmente, puede ocurrir una reignición explosiva; por ello deben tomarse medidas apropiadas, e.g., evacuación total. Reaproximarse con extrema precaución. Use equipo respiratorio autónomo. Si puede hacerlo sin riesgo, detenga el flujo de gas mientras continua enfriando con agua por aspersión. Si puede hacerlo sin riesgo, retire todos los contenedores del área. Permita que el fuego se extinga solo. Las brigadas locales contraincendio deben cumplir con la norma OSHA 29 CFR 1910.156.					
4.- CONDICIONES QUE CONDUCEN A UN PELIGRO DE FUEGO Y EXPLOSION NO USUALES: Gas inflamable. Forma mezclas explosivas con el aire y agentes oxidantes. El contenedor puede romperse debido al calor del fuego. No extinga la flama, debido a la posibilidad de una reignición explosiva. Este producto forma vapores y puede viajar o ser trasladado por corriente de aire e incendiarse por pilotos u otras flamas, cigarros, chispas, calentadores, equipo eléctrico, descargas estáticas, u otras fuentes de ignición en lugares distantes del área del manejo del producto. Pueden formarse y permanecer atmósferas explosivas en lugares cerrados. Antes de entrar al área especialmente en lugares cerrados, revise la atmósfera con un dispositivo aprobado. Ninguna parte del contenedor debe estar sujeta a temperaturas superiores a los 52 °C (aprox. 125 F).					
5.- PRODUCTOS DE LA COMBUSTION:					
H <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub> y CO					
SECCION VI DATOS DE RECTIVIDAD					
<b>1.- SUSTANCIA</b>			<b>2.- CONDICIONES A EVITAR:</b>		
ESTABLE	XX	INESTABLE	Presencia de alguna fuga y fuente de ignición cercana a la estación de medición y regulación de Gas Natural		
3.- INCOMPATIBILIDAD (SUSTANCIAS A EVITAR): Bromo, Cloro, Dióxido de Cloro, Dioxigen fluoruro, fluór, cualquier agente oxidante fuerte, halógenos y ácidos.					
4.- DESCOMPOSICION DE COMPONENTES PELIGROSOS: No aplica					
<b>5.- POLIMERIZACION PELIGROSA:</b>			<b>6.- CONDICIONES A EVITAR:</b>		
PUEDE OCURRIR		NO PUEDE OCURRIR	XX	Ninguna conocida a la fecha	
SECCION VII RIESGOS PARA LA SALUD					
VIAS DE ENTRADA	SINTOMAS DEL LESIONADO		PRIMEROS AUXILIOS		
1.- INGESTION ACCIDENTAL	Este producto es un gas a temperatura y presión normales, debido a su propia naturaleza no es ingerible.		No se requiere de ninguno.		
2.- CONTACTO CON LOS OJOS	El contacto de concentración mayor al 9% provoca irritación y sensación de presión en los ojos.		Lave con abundante chorro de agua.		
3.- CONTACTO CON LA PIEL	En el caso de gas licuado o comprimido puede causar severas quemaduras en la piel. Con el gas natural no se reportan efectos.		Las quemaduras térmicas deben ser enfriadas inmediatamente		
4.- ABSORCION	No hay información de efectos adversos		No Aplica		
5.- INHALACION	Produce asfisia en altas concentraciones		Si se presentan casos de exposición a altas concentraciones de gas aleje a las víctimas del área contaminada para que respiren aire fresco. Si las víctimas no respiran inicie inmediatamente respiración artificial. Si lo anterior falla debe administrarse oxígeno medicinal y solicitar atención médica		

**6.- SUSTANCIA QUIMICA CONSIDERADA COMO CANCERIGENA (SEGUN NORMATIVIDAD DE LA STPS Y SSA):**

STPS SI \_\_\_ NO XX SSA \_\_\_ SI \_\_\_ NO XX OTROS. ESPECIFICAR

**SECCION VIII INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAMES:**

Si el producto se derrama o fuga, siga los siguientes pasos:

**Peligro:** Forma mezclas explosivas con el aire (ver sección V), inmediatamente evacue a todo el personal del área de riesgo. Use equipo de respiración autónomo para acceder a sitios cerrados. Si puede hacerlo sin riesgo, retire todas las fuentes de ignición. Reduzca los vapores con vapor del agua o agua por dispersión fina. Si puede hacerlo sin riesgo, cierre la fuga. Ventile el área de la fuga.

**Precaución:** Antes de entrar al área, especialmente en áreas cerradas, revise la atmósfera con un dispositivo apropiado.

*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.

**SECCION IX EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL**

1.- ESPECIFICAR TIPO: 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 u overall de algodón 100% y guantes de cuero. En caso específico de ropa para atender situaciones de incendio, se recomienda el uso de telas Nomex.
- Botas industriales de cuero con casquillo de protección y suela antiderrapante a prueba de aceite y químicos.

En caso de acceder a un sitio cerrado,:

- Protección respiratoria: Utilizar líneas de aire comprimido con mascarilla o equipos de respiración autónoma (SCBA o Aqualung) ya que una mezcla aire + metano es un aire deficiente en oxígeno y asfixiante para respirarlo. La mezcla también puede ser explosiva, requiriéndose aquí, precauciones extremas, ya que si se encuentra una fuente de ignición, explotará. Antes de ingresar a un espacio confinado, se deberá tener la precaución de utilizar un explosímetro para cerciorarse si la atmósfera contenida está dentro de los límites de explosividad.

2.- PRACTICAS DE HIGIENE:

**SECCION X INFORMACION SOBRE TRANSPORTACION (DE ACUERDO CON LA REGLAMENTACION DE TRANSPORTE):**

Nombre Comercial: Gas Natural  
Identificación DOT: UN 1971 / UN 1972 (UN: Naciones)  
Clase de Riesgo DOT: Clase 2; División 2.1  
Leyenda en la etiqueta: Gas Inflamable  
DOT: (Departamento de Transporte de los Estados Unidos)



**SECCION XI INFORMACION ECOLOGICA (DE ACUERDO CON LAS REGLAMENTACIONES ECOLOGICAS)**

El gas natural es un combustible limpio, de los que menos efectos adversos provoca a la atmósfera. Sus fugas están consideradas dentro del grupo de Gases de Efecto Invernadero que son los causantes del fenómeno de calentamiento global de la atmósfera. Sin embargo, ni en forma pura ni sus productos de combustión (prácticamente CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>), contienen 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.

**SECCION XII PRECAUCIONES ESPECIALES**

1.- DE MANEJO Y ALMACENAMIENTO: Mantenga el material lejos del calor, chispa o flama. Mantenga el material en un lugar fresco y seco. Mantenga el contenedor perfectamente cerrado. Mantenga el material en un espacio bien ventilado. No lo caliente. Almacene clase IA según la NFPA. Las operaciones de transferencia deben ser realizadas conectando eléctricamente a tierra física para disipar la formación de electricidad estática. Proteja los cilindros de daños.

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º. Piso. Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México, D.F. C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax 5259-7686

Todo sistema donde se maneje gas natural debe construirse y mantenerse de acuerdo a especificaciones para asegurar su integridad mecánica y estar protegido de daños físicos. En caso de presentarse una fuga en un lugar confinado, el riesgo de incendio/explosión es muy elevado.

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 (explosímetro).

2.- OTRAS: 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. Es un crimen dejar escapar el gas.

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 (4-32 kgf/cm<sup>2</sup>) y temperatura (8-38 °C) a la industria y a redes de distribución comercial y doméstica, donde se utiliza para:

- a) Generación de energía eléctrica (termoeléctricas).
- b) Generación de vapor.
- c) Hornos y calentadores de fuego directo.
- d) Turbo-maquinaria (turbo-compresores y turbo-bombas).
- e) Estaciones abastecedoras 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<sup>2</sup>) y gas natural licuado a 6.3 kgf/cm<sup>2</sup> 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 y metanol.

### HDSM ODORIZANTE

<b>NOMBRE DE LA EMPRESA:</b>			
FECHA DE ELABORACION: 11/Julio/2001		FECHA DE REVISION: 23/Abril/2003	
<b>SECCION I DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA SUSTANCIA QUIMICA</b>			
1.- NOMBRE DEL FABRICANTE O IMPORTADOR: a) Elf Atochem North America b) Natural Gas Odorizing, Inc.		2.- EN CASO DE EMERGENCIA COMUNICARSE A:  TEL: 01-800-800-5959 FAX: (55) 5259-7686 CHEMTREC: 01 800 424-93-00	
<b>3.- DOMICILIO COMPLETO:</b>			
CALLE a) Market Street b) Decaer Drive	No. EXT. a) 2000 b) 3601, P.O. Box 1429	COLONIA	C.P. 19103
DELEG/MUNICIPIO	LOCALIDAD O POBLACION	ENTIDAD FEDERATIVA a) Filadelfia, Pa b) Baytown, Tx	

<b>SECCION II DATOS GENERALES DE LA SUSTANCIA QUIMICA</b>	
1. NOMBRE COMERCIAL: Spotleak 1009, BP Captan	2. NOMBRE QUIMICO : Mezcla de Butil y Propil mercaptano
3. PESO MOLECULAR: 90.20	4. FAMILIA QUIMICA: Alkil Mercaptano
5. SINONIMOS: Odorizador de Gas Natural, 2 – Propanetiol, mercaptano	6. OTROS DATOS: MSDS No. M36045

<b>SECCION III COMPONENTES RIESGOSOS</b>			
1.- % Y NOMBRE DE LOS COMPONENTES Ter-butilmercaptano: 78% Iso propil mercaptano: 16% N propil mercaptano: 6%	2.- Nº CAS 75-66-1 75-33-2 107-03-9	3.- Nº DE LA ONU	4.- CANCERIGENOS O TERATOGENICOS  Los ingredientes de este producto están contenidos en la lista TSCA y son identificadas como productos químicos riesgosos bajo el criterio de OSHA
5.- LIMITE MAXIMO PERMISIBLE DE CONCENTRACION	6.-IDLH/IPVS (ppm) 0.5 en 8 horas	<b>7.- GRADO DE RIESGO:</b>	
		7.1 SALUD 2	7.2 INFLAMABILIDAD 3

<b>SECCION IV.- PROPIEDADES FÍSICAS</b>	
1.- TEMPERATURA DE FUSION (°C): N.E.	2.- TEMPERATURA DE EBULLICION (°C): 59-68 °C
3.- PRESION DE VAPOR, (a 100 °F) 6.4 psia	4.- DENSIDAD RELATIVA SOLIDOS Y LIQUIDOS (AGUA=1.00 a 15°C): 0.808 GASES Y VAPORES ( AIRE=1.00 a C.N.):
5.- DENSIDAD RELATIVA DE VAPOR (AIRE = 1.00 a C.N): 3.0	6.- SOLUBILIDAD EN AGUA (g/100ml): Despreciable
7.- REACTIVIDAD EN AGUA: No Aplica	8.- ESTADO FISICO, COLOR Y OLOR: Líquido blanco acuoso con olor característico ("olor a gas")
9.- VELOCIDAD DE EVAPORACION (BUTIL ACETATO = 1): N.A.	10.- PUNTO DE INFLAMACION (°C): N.E.

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

Bosque de Alisos No. 47-A 5º. Piso. Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México, D.F. C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax 5259-7686

11.- TEMPERATURA DE AUTOIGNICION (°C): N.E.		12.- PORCIENTO DE VOLATILIDAD: 100% (más ligero que el aire)			
13.- LIMITES DE+ INFLAMABILIDAD (%): Inferior 1.7 % Superior 10.0 %					
<b>SECCION V RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSION</b>					
1.- MEDIO DE EXTINCION:					
NIEBLA DE AGUA: XX	ESPUMA: XX	HALON: XX	CO <sub>2</sub> : XX	POLVO QUIMICO SECO: XX	OTROS: Espuma de Alcohol
2.- EQUIPO ESPECIAL DE PROTECCION (GENERAL) PARA COMBATE DE INCENDIO: Casco y Lentes de Seguridad, Careta Facial, Botas de Seguridad, Chaquetón y pantalón, o traje de Nomex., asimismo se deberá descontaminar completamente la ropa y equipo después de usarse.					
3.- PROCEDIMIENTO ESPECIAL DE COMBATE DE INCENDIO: Usar agua en spray para enfriar los contenedores expuestos al fuego. Cuidar que el chorro de agua no extienda el fuego. Con peligro de explosión usar agua en spray para diluir los vapores y retirarlos del aire.					
4.- CONDICIONES QUE CONDUCEN A UN PELIGRO DE FUEGO Y EXPLOSION NO USUALES: El material calentado puede formar vapores explosivos e inflamables con el aire. Evitar respirar los vapores del fuego. Recolectar el agua usada para combatir el fuego.					
5.- PRODUCTOS DE LA COMBUSTION: SO <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> y CO					
<b>SECCION VI DATOS DE RECTIVIDAD</b>					
1.- SUSTANCIA			2.- CONDICIONES A EVITAR:		
ESTABLE	XX	INESTABLE	Evitar flamas, arcos de soldadura y fuentes potenciales de ignición u otras fuentes de alta temperatura las cuales inducen a la descomposición.		
3.- INCOMPATIBILIDAD (SUSTANCIAS A EVITAR): Bromo, Cloro, Dióxido de Cloro, Dioxigen fluoruro, fluór, cualquier agente oxidante fuerte, halógenos y ácidos.					
4.- DESCOMPOSICION DE COMPONENTES PELIGROSOS: No aplica					
5.- POLIMERIZACION PELIGROSA:			6.- CONDICIONES A EVITAR:		
PUEDE OCURRIR		NO PUEDE OCURRIR	XX	Ninguna conocida a la fecha	
<b>SECCION VII RIESGOS PARA LA SALUD</b>					
<b>VIAS DE ENTRADA</b>		<b>SINTOMAS DEL LESIONADO</b>		<b>PRIMEROS AUXILIOS</b>	
1.- INGESTION ACCIDENTAL		Causa irritación en el aparato respiratorio		Inducir el vómito inmediatamente. Conseguir atención médica. Nunca dar nada por la boca si la persona esta inconsciente.	
2.- CONTACTO CON LOS OJOS		El contacto provoca irritación y sensación de presión en los ojos.		Lave con abundante chorro de agua. Obtener atención médica si persiste	
3.- CONTACTO CON LA PIEL		Puede causar reacciones alérgicas en la piel		Lavar inmediatamente con agua y jabón, remover la ropa y zapatos contaminados.	
4.- ABSORCION		No hay información de efectos adversos		No Aplica	
5.- INHALACION		Tiene un olor desagradable que puede causar nausea, dolor de cabeza o mareos, especialmente en áreas confinadas o sin adecuada ventilación o equipo de protección respiratoria, en grandes concentraciones puede generar aceleramiento en los latidos del corazón, cianosis y parálisis respiratoria.		Retirar a la víctima al aire fresco. Si no respira dar respiración artificial, si la respiración es difícil dar oxígeno. Obtener atención médica.	
6.- SUSTANCIA QUIMICA CONSIDERADA COMO CANCERIGENA (SEGUN NORMATIVIDAD DE LA STPS Y SSA):					
STPS SI _____ NO XX _____ SSA _____ SI _____ NO XX _____ OTROS. ESPECIFICAR					
<b>SECCION VIII INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAMES:</b>					

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

 Bosque de Alisos No. 47-A 5º. Piso. Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México, D.F. C.P. 05120  
 Tel. (55) 5000-5100, Fax 5259-7686

Si el producto se derrama, siga los siguientes pasos:

Eliminar todas las fuentes de ignición. Contener el derrame en un dique usando un material inerte y absorbente. Neutralizar el derrame con una solución de blanqueador comercial. No usar blanqueador sólido porque puede ocurrir una reacción violenta. Usando herramientas antichispas, recolectar el líquido y el sólido absorbente en un tambor aprobado para la eliminación de productos. Enjuagar el área de derrame con agua.

### SECCION IX EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

Controles de Ingeniería: Usar vapor y equipo a prueba de explosión. Investigar técnicas de ingeniería para reducir la exposición cuando el producto está en el aire. Tener adecuada ventilación.

Respiratoria: Para emergencias y concentraciones desconocidas, usar un aparato de respiración autocontenido de presión positiva de aprobado por NIOSH /MSHA. Utilizar equipo de protección respiratoria de acuerdo con 29CFR 1910.134

Ojos y Cara: Usar goggles de seguridad química, o careta completa para protegerse de salpicaduras cuando sea requerido.

Piel: Usar guantes con resistencia química tales como de plástico, goma, neopreno o vinil.

2.- PRACTICAS DE HIGIENE:

### SECCION X INFORMACION SOBRE TRANSPORTACION (DE ACUERDO CON LA REGLAMENTACION DE TRANSPORTE):

Nombre Comercial: Mezcla de mercaptanos, líquido flamable

Identificación DOT: UN 3336

Clase de Riesgo DOT: Clase 3 División II

Leyenda en la etiqueta:

DOT: (Departamento de Transporte de los Estados Unidos)



### SECCION XI INFORMACIÓN ECOLOGICA (DE ACUERDO CON LAS REGLAMENTACIONES ECOLOGICAS)

Toxicidad: Datos no disponibles. Actualmente se tiene referencia de que este material no es tóxico para la vida acuática.

Persistencia: Datos no disponibles. Actualmente se tiene referencia de que este material no persiste en el ambiente.

Bioacumulación: Datos no disponibles. Actualmente se tiene referencia de que este material no es bioacumulable.

### SECCION XII PRECAUCIONES ESPECIALES

1.- DE MANEJO : Mantenga el material lejos del calor, chispa o flama. Mantenga el material en un lugar fresco y seco. Mantenga el contenedor perfectamente cerrado. Mantenga el material en un espacio bien ventilado. No lo caliente. Este producto forma sulfuros de hierro pirofóricos en contacto con acero. Usar conexión a tierra cuando el material se transfiera para prevenir descargas estáticas, fuego o explosión. Usar herramientas antichispas. Usar equipo a prueba de explosión. No cortar, moler o soldar cerca de los contenedores, riesgo de explosión.

Mantenga los contenedores cerrados, excepto cuando este transfiriendo el material. Use en lugares con ventilación adecuada. No reuse los contenedores ya que pueden permanecer residuos tóxicos y explosivos.

2.- DE ALMACENAMIENTO: Almacenar en lugares, frescos y secos en áreas ventiladas y alejadas de fuentes de calor, chispas y flamas. 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 (explosímetro).

3.- OTRAS: Para información adicional de salud, seguridad y ambiental puede llamar por teléfono o contactarse con:

Occidental Chemical Corporation (972) 404-20-76

Products Stewardship Department

5005 LBJ Freeway, P.O. Box 809050

Dallas, Texas 75380

### IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.

Bosque de Alisos No. 47-A 5º. Piso. Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México, D.F. C.P. 05120

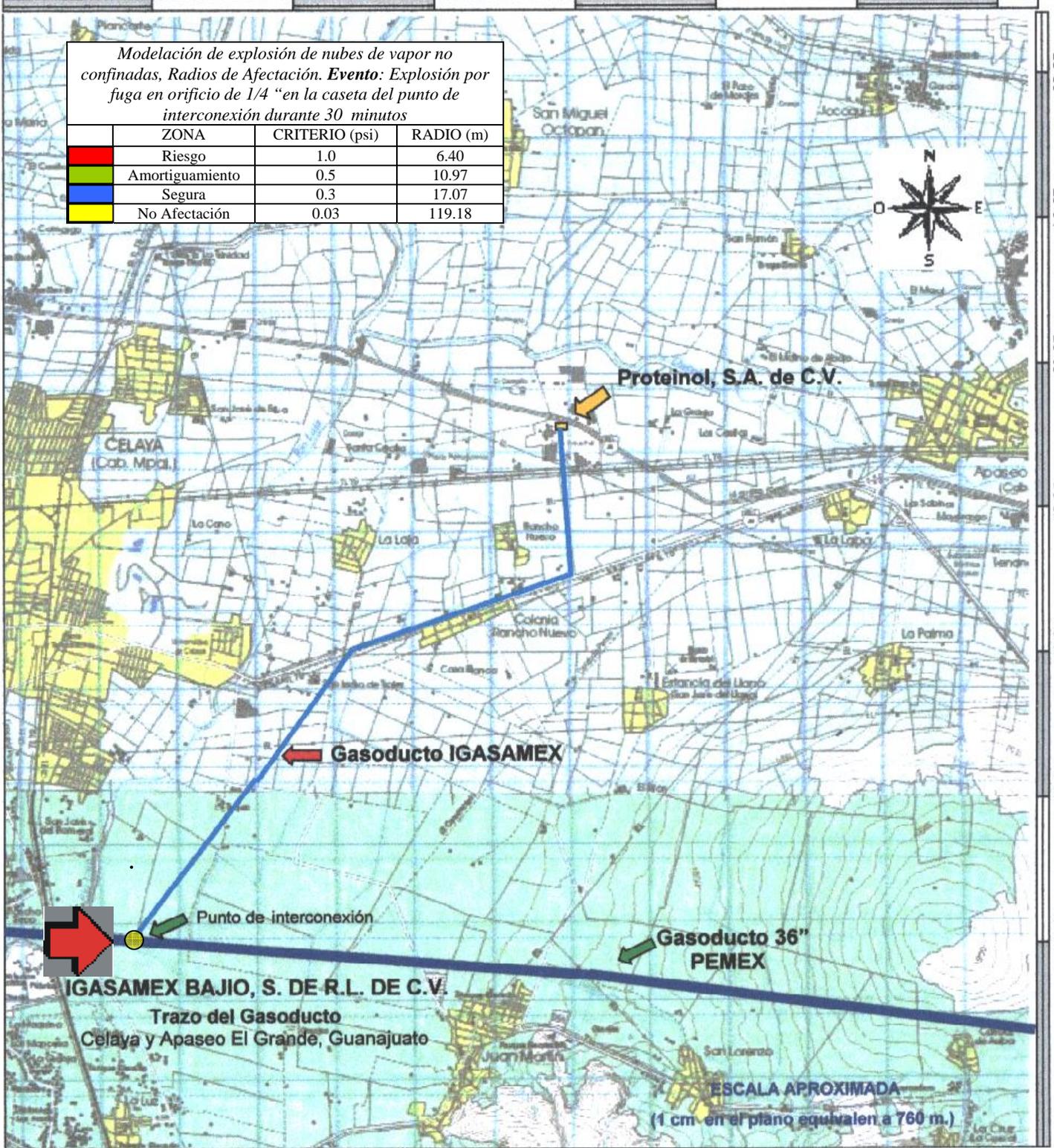
Tel. (55) 5000-5100, Fax 5259-7686

FECHA DE MODELACION: ENERO, 2003

Longitud Oeste  
100°47' 100°46' 100°45' 100°44' 100°43' 100°42' 100°41'

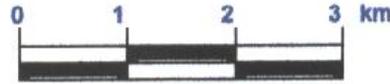
*Modelación de explosión de nubes de vapor no confinadas, Radios de Afectación. Evento: Explosión por fuga en orificio de 1/4 " en la caseta del punto de interconexión durante 30 minutos*

