



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

Revisión:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Descripción:
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, JMF, EMV, OUL, JTRS	RGD	02/04/12	Actualización

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

USUARIOS DE COPIAS CONTROLADAS

Nombre	Copia Número	Firma y Fecha
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 ACTUALIZA LA TRAYECTORIA Y LONGITUD DEL GASODUCTO SUBCAPITULO 2.1.	Marzo 20 de 2012
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, PREVENCIÓN Y ATENCIÓN 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 ATENCIÓN 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
C	SE ACTUALIZARON EL HAZOP, INFORME TECNICO, MODELACIONES DE EXPLOSION.	Marzo 20 de 2012
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
E	SE ACTUALIZAN LOS RADIOS DE AFECTACION.	Marzo 20 de 2012
F	SE REVISAN PLANOS, NO HAY MODIFICACIONES.	Diciembre 10 de 2009
F	SE ACTUALIZAN PLANOS.	Marzo 20 de 2012
G	SE REVISAS PLANO DE DISTRIBUCION DE EQUIPOS (EXTINTORES, RUTAS DE EVACUACION, PUNTOS DE REUNION).	Diciembre 10 de 2009
G	SE ACTUALIZA PLANO DE DISTRIBUCION DE EQUIPOS.	Marzo 20 de 2012
H	SE REVISAN PROCEDIMIENTOS (VARIOS), SIN CAMBIOS.	Diciembre 10 de 2009
H	SE ACTUALIZAN Y SE GENERAN NUEVOS PROCEDIMIENTOS.	Marzo 20 de 2012

1. DATOS GENERALES DEL ESTABLECIMIENTO O INSTALACION	2
1.1 Establecimiento o Instalación	2
1.1.1 Nombre o razón 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 Código ambiental	3
1.1.5 Domicilio del establecimiento o instalación	2
1.1.6 Nombre y cargo del representante legal	2
1.1.7 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir notificaciones	3
1.2 Responsable de la información contenida en el Programa de Prevención de Accidentes	3
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: EIGMI0200411

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

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

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

2. DESCRIPCIÓN DE EL ENTORNO DEL ESTABLECIMIENTO O INSTALACIÓN DONDE SE DESARROLLAN LAS ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS	2
2.1 Descripción de las características físicas del entorno	2
Trayectoria	2
Vulnerabilidad geológica	13
Vulnerabilidad hidrometeorológica	34
2.2 Descripción de las características socio-económicas	46
Población afectable	46
2.3 Infraestructura, servicios de apoyo y zonas vulnerables	47
Incompatibilidad de actividades	47
Vulnerabilidad vial	47
Vulnerabilidad ambiental	48

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 la *zona Industrial*, 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 30" de diámetro nominal, km 9+335 de **Transportadora de Gas Natural de Baja California, S. de R.L. de C.V.** (en adelante "TGN"), para suministro de gas natural a las empresas **Sanyo E&E, S.A. de C.V., Mecalux México, S.A. de C.V., Pulidos Industriales, S.A. de C.V., Herramientas Estándar de México, S.A. de C.V., Tomamex Industrial, S. de R.L. de C.V., Global Packaging Solutions, S.A. de C.V., Lavandería Fase 2, S. de R.L. de C.V., Máxima Mex, S. de R.L. de C.V., Exhibidores Universales, S.A. de C.V., KB Foam de México, S.A. de C.V., Corrugados de Baja California, S. de R.L. de C.V.**, (en lo sucesivo "Sanyo, Mecalux, Pulidos, Herramientas, Tomamex, Global, Lavandería, Máxima, Exhibidores, KB Foam, Corrugados").

El punto de interconexión está situado en un terreno de uso industrial (32°31'58.40"N de Latitud Norte y 116°53'11.96"O de Longitud Oeste), y no fue necesario derribar ningún árbol.

A partir del punto de Interconexión con *TGN*, el tramo de ducto de 4" de acero API 5L X42 de 100 metros de longitud corre en dirección hasta donde está instalada la caseta de transferencia de custodia o de interconexión. A la salida de la caseta de transferencia de custodia, se interconecta un ducto de acero API 5L X42 de **3.347 kilómetros** de longitud aproximada.

Sección de acero. En tubería de 6" de acero API 5L X42 espesor de 0.188", recorre 1000 metros aproximadamente sobre el camino vecinal de terracería y corre en forma paralela al ducto de drenaje alojado en el mismo, dicho camino continua en dirección Suroeste llega hasta la avenida de los Topógrafos.

Posteriormente el ducto se reduce a 4" de acero API 5L X42, espesor de 0.188", a partir del km 1+140 el ducto se aloja en el costado Este de la avenida de los Topógrafos, en dirección Nornoroeste, sigue en el sentido de dicha avenida hasta el km 1+535, en este punto cruza la avenida en dirección Oeste, continua en esta dirección hasta el km 1+800 donde cambia de dirección hacia el Nornoroeste. En este punto cambia de dirección hasta el km 2+135 donde vira al Noreste, y se incorpora a la calle Maquiladora en dirección ENE, sigue el sentido de la calle hasta quedar en dirección Este, continua en el mismo sentido de la calle Maquiladoras, hasta cruzar la avenida Industrial. Aproximadamente en el km 3+340, se instala la caseta de baja regulación (90 psi), para alimentar al ducto de polietileno.

A partir de ésta caseta de baja regulación, el gasoducto es en tubería de polietileno de alta densidad PE 3408 SDR11 de **6.858 kilómetros** de longitud aproximada.

Sección de polietileno. A la salida se instala un ducto de 60 metros de polietileno de 6" PE, para conectarse al ducto existente de polietileno que corre sobre la avenida Industrial. En este punto se divide en dos ramales, uno hacia el Noreste y otro al Suroeste.

El ramal que se dirige hacia el Suroeste en tubería de 6" PE, corre sobre la avenida Industrias en el extremo Oeste de la misma, recorre 450 metros y a partir de este punto el ducto de 6" PE, recorre 270 metros sobre la calle Exportadores, hasta llegar a la planta del usuario *Máxima*, dentro de la misma recorre 486.2 metros alojado en el límite de la propiedad, en este punto se coloca la estación de medición y regulación.

El ducto que continua sobre la avenida Industrial recorre 140 metros en dirección Suroeste, en este punto cruza la calle hasta llegar a la planta de *Tomamex* donde se instaló la estación de medición y regulación.

El ramal que se dirige hacia el Noreste de la avenida Industrial de 6" PE, recorre 620 metros siguiendo la misma dirección de la avenida, hasta llegar al Boulevard Industrial (2do Eje Ote), donde vira al Oeste sobre el mismo Boulevard y recorre 255 metros, en este punto hay un ramal en dirección Norte (ramal A) con una longitud de 142.32 metros aproximadamente en tubería de 4" PE. Donde se encuentra la estación de medición y regulación de *Lavandería*.

Ramal A: En el km 0+050 aproximadamente del ramal A se hace otra derivación en dirección Este de longitud de 393 metros en tubería de 4" PE, en este punto se coloca la caseta de medición y regulación *Exhibidores*.

El ducto continúa sobre el Boulevard Industrial, recorre 455 metros en dirección Oeste hasta llegar a la calle 7 Sur donde se hace un ramal B (Sur) y un ramal C (Norte):

Ramal B (Sur): En dirección Sur sobre la calle 7 Sur recorre 74.60 metros en 6" PE, aproximadamente hasta llegar a la planta de *Pulidos*, el ramal para entrar a la planta es de 4" PE donde se encuentra la estación de medición y regulación.

La extensión del ducto que da servicio a *KB Foam* y *Corrugados* se interconecta al ducto en operación que se encuentra en calle 7 Sur, frente a la planta de *Pulidos*, la interconexión se llevo a cabo en una válvula de corte existente (calle 7 Sur), a partir de este punto el ducto en tubería de 6" PE, recorre 475 metros sobre la calle 7 Sur en dirección Sur, hasta llegar a esquina con la calle 1 Oriente, continua sobre la calle 1 Oriente aproximadamente 210 metros en dirección Este hasta la calle 5 Sur, donde gira en dirección Sur para continuar por la calle 5 Sur, 22 metros después del cambio de dirección se desprende el primer ramal en tubería de 4" PE, en dirección Este donde se ubica la estación de medición y regulación que da servicio a *KB Foam*; el ducto principal de 6" PE sigue hacia el Sur sobre la misma calle recorriendo 50 metros aproximadamente, donde se genera el segundo ramal en tubería de 4" PE en dirección Oeste donde se ubica la estación de medición y regulación de *Corrugados*. Se deja un disparo dirección Suroeste continuación del ducto de 6" PE para futuras conexiones.