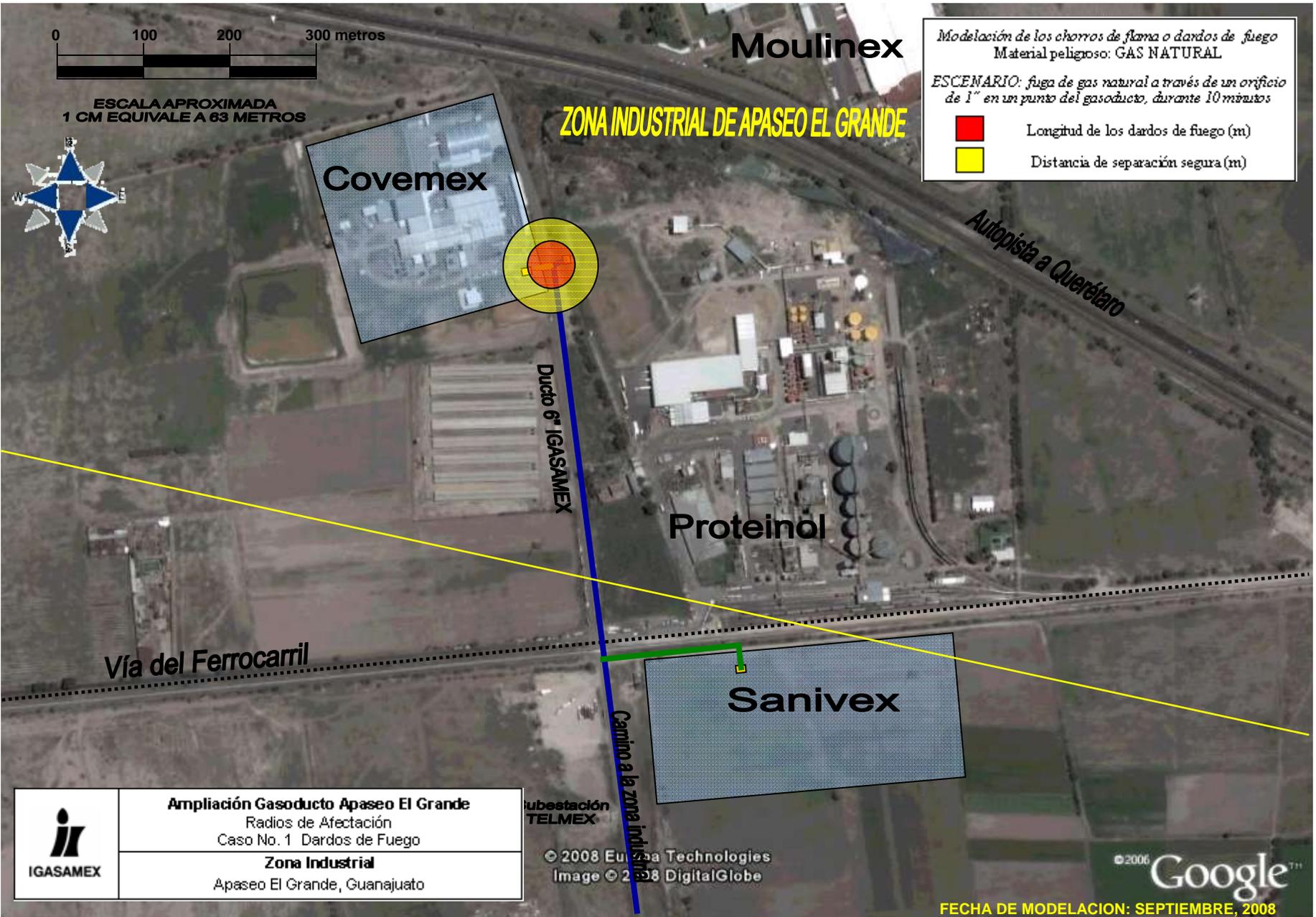
	ZONA	CRITERIO (psi)	RADIO (m)
	Riesgo	1.0	6.40
	Amortiguamiento	0.5	10.97
	Segura	0.3	17.07
	No Afectación	0.03	119.18



20°35'  
20°34'  
20°33'  
20°32'  
20°31'  
20°30'  
20°29'

Latitud Norte

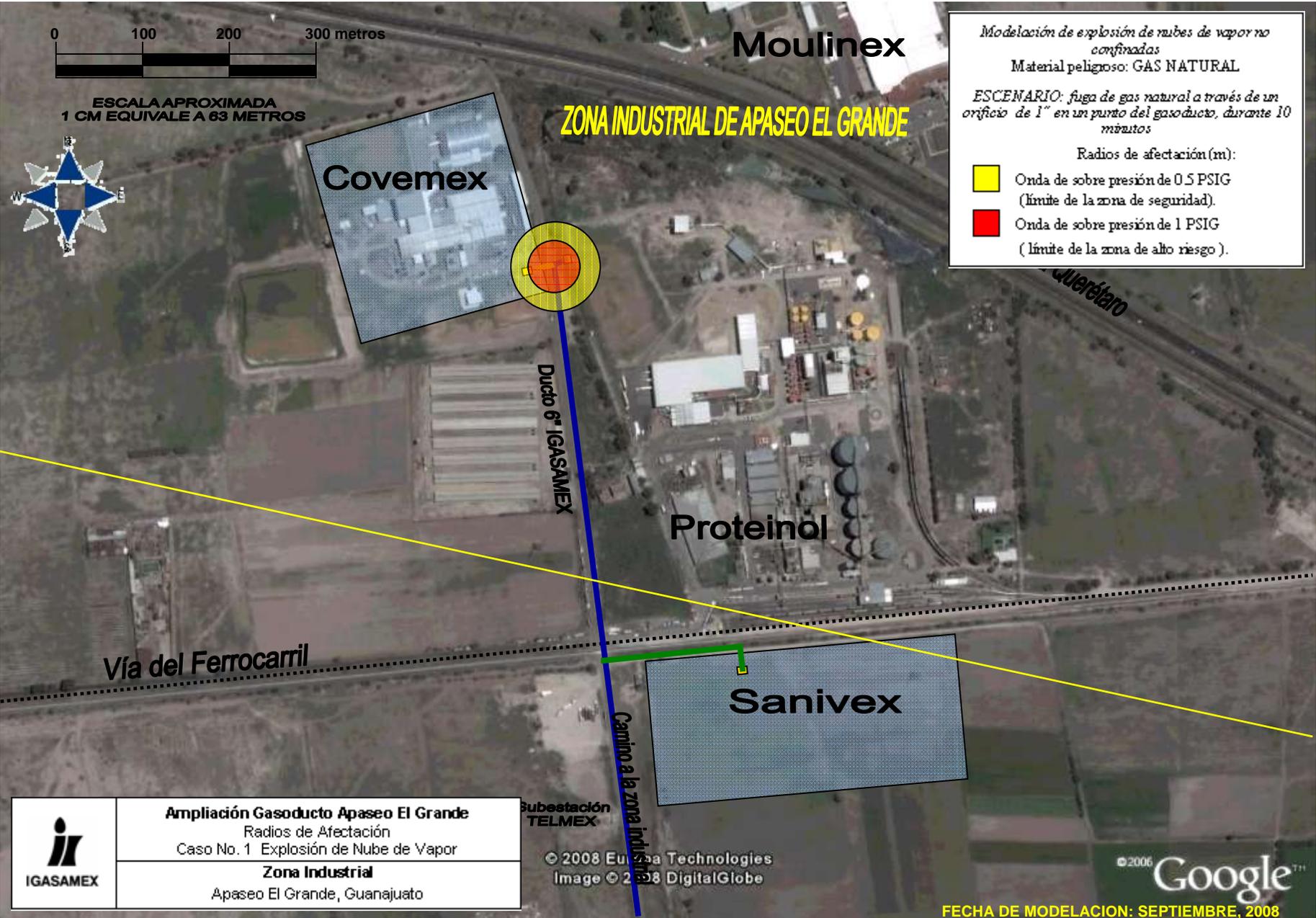




— Ducto de 6" IGASAMEX  
— Ducto de 3" IGASAMEX

- - - - Vía Ferrocarril  
 Casetas de Medición y Regulación

— Línea de CFE



Modelación de explosión de nubes de vapor no confinadas  
 Material peligroso: GAS NATURAL  
 ESCENARIO: fuga de gas natural a través de un orificio de 1" en un punto del gasoducto, durante 10 minutos

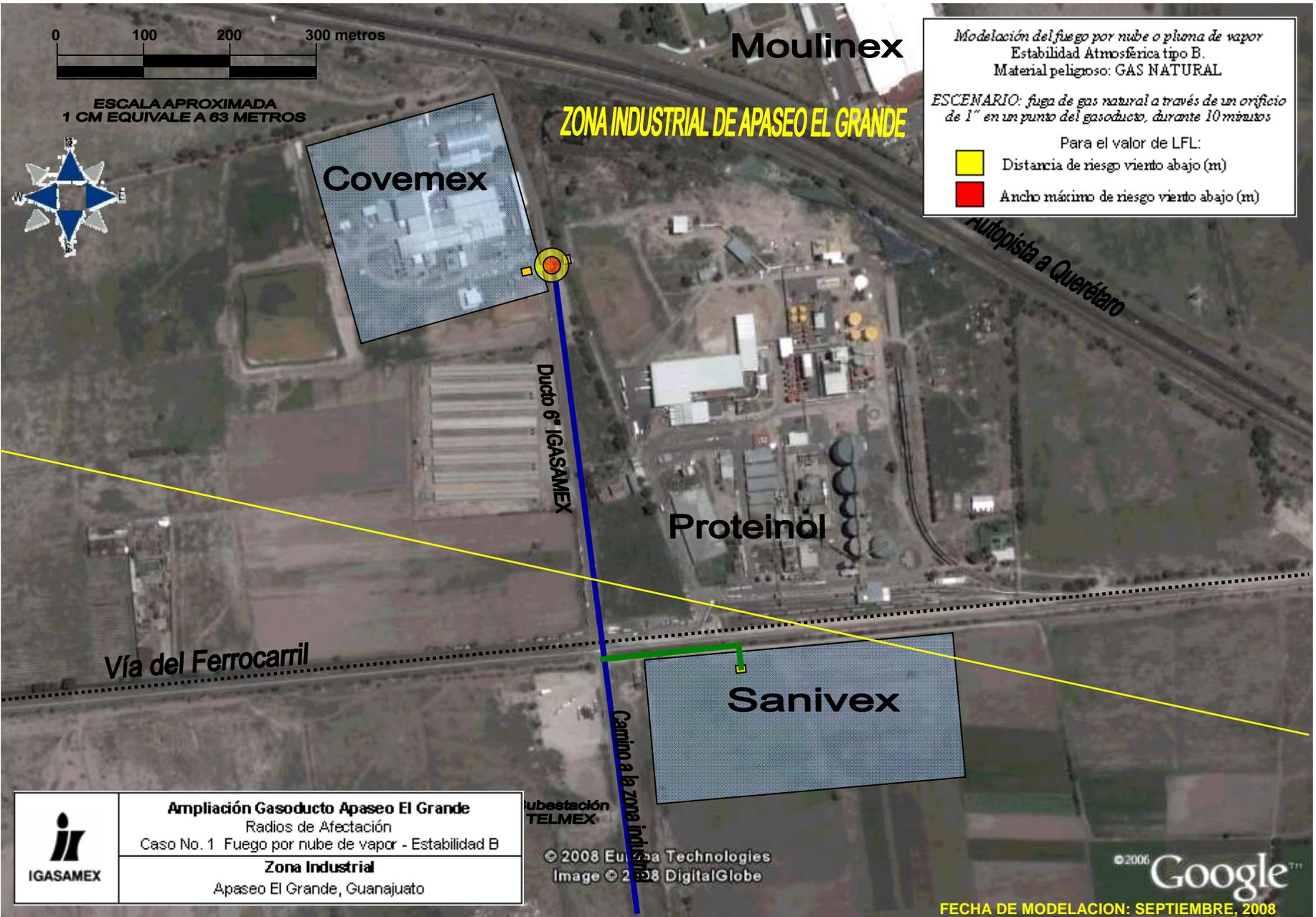
Radios de afectación (m):

- Onda de sobre presión de 0.5 PSIG (límite de la zona de seguridad).
- Onda de sobre presión de 1 PSIG (límite de la zona de alto riesgo).

**Ampliación Gasoducto Apaseo El Grande**  
 Radios de Afectación  
 Caso No. 1 Explosión de Nube de Vapor  
**Zona Industrial**  
 Apaseo El Grande, Guanajuato

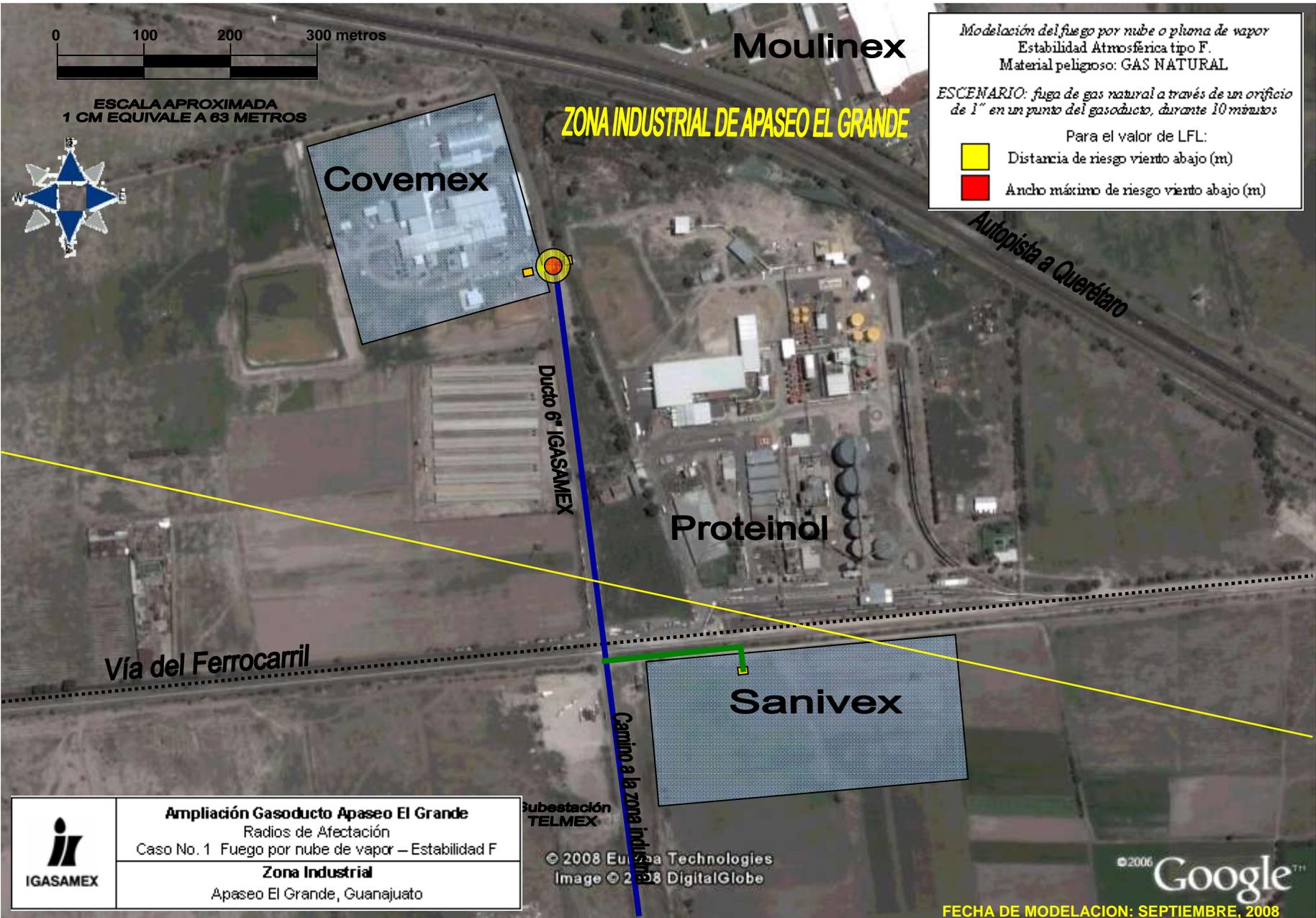
- Ducto de 6" IGASAMEX
- Vía Ferrocarril
- Línea de CFE
- Ducto de 3" IGASAMEX
- Casetas de Medición y Regulación

FECHA DE MODELACION: SEPTIEMBRE, 2008



- Ducto de 6" IGASAMEX
- Ducto de 3" IGASAMEX
- - - - Vía Ferrocarril
- Línea de CFE
- Casetas de Medición y Regulación

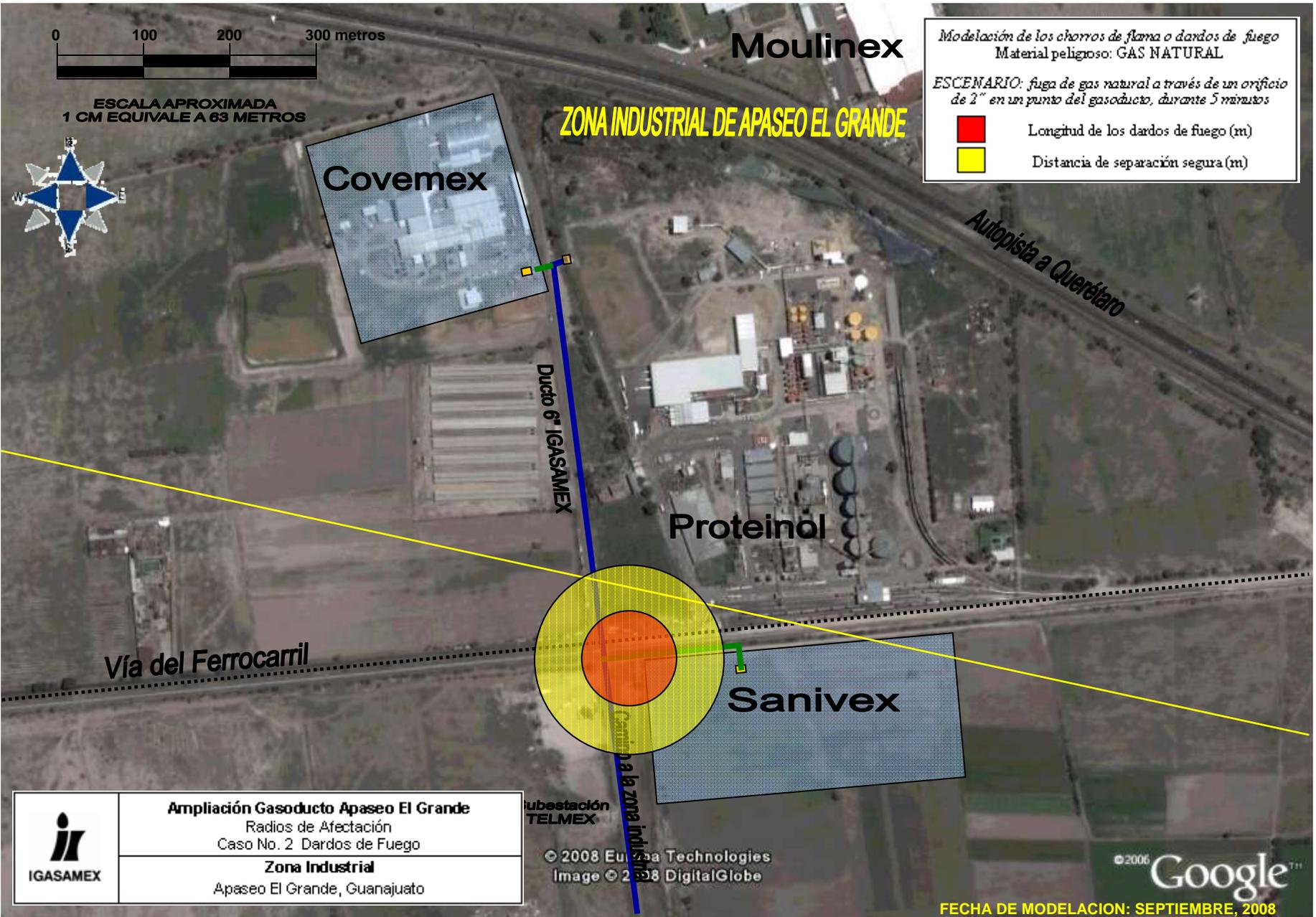
FECHA DE MODELACION: SEPTIEMBRE, 2008



— Ducto de 6" IGASAMEX  
— Ducto de 3" IGASAMEX

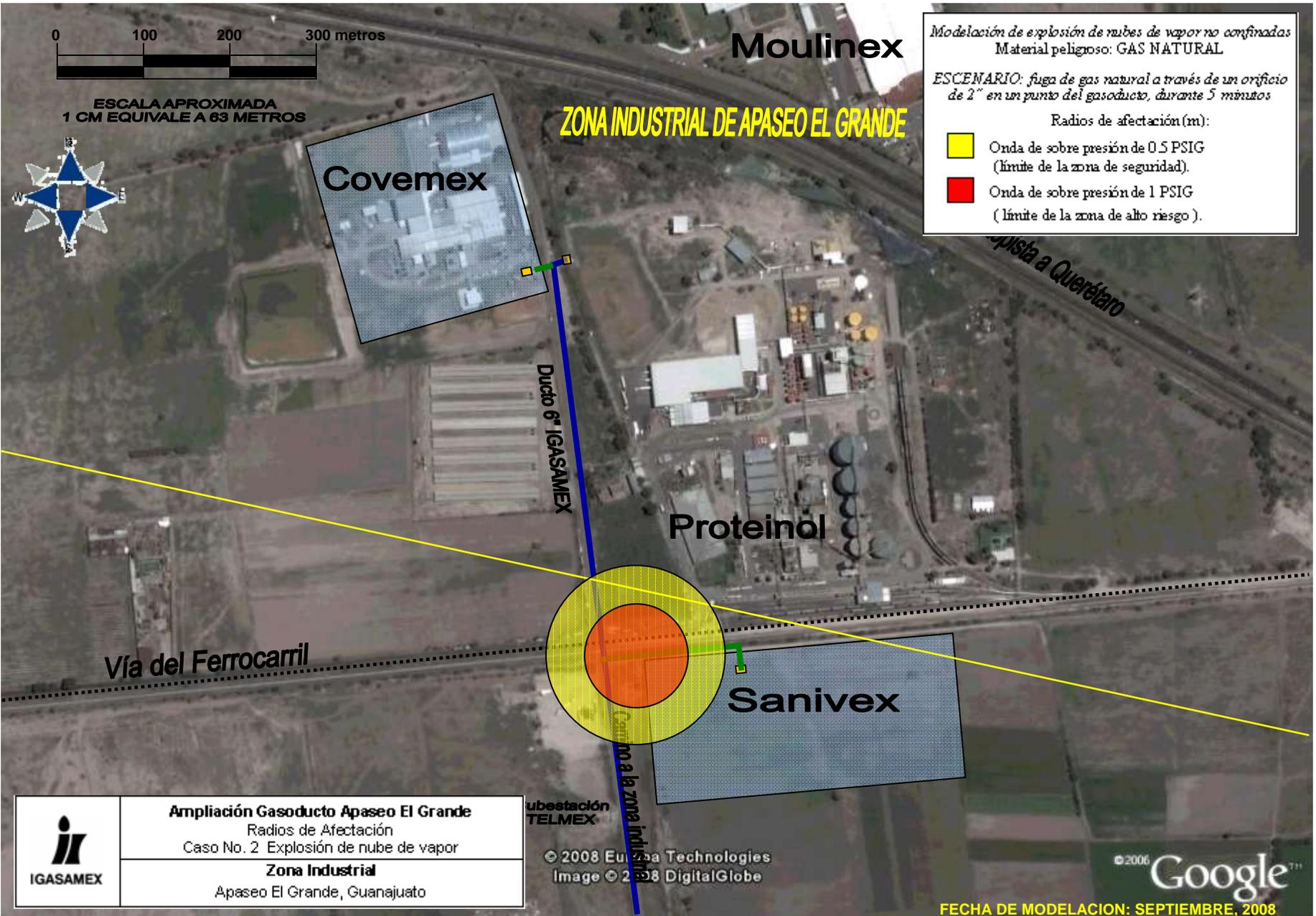
..... Vía Ferrocarril  
■ Casetas de Medición y Regulación

— Línea de CFE



- Ducto de 6" IGASAMEX
- Ducto de 3" IGASAMEX
- Vía Ferrocarril
- Casetas de Medición y Regulación
- Línea de CFE

FECHA DE MODELACION: SEPTIEMBRE, 2008



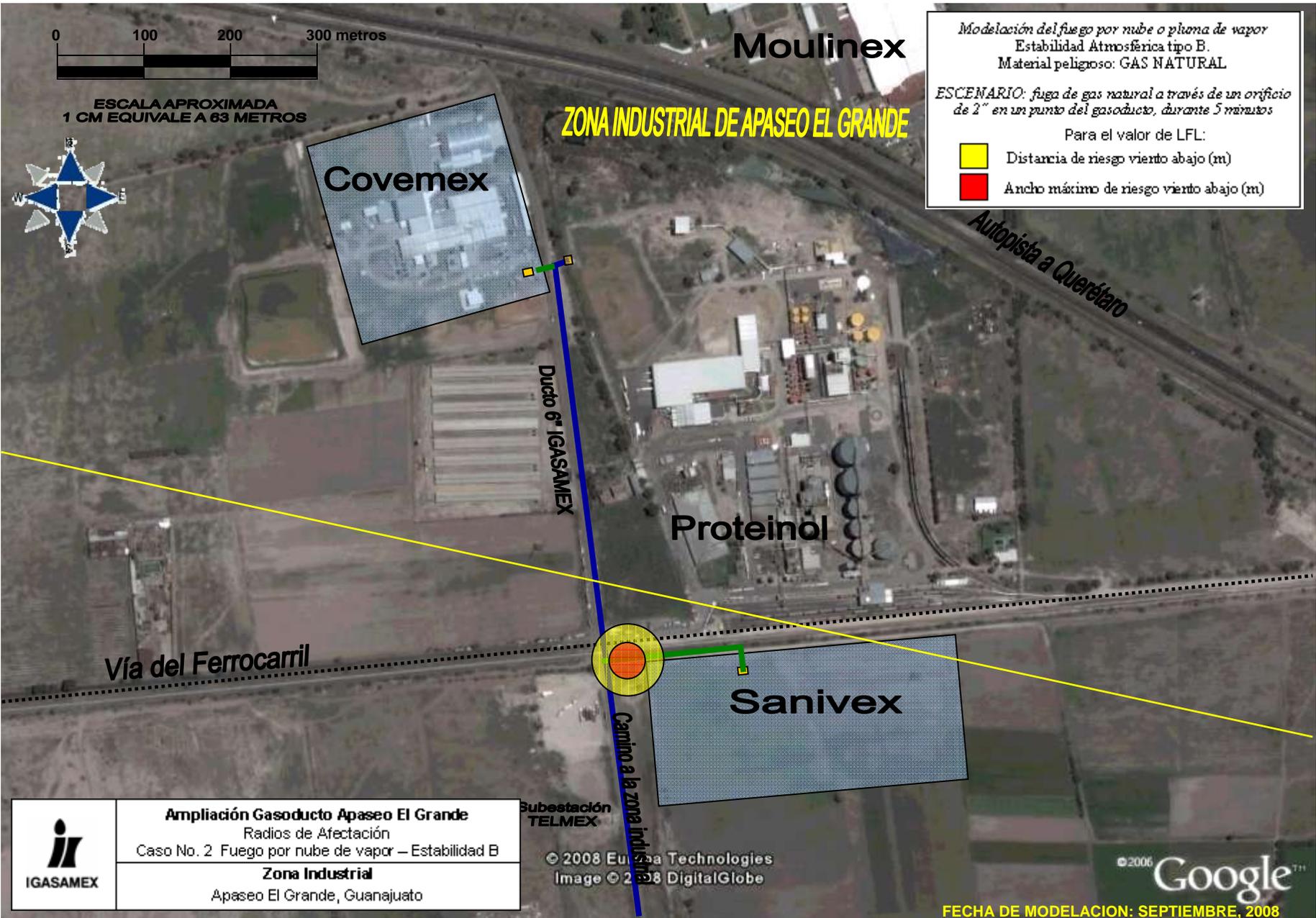
Modelación de explosión de nubes de vapor no confinadas  
 Material peligroso: GAS NATURAL  
 ESCENARIO: fuga de gas natural a través de un orificio de 2" en un punto del gasoducto, durante 5 minutos  
 Radios de afectación (m):  
 ■ Onda de sobre presión de 0.5 PSIG (límite de la zona de seguridad).  
 ■ Onda de sobre presión de 1 PSIG (límite de la zona de alto riesgo).

	<b>Ampliación Gasoducto Apaseo El Grande</b> Radios de Afectación Caso No. 2 Explosión de nube de vapor
	<b>Zona Industrial</b> Apaseo El Grande, Guanajuato

Subestación TELMEX  
 © 2008 Europa Technologies  
 Image © 2008 DigitalGlobe

FECHA DE MODELACION: SEPTIEMBRE, 2008

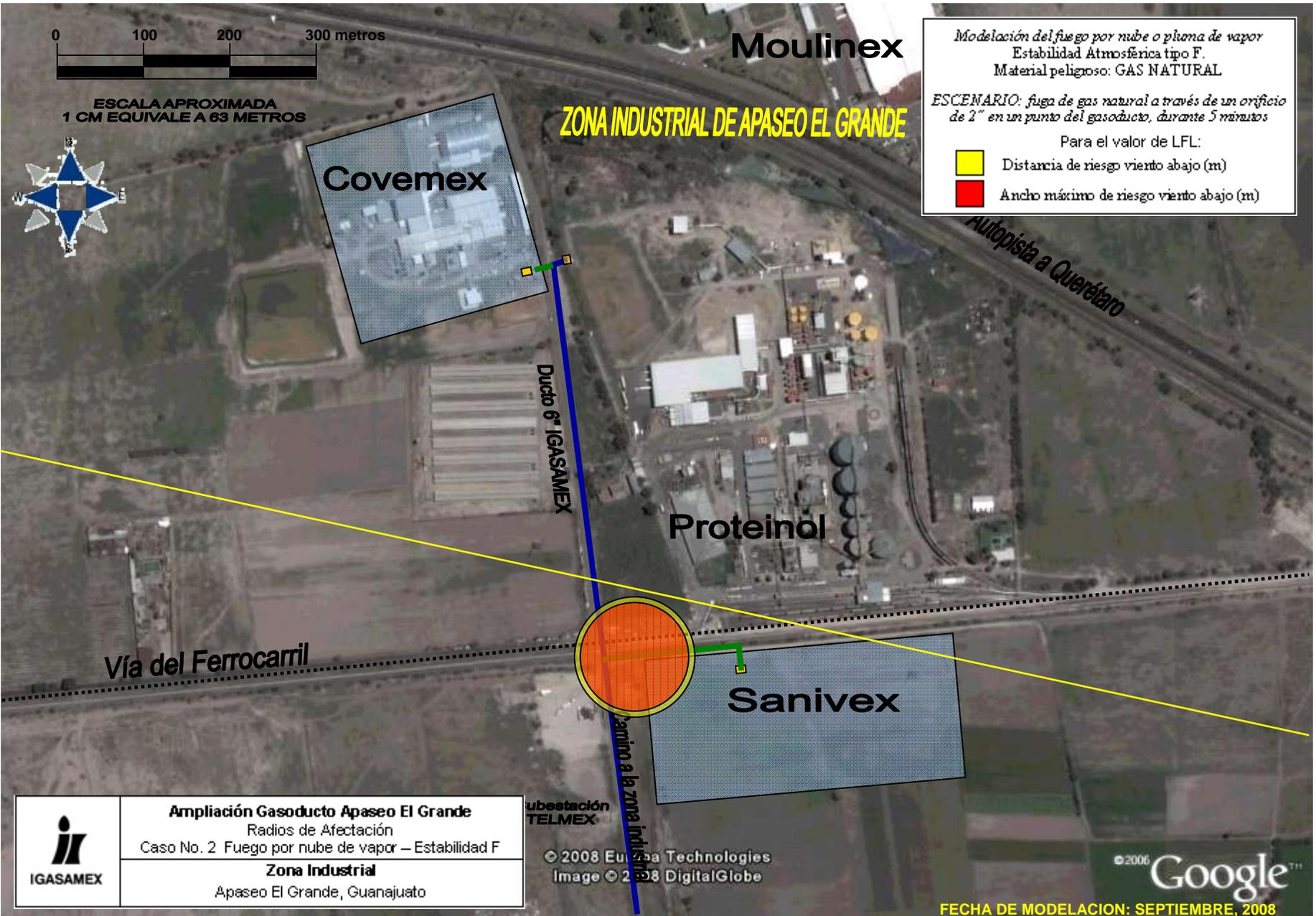
- Ducto de 6" IGASAMEX
- Ducto de 3" IGASAMEX
- Vía Ferrocarril
- Casetas de Medición y Regulación
- Línea de CFE



— Ducto de 6" IGASAMEX  
— Ducto de 3" IGASAMEX

..... Vía Ferrocarril  
■ Casetas de Medición y Regulación

— Línea de CFE



Modelación del fuego por nube o pluma de vapor  
 Estabilidad Atmosférica tipo F.  
 Material peligroso: GAS NATURAL

ESCENARIO: fuga de gas natural a través de un orificio de 2" en un punto del gasoducto, durante 5 minutos

Para el valor de LFL:

- Distancia de riesgo viento abajo (m)
- Ancho máximo de riesgo viento abajo (m)

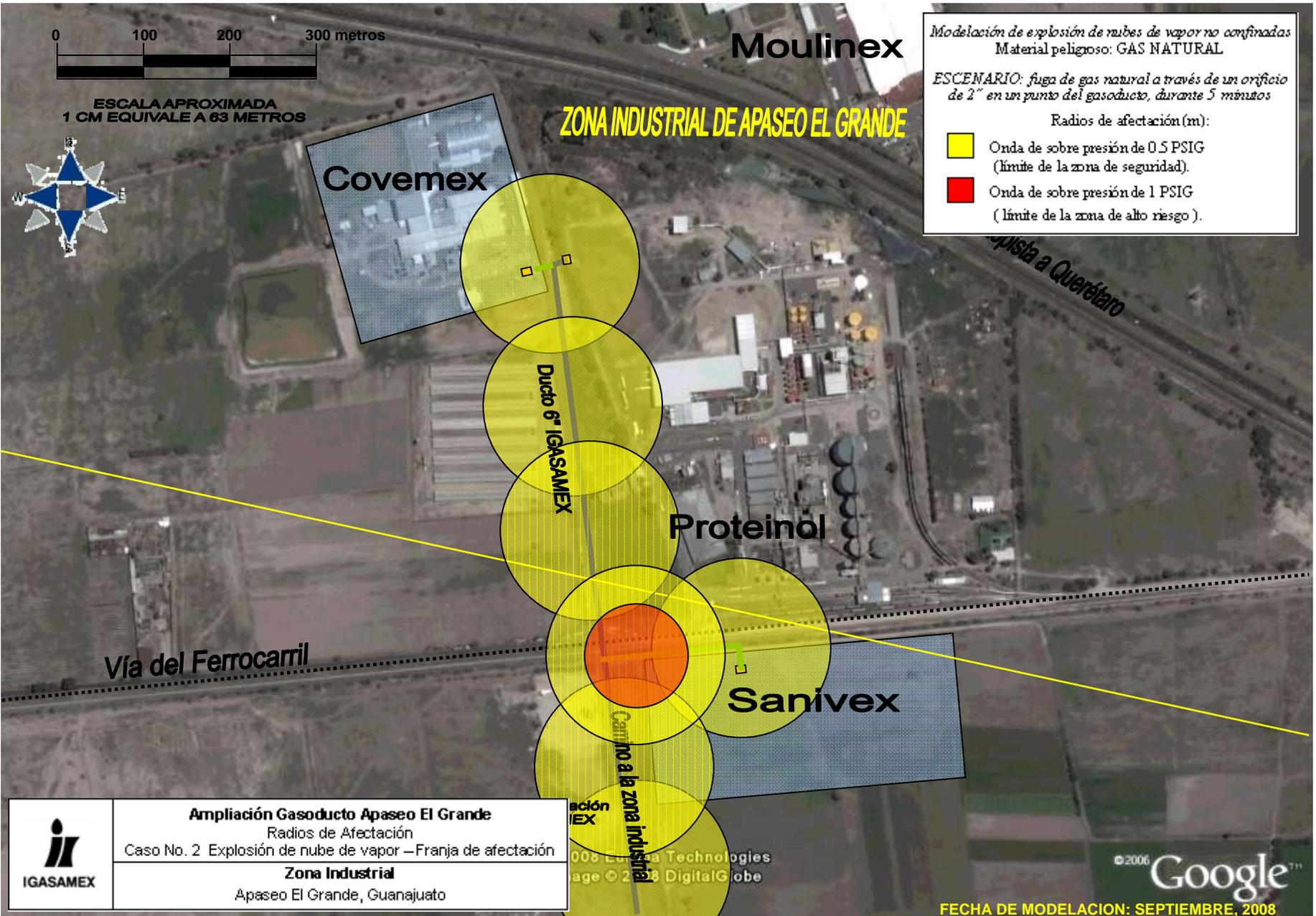
 <b>IGASAMEX</b>	<b>Ampliación Gasoducto Apaseo El Grande</b> Radios de Afecación Caso No. 2 Fuego por nube de vapor – Estabilidad F
	<b>Zona Industrial</b>
	Apaseo El Grande, Guanajuato

Subestación TELMEX

© 2008 Europa Technologies  
 Image © 2008 DigitalGlobe

FECHA DE MODELACION: SEPTIEMBRE, 2008

- Ducto de 6" IGASAMEX
- Ducto de 3" IGASAMEX
- Vía Ferrocarril
- Casetas de Medición y Regulación
- Línea de CFE



— Ducto de 6" IGASAMEX  
— Ducto de 3" IGASAMEX

..... Vía Ferrocarril  
■ Casetas de Medición y Regulación

— Línea de CFE

### MACROLOCALIZACIÓN:

El **Estado de Guanajuato** se localiza en la parte central del territorio nacional, y se ubica geográficamente entre los paralelos 19° 55' 08" y 21° 52' 09" de Latitud Norte; y entre los meridianos 99° 39' 06" y 102° 05' 07" de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich. Ocupa la parte Sur de la Mesa del Centro y parte del centro del Eje Neovolcánico o Sierra Transversal. La extensión territorial del **Estado de Guanajuato** es de 30,471.06 kilómetros cuadrados (3,047.106 has), cifra que representa el 1.56% del total del país, ocupando el vigésimo segundo lugar entre las entidades federativas del país en cuanto a extensión territorial. Colinda por el Norte con los estados de Zacatecas y San Luis Potosí; por el Sur con el estado de Michoacán; por el Este con Querétaro, y por el Oeste con Jalisco.



El **Estado de Guanajuato** se ubica al centro de las tres zonas metropolitanas más importantes del país: Monterrey, Guadalajara y la Ciudad de México, y la distancia media a las fronteras norte con Estados Unidos de Norte América y Sur con Guatemala; es equidistante al Centro de la República Mexicana en la llamada Región Bajío. Colinda con los estados de San Luis Potosí al Norte, Querétaro de Arteaga al Este, Michoacán de Ocampo al Sur y Jalisco al Oeste. Su superficie territorial es de 30,589 m<sup>2</sup> las cuales representan el 1.6% de la superficie del país.

El **Estado de Guanajuato** está dividido políticamente en 46 municipios, siendo su capital la ciudad de Guanajuato; en ellos se asientan un total de 6,028 localidades, de las cuales 30 son ciudades, 6 villas y 44 pueblos. El resto, entre ranchos, ejidos, haciendas, etc., son localidades menores.



Los municipios con mayor concentración poblacional son, en orden de importancia, León, Celaya y Salamanca, municipios que concentran, conjuntamente, más de la tercera parte de la población del estado.



## Regionalización

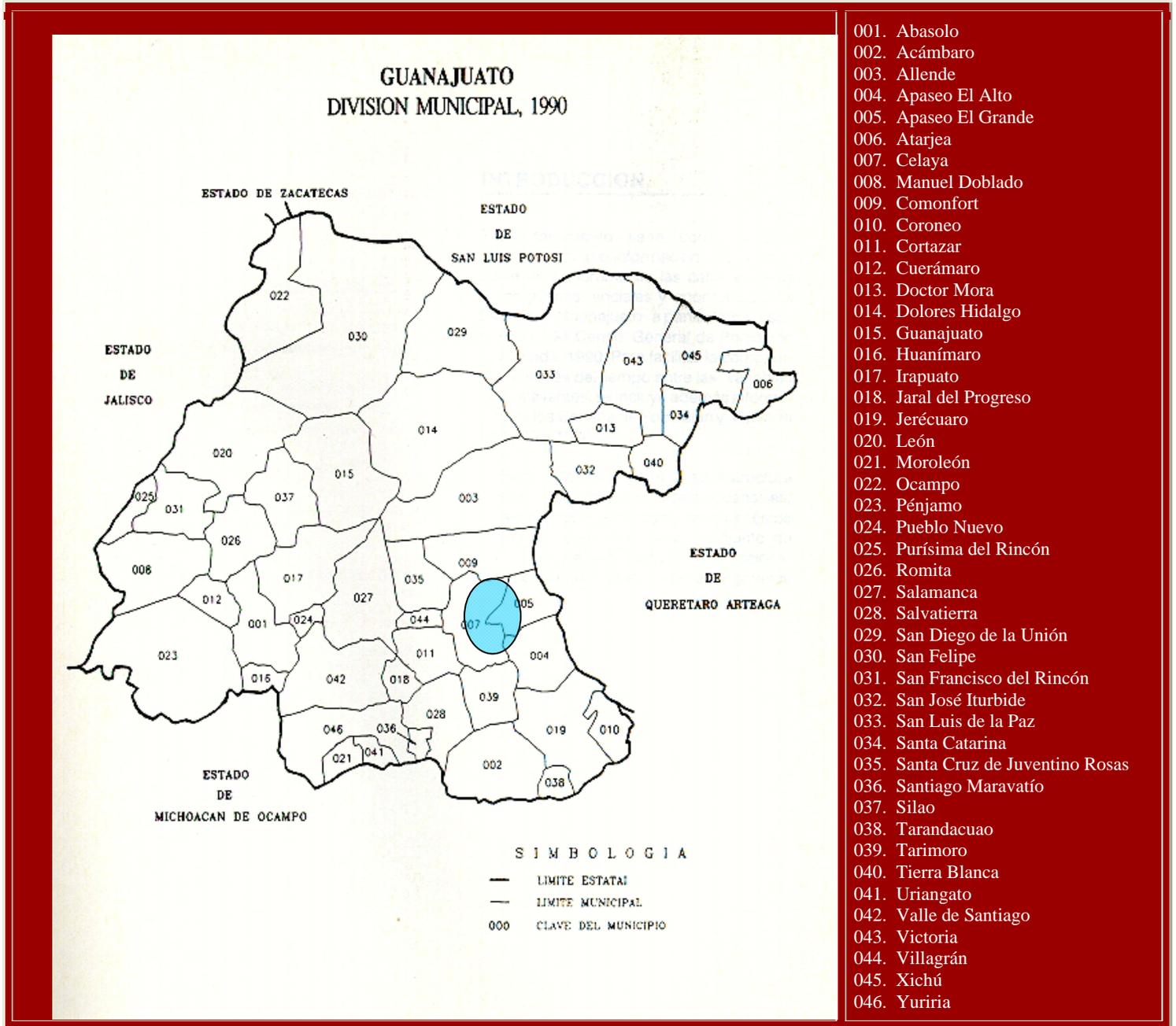
Guanajuato se encuentra dividido en 46 municipios de los cuales, se ha optado por una regionalización que lo divide en seis regiones:

- I Región Noroeste
- II Región Norte
- III Región Centro Oeste
- IV Región Suroeste
- V Región Sur
- VI Región Centro Este



La ciudad de Celaya se ubica en la **región VI Laja-Bajío** la cual la conforman los municipios de Apaseo El Alto, Apaseo El Grande, Celaya, Comonfort, Cortazar, Santa Cruz de Juventino Rosas, Tarimoro y Villagrán.

## Mapa de Guanajuato



### MICROLOCALIZACIÓN:

Geográficamente, el sitio del proyecto se encuentra ubicado en los municipios de **Apaseo El Grande y Celaya**, **Estado de Guanajuato**.

El **municipio de Celaya, Estado de Guanajuato**, se ubica dentro de la **región Laja-Bajío** que abarca los municipios de Apaseo el Alto, Apaseo el Grande, Celaya, Comonfort, Cortazar, Juventino Rosas, Tarimoro y Villagrán. Celaya representa el 17.07% del total de la extensión territorial de la región.



El municipio de **Celaya** está situado en los 100° 48' 55" de Longitud al Oeste del Meridiano de Greenwich y los 20° 31' 24" de Latitud Norte y con una altura sobre el nivel del mar entre los 1750 y 1800 m.s.n.m.

El municipio de Celaya colinda al Norte con el municipio de Comonfort, al Este con los municipios de Apaseo el Grande y Apaseo el Alto, al Sur con el municipio de Tarimoro, al Oeste con los municipios de Cortazar y Villagrán, al Noroeste con el municipio de Santa Cruz de Juventino Rosas.

El área del territorio municipal comprende 560.97 kilómetros cuadrados, siendo el municipio número 20 en extensión territorial de los municipios que conforman el estado de Guanajuato.

### ZONIFICACIÓN DEL MUNICIPIO

El territorio municipal de Celaya se subdivide en 4 Polos de Desarrollo teniendo como cabeceras a las siguientes:

- San Juan de la Vega,
- San Miguel Octopan,
- Rincón de Tamayo
- Roque

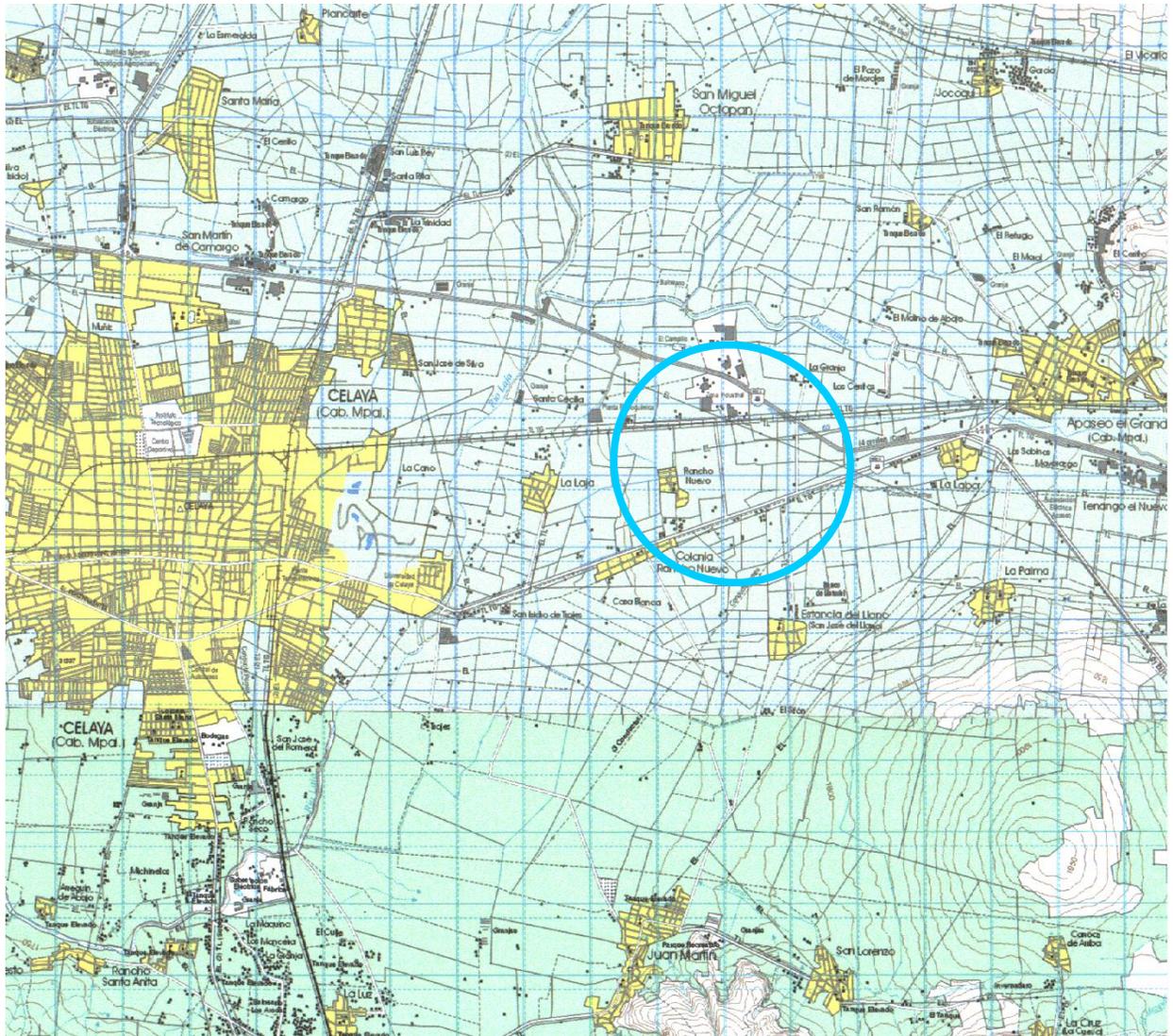
Esto permite crear una micro regionalización para conocer las necesidades y demandas de cada una de las localidades y programar las acciones que sean necesarias para dotarlas de infraestructura y servicios.

La ciudad de **Apaseo el Grande** está situado a los 100°41'07" Longitud al Oeste del Meridiano de Greenwich y a los 20°32'37" Latitud Norte, tomando como base la torre de la iglesia parroquial. Su altura sobre el nivel del mar es de 1 767 metros, en el atrio del mismo templo. La superficie territorial del municipio es de 367.50 kilómetros cuadrados equivalentes al 1.20

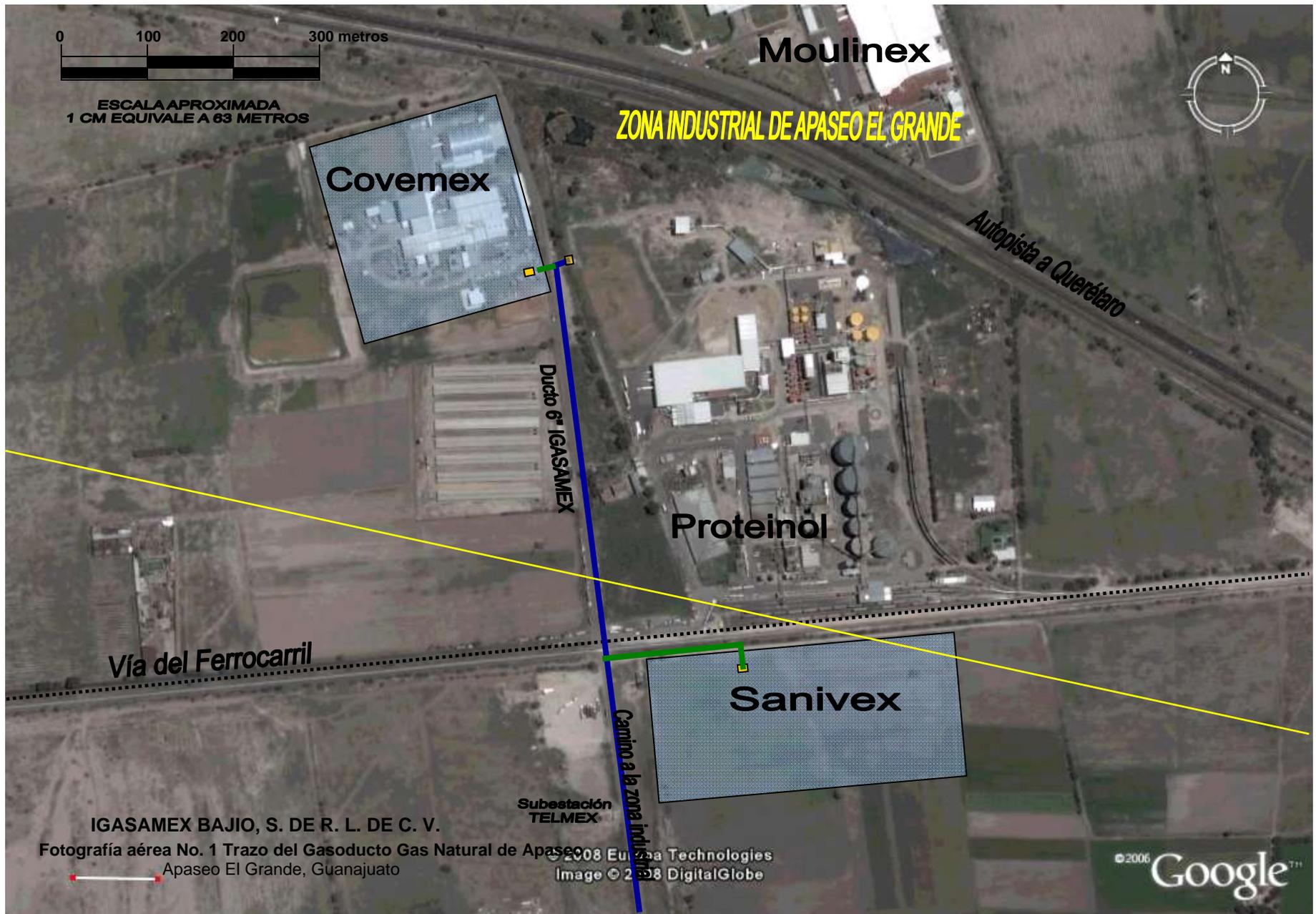
por ciento de la superficie total del estado. Limita al Norte con los municipios de Comonfort y San Miguel de Allende el Alto y al Oeste con el municipio de Celaya. La ciudad de Apaseo el Grande está situada al margen de la autopista Querétaro-Celaya. Tiene caminos que la comunican con sus poblaciones, las cuales están en buenas condiciones.

**UBICACIÓN:**

El lugar del proyecto se ubica en los municipios de **Celaya** y **Apaseo El Grande**, Estado de Guanajuato, dentro de predios de propiedad privada, derechos de vía federal y municipal y del predio industrial propiedad de las empresas **Proteinol**, **Sanivex** y **Covemex**.

**IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.**

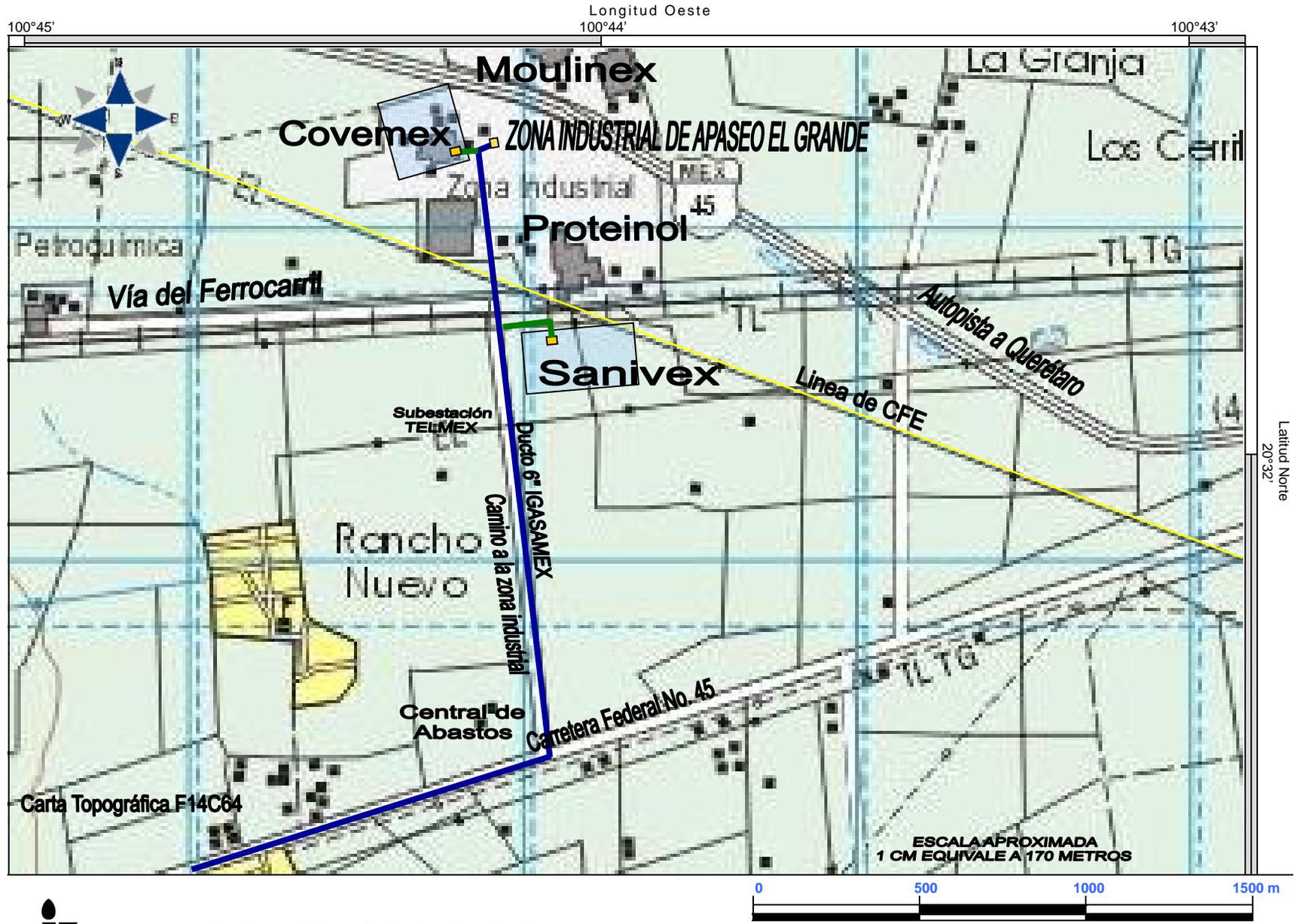
Bosque de Alisos No. 47-A 5º. Piso. Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México, D.F. C.P. 05120  
Tel. (55) 5000-5100, Fax 5259-7686



— Ducto de 6" IGASAMEX  
— Ducto de 3" IGASAMEX

- - - - Vía Ferrocarril  
■ Casetas de Medición y Regulación

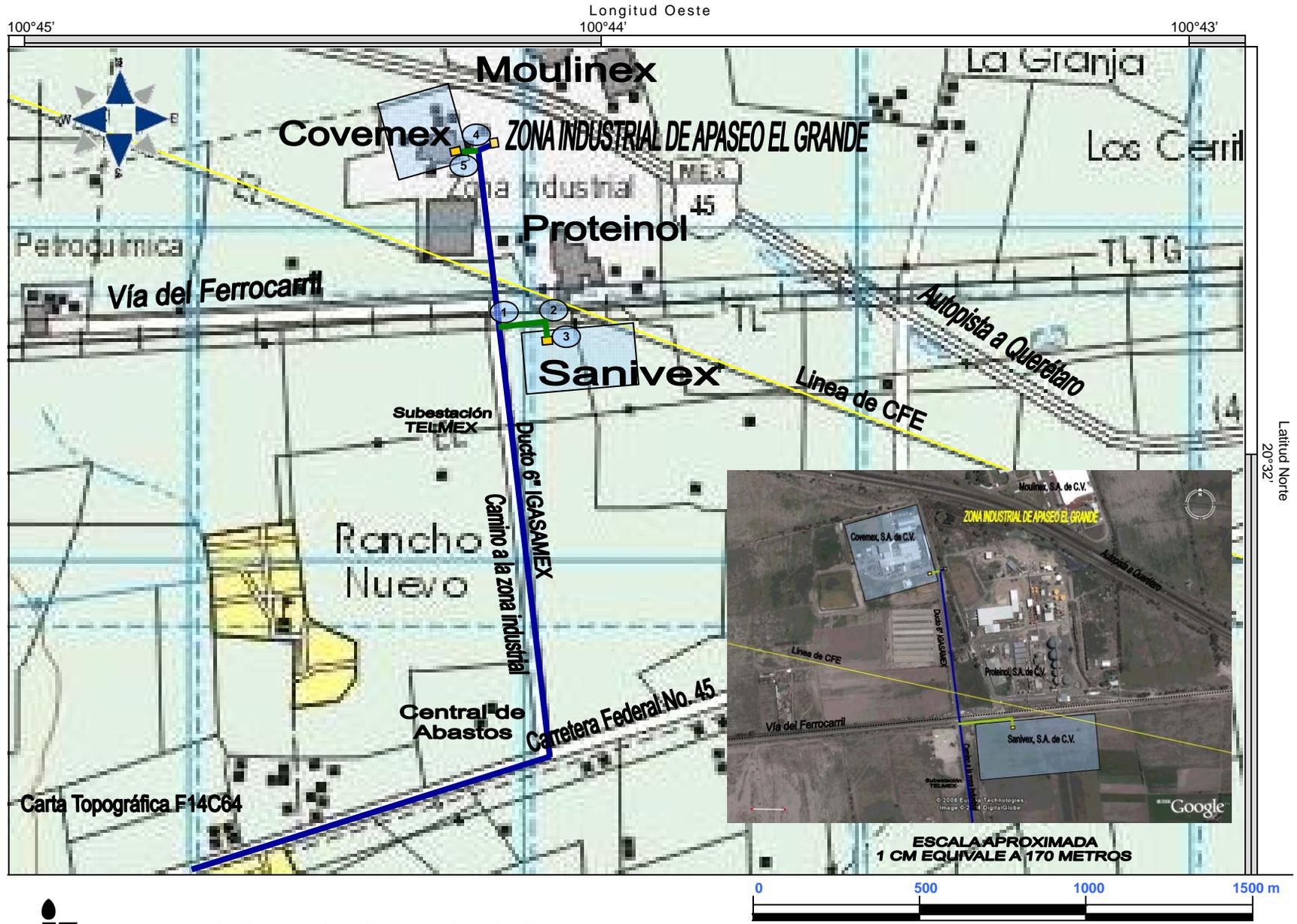
— Línea de CFE



**IGASAMEX BAJIO, S. DE R.L. DE C.V.**  
 Plano No. 1 Trazo general del Gasoducto con coordenadas  
 Apaseo El Grande, Guanajuato

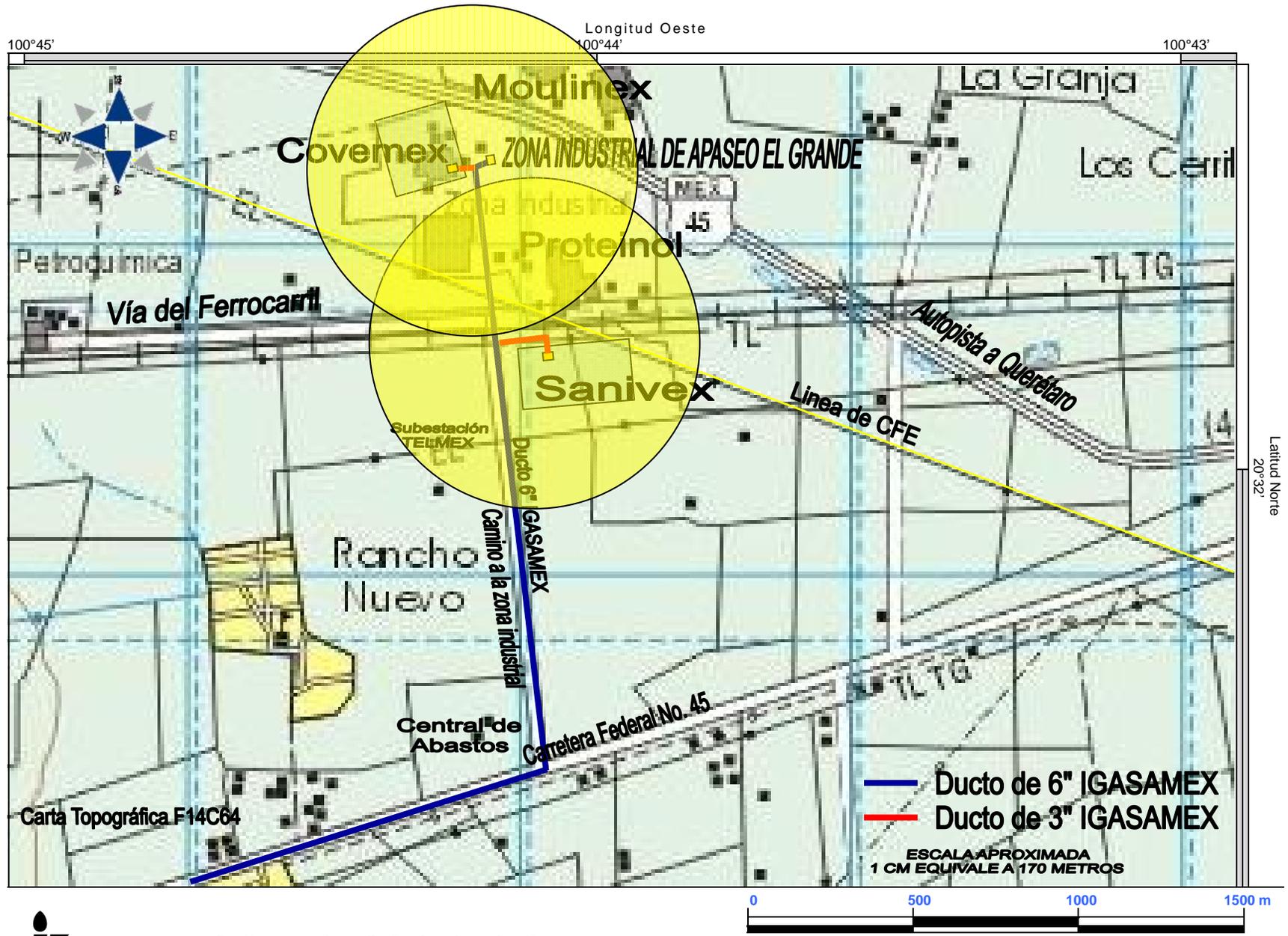


**— Ducto de 6" IGASAMEX**  
**— Ducto de 3" IGASAMEX**



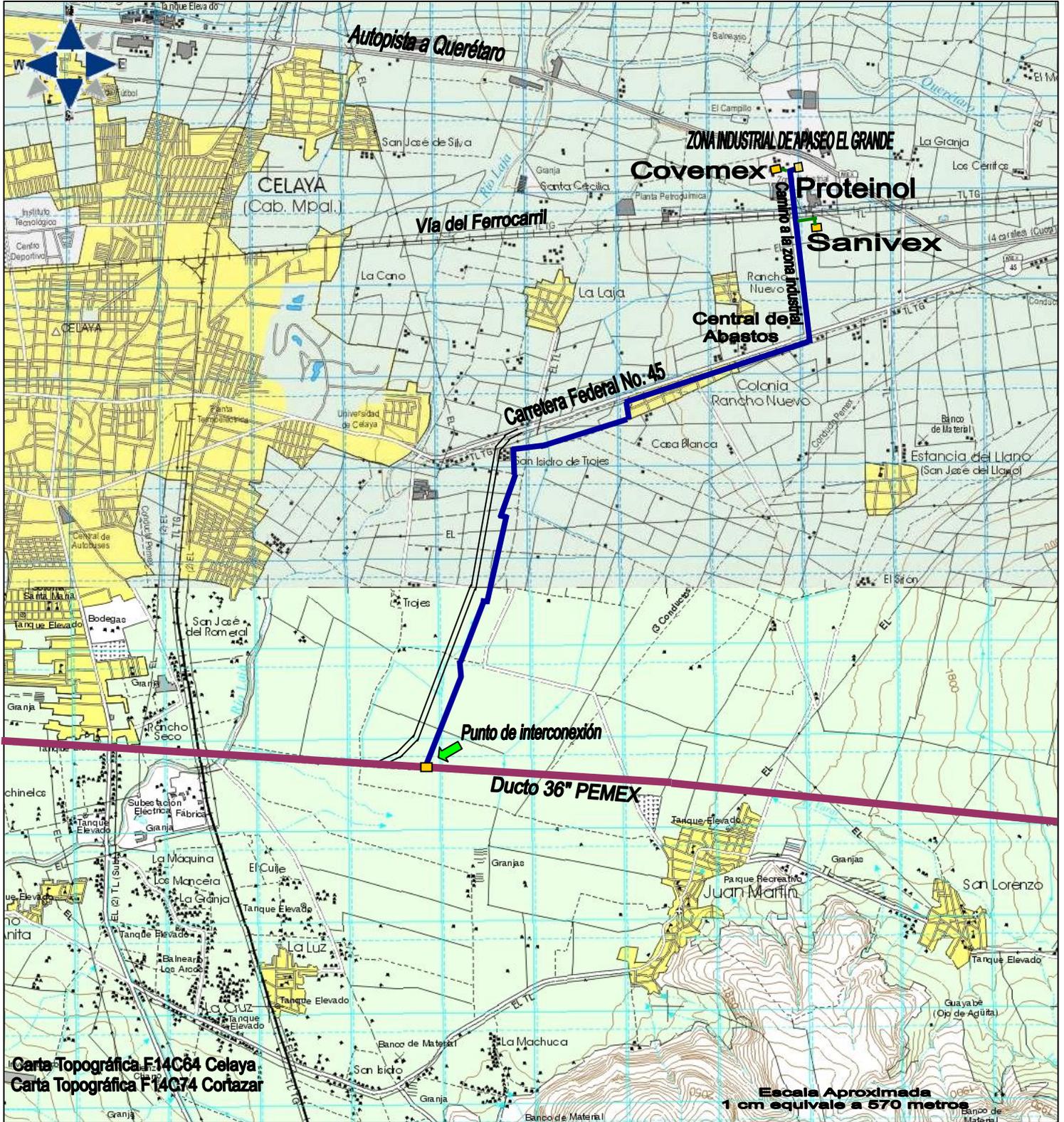
**IGASAMEX BAJIO, S. DE R.L. DE C.V.**  
 Plano No. 2 Trazo general del Gasoducto con puntos de inflexión  
 Apaseo El Grande, Guanajuato

**— Ducto de 6" IGASAMEX**  
**— Ducto de 3" IGASAMEX**



**IGASAMEX BAJIO, S. DE R.L. DE C.V.**

Plano No. 3 Trazo general del Gasoducto y Área de Influencia Directa  
Apaseo El Grande, Guanajuato



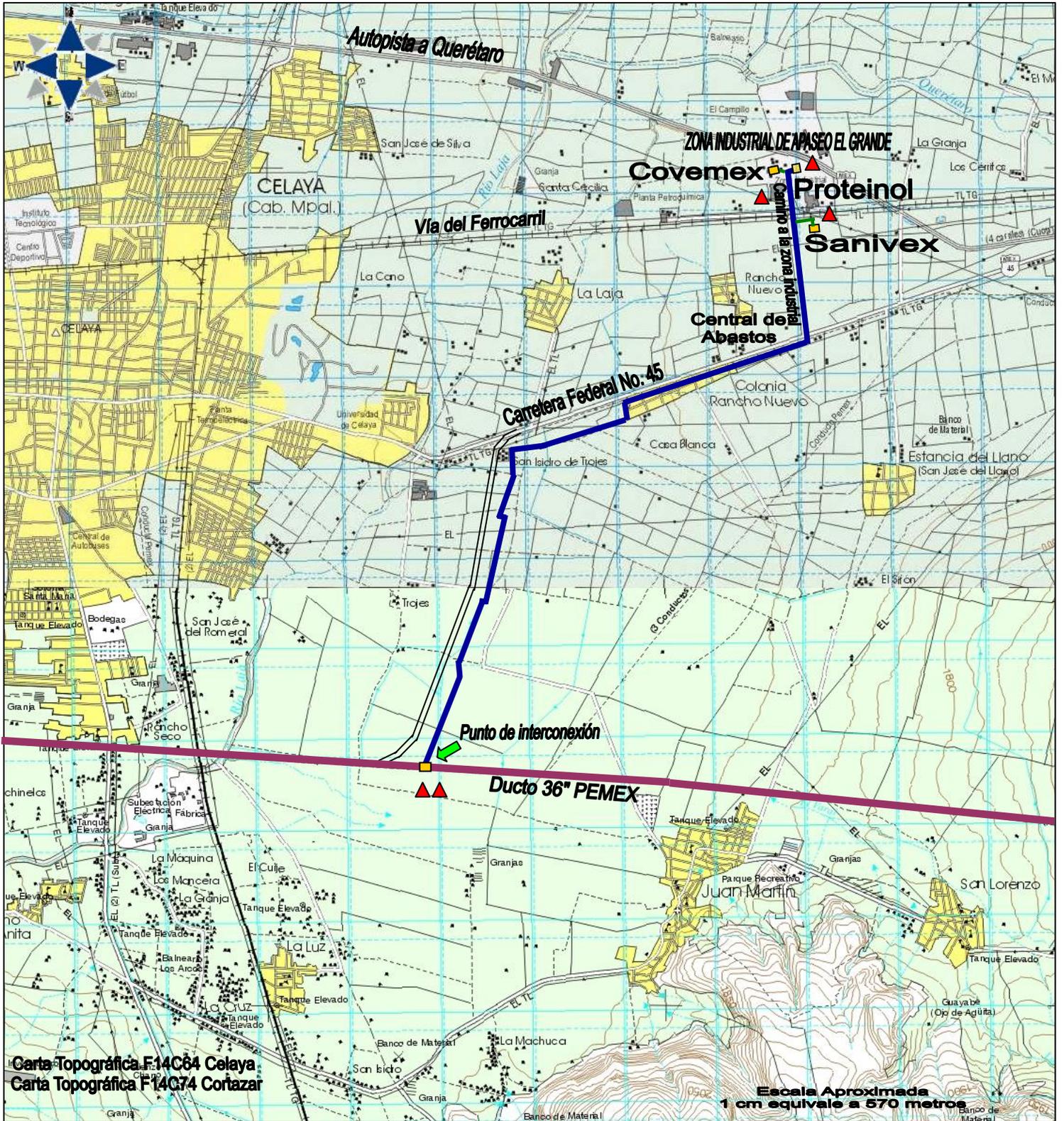
Carta Topográfica F14C64 Celaya  
 Carta Topográfica F14C74 Cortazar

Escala Aproximada  
 1 cm equivale a 570 metros



**IGASAMEX BAJIO, S. DE R. L. DE C. V.**  
 Plano No. 4 Trazo general del Gasoducto completo  
 Gasoducto GAS NATURAL DE APASEO  
 Celaya y Apaseo El Grande, Guanajuato

**— Ducto de 6" IGASAMEX**  
**— Ducto de 3" IGASAMEX**



Carta Topográfica F14C64 Celaya  
 Carta Topográfica F14C74 Cortazar

Escala Aproximada  
 1 cm equivale a 570 metros



**IGASAMEX BAJIO, S. DE R. L. DE C. V.**  
 Plano No. 4 Trazo general del Gasoducto completo  
 Gasoducto GAS NATURAL DE APASEO  
 Celaya y Apaseo El Grande, Guanajuato

**— Ducto de 6" IGASAMEX**  
**— Ducto de 3" IGASAMEX**

▲ Extintor PQS



<p><b><i>Integrated Gas Services de México, S. de R.L. de C.V.</i></b> <b><i>Procedimiento del Sistema de Calidad</i></b></p>	Número de Procedimiento:
	Página: 1 de 12
<p>Tema:</p> <p style="text-align: center;">ATENCION A EMERGENCIAS</p>	Fecha de Edición: 12 de Enero del 2009
	Sustituye a:
	Revisión: 1

**TABLA DE CONTENIDO**

- 1.0 Propósito
- 2.0 Alcance
- 3.0 Referencia
- 4.0 Responsabilidades
- 5.0 Antecedentes
- 6.0 Historial
- 7.0 Procedimiento
- 8.0 Definiciones
- 9.0 Registros
- 10.0 Anexos

**DISTRIBUCION**

<b>HISTORIA DE REVISIÓN</b>						
Cuando este documento sea modificado o editado, llenar la columna de revisión siguiente y brevemente describir los cambios hechos en un párrafo corto debajo de la tabla.						
<b>FIRMAS EN ARCHIVO DE COPIA MAESTRA.</b>						
REVISIÓN	ORIGINAL	1	2	3	4	5
ESCRITO POR	EMV	EMV				
FECHA	12/Ene/09	17/Ene/11				
APROBADO POR	RGD	RGD				
FECHA	12/Ene/09	17/Ene/11				

Revisión:	Fecha de edición:	Página:	No. de Procedimiento
1	12/01/09	2 de 12	

## 1.0 PROPÓSITO

Establecer los métodos, procedimientos para controlar y minimizar los riesgos en un siniestro de gas natural; salvaguardando a la población, bienes y medio ambiente.

## 2.0 ALCANCE

Este procedimiento aplica a:  
Todo el personal que realice la atención a emergencias.

## 3.0 REFERENCIA

1. Norma Oficial Mexicana NOM-003-SECRE-2002, Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos; 13. Programa interno de protección civil.
2. Norma Oficial Mexicana NOM-007-SECRE-2010, Transporte de gas natural; 12. Plan integral de seguridad y protección civil, Apéndice C.

## 4.0 RESPONSABILIDADES

- 4.1 El GS es responsable de proporcionar y asegurarse que se cuente con todo el equipo de protección personal, para realizar la atención a emergencias. El cual es el siguiente: Overol tipo NOMEX, botas con casquillo, casco de protección, lentes de seguridad, tapones auditivos.
- 4.2 Es responsabilidad del GS, supervisar las acciones para el control de la emergencia, en forma conjunta con el Operador, GO, empresas, cuerpos de emergencia (Protección Civil Municipal y Estatal, Bomberos, Policía y otros organismos públicos).
- 4.3 El GO es responsable de coordinar las acciones del Operador y disponer de todos los recursos materiales que se necesiten para la atención de la emergencia.
- 4.4 Es responsabilidad del Operador, ejecutar las acciones de emergencia para el control del siniestro, apoyándose con los cuerpos de emergencia y empresa, en caso de ser necesario; además debe de tener una constante comunicación con el GO.
- 4.5 Es responsabilidad del GO, mantener informado al GS, de todas las acciones para el control del siniestro; a partir del reporte al Sistema de Emergencias (Ofintel).
- 4.6 Es responsabilidad de todos los que se encuentran en la tercer lista de notificación del Sistema de Emergencias (Ofintel); el comunicarse inmediatamente con el GO o el GS.

## 5.0 ANTECEDENTES

### 5.1 Descripción del equipo para detección de atmósferas explosivas.

El explosímetro (Fig. 1) consiste en un medidor, una sonda, cuenta con una bomba interna (o externa según sea el modelo) para aspirar una muestra de aire al interior del

Revisión:	Fecha de edición:	Página:	No. de Procedimiento
1	12/01/09	3 de 12	

instrumento. En el display del instrumento se despliegan las lecturas en la escala LEL (lower explosive limit) Limite inferior de explosividad o de porcentaje de gas en el aire. Refiérase al manual del equipo para mayor información en este respecto.



Fig. 1

Revisión:	Fecha de edición:	Página:	No. de Procedimiento
1	12/01/09	4 de 12	

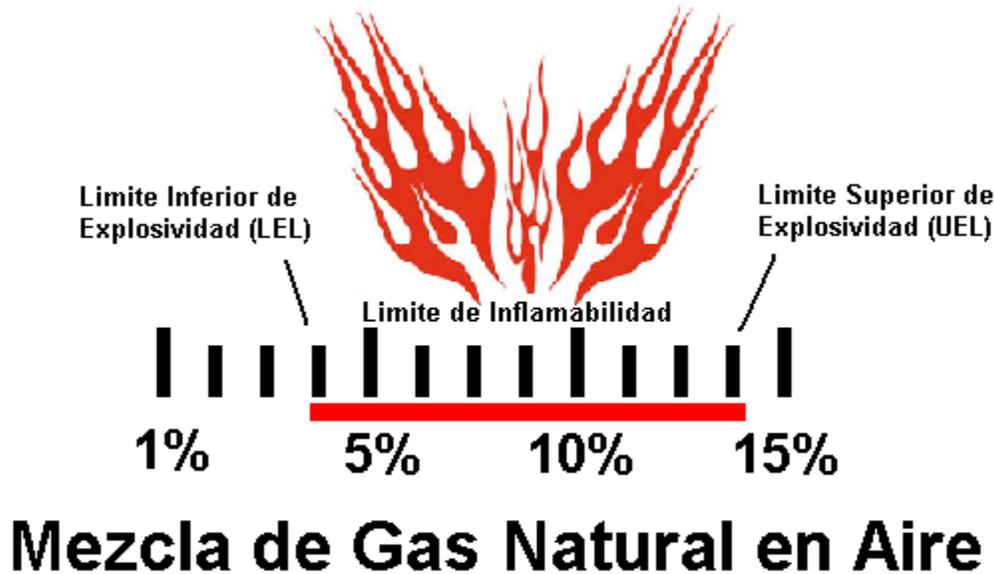


Fig. 2

En la figura 2 se ilustran los límites superior e inferior de explosividad para el gas natural. Típicamente una mezcla de gas natural es inflamable cuando alcanza una concentración del 4.5 al 14.5 por ciento de gas en el aire. En un espacio confinado una mezcla del 4.5 al 14.5 por ciento tiene el potencial de ser explosiva.

El explosímetro es útil en búsquedas dentro de espacios cerrados como por ejemplo edificios, cuartos de calderas, estaciones de medición y otros espacios confinados. Un explosímetro deberá siempre ser utilizado antes de acceder a un espacio cerrado para determinar si existe una atmósfera peligrosa.

El explosímetro cuenta con dos alarmas (luminosa, sonora y vibratoria):

a) La primera al 20% del LEL, la cual indica al Operador que se deben de tomar ciertas precauciones como eliminar todas las fuentes de ignición que se encuentren en la zona.

b) La segunda al 60% del LEL, la cual indica al Operador retirarse de la zona, monitorear las condiciones del viento y si lo amerita evacuar a todo el personal de la empresa(s) o a la población aledaña.

Nota: Recuerde que una fuga de gas natural, solo es controlada seccionando el tramo dañado, el cual consiste en cerrar valvulas antes y después del daño.

## 6.0 HISTORIAL

Se deberá conservar la documentación que demuestre que en cada evento se han considerado los resultados, conclusiones y acciones a seguir, establecidas en el Manual de Seguridad y Salud en el Trabajo, lo que ha resultado en un proceso ordenado y congruente que ha contribuido a mejorar las condiciones de seguridad del sistema de transporte o distribución de gas. El permisionario debe mantener actualizada esta documentación histórica para proporcionar la información que la Comisión Reguladora de

Revisión:	Fecha de edición:	Página:	No. de Procedimiento
1	12/01/09	5 de 12	

Energía o la autoridad competente la requiera, para verificar que sus programas de mantenimiento cumplan con la NOM-003-SECRE-2002 Distribución de gas natural y/o NOM-007-SECRE-2010 Transporte de gas natural y las normas aplicables. Esta documentación debe estar sustentada por los registros siguientes. .

- Reporte de detección de fugas.
- Reporte de investigación de incidentes.
- Reporte de simulacros.

## 7.0 PROCEDIMIENTO

### 7.1 Generalidades.

Este procedimiento es aplicable a cualquier tipo de emergencia cuyo origen sea una fuga de gas natural con o sin fuego, que ocurra en las líneas de alta presión de los sistemas pertenecientes a IGASAMEX, dentro y fuera de la planta de un usuario y que por tanto, requiera de la activación de este procedimiento.

#### 7.1.1 La jerarquía de mandos interna es la siguiente.

- a) Gerente de Seguridad
- b) Gerente de Operación
- c) Supervisor de Seguridad
- d) Jefe de Operación
- e) Operador

### 7.2 Activación de alerta.

a) Cualquier persona que detecte olor o una fuga de gas, audible o no, con fuego o sin él; debe reportarla al Sistema de Emergencias (Ofintel) con número gratuito que funciona las 24 horas del día los 365 días del año:

IGASAMEX 01-800-800-5959

SINERGIAS 01-800-800-8989

CEM 01-800-020-8989

La persona debe especificar en forma clara y concisa, la ubicación y descripción del evento.

b) El Sistema de Emergencias (Ofintel) manda señal de alerta amarilla, comunicándose con el o los Operadores de zona, para que atiendan la emergencia e informará también a los responsables de Operación y Seguridad para que se alisten en caso necesario. [\[Revisar procedimiento "Notificación de Emergencias"\]](#).

### 7.3 Atención de la emergencia.

**7.3.1** Al recibir la llamada de emergencia por parte del Sistema de Emergencias (Ofintel), el Operador de la zona, deberá de trasladarse de inmediato al lugar descrito por el reporte de emergencia, la unidad debe tener las luces, torreta e intermitentes prendidas, deberá llevar puesto su EPP (Equipo de Protección Personal) que consiste en zapatos con casquillo, overol tipo nomex, lentes de seguridad y deberá llevar a un lado para usar de inmediato al bajarse de su unidad el casco, tapones auditivos y su analizador de mezclas carburantes encendido (explosímetro).

**7.3.2** Al llegar al lugar del evento se estacionará a una distancia mínima de 30 metros de

Revisión:	Fecha de edición:	Página:	No. de Procedimiento
1	12/01/09	6 de 12	

la zona de riesgo, con dirección a la salida.

**NOTA:**

En caso de llegar a sitio y percatarse de que existe fuego o que no puede controlar la contingencia, el Operador activara la alarma por medio del Sistema de Emergencias (Ofintel), la cual llamara a todos los cuerpos de emergencia de la zona.

**7.3.3** Al bajarse de su unidad, deberá colocarse su equipo de protección personal faltante (casco, lentes y tapones en caso de requerirse por alto ruido), reportarse a la línea de Emergencia (Ofintel) para indicar su llegada a sitio y posteriormente comunicarse con el GO de inmediato, para informarle la situación y recibir indicaciones. Si ya se encuentra Protección Civil o alguna Institución de Emergencias (Bomberos, Policía, Cruz Roja, etc.); se presentará con ellos y preguntara “¿Quién esta al mando?” con la finalidad de recabar mayor información, coordinarse y tomar acciones en contra de la Emergencia (Comando de Incidentes).

**7.3.4** Una vez que se conocen los detalles del evento se pondra en marcha el Plan de Emergencia Local (acordonamiento, cierre de calles, colocación de señalamientos) e indicar y hacer hincapié en que no se debe tener cerca una fuente de ignición (radios, teléfonos, fumadores).

**7.3.5** En caso de no encontrarse nadie, el Operador deberá implementar un Plan de Emergencia Urgente (colocar sus señalamientos, acordonamiento del área, cierre de calle, informar a los transeúntes o peatones sobre evitar las fuentes de ignición).

**7.3.6** El Operador deberá establecer un Puesto de Mando con o sin los servicios de emergencia, en donde se consultarán planos y documentos, se realizarán y contestarán llamadas o se analizará cualquier acción correctiva sin arriesgar su integridad física y la de los demás. El Puesto o Centro de Mando debe tener el viento a favor, es decir, que pegue a la espalda y en un área considerada fría. Los puntos a ser discutidos incluirán, pero no se limitaran a:

- Qué se tiene que hacer?
- Quién va a hacerlo?
- Qué hacer, si se encuentra el problema?
- El método de comunicación entre el personal.

**7.3.7** El Operador deberá analizar cada cuando y que acciones debe de estar reportando a sus superiores para que tengan conocimiento de las acciones correctivas que esta ejecutando para solucionar el problema o bien para realizar un reporte al final del evento.

**7.3.8** Una vez realizado e implementado su Plan de Emergencia, utilizará su explosímetro para acercarse al área caliente, durante todo el evento traera consigo el explosímetro como punto de seguridad personal y al final del evento realizará una inspección en busca de mezclas carburantes en el área del siniestro en un radio de 30 a 50 metros (de acuerdo al tipo de evento).

**7.3.9** Efectuado el punto anterior y de acuerdo a la magnitud de la fuga (no mayor al 60% del LEL), se procederá a su control o eliminación. En caso de que la fuga represente riesgo al personal o a las instalaciones (cualquiera que fueren), se procederá a bloquear la línea en donde se encuentra la fuga o bien realizar un by-pass para su reparación. [\[Revisar procedimiento “Fuga y/o Derrame”\]](#).

Revisión:	Fecha de edición:	Página:	No. de Procedimiento
1	12/01/09	7 de 12	

**7.3.10** En caso de que la evaluación hecha, salga de las expectativas, se procederá a organizar las Brigadas de Emergencia y se delegarán las acciones a realizar.

**7.3.11** Una acción importante, es informarse y dar a conocer si existen otras sustancias peligrosas dentro del lugar del siniestro o que pueden afectar en algún momento, el desarrollo del control del evento.

**7.3.12** El operador debe de tomar las siguientes precauciones y revisarlas continuamente en el desarrollo del evento:

- Verificar continuamente la dirección del viento.
- Poner fuera de servicio equipos de combustión, no operar contactos eléctricos o todo aquello que produce chispa.
- No usar vehículos motores ni permitir que se acerquen al lugar (área caliente).

**7.3.13** Si fue rompimiento de la tubería de alta presión de inmediato se tiene que accionar y efectuar el Plan de Emergencias, para minimizar los riesgos haciendo hincapié en todo momento sobre las fuentes de ignición.

**7.3.14** Dentro del desarrollo el Operador debe de consultar en un inicio los planos del sistema para garantizar que cerrará las válvulas correctas, así como conocer a mayor detalle el área de riesgo, estableciendo las rutas de acceso y escape del área caliente o zona de riesgo.

**7.3.15** En caso de encontrarse medios de comunicación en la zona de riesgo, solicitar la ayuda de Protección Civil para establecer una área para los mencionados, informando que el vocero de la empresa se encuentra en camino y es el Director General y el Director de Operación, en ese orden descendente, siendo los únicos en emanar la información oficial sobre el estado de la emergencia.

**7.3.16** El Operador deberá de contar con una lista de notificación actualizada de los contactos o personas responsables de cada Usuario o Cliente para que en caso de que sea rompimiento de la tubería, se pueda contactar e informar de los acontecimientos, esto lo debe de realizar en conjunto con el área de Atención a Clientes y en el área fría de la zona del evento e inmediatamente después de realizar el corte de suministro para evitar que el gas se siga fugando y ocasione un daño más severo.

**7.3.17** Posteriormente el GO deberá de realizar la respectiva llamada al área de Construcción o a la empresa contratista certificada o validada por IGASAMEX, para solicitar el apoyo necesario en la reparación de la tubería.

**7.3.18** En caso de que sea el evento dentro de una caseta y sea una fuga de grado 2, el Operador deberá de ingresar al área con su explosímetro, para conocer las condiciones del medio y sin cualquier aparato que pueda producir una fuente de ignición (radio, teléfono, etc.) para realizar las acciones correctivas pertinentes, en caso de necesitar realizar una llamada o contestar una mencionada, saldrá de la zona caliente para efectuar lo antes mencionado.

**7.3.19** El Operador debe de comunicar a todo el personal involucrado de las acciones a realizar, para que estén al pendiente y actúen en caso de que el Operador necesite ayuda.

Revisión:	Fecha de edición:	Página:	No. de Procedimiento
1	12/01/09	8 de 12	

**7.3.20** En caso de que el Operador necesite ingresar a un espacio confinado, lo reportará con el GS, antes de realizar la acción mencionada, además solicitará el apoyo del personal de Protección Civil o de cualquier otra persona presente e ingresará al área con una línea de vida, indicando que en caso de cualquier percance, solicite apoyo inmediatamente a los cuerpos de Emergencia y que no ingresen a sitio sin equipo de respiración autónoma. [\[Revisar procedimiento "Prácticas Seguras en Trabajos Peligrosos \(Espacios Confinados, Trabajos en Alturas, Trabajos con Circuitos Energizados, Manejo e Identificación de Sustancias Peligrosas, Trabajos en Caliente\)"\]](#).

**7.3.21** Siempre antes de cada acción a realizar el Operador de zona en presencia de los Cuerpos de Emergencia, debe de plantear y establecer con los mencionados, los lineamientos de un Plan de Acción Coordinado para la atención del siniestro, cerciorándose de que todos tengan conocimiento.

**7.3.22** Recuerde: Solo personal especialmente entrenado deberá intervenir en las labores de control de la fuga o siniestro.

**7.3.23** En caso de existir fuego en el área de riesgo, el Operador deberá evitar su propagación (no apagar la base del fuego) y realizar el corte de suministro de inmediato, con apoyo de los Servicios de Emergencia, todas las acciones a realizar deben de afectar lo más mínimo su integridad física. [\[Revisar procedimiento "Incendio y/o Explosión"\]](#).

**7.3.24** Durante la situación de emergencia, se debe de establecer un responsable o vigilante, de preferencia personal de Policía, para que abra o cierre las puertas de acceso, para personal o equipo de apoyo que deba movilizarse, teniendo contacto permanente con el Centro de Mando para recibir instrucciones.

**7.3.25** En caso de que el evento adquiriera proporciones mayores, se establecerá un Coordinador para la Administración de Recursos, que establecerá un área o zona para los mismos, realizando un inventario y teniendo comunicación constante para realizar la aportación solicitada.

**7.3.26** En caso de existir víctimas en el siniestro, se deberá implementar un área para la atención de las mencionadas, en un área fría y en donde no tenga ninguna afectación por el siniestro durante el desarrollo del mismo, se solicitará el apoyo de la Brigada de Primeros Auxilios. [\[Revisar procedimiento "Primeros Auxilios" y "Búsqueda, Rescate, Triage"\]](#).

**7.3.27** De ser necesaria la Evacuación de personal cercano al lugar del siniestro, Protección Civil o en su caso el GO, deberán tener conocimiento y dar la autorización, evitando afectar lo más posible las acciones de control de la emergencia. [\[Revisar procedimiento "Evacuación"\]](#).

**7.3.28** Una vez controlada la situación se procederá a normalizar el área.

#### 7.4 Normalización del área.

**7.4.1** Debe de esperarse la comunicación de eliminación de fuga para volver a condiciones normales, esto lo debe de comunicar el Operador al Centro de Mando.

Revisión:	Fecha de edición:	Página:	No. de Procedimiento
1	12/01/09	9 de 12	

**7.4.2** Una vez que la fuga ha sido controlada, el Operador designará a un responsable para que vigile el área, durante un cierto tiempo y se deberá asegurar que no habrá otro inconveniente.

**7.4.3** El Operador realizará un monitoreo con su explosímetro, en busca de mezclas que pudieran provocar un nuevo conato de emergencia, en un radio de 50 metros del área caliente.

**7.4.4** Una vez terminada la búsqueda, el Operador se comunicará con el GO, notificando el final del evento, así como al Sistema de Emergencias (Ofintel).

**7.4.5** Se realizará una inspección minuciosa del área de la fuga y en las proximidades, para detectar daños y reparar o reemplazar lo que se requiera.

**7.4.6** Se comunicará a todos los involucrados que las reparaciones pertinentes del sistema o estructura dañada, se harán en el menor tiempo posible.

**7.4.7** Todo el equipo de emergencia utilizado, deberá de ubicarse nuevamente en su lugar, el personal involucrado colaborará en la limpieza del área, supervisado por el Operador.

**7.4.8** En caso de haber utilizado un extintor para apagar un fuego controlado, se deberá mandar a su respectiva recarga.

## 7.5 Reporte del evento.

El operador elaborará el reporte de Investigación de Incidente, describiendo sus acciones en el desarrollo del mismo y entregará una copia al departamento de Operación y otra al de Seguridad.

## 8.0 DEFINICIONES

**Acción Inmediata:** El envío sin retraso de personal calificado para evaluar y en su caso, abatir el riesgo existente o probable derivado de una fuga de gas.

**Actividades altamente riesgosas:** Son aquellas acciones, serie de pasos u operaciones comerciales y/o de fabricación industrial, transporte, distribución y ventas, en que se encuentren presentes una o más sustancias peligrosas, en cantidades iguales o mayores a su cantidad de Reporte, que al ser liberadas por condiciones anormales de operación o externas, provocarían incidentes.

**Alarma:** Es el último de los tres estados de mando que se producen en la fase de emergencia durante sus actividades de auxilio (prealerta, alerta y alarma). Se establece cuando se han producido daños en la población, sus bienes y su entorno, lo cual implica la necesaria ejecución de dichas actividades. Comúnmente se dice "dar la alarma", en el sentido de emitir un aviso o señal para establecer el estado de alarma en el sitio correspondiente.

**Alerta (estado de):** Es el segundo de los tres posibles estados de mando que se producen en la fase de emergencia (prealerta, alerta y alarma). Se establece al recibir información sobre la inminente ocurrencia de un desastre debido a la forma en que se ha extendido el peligro, o en virtud de la evolución que se presenta, de tal manera que es muy posible su aplicación durante las actividades de auxilio.

Revisión:	Fecha de edición:	Página:	No. de Procedimiento
1	12/01/09	10 de 12	

**Análisis de riesgos:** Es el análisis y evaluación de situaciones peligrosas, mediante el empleo de metodologías y técnicas de simulación, que permiten identificar las consecuencias que se derivan de dichos eventos. Este análisis puede ser de naturaleza cualitativa o cuantitativa.

**Ayuda:** Cooperación que se presta a una persona o entidad, según sus necesidades por un período determinado o durante una emergencia.

**Brigada de emergencia:** Grupo organizado y capacitado en una o más áreas de operaciones de emergencia.

**Cantidad de reporte:** Cantidad mínima de sustancia peligrosa en producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final, o la suma de estas, existentes en una instalación o medio de transporte dados, que al ser liberada, por causas naturales o derivadas de la actividad humana, ocasionaría una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

**Caseta de medición y regulación:** Equipo, accesorios y tubería que permite entregar el gas bajo las condiciones de operación de flujo y presión hasta la planta del cliente en forma segura.

**C.G.I.:** Indicador de gases combustibles.

**Cliente(s):** Organización o persona que recibe un producto.

**CRE:** Comisión Reguladora de Energía.

**Derecho de vía:** El DDV es la franja de terreno donde se alojan los ductos de los sistemas de transporte y distribución de sustancias peligrosas, la cual es utilizada para su mantenimiento y como zona de exclusión para proteger a terceros.

**Emergencia:** Situación o condición anormal que puede causar un daño a la propiedad y propicia un riesgo excesivo para la salud y la seguridad pública. Conlleva la aplicación de medidas de prevención, protección y control sobre los efectos de la calamidad.

**Ecosistema:** Grupo de plantas y animales que conviven en la parte del ambiente físico en el cual interactúan. Es una entidad casi autónoma para su subsistencia, ya que la materia que fluye dentro y fuera del mismo, es pequeña en comparación con las cantidades que se reciclan dentro, en un intercambio continuo de las sustancias esenciales para la vida.

**Espacio confinado:** Cualquier estructura tal como registros de válvulas, túneles, cárcamos o registros de drenaje en la cual se puede acumular el gas. Espacio cerrado o parcialmente cerrado, el cual no ha sido diseñado para ocupación humana, excepto durante períodos de trabajo y tiene una entrada y salida restringida.

**Espacio confinado peligroso:** Un espacio confinado se convierte en un espacio confinado peligroso, cuando una o más de las siguientes características estén presentes:

- Muros con una pendiente inclinada hacia el interior o un piso con una pendiente inclinada
- Material que pueda tragar al trabajador (lodos, arena, granos, etc.)
- Pobre ventilación natural
- Cualquier riesgo a la seguridad

Ejemplos de espacios confinados peligrosos son:

Bóvedas, ductos, drenajes.

**Evacuación:** Medida de seguridad por alejamiento de la zona de peligro, que consiste en la movilización y desalojo de personas que se encuentran dentro de un perímetro que no ofrece márgenes adecuados de seguridad, ante la presencia inminente de un agente destructivo.

**Fuga de gas:** Cualquier emisión de gas en un ducto, debido a fractura, ruptura, soldadura defectuosa, corrosión, sellado imperfecto o mal funcionamiento de accesorios y dispositivos utilizados en éste.

**GO:** Gerente de Operación.

**GS:** Gerente de Seguridad.

Revisión:	Fecha de edición:	Página:	No. de Procedimiento
1	12/01/09	11 de 12	

**IGASAMEX:** Integrated Gas Services de México, S. de R.L. de C.V. y todas sus subsidiarias.

**Incendio:** Fuego no controlado de grandes proporciones, que puede presentarse en forma súbita, gradual o instantánea, al que le siguen daños materiales que pueden interrumpir el proceso de producción, lesiones o pérdidas de vidas humanas y deterioro ambiental. En la mayoría de los casos, el factor humano participa como elemento causal de los hechos.

**Incidente:** Evento no premeditado, aunque muchas veces previsible, que se presenta en forma súbita, altera el curso regular de los acontecimientos, lesiona o causa la muerte a personas y ocasiona daños en sus bienes y en su entorno.

**Indicador de gases combustibles:** El instrumento capaz de detectar y medir la concentración de una mezcla de gas combustible en el aire.

**JO:** Jefe de Operación.

**LEL:** Limite inferior de explosividad.

**Manejo:** Alguna o el conjunto de las actividades siguientes: producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final de sustancias peligrosas.

**Plan de emergencia:** Parte de las acciones de auxilio e instrumento principal de que deben de disponer los diferentes sectores, para dar una respuesta oportuna, adecuada y coordinada a una situación de emergencia. Consiste en la organización de los procedimientos, acciones, personas, servicios y recursos disponibles para la atención del desastre.

**PPM:** Partes por millón.

**Programa:** Unidad en la que se agrupan diversas actividades, a la cual se le asignan recursos para alcanzar objetivos predeterminados. El programa es un instrumento de la planeación.

**Programa de prevención de accidentes:** Un PPA es el programa formado por los planes, procedimientos, organización, recursos y acciones, para proteger a la población y sus bienes, así como al ambiente y sus ecosistemas, de los incidentes que pudieran ser ocasionados en la realización de las actividades altamente riesgosas.

**Riesgo:** Es la probabilidad de ocurrencia de un daño a instalaciones, al personal, a terceros o al medio ambiente.

**Simulacro:** Representación de las acciones previamente planeadas para enfrentar los efectos de una calamidad, mediante su simulación. Implica el montaje de un escenario en terreno específico, diseñado a partir del procesamiento y estudios de datos confiables y de probabilidades con respecto al riesgo y a la vulnerabilidad de los sistemas afectables.

**SEMARNAT:** Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**Sistema de ductos para el transporte y distribución de sustancias peligrosas:** Son los ductos, equipos de bombeo y compresión, sistemas de control, valvulas de seccionamiento, trampas de diablos y demas equipos, mecanismos o instrumentos para transporte y distribución de sustancias peligrosas en estado liquido o gaseoso.

**SS:** Supervisor de Seguridad.

**Sustancia peligrosa:** Sustancia con propiedades inflamables, explosivas, toxicas, reactivas, radioactivas, corrosivas o biologicas infecciosas; en cantidades tales que en caso de producirse una liberación, sea por fuga o derrame de las mismas o bien una explosión, ocasionarian una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

**UEL:** Limite superior de explosividad.

**Zona de amortiguamiento:** Es aquella donde se pueden permitir determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de salvaguardar a la población y al medio ambiente, restringiendo el incremento de la población ahí asentada y capacitandola en los programas de emergencia que se realicen para tal efecto.

---

---

Revisión:	Fecha de edición:	Página:	No. de Procedimiento
1	12/01/09	12 de 12	

**Zona de riesgo:** Es una zona de restricción total, en la que no se debe permitir ningún tipo de actividad incluyendo los asentamientos humanos y la agricultura, con excepción de actividades de forestación, el cercamiento y señalamiento de la misma, así como el mantenimiento y vigilancia.

## 9.0 REGISTROS

- Reporte de detección de fugas.
- Reporte de investigación de incidentes.
- Reporte de simulacro.

## 10.0 ANEXOS

### 10.1 Clasificación de fugas.

Basados en la evaluación realizada de la localización y magnitud de la fuga, ésta se debe clasificar con objeto de establecer la prioridad de su reparación. La clasificación es la siguiente:

#### 10.1.1 Grado 1.

Son aquellas fugas que representan un peligro inminente para las personas o propiedades, por lo que, cuando se detectan deben ser reparadas inmediatamente y/o realizar acciones continuas hasta lograr que las condiciones dejen de ser peligrosas. Se considera peligrosa toda situación en la que haya probabilidad de asfixia, incendio o explosión en el área afectada por la fuga.

#### 10.1.2 Grado 2.

Esta clase de fugas no son peligrosas cuando se detectan, pero representan un riesgo probable para el futuro, por lo que se requiere programar su reparación para prevenir que se vuelvan peligrosas.

#### 10.1.3 Grado 3.

Esta clase de fugas no son peligrosas cuando se detectan y tampoco representan un riesgo probable para el futuro, por lo que, sólo es necesario reevaluarlas periódicamente hasta que sean reparadas.

[Ref. 2, apéndice II, cap. 5.1]

PROCEDIMIENTO EMERGENCIAS Y ATENCION A CLIENTES

LINEA DE EMERGENCIA IGASAMEX, LE ATIENDE ...  
REPORTA UNA EMERGENCIA ?

01800-800-5959 (IGASAMEX)  
5093-7061

SI LA PERSONA NO REPORTA UNA EMERGENCIA ...

1. TOMAR DATOS EN LA HOJA DE MENSAJES.  
POR FAVOR CHECA EL PROCEDIMIENTO EN LA HOJA "PROCEDIMIENTO MSJS".  
DEPENDIENDO DEL ASUNTO, SE REALIZARA EL PROCEDIMIENTO CORRESPONDIENTE.

RESPONSABLE DEL AREA ATENCION A CLIENTES  
ING. OCTAVIO MUÑOZ MENDOZA 5000-5170 04455-54016955  
CORREO ELECTRÓNICO: [omunoz@igasamex.net](mailto:omunoz@igasamex.net) [omunoz@cft.com.mx](mailto:omunoz@cft.com.mx)

SI LA PERSONA REPORTA SITUACION DE EMERGENCIA ...

- TOMAR DATOS DE ACUERDO AL FORMATO DE LA HOJA DE REPORTE DE EMERGENCIAS.  
INDICARLE QUE PASARAS EL REPORTE AL ING. DE ZONA DE INMEDIATO PARA QUE SE TRASLADÉ AL ÁREA DEL SINIESTRO  
(Tener cuidado de tomar bien la ubicación y las referencias del lugar).

\* CONTACTAR A LOS OPERADORADORES DE LA ZONA DONDE OCURRIO LA EMERGENCIA Y NOTIFICAR:

ESTADO	MUNICIPIO	RESPONSABLE	PUESTO	TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO
GUANAJUATO	1. SAN JOSÉ ITURBIDE	ELIOENAI CRUZ BERRUECOS	OPERADOR	(045) 442207-5535	<a href="mailto:ecruz@igasamex.net">ecruz@igasamex.net</a>
	2. SAN JOSÉ ITURBIDE	JOSE CARLOS PEREZ LARA	OPERADOR	(045) 442343-2525	<a href="mailto:lperez@igasamex.net">lperez@igasamex.net</a>
	3. SAN JOSÉ ITURBIDE	CARLOS CARRANZA GUTIERREZ	JEFE DE OPERACIÓN	(045) 442230-2376	<a href="mailto:ccarranza@igasamex.net">ccarranza@igasamex.net</a>
	1. CELAYA, APASEO EL GRANDE, SALAMANCA	BERNARDO ORTEGA VIDAL	JEFE DE OPERACIÓN	(045) 442226-2251	<a href="mailto:bortega@igasamex.net">bortega@igasamex.net</a>
	2. CELAYA, APASEO EL GRANDE, SALAMANCA	ALEJANDRO CAMPOS HERNANDEZ	OPERADOR	(045) 461101-1637	<a href="mailto:acampos@igasamex.net">acampos@igasamex.net</a>
	3. CELAYA, APASEO EL GRANDE, SALAMANCA	EMMANUEL SANDOVAL LOPEZ	OPERADOR	(045) 442343-0211	<a href="mailto:esandoval@igasamex.net">esandoval@igasamex.net</a>
	1. VILLAGRAN	ALEJANDRO CAMPOS HERNANDEZ	OPERADOR	(045) 461101-1637	<a href="mailto:acampos@igasamex.net">acampos@igasamex.net</a>
	2. VILLAGRAN	BERNARDO ORTEGA VIDAL	JEFE DE OPERACIÓN	(045) 442226-2251	<a href="mailto:bortega@igasamex.net">bortega@igasamex.net</a>
	3. VILLAGRAN	EMMANUEL SANDOVAL LOPEZ	OPERADOR	(045) 442343-0211	<a href="mailto:esandoval@igasamex.net">esandoval@igasamex.net</a>
	1. SILAO	EMMANUEL SANDOVAL LOPEZ	OPERADOR	(045) 442343-0211	<a href="mailto:esandoval@igasamex.net">esandoval@igasamex.net</a>
2. SILAO	ALEJANDRO CAMPOS HERNANDEZ	OPERADOR	(045) 461101-1637	<a href="mailto:acampos@igasamex.net">acampos@igasamex.net</a>	
3. SILAO	BERNARDO ORTEGA VIDAL	JEFE DE OPERACIÓN	(045) 442226-2251	<a href="mailto:bortega@igasamex.net">bortega@igasamex.net</a>	
YUCATAN	1. MÉRIDA, UMAN, ACANCEH, KANASIN	HODIN ESCALANTE ANTUNA	JEFE DE OPERACIÓN	(045) 999900-0355	<a href="mailto:hescalante@igasamex.net">hescalante@igasamex.net</a>
	2. MÉRIDA, UMAN, ACANCEH, KANASIN	MARCELO MAGAÑA NIETO	OPERADOR	(045) 999200-7682	<a href="mailto:mmagana@igasamex.net">mmagana@igasamex.net</a>
MICHOACAN	MORELIA, TARIMBARO	JOSE ANTONIO VILLEGAS RUIZ	OPERADOR	(045) 443395-1706	<a href="mailto:ivillegas@igasamex.net">ivillegas@igasamex.net</a>
ESTADO DE MEXICO	1. COYOTEPEC	HUGO GONZALEZ	OPERADOR	(044) 554140-7953	<a href="mailto:vgonzalez@igasamex.net">vgonzalez@igasamex.net</a>
	2. COYOTEPEC	CESAR HURTADO SOTO	OPERADOR	(044) 555431-4696	<a href="mailto:cauqusto@igasamex.net">cauqusto@igasamex.net</a>
	3. COYOTEPEC	BENJAMIN ROSALES FIERRO	JEFE DE OPERACIÓN	(044) 555408-2422	<a href="mailto:brosales@igasamex.net">brosales@igasamex.net</a>
	1. TEOTIHUACAN	CESAR HURTADO SOTO	OPERADOR	(044) 555431-4696	<a href="mailto:cauqusto@igasamex.net">cauqusto@igasamex.net</a>
	2. TEOTIHUACAN	BENJAMIN ROSALES FIERRO	JEFE DE OPERACIÓN	(044) 555408-2422	<a href="mailto:brosales@igasamex.net">brosales@igasamex.net</a>
	3. TEOTIHUACAN	HUGO GONZALEZ TORRES	OPERADOR	(044) 554140-7953	<a href="mailto:vgonzalez@igasamex.net">vgonzalez@igasamex.net</a>
ATLACOMULCO	KAREL CRUZ HERNANDEZ	OPERADOR	(045) 712128-0265	<a href="mailto:kcruz@igasamex.net">kcruz@igasamex.net</a>	
QUERETARO	1. SANTA ROSA JAUREGUI,	CARLOS CARRANZA	JEFE DE	(045) 442230-2376	<a href="mailto:ccarranza@igasamex.net">ccarranza@igasamex.net</a>
	2. SANTA ROSA JAUREGUI,	ELIOENAI CRUZ	OPERADOR	(045) 442207-5535	<a href="mailto:ecruz@igasamex.net">ecruz@igasamex.net</a>
	3. SANTA ROSA JAUREGUI,	JOSE CARLOS PEREZ	OPERADOR	(045) 442343-2525	<a href="mailto:lperez@igasamex.net">lperez@igasamex.net</a>
HIDALGO	1. TIZAYUCA	CESAR HURTADO SOTO	OPERADOR	(044) 555431-4696	<a href="mailto:cauqusto@igasamex.net">cauqusto@igasamex.net</a>
	2. TIZAYUCA	BENJAMIN ROSALES FIERRO	JEFE DE OPERACIÓN	(044) 555408-2422	<a href="mailto:brosales@igasamex.net">brosales@igasamex.net</a>
	3. TIZAYUCA	HUGO GONZALEZ TORRES	OPERADOR	(044) 554140-7953	<a href="mailto:vgonzalez@igasamex.net">vgonzalez@igasamex.net</a>
	1. TEPEJI DEL RIO	HUGO GONZALEZ TORRES	OPERADOR	(044) 554140-7953	<a href="mailto:vgonzalez@igasamex.net">vgonzalez@igasamex.net</a>
	2. TEPEJI DEL RIO	CESAR HURTADO SOTO	OPERADOR	(044) 555431-4696	<a href="mailto:cauqusto@igasamex.net">cauqusto@igasamex.net</a>
	3. TEPEJI DEL RIO	BENJAMIN ROSALES FIERRO	JEFE DE OPERACIÓN	(044) 555408-2422	<a href="mailto:brosales@igasamex.net">brosales@igasamex.net</a>
TLAXCALA	1. APIZACO, YAUHQUEMEHCAN		OPERADOR	(045) 222426-7005	
	2. APIZACO, YAUHQUEMEHCAN	EDGAR FERNANDEZ SOTO	OPERADOR	(045) 222217-5318	<a href="mailto:efernandez@igasamex.net">efernandez@igasamex.net</a>
	3. APIZACO, YAUHQUEMEHCAN	NEFTALI LOPEZ MORALES	JEFE DE OPERACIÓN	(045) 222265-1727	<a href="mailto:nlopez@igasamex.net">nlopez@igasamex.net</a>
	1. NATIVITAS	NEFTALI LOPEZ MORALES	JEFE DE OPERACIÓN	(045) 222265-1727	<a href="mailto:nlopez@igasamex.net">nlopez@igasamex.net</a>

	2. NATIVITAS	EDGAR FERNANDEZ SOTO	OPERADOR	(045) 222217-5318	<a href="mailto:efernandez@iqasamex.net">efernandez@iqasamex.net</a>
	3. NATIVITAS		OPERADOR	(045) 222426-7005	
PUEBLA	1. HUEJOTZINGO	EDGAR FERNANDEZ SOTO	OPERADOR	(045) 222217-5318	<a href="mailto:efernandez@iqasamex.net">efernandez@iqasamex.net</a>
	2. HUEJOTZINGO	NEFTALI LOPEZ MORALES	JEFE DE OPERACIÓN	(045) 222265-1727	<a href="mailto:nlopez@iqasamex.net">nlopez@iqasamex.net</a>
	3. HUEJOTZINGO		OPERADOR	(045) 222426-7005	
	1. SAN MARTIN TEXMELUCAN	EDGAR FERNANDEZ SOTO	OPERADOR	(045) 222217-5318	<a href="mailto:efernandez@iqasamex.net">efernandez@iqasamex.net</a>
	2. SAN MARTIN TEXMELUCAN	NEFTALI LOPEZ MORALES	JEFE DE OPERACIÓN	(045) 222265-1727	<a href="mailto:nlopez@iqasamex.net">nlopez@iqasamex.net</a>
	3. SAN MARTIN TEXMELUCAN		OPERADOR	(045) 222426-7005	
BAJA CALIFORNIA	1. TIJUANA	JESUS MERAZ FERNANDEZ	OPERADOR	(045) 664331- 0115	<a href="mailto:jmeraz@iqasamex.net">jmeraz@iqasamex.net</a>
	2. TIJUANA	HERNAN ARIAS MORALES	JEFE DE OPERACIÓN	(045) 664120-5408	<a href="mailto:harias@iqasamex.net">harias@iqasamex.net</a>
VERACRUZ	CORDOBA, AMATLAN DE LOS REYES	JUAN PABLO LARA MANZO	OPERADOR	(045) 271134-0400	<a href="mailto:jlara@iqasamex.net">jlara@iqasamex.net</a>
	CHINAMECA	ROLANDO VELAZQUEZ RAMIREZ	OPERADOR	(045) 922121-6083	<a href="mailto:rvelazquez@iqasamex.net">rvelazquez@iqasamex.net</a>
	JALTIPAN	ROLANDO VELAZQUEZ RAMIREZ	OPERADOR	(045) 922121-6083	<a href="mailto:rvelazquez@iqasamex.net">rvelazquez@iqasamex.net</a>
	VERACRUZ	JULIO ARTURO MORA GONZÁLEZ	OPERADOR	(045) 229207-1735	<a href="mailto:jmora@iqasamex.net">jmora@iqasamex.net</a>
	TIERRA BLANCA	JULIO ARTURO MORA GONZÁLEZ	OPERADOR	(045) 229207-1735	<a href="mailto:jmora@iqasamex.net">jmora@iqasamex.net</a>
NUEVO LEON	GUADALUPE	BRUNO FEDERICO GARCIA CONSUELOS	OPERADOR	(045) 818029-9038	<a href="mailto:bgarcia@iqasamex.net">bgarcia@iqasamex.net</a>
	ESCOBEDO	BRUNO FEDERICO GARCIA CONSUELOS	OPERADOR	(045) 818029-9038	<a href="mailto:bgarcia@iqasamex.net">bgarcia@iqasamex.net</a>
TAMAULIPAS	RÍO BRAVO	SERGIO TELLEZ GUERRA	OPERADOR	(045) 899944-1299	<a href="mailto:stellez@iqasamex.net">stellez@iqasamex.net</a>

**NOTA: MENCIONARLE AL PRIMER OPERADOR CONTACTADO DE IGASAMEX , SI NECESITA QUE LO ENLACEMOS CON LA PERSONA QUE ESTA REPORTANDO LA EMERGENCIA. DE SER ASÍ, REALIZAR EL ENLACE.**

**NOTA 2: SI EL OPERADOR DE IGASAMEX SE COMUNICA PARA PEDIR APOYO DE OFINTEL, PARA QUE SE INFORME A TODOS LOS CUERPOS EXTERNOS DE EMERGENCIA, DIRIGIRSE A LA BASE DE TELEFONOS DE EMERGENCIA, LLAMARLOS Y COMUNICARLES LA CONTINGENCIA.**

- **DESPUES DE DAR AVISO A LOS OPERADORES DE LA EMERGENCIA, CONTACTAR A LOS SIGUIENTES INGENIEROS DE ACUERDO AL ORDEN QUE SIGUE LA TABLA. SI LA LLAMADA NO ES CONTESTADA, POR FAVOR DEJA MENSAJE EN EL BUZON DE VOZ MENCIONANDO DIA Y HORA DE LA LLAMADA.**

RESPONSABLE	TELEFONO CELULAR	TELEFONO OFICINA	DIRECCION ELECTRÓNICA
ING. JOSE TRINIDAD RUIZ SAUCEDO	045-443202-2427	5000-5170	<a href="mailto:jruiz@iqasamex.net">jruiz@iqasamex.net</a>
ING. OSVALDO UGALDE LINARES	045-442359-9110	5000-5170	<a href="mailto:ougalde@iqasamex.net">ougalde@iqasamex.net</a>
<b>ING. EDGAR MAYORGA VILLEGAS</b>	<b>04455-5403-4885</b>	<b>5000-5175</b>	<b><a href="mailto:emavorga@iqasamex.net">emavorga@iqasamex.net</a></b>
ING. PABLO LOPEZ OLVERA	045-222536-0391	5000-5175	<a href="mailto:iolvera@iqasamex.net">iolvera@iqasamex.net</a>
ING. GUILLERMO HERNANDEZ MORALES	045-442219-7569	5000-5175	<a href="mailto:ghernandez@iqasamex.net">ghernandez@iqasamex.net</a>

**NOTA: AL ING. EDGAR MAYORGA SE LE TIENE QUE LOCALIZAR E INFORMAR DE LA EMERGENCIA "POR FAVOR NO DEJES DE INSISTIR HASTA LOCALIZARLE"**

- **EN CASO DE NO HABER CONTACTADO A ALGUNO DE LOS RESPONSABLES DE LA LISTA ANTERIOR, DE LA SIGUIENTE LISTA LLAMA A LOS QUE FALTAN, PARA COMPLETAR CINCO INGENIEROS A LOS QUE SE LES HAYA NOTIFICADO DE LA EMERGENCIA.**

RESPONSABLE	TELEFONO CELULAR	TELEFONO OFICINA	DIRECCION ELECTRÓNICA
ING. CARLOS ALFREDO FERNANDEZ	045-246142-8638	5000-5161	<a href="mailto:cfernandez@iqasamex.net">cfernandez@iqasamex.net</a>
T.S.U. ANTONIO MOTA REYES	045-222455-3300	5000-5161	<a href="mailto:amota@iqasamex.net">amota@iqasamex.net</a>
ING. RAFAEL GONZÁLEZ DOMINGUEZ	04455-5406-7066	5000-5161	<a href="mailto:rgonzalezd@iqasamex.net">rgonzalezd@iqasamex.net</a>
ARQ. ABEL MEDINA CAMACHO	04455-5418-5547	5000-5179	<a href="mailto:amedina@iqasamex.net">amedina@iqasamex.net</a>
ING. VICTOR SANTIAGO RODRIGUEZ	04455-5403-0121	5000-5164	<a href="mailto:vsantiago@iqasamex.net">vsantiago@iqasamex.net</a>

**NOTA: A PARTIR DE ESTE CONTACTO NO SE PUEDEN ENLAZAR LLAMADAS**

★ **AL TERMINAR EL PROCESO DE NOTIFICACION DE LA EMERGENCIA, SI NO FUERON LOCALIZADOS LOS INGENIEROS RESPONSABLES (RUIZ, UGALDE), SE LES ENVIARA UN CORREO A SU DIRECCION ELECTRONICA PARA NOTIFICARLES LA EMERGENCIA. EL CORREO SERÁ COPIADO AL ING. RAFAEL GONZÁLEZ, ING. EDGAR MAYORGA E ING. OCTAVIO MUÑOZ.**

- **SI SE HACE OTRA NOTIFICACIÓN DE LA MISMA EMERGENCIA, INDICAR QUE YA SE ESTA ATENDIENDO. SE HARA EL LLENADO DE LAS CELDAS DEL REPORTE SIN NOTIFICACIÓN A LOS INGENIEROS.**

**PARA REPORTE DE TIEMPO DE RESPUESTA A LA EMERGENCIA**

- **EL OPERADOR DE LA ZONA, SE REPORTARÁ AL LLEGAR A SITIO. DEBERAS ANOTAR SU NOMBRE Y LA HORA EN LA QUE HACE EL REPORTE.**

★ **SI EN EL TRANSCURSO DE UNA HORA DE HABERSE REGISTRADO LA EMERGENCIA, EL OPERADOR NO SE COMUNICA PARA DAR AVISO DE QUE YA LLEGO AL SITIO, OFINTEL LE LLAMARA PARA TENER LA INFORMACION ("TIEMPO DE RESPUESTA A LA EMERGENCIA").**

☆ EL OPERADOR MARCADO EN LA LISTA COMO NUMERO 1 O EL UNICO DE LA ZONA SEGÚN SEA EL CASO, ES EL RESPONSABLE DE LA ZONA.

**PARA REPORTE DE TIEMPO DE DURACIÓN DE LA EMERGENCIA**

▶ CUANDO LA EMERGENCIA HA SIDO CONTROLADA, EL OPERADOR DE IGASAMEX REPORTARA A OFINTEL EL TERMINO DE LA MISMA, PROPORCIONANDO LOS SIGUIENTES DATOS:

- \* NOMBRE DEL OPERADOR.
- \* PUESTO.
- \* SITUACIÓN DE LA EMERGENCIA (TIENE QUE PROPORCIONAR LA HIPÓTESIS, SI FUE UN SIMULACRO).

☆ SI EL OPERADOR NO SE REPORTA EN EL PERÍODO DE UNA HORA DE HABERSE REGISTRADO LA EMERGENCIA, SE LE LLAMARA PARA CONOCER EL STATUS DE LA MISMA.

☆ EN LA CELDA DE "OBSERVACIONES" QUEDARA ACENTADO QUE OFINTEL FUE QUIEN LLAMO AL INGENIERO PARA PEDIR EL STATUS DE LA EMERGENCIA SI ESTE FUE EL CASO.

☆ EN CUANTO SE TENGA EL REPORTE SE PONDRÁ EN LA CELDA DE "TIEMPO DE DURACION DE LA EMERGENCIA" LOS MINUTOS QUE TRANSCURRIERON DESDE QUE SE RECIBIO LA EMERGENCIA HASTA QUE SE CERRO CON EL REPORTE DEL INGENIERO.









## PROCEDIMIENTO PARA ATENCION DE LLAMADAS

TODAS LAS LLAMADAS SIN EXCEPCIÓN POR INSTRUCCIÓN DEL ING. RAFAEL GONZÁLEZ, DEBEN DE LLEVAR TODOS LOS DATOS QUE PIDE EL FORMATO DE DE LA CUENTA (nombre, teléfono, compañía, ciudad y motivo de la llamada)

LA ESCALACION SEGÚN EL TIPO DE LLAMADA ES LA SIGUIENTE:

- ★ **CUANDO SE TRATA DE MENSAJES DE ATENCIÓN A CLIENTES DE IGASAMEX, ASÍ COMO PARA REQUERIR INFORMACIÓN DE IGASAMEX** (venta de gas, facturación, o comunicación a cualquier departamento que no sea el de seguridad), ES LA SIGUIENTE:

1.- ING. OCTAVIO MUÑOZ (OMM)	5000-5170	04455-5401-6955
2.- ING. EDGAR MAYORGA (EMV)	5000-5175	04455-5403-4885
3.- ING. RAFAEL GONZALEZ (RGD)	5000-5161	04455-5406-7066

LLAMANDO PRIMERO A SU NÚMERO DE OFICINA, MOVIL Y POSTERIORMENTE ENVIAR UN CORREO ELECTRONICO A OMM CON COPIA A RGD Y EMV.

- ★ **CUANDO SE RECIBA LLAMADA PARA REPORTE DE EMERGENCIA Y NO QUIERAN DEJAR NINGUN DATO, EL PROCEDIMIENTO QUEDA DE LA SIGUIENTE MANERA:**

- 1.- COMENTAR A LA PERSONA QUE NOS ESTA LLAMANDO, QUE ES UNA LINEA DE EMERGENCIA Y QUE SIN DATOS NO PODEMOS PROCEDER A LA ATENCIÓN DE LA LLAMADA. TOMAR LO MÁXIMO DE DATOS POSIBLES Y DARLE LAS GRACIAS SIN EL COMPROMISO DE ATENCIÓN A SU REQUERIMIENTO.
- 2.- LLAMARLE AL ING. DE LA ZONA DE LA CUÁL SE HACE EL REPORTE (si es que la persona que esta llamando la proporciona), PARA DARLE SOLO EL AVISO DE LA LLAMADA RECIBIDA.
- 3.- SI NO SE LOCALIZA AL O LOS ING. DE ZONA (recuerden que en ocasiones hay más de un contacto por zona).
- 4.- PROCEDER CON LA ESCALACION:

1.- ING. EDGAR MAYORGA (EMV)	5000-5175	04455-5403-4885
2.- ING. OCTAVIO MUÑOZ (OMM)	5000-5170	04455-5401-6955
3.- ING. RAFAEL GONZALEZ (RGD)	5000-5161	04455-5406-7066

LLAMANDO PRIMERO A SU NÚMERO DE OFICINA O MOVIL Y POSTERIORMENTE ENVIAR UN CORREO ELECTRONICO A EMV CON COPIA A RGD Y OMM.

- ★ **CUANDO SE TRATE DE UN AVISO DE POSTE O SEÑALAMIENTO CAÍDO, ES DECIR, QUE COMO TAL NO ES UNA EMERGENCIA,**

- 1.- TOMAR LOS DATOS DE LA PERSONA QUE NOS ESTA LLAMANDO, TOMANDO LA UBICACIÓN DONDE SE ENCUENTRA EL DAÑO CON REFERENCIAS
- 2.- PROCEDER CON LA ESCALACION:

1.- ING. OCTAVIO MUÑOZ (OMM)	5000-5170	04455-5401-6955
2.- ING. EDGAR MAYORGA (EMV)	5000-5175	04455-5403-4885
3.- ING. RAFAEL GONZALEZ (RGD)	5000-5161	04455-5406-7066

LLAMANDO PRIMERO A SU NÚMERO DE OFICINA O MOVIL Y POSTERIORMENTE ENVIAR UN CORREO ELECTRONICO A OMM CON COPIA A RGD Y EMV.

- ★ **CUANDO SE TRATE DE PERSONAS QUE ESTEN O VAYAN A HACER TRABAJOS DE PERFORACIÓN, CONSTRUCCIÓN, ETC. CERCA DE DUCTOS,** EL PROCEDIMIENTO ES:

- 1.- TOMAR LOS DATOS DE LA PERSONA QUE NOS ESTA LLAMANDO
- 2.- ENLAZAR CON EL INGENIERO DE LA ZONA (Si existen más contactos en la zona de la cual se esta generando la llamada y el primer contacto no contesta, hay que llamar al siguiente)
- 3.- SI NO SE LOCALIZA AL O LOS ING. DE ZONA (recuerden que en ocasiones hay más de un contacto por zona).
- 4.- PROCEDER CON LA ESCALACION:

1.- ING. OCTAVIO MUÑOZ (OMM)	5000-5170	04455-5401-6955
2.- ING. EDGAR MAYORGA (EMV)	5000-5175	04455-5403-4885
3.- ING. RAFAEL GONZALEZ (RGD)	5000-5161	04455-5406-7066

LLAMANDO PRIMERO A SU NÚMERO DE OFICINA O MOVIL Y POSTERIORMENTE ENVIAR UN CORREO ELECTRONICO A OMM CON COPIA A RGD Y EMV.

- ★ **CUANDO SE TRATE DE UN REPORTE DE FALTA DE SUMINISTRO DE GAS, EL PROCEDIMIENTO ES:**

- 1.- TOMAR LOS DATOS DE LA PERSONA QUE NOS ESTA LLAMANDO, MUY IMPORTANTE SABER LA EMPRESA DE DONDE NOS LLAMA
- 2.- PREGUNTAR DESDE QUE HORA NO TIENEN GAS, SI HAY OLOR O RUIDOS PRESENTES.
- 3.- ENLAZAR CON EL INGENIERO DE LA ZONA (Si existen más contactos en la zona de la cual se esta generando la llamada y el primer contacto no contesta, hay que llamar al siguiente)
- 4.- AL INGENIERO CON QUIEN SE VAYA ENLAZAR LA LLAMADA, COMENTARLE QUE NOTIFIQUE A OFINTEL YA QUE ESTE EN EL SITIO SI ES UN PROBLEMA DE USUARIO O DE LOS EQUIPOS DE IGASAMEX.
- 5.- SI LA FALTA DEL SUMINISTRO DE GAS ES POR PROBLEMAS DEL EQUIPO DE IGASAMEX, INICIAR PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA.
- 6.- SI NO SE LOCALIZA AL O LOS ING. DE ZONA (recuerden que en ocasiones hay más de un contacto por zona).
- 7.- PROCEDER CON LA ESCALACION:

1.- ING. EDGAR MAYORGA (EMV)	5000-5175	04455-5403-4885
2.- ING. OCTAVIO MUÑOZ (OMM)	5000-5170	04455-5401-6955
3.- ING. RAFAEL GONZALEZ (RGD)	5000-5161	04455-5406-7066

LLAMANDOLE A SU NÚMERO MOVIL, POSTERIORMENTE ENVIAR UN CORREO ELECTRONICO A OMM CON COPIA A RGD Y EMV.

- ★ **CUANDO PIDAN HABLAR CON UN CONTACTO DE IGASAMEX, SI PERTENECE AL ÁREA DE SEGURIDAD, ATENCIÓN A CLIENTES U OPERACIONES,**

- 1.- SE PEDIRAN LOS DATOS QUE SOLICITA EL FORMATO DE LA PESTAÑA DE MENSAJES Y SE ENLAZARA LA LLAMADA.
- 2.- SE NOTIFICARA POR CORREO ELECTRONICO DE LA LLAMADA A EMV, OMM Y RGD.

- ★ SI LA LLAMADA ES PARA COMUNICAR CON UN CONTACTO QUE NO ES DE SEGURIDAD, OPERACIONES O ATENCION A CLIENTES, LA LLAMADA SE CANALIZARA CON EL ING. OCTAVIO MUÑOZ.

\*\* NO SE OLVIDEN DE PONER TODO EL PROCEDIMIENTO QUE REALIZARON EN LA LLAMADA EN LA CELDA DE COMENTARIOS \*\*

\*\*\* EN TODOS LOS CORREOS QUE SE ENVIEN AL ING. EDGAR MAYORGA, COPIAR A PATRICIA COLMENERO [p.colmenero@ofintel.com.mx](mailto:p.colmenero@ofintel.com.mx) \*\*\*



<b>MOTIVO DE LA LLAMADA SI REPORTA QUE NO TIENE SUMINISTRO DE GAS, PREGUNTAR: DESDE QUE HORA NO TIENEN GAS, SI HAY OLOR O RUIDO</b>	<b>ACCION TOMADA / COMENTARIO</b>



<p><b><i>Integrated Gas Services de México, S. de R.L. de C.V.</i></b></p> <p><b><i>Procedimiento del Sistema de Calidad</i></b></p>	Número de Procedimiento:
	Página: 1 de 8
<p>Tema:</p> <p>INVESTIGACION DE INCIDENTES</p>	Fecha de Edición: 10 de Abril de 2012
	Sustituye a: Nuevo
	Revisión: 0

**TABLA DE CONTENIDO**

- 1.0 Propósito
- 2.0 Alcance
- 3.0 Referencia
- 4.0 Responsabilidades
- 5.0 Procedimiento
- 6.0 Definiciones
- 7.0 Registros
- 8.0 Anexos

**DISTRIBUCION**

<b>HISTORIA DE REVISIÓN</b>						
Cuando este documento sea modificado o editado, llenar la columna de revisión siguiente y brevemente describir los cambios hechos en un párrafo corto debajo de la tabla.						
<b>FIRMAS EN ARCHIVO DE COPIA MAESTRA.</b>						
REVISIÓN	ORIGINAL	1	2	3	4	5
ESCRITO POR	GHM					
FECHA	10/Abr/12					
APROBADO POR	EMV					
FECHA	18/Abr/12					

---

---

Revisión:	Fecha de edición:	Página:	No. de Procedimiento
0	10/04/12	2 de 8	

## 1.0 PROPÓSITO

Establecer el proceso y responsabilidades para el análisis e investigación de incidentes que ocurran a los trabajadores de IGASAMEX y/o contratistas que realicen trabajos/actividades/servicios para la Compañía, utilizando la metodología Análisis Causa Raíz (ACR), que permita identificar las causas que los originaron y establecer Acciones a realizar a fin de evitar su recurrencia.

## 2.0 ALCANCE

Este documento es de observancia general y obligatoria para el personal de IGASAMEX, así como para empresas contratistas que presten servicios a la compañía, por lo que deberá de incluirse dentro de todas las bases de licitación para contratos de obras o servicios.

## 3.0 REFERENCIA

- 3.1 Ley Federal de Trabajo (Artículo 509, título noveno "Riesgos de Trabajo" el Art. 132, fracción XVIII y Art. 473 )
- 3.2 NOM-001-STPS-1993 (Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad e higiene.)

## 4.0 RESPONSABILIDADES

### 4.1 Subdirecciones de áreas.

- Facilitar los recursos humanos y/o materiales para realizar las investigaciones pertinentes cuando ocurra un incidente.
- Autorizar el procedimiento para su aplicación en todas las áreas ámbito de competencia de la Compañía.

### 4.2 Gerencia de Seguridad.

- Actualizar y auditar el cumplimiento del presente procedimiento en todas las áreas involucradas de la compañía donde ocurra el incidente.
- Asignar personal para participar en la elaboración del ACR.
- Asegurar la difusión y aplicación en todos los departamentos de la compañía y áreas de responsabilidad con proveedores y contratistas que realizan proyectos para IGASAMEX.

### 4.3 Gerencia de Operaciones / Construcción.

- Asegurar que se integren y se capaciten en la metodología ACR, los grupos multidisciplinarios para el análisis e investigación de incidentes.
- Asegurar que se aplique este procedimiento en la investigación y análisis de todo incidente ocurrido en personal bajo su cargo.
- Asegurar que se proporcione la información preliminar de los incidentes, a través del formato inicial de investigación de incidentes.
- Asegurar que se difundan los análisis técnicos derivados de la investigación y análisis de incidentes a todo su personal.

---

---

Revisión:	Fecha de edición:	Página:	No. de Procedimiento
0	10/04/12	3 de 8	

- Asegurar la implantación de las recomendaciones emitidas en los analisis de incidentes en su area de competencia, dando seguimiento hasta el cumplimiento total de estas.
- Crear un ambiente en el que se promueva la apertura y la confianza para reportar incidentes, dando valor al aprendizaje que se obtiene de ellos.

#### 4.4 Responsable / Supervisor de Obra.

- Investigar y analizar de acuerdo a la metodologia establecida en este procedimiento todos los incidentes de proveedores y contratistas bajo su responsabilidad, que ocurran cuando esten realizando alguna actividad derivado de un contrato celebrado con la empresa.
- Dar aviso al Gerente y/o supervisor de Seguridad en forma inmediata de la ocurrencia del incidente, en un plazo no mayor de 12 horas, enviando el reporte preliminar de incidente (Formato en Aplicación, Anexo 1).
- Verificar con el proveedor o contratista el resguardo del area y protección de las evidencias en el sitio donde ocurrió el incidente.
- Integrar de inmediato al grupo de investigación y analisis y coordinar las actividades del mismo.
- Dar seguimiento a los programas de atención de las recomendaciones derivados del analisis, hasta lograr su implantación en el area bajo su responsabilidad.
- Enviar reporte mensual del seguimiento a la atención de las recomendaciones derivadas del analisis, al Gerente de Seguridad.

#### 4.5 Proveedor y Contratista.

- Participar en la investigación y analisis de acuerdo a la metodologia establecida en este procedimiento de todos los incidentes que ocurran en cualquier lugar donde se este realizando alguna actividad motivo de un contrato celebrado con la compañía y que le sea solicitado por su Residente de obra o Supervisor de Construcción. Asimismo facilitar la labor de investigación de este.
- Resguardar el area y proteger las evidencias en el sitio donde ocurrió el incidente.
- Notificar de inmediato sin exceder de 2 horas despues de la ocurrencia del incidente, al Supervisor de construcción o responsable de la instalación.
- Entregar al Supervisor de construcción, el informe preliminar dentro de las 12 horas de ocurrido el incidente.
- Para incidentes ocurridos durante la transportación de instalaciones, estructuras, equipos, o materiales, el proveedor o contratista debera notificar al gerente de construcción, o al Responsable del proyecto, para iniciar la investigación que corresponda.
- Debera de incluir este procedimiento especifico para la investigación de incidentes, en sus Planes de Administración de Seguridad, Higiene Industrial y Salud y de Control Ambiental.
- Informar mensualmente al personal del área de Construcción sobre los avances de cumplimiento en las recomendaciones emitidas en cada analisis.

#### 4.6 Supervisores de Seguridad.

- Proveer capacitación al personal que formara parte del grupo multidisciplinario.
- Notificar a las Gerencia de Seguridad de acuerdo al Protocolo para Reporte de Incidentes y Situaciones Anormales en Centros de Trabajo y Obras a Cargo del área de Construcción, Mantenimiento y Operaciones, la ocurrencia de incidentes, una vez que haya sido informado (Via telefónica o nota informativa por correo electrónico)
- Participar en la elaboración del ACR.

Revisión:	Fecha de edición:	Página:	No. de Procedimiento
0	10/04/12	4 de 8	

- Enviar a la Gerencia de Seguridad / Subdirección de Operaciones en un plazo no mayor de 12 horas despues de ocurrido el evento, el reporte preliminar de incidentes **FORMATO EN APLICACIÓN**.
- Llevar un registro de los incidentes y analisis tecnicos de las investigaciones que se hayan realizado e informar mensualmente a las gerencias los avances de cumplimiento a las recomendaciones y acciones acordadas.

#### 4.7 Personal IGASAMEX.

- Reportar cualquier incidente a su jefe inmediato asi como al area de Seguridad (vehicular, proceso, etc.).

#### 4.8 Grupo Multidisciplinario.

- Estos Grupos Multidisciplinarios deberan integrarse de acuerdo con las especialidades que requiera el caso para la investigación (un integrante del área de construcción, mantenimiento y operaciones y seguridad).
- Aplicar la metodología ACR, cumpliendo lo establecido en este procedimiento.
- Elaborar el informe final de la investigación del incidente, a traves del formato en la Aplicación.
- Establecer las acciones requeridas para la atención de las recomendaciones derivadas del analisis.
- Cubrir los requisitos para el desempeño de la funciones señaladas en la tabla del anexo 4 de este procedimiento.

### 5.0 PROCEDIMIENTO PARA LA INVESTIGACIÓN DE INCIDENTES

No.	Responsable	Descripción de Actividades	Formatos Utilizados
1	Empleado IGASAMEX / Contratista	Notificar inmediata y simultáneamente al Supervisor de su área y al área de Seguridad.	Nota Informativa (e-mail) / Teléfono
2	Empleado IGASAMEX / Contratista	Resguarda el área y Protege evidencias.	
3	Supevisor de Obra (Construcción)	Notificar inmediatamente a la gerencia de su área y al área de Seguridad.	Nota Informativa (e-mail) / Teléfono
4	Supevisor de Obra (Construcción)	Acude al lugar del incidente e investiga lo ocurrido.	
5	Empleado IGASAMEX / Contratista	Llena el formato del reporte preliminar de incidentes y lo envía al área de Seguridad.	Formato de Incidentes Preeliminar en Aplicación
6	Área de Seguridad	Envía copia del reporte preeliminar a la subdirección y gerencia de operaciones.	Formato de Incidentes Preeliminar en Aplicación
7	Área de Seguridad	Integra el grupo multidisciplinario. Dando inicio a la investigación del Incidente.	
8	Grupo	Al recibir la notificación, acudir al lugar de los hechos inmediatamente.	

Revisión:	Fecha de edición:	Página:	No. de Procedimiento
0	10/04/12	5 de 8	

9	Multidisciplinario de Investigación de Incidentes	El líder del grupo asigna actividades a los demás integrantes para realizar la investigación.	
10		Revisar el área, tomar evidencias fotográficas, video, muestras.	
11		Realizar entrevistas informales (recabar información de los hechos en sitio por testigos presenciales y personal involucrado en el incidente.	
12		Elaborar la lista de testigos y programar las entrevistas formales con ellos.	
13		Investigar las condiciones operaciones, actividades laborales previas al evento en el sitio, solicitar evaluaciones médicas del personal involucrado y videncias documentales.	
14		Interpretar, analizar y/o reconstruir hechos a partir de datos y evidencias recabadas.	
15		Solicitar informe de las pérdidas, daños personales (reporte médico) y/o materiales, producción diferida, ambientales y a la comunidad, etc.	
16		Identificar equipos y/o materiales que pudieron originar el evento.	
17		¿Se requieren pruebas y análisis de laboratorio de los materiales o equipos? <b>Si:</b> pasa al punto No.18 <b>No:</b> Continúa en el punto No. 19	
18		Utilizar los resultados de laboratorio y validar o rechazar las hipótesis, cuando aplique.	
19		Construir Árbol de Fallas o Árbol de los ¿Por Que?.	Anexo 2
20		Determinar las causas Raíz contribuyentes.	
21		Establecer las recomendaciones derivadas de la investigación.	
22		Establecer las recomendaciones derivadas de la investigación.	
23		Integrar y revisar el informe final de la investigación con los soportes y apoyos recabados.	Formato de Investigación de Incidentes en Aplicación
24	Supervisor del área Afectada	Atender las recomendaciones del análisis de incidentes en tiempo y forma, para evitar la recurrencias de eventos similares.	
25	Gerente de Área Afectada.	Difundir en su ámbito de competencia el informe del análisis e investigación del evento en toda su zona.	
26		Vigilar que se cumplan las recomendaciones en el tiempo establecido, asignando responsables.	
27	Empresa Contratista.	Elaborar plan de acciones correctivas y programa para el cumplimiento de las recomendaciones realizadas.	

Revisión:	Fecha de edición:	Página:	No. de Procedimiento
0	10/04/12	6 de 8	

## 6.0 DEFINICIONES

**Análisis Causa Raíz (ACR):** Es una metodología utilizada para identificar factores causales de fallas, relacionados con factores humanos, físicos y de sistemas cuya consecuencia es un incidente.

**Arbol de Fallas o Arbol de los ¿Por Que?:** Es una herramienta usada en la metodología Analisis Causa Raíz que permite ordenar de manera grafica, el desarrollo del analisis e investigación de manera secuencial. El Arbol de fallas facilita el establecimiento de las relaciones causa y efecto y nos conduce a identificar cual fue la causa raíz del problema.

**Causas Factores Humanos:** Identifican las acciones humanas que contribuyeron directamente con la ocurrencia de un incidente. Ejemplo; selección inadecuada de un empaque, instalación de sellos en forma incorrecta, etc.

**Causas Físicas:** Identifican la naturaleza de la falla del equipo, material o maquinaria de una instalacion, que dio origen al incidente. Ejemplo: falla de material, bajo espesor en una línea, fallas operacionales, etc.

**Causas por Sistemas:** Identifican el origen de las fallas administrativas que contribuyen directa o indirectamente en la ocurrencia de un incidente. Ejemplo: falla de capacitacion del personal, falla de procedimientos o incorrectos, informacion critica no actualizada, etc.

**Causa Raíz:** Factores causales (razon, motivo u origen) de un incidente debido a factores humanos, físicos y de sistema.

**Consecuencia:** Resultado de un incidente, medido por sus efectos (expresado cualitativa o cuantitativamente), en los trabajadores, comunidad, medio ambiente, produccion, maquinaria y equipo.

**Entrevista Formal:** Es aquella que se realiza bajo un cuestionario previamente elaborado, se cita oficialmente a la persona que se desea entrevistar sefialandole el motivo, la hora, el dia y el lugar donde se llevara a cabo la entrevista.

**Entrevista Informal:** Es aquella que se lleva a cabo en el lugar de los hechos, instantes despues de haber ocurrido el evento, con personal que haya participado directamente en o que haya sido testigo presencial.

**Grupo de Investigacion de Incidentes:** Grupo multidisciplinario capacitado para realizar la identificacion de la causa raíz de un incidente.

**Hipótesis:** Planteamiento de suposiciones o conjeturas que se admiten provisionalmente para ser validadas o rechazadas y la (s) que resulte (n) verdadera (s), se convierte (n) en un hecho o en una causa intermedia (contribuyente).

**Incidente:** Evento no deseado, inesperado e instantaneo, que puede o no traer consecuencias al personal, a la comunidad ya sea en sus bienes o en su persona, al medio ambiente, a las instalaciones y/o alteracion a la actividad normal del proceso.

**Investigación del Incidente:** Proceso administrativo por el cual un grupo multidisciplinario de personas debidamente capacitadas examina puntual, objetiva, sistematica y tecnicamente un incidente para asegurar que la informacion relativa a los hechos que lo generaron sea documentada, que las causas probables que lo produjeron sean determinadas y emitir e implantar las recomendaciones para evitar su recurrencia.

## 7.0 REGISTROS

7.1 Lista de Asistencia de capacitación en el procedimiento.

7.2 Formato o reporte de investigación de incidentes.

---

---

Revisión:	Fecha de edición:	Página:	No. de Procedimiento
0	10/04/12	7 de 8	

## 8.0 ANEXOS

- **Arbol Causa Raíz o de los ¿Por Que?**

Se usa esta metodología a efecto de encontrar la causa raíz de un evento.

La tarea del investigador es el de plantear hipótesis, tantas como sean necesarias y de aprobarlas o rechazarlas, mediante la verificación documental o en sitio de las causas probables, asimismo de las pruebas que fueran necesarias utilizando la tecnología y recursos necesarios tales como: monitoreo de vibración, imágenes térmicas infrarrojas, microscopio electrónico, análisis de esfuerzos, de aceite, así como capacitación, habilidad, capacidad disminuida, etc.

Los investigadores deben de actuar como si fueran "ingenieros forenses" que proporcionan el "¿**COMO?**" y detectives para determinar el "¿**POR QUE?**" ocurrió el evento. Construcción de árbol causa raíz o árbol de los ¿**POR QUES?**

Paso 1: Enlistar las observaciones (Hechos: que fueron vistas o escuchados)

Paso 2: Analizar cada una de las observaciones para identificar su posible contribución a la falla. (Todas las observaciones deberán ser consideradas y descartar las que no contribuyeron al evento).

Paso 3: Establecer hipótesis derivadas de las observaciones, preguntando ¿porque? ó ¿como pudo pasar? y la relación causa-efecto para cada una de estas.

Paso 4: Rechazar las hipótesis, que no se sustenten con las evidencias y estudios realizados.

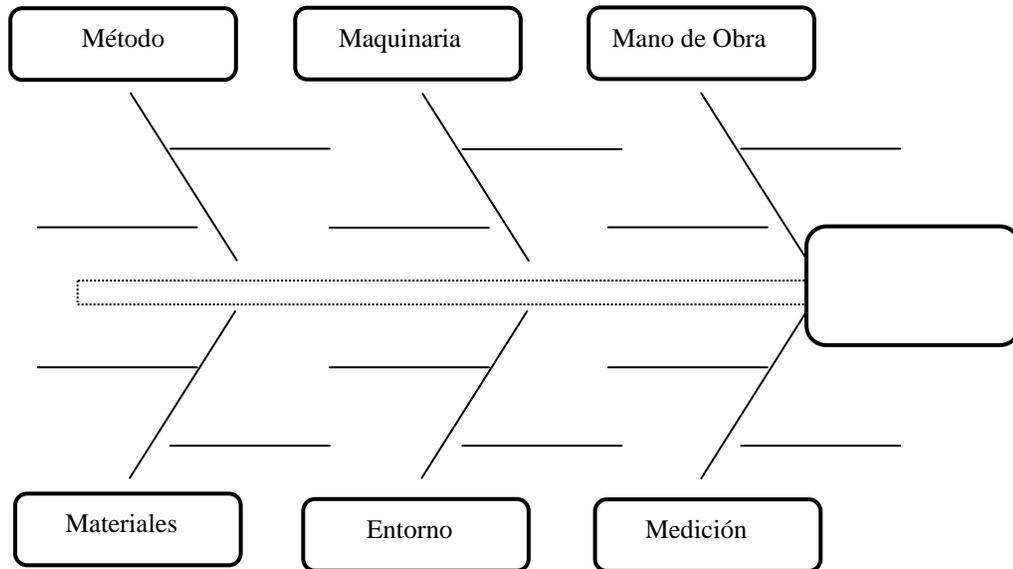
Paso 5: Aceptar las hipótesis, que hayan sido sustentadas por las evidencias y estudios realizados.

Paso 6: Continuar este proceso priorizando las hipótesis aceptadas.

Paso 7: Continuar preguntando ¿por que? Ocurrió y cuando ya no tenga más ¿por que? pare, porque ya se encontraron las causas raíz tanto físicas, humanas y/o de sistemas.

Revisión:	Fecha de edición:	Página:	No. de Procedimiento
0	10/04/12	8 de 8	

**Diagrama Análisis de Causa Raíz.**





<b><i>Integrated Gas Services de México, S. de R.L. de C.V.</i></b> <b><i>Formato del Sistema de Calidad</i></b>	Número de Formato:
	Página: 1 de 3
Tema:  REPORTE DE INVESTIGACION DE INCIDENTES	Fecha de Edición: 05 de Octubre del 2011
	Sustituye a: Reporte de investigación de los accidentes o exposición a riesgos
	Revisión: 1

**TABLA DE CONTENIDO**

- 1.0 Datos generales
- 2.0 Datos del trabajador que reporta
- 3.0 Descripción de la pérdida
- 4.0 Información del gasoducto
- 5.0 Información de lesión o enfermedad
- 6.0 Información de incidente automotriz
- 7.0 Información de incidente ambiental
- 8.0 Otra información de la pérdida
- 9.0 Costo estimado del incidente
- 10.0 Clasificación del riesgo
- 11.0 Diagrama causa-raíz
- 12.0 Acciones correctivas

**DISTRIBUCION**

<b>HISTORIA DE REVISIÓN</b>						
Cuando este documento sea modificado o editado, llenar la columna de revisión siguiente y brevemente describir los cambios hechos en un párrafo corto debajo de la tabla.						
<b>FIRMAS EN ARCHIVO DE COPIA MAESTRA.</b>						
REVISIÓN	ORIGINAL	1	2	3	4	5
ESCRITO POR	RAU	EMV				
FECHA	30/Jul/99	05/Oct/11				
APROBADO POR		RGD				
FECHA		20/Ene/12				



# REPORTE DE INVESTIGACION DE INCIDENTES

IGASAMEX

No. de Reporte:

## INFORME PREELIMINAR

### I. Datos generales

Estado:	Hora del suceso:	Fecha del suceso:
---------	------------------	-------------------

Lugar del suceso:

### II. Datos del trabajador que reporta

Nombre:	Edad:
---------	-------

No. de empleado:	Area:
------------------	-------

### III. Descripción de la pérdida

Categoría (Marcar todas las que apliquen)

Gasoductos	Personal	Automotriz	Ambiental	Otros
<input type="checkbox"/> En operación	<input type="checkbox"/> Salud	<input type="checkbox"/> Vehículo ligero	<input type="checkbox"/> Derrame /Fuga	<input type="checkbox"/> Proceso
<input type="checkbox"/> En construcción	<input type="checkbox"/> Lesión	<input type="checkbox"/> Vehículo pesado	<input type="checkbox"/> Disposición de desechos	<input type="checkbox"/> Reputación
<input type="checkbox"/> En instalaciones (Caseta del punto de interconexión / Estación de medición y regulación)	<input type="checkbox"/> Fatalidad		<input type="checkbox"/> Emisiones	<input type="checkbox"/> Bienes

IGASAMEX involucrado	Si	No	Daño por terceros	Si	No	Durante el día	Si	No
----------------------	----	----	-------------------	----	----	----------------	----	----

Descripción breve de los hechos:

Adjunte diagramas o fotografías. Use hojas adicionales si es necesario

### IV. Información del gasoducto



# REPORTE DE INVESTIGACION DE INCIDENTES

**IGASAMEX**

## Operación

1. Presión estimada en el punto y tiempo del incidente (psig)
2. Máxima Presión de Operación Permissible (MPOP) en el punto y tiempo del incidente (psig)
3. Describa la presión en el sistema o instalación relacionado al incidente (seleccione uno)
  - La Presión no excedió la MPOP
  - La Presión excedió la MPOP, pero no excedió el 110% de la MPOP
  - La Presión excedió 110% la MPOP
4. ¿Estaba el sistema o instalación relacionado al incidente, operando bajo una restricción de presión establecida bajo los límites de presión permitidos por la MPOP?
  - No
  - Si  $\Rightarrow$  (Complete 4.a y 4.b)
    - 4a ¿La presión excedió la restricción de presión establecida? Si  No
    - 4b ¿Esta restricción de presión fue solicitada por la CRE u otra autoridad? CRE  Otro
5. ¿Está la tubería involucrada en el incidente (incluyendo válvulas)?
  - No
  - Si  $\Rightarrow$  (Complete 5.a a 5.c)
    - 5.a Tipo de válvula aguas arriba utilizada inicialmente para aislar la fuente de relevo: Manual  Automática  Control
    - Remoto
    - 5.b Tipo de válvula aguas abajo utilizada inicialmente para aislar la fuente de relevo: Manual  Automática  Control
    - Remoto  Válvula Check
    - 5.c Longitud del segmento aislado entre válvulas (metros)
6. ¿Clase de localización?
  - 1  2  3  4
7. El incidente es resultado de:
  - Liberación involuntaria de gas natural
  - Liberación intencional de gas natural
  - Otras razones de liberación de gas natural
8. ¿Volumen de gas liberado involuntariamente? MCF (miles de pies cúbicos)
9. ¿Volumen estimado de gas natural liberado en forma intencional y controlada (purga o venteo)? MCF (miles de pies cúbicos)
10. ¿Fue suspendida la operación del gasoducto?
  - No  $\Rightarrow$  Explique: \_\_\_\_\_
  - Si  $\Rightarrow$  (Complete 10.a a 10.h)
    - 10.a Fecha y hora local de la suspensión de las operaciones (formato 24:00 horas)
    - 10.b Fecha y hora local de la puesta en marcha de las operaciones (formato 24:00 horas)
    - 10.c ¿Sigue suspendido el suministro?, explique por qué: \_\_\_\_\_
    - 10.d ¿Se incendió el gas?  Si  No
    - 10.e ¿El gas explotó?  Si  No
    - 10.f Fue necesario evacuar personal;  Si ¿Cuánto personal?  No
    - 10.g Hora en que el operador identifico el incidente: (formato 24:00 horas)
    - 10.h Hora en que el operador llego al lugar del incidente: (formato 24:00 horas)
11. Área del incidente (donde se encontró)
  - Subterráneo  $\Rightarrow$  Especifique:
    - En una construcción
    - Bajo el pavimento
    - Expuesto debido a una excavación
    - En un espacio confinado (ejemplo: Registro)
    - Otro
  - 11.a Profundidad de la cubierta (metros)
    - Aéreo  $\Rightarrow$  Especifique:
      - Tubería o accesorios aéreos
      - Cruce elevado
      - En zanja abierta
      - Dentro de un edificio
      - Dentro de un espacio confinado
      - Otro
    - Transición  $\Rightarrow$  Especifique:
      - Transición suelo/aire
      - Camisa o manga de protección
      - Soporte de tubería u otra área de contacto
      - Otro



# REPORTE DE INVESTIGACION DE INCIDENTES

**IGASAMEX**

## Instalaciones

1. ¿La tubería o instalaciones están en?

- Cliente
- DDV

2. Parte del sistema involucrado en el incidente (seleccione uno)

Equipo y/o tubería en estación de medición y regulación

Tubería, incluye válvulas de corte o seccionamiento



Especifique:  Cuerpo de tubería  Costura de tubería

2.a Diámetro nominal de la tubería (plg)

2.b Espesor de la pared

2.c SMYS (Resistencia mínima a la cedencia) de la tubería (psi)

2.d Especificación de la tubería

2.e Costura de la tubería



Especifique:

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Longitudinal ERW - Alta frecuencia        | <input type="checkbox"/> Costura simple SAW     |
| <input type="checkbox"/> Longitudinal ERW - Baja frecuencia        | <input type="checkbox"/> DSAW                   |
| <input type="checkbox"/> Longitudinal ERW - Frecuencia desconocida | <input type="checkbox"/> Soldadura Flash        |
| <input type="checkbox"/> Soldadura espiral ERW                     | <input type="checkbox"/> Soldadura continua     |
| <input type="checkbox"/> Soldadura espiral SAW                     | <input type="checkbox"/> Soldadura espiral DSAW |
| <input type="checkbox"/> Soldadura lapeada                         | <input type="checkbox"/> Otro                   |
| <input type="checkbox"/> Sin costura                               |   |

2.f Fabricante de la tubería

2.g Año de fabricación

2.h Tipo de recubrimiento de la tubería en el punto del incidente



Especifique:

- |   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Fusion Bond Epoxy    | <input type="checkbox"/> Asfalto  |
| <input type="checkbox"/> Polietileno extruido | <input type="checkbox"/> RAM-100  |
| <input type="checkbox"/> TGF-3                | <input type="checkbox"/> Polikent |
| <input type="checkbox"/> Compuesto            | <input type="checkbox"/> Pintura  |
| <input type="checkbox"/> Ninguno              | <input type="checkbox"/> Otro     |

Soldadura, incluyendo zona afectada por el calor



Especifique:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Soldaduras circunferenciales | <input type="checkbox"/> Soldadura a tope |
| <input type="checkbox"/> Soldadura de filete          | <input type="checkbox"/> Otro             |

Válvula

Línea principal



Especifique:

- |                                   |                                |                                    |
|-----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Mariposa | <input type="checkbox"/> Check | <input type="checkbox"/> Compuerta |
| <input type="checkbox"/> Macho    | <input type="checkbox"/> Bola  | <input type="checkbox"/> Globo     |
| <input type="checkbox"/> Otro     |                                |                                    |

2.i Fabricante de válvula

2.j Año de fabricación

- Válvula de seguridad
- Auxiliar u otra válvula
- Medidor
- Separador / Filtro separador
- Filtro Y
- Regulador / Válvula de control
- Manga o clamp
- Equipo de hot tap
- Dispositivos de stopple
- Brida
- Línea de relevo
- Tubería auxiliar (ejemplo; drenes)
- Tubing
- Instrumentación
- Recipiente a presión
- Odorizador
- Otro

4. Año de instalación del dispositivo involucrado:

5. Material involucrado en el incidente (seleccione uno)

- Acero al carbón
- Plástico (polietileno de alta densidad)
- Otro, diferente al acero al carbón o plástico



Especifique: \_\_\_\_\_

6. Tipo de evento involucrado: (seleccione uno)

- Perforación Mecánica Tamaño aproximado: \_\_\_\_\_ (pulgadas) (axial) \_\_\_\_\_ (pulgadas) (circunferencial)
- Fuga Seleccione el tipo:  Agujero  Grieta  Falla en conexión  Sello o empaque  Otro



# REPORTE DE INVESTIGACION DE INCIDENTES

## IGASAMEX

Ruptura ⇒ Seleccione orientación:  Circunferencial  Longitudinal  Otro (pulgadas) (longitud)

Tamaño aproximado (pulgadas) (mayor apertura) POR

circunferencial o axial)

Otro ⇒ Describa: \_\_\_\_\_

7. ¿El incidente ocurrió en un cruceamiento?

No

Si ⇒ Especifique:

Cruce de puente ⇒ Especifique: Encamisado  Si  No

Cruce de ferrocarril ⇒ Especifique: Encamisado  Si  No  Barreno / Perforado

Cruce de carretera ⇒ Especifique: Encamisado  Si  No  Barreno / Perforado

Cruce de cuerpo de agua ⇒ Especifique: Encamisado  Si  No

7.a Profundidad aproximada en el punto del incidente (metros) ⇒ Especifique:

Costa / Banco cruce

Bajo el agua, barreno / perforado en cruce de tubería

Bajo el agua, tubería enterrada debajo del fondo

Bajo el agua, la tubería en o por encima del fondo

### V. Información de lesión o enfermedad

(por cada persona lesionada)

Nombre (s)	Edad	Antigüedad	IGASAMEX o terceros	Función	Horas después del último sueño	Horas dormidas la última vez	Horas en trabajo	Fatalidad (S/N)
1								
2								
3								
4								

Indicar los detalles de las lesiones de las personas afectadas

Lesión	Partes Afectadas	Días perdidos (estimados)
A Corte B Quemadura C Fractura D Amputación E Contusión F Perforación G Abrasión H Quemadura química I Torcedura/Esfuerzo J Moretón K Aplastado L Quemadura eléctrica M Otro		
1		
2		
3		
4		

### VI. Información de incidente automotriz

El vehículo viajaba en convoy?  Si  No

El conductor era el único ocupante?  Si  No

El vehículo era  Propiedad de la compañía  Rentado/Arrendado  Personal

Era viaje de trabajo?  Si  No

Condiciones ambientales	Tipo de camino	Tipo de incidente
<input type="checkbox"/> Seco <input type="checkbox"/> Mojado/Resbaloso <input type="checkbox"/> Despejado <input type="checkbox"/> Polvo/Tormenta de arena <input type="checkbox"/> Calor extremo <input type="checkbox"/> Niebla <input type="checkbox"/> Helada/Nieve	<input type="checkbox"/> Pavimentado <input type="checkbox"/> Off road <input type="checkbox"/> Pendiente positiva <input type="checkbox"/> Angosto <input type="checkbox"/> Sin pavimentar <input type="checkbox"/> Curva <input type="checkbox"/> Pendiente negativa <input type="checkbox"/> Superficie deficiente	<input type="checkbox"/> Golpe de frente <input type="checkbox"/> Golpe por atrás <input type="checkbox"/> Moviéndose en reversa <input type="checkbox"/> Golpe a objeto estacionario <input type="checkbox"/> Golpe a peatón <input type="checkbox"/> Volcadura <input type="checkbox"/> Golpe de refilón <input type="checkbox"/> Al rebasar <input type="checkbox"/> Al ser rebasado <input type="checkbox"/> Hit & run <input type="checkbox"/> Golpe a un animal <input type="checkbox"/> Salirse del camino

¿Se involucro alcohol/drogas?  Si  No

Velocidad al impacto  km/h  m/h

¿Monitor instalado y funcionando?  Si  No

¿Todas las personas utilizaban cinturón?  Si  No

¿Se contaba con licencia de manejo?  Si  No

¿La policía presento cargos?  Si  No

¿Curso de manejo defensivo vigente?  Si  No

¿Manejo comentado Vigente?  Si  No

### VII. Información de incidente ambiental

Resultado	Detalles
<input type="checkbox"/> Daño a la vegetación <input type="checkbox"/> Contaminación de suelo <input type="checkbox"/> Contaminación de agua <input type="checkbox"/> Liberación en cuerpos de agua <input type="checkbox"/> Emisiones a la atmósfera <input type="checkbox"/> Daño a la fauna marina	Cantidad derramada o descargada: _____ Unidad _____ Nombre del material : _____ Duración de la descarga: _____ horas _____ min



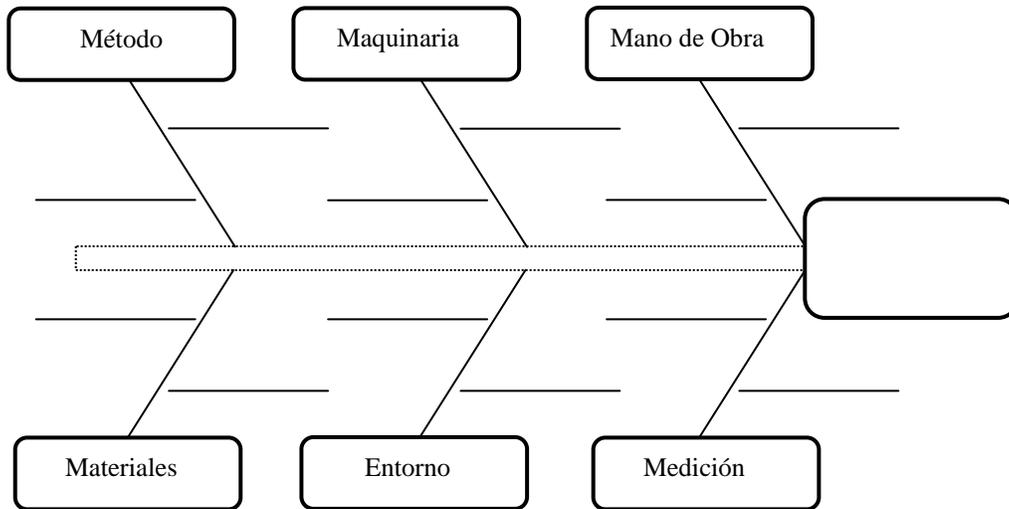


# REPORTE DE INVESTIGACION DE INCIDENTES

**IGASAMEX**

## ANALISIS DE FALLA

### XI. Diagrama causa-raíz



CAUSAS	% CONTRIBUCIÓN

## ACTA COMPROMISO

### XII. Acciones correctivas

No.	Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha cierre



## REPORTE DE INVESTIGACION DE INCIDENTES

IGASAMEX