Ramal C (Norte): El ducto de 6" PE continua sobre la calle 7 Sur en dirección Norte, recorre 210 metros y en este punto hay una derivación en dirección Oeste de 2" PE de 16.58 metros, donde se instaló la estación de medición y regulación del usuario *Herramientas*.

La línea continua sobre la calle 7 Sur, recorre aproximadamente 90 metros más en dirección Norte y en este punto hay una derivación en dirección Oeste de 19.20 metros de longitud en tubería de 2" PE. Donde se encuentra la estación de medición y regulación del usuario *Global*.

El ducto de 6" PE continúa sobre la calle 7 Sur, recorre 520 metros en dirección Norte hasta llegar al Boulevard Bellas Artes, donde se hacen dos ramales:

Ramal D: El ducto continúa sobre el Boulevard Bellas Artes en dirección Oeste en tubería de 6" PE, recorre 160 metros en este punto y se hacen dos ramales, el primero solo es un disparo en dirección Oeste sobre la misma calle y el segundo en tubería de 4" PE, corre en dirección Sur por 120 metros aproximadamente donde se localiza la estación de medición y regulación de *Sanyo*.

Ramal E: El ducto continúa sobre el Boulevard Bellas Artes en dirección Este en tubería de 6" PE recorre 600 metros, en este punto se hace una derivación en dirección Sur en tubería de 4" PE, recorre 156 metros sobre la calle 1 Norte, donde se deja un disparo y antes de este, entra a la planta de *Mecalux* donde se encuentra su estación de medición y regulación.

El ducto continúa sobre el Boulevard Bellas Artes en dirección Este en tubería de 6" PE, recorre 210 metros donde vira en dirección Norte sobre la calle Chilpancingo recorre 620 metros, en este punto se deja un disparo para usuarios futuros.

Ducto desactivado e inertizado:

1. Tramo de polietileno de 6" PE, que continúa sobre la calle Chilpancingo y que se incorpora a la avenida Internacional en dirección Este, el ducto se queda desconectado del sistema en operación e inertizado. Longitud total aproximada 1,520 metros, hasta llegar a la caseta de transferencia de custodia anterior.
2. Se desactivan 62 metros de la línea de acero de 4" y 0.188" de espesor, que va de la interconexión con el gasoducto de TGN hasta la caseta de medición y regulación anterior. La línea es desactivada, el ducto se queda desconectado del sistema en operación e inertizado.
3. Se desmantela la caseta de transferencia de custodia anterior.

Con una longitud total aproximada de **10,205 metros**, el cual inicia en el punto de interconexión con el ducto de TGN de 762 mm (30") diámetro nominal.

El sistema tiene una capacidad de transporte de diseño máxima de 7,743,000 pie³/día @ STD, 219,261 m³/día @ STD) considerando el ducto actual existente y las ampliaciones descritas.

La presión de diseño de la tubería de acero es 70.307 kg/cm² man (1000 psig). La presión de operación es 24.607 kg/cm² man (350 psig).

La presión de diseño de la tubería de polietileno es 7.030 kg/cm² man (100 psig). La presión de operación es 6.327 kg/cm² man (90 psig).

Registro de concreto

N/A

La interconexión no requiere de un registro de concreto, ya que la válvula de interconexión de 4" de diámetro nominal de acero, quedo alojada en forma subterránea después de llevar a cabo el hot tap.

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 TGN, donde tiene lugar la primera reducción de presión del sistema, de **650 a 350 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

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

- 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 **TGN** 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. Instaladas en la planta de cada usuario, donde tiene lugar la segunda reducción de presión del sistema, de **90 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 **TGN**, en una superficie de 120 m², y cuenta con válvulas de corte. El área donde es instalada la caseta es 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 está 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 topes 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 ¾ 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 9m². 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.

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 apearse a la norma mexicana de redes internas **NOM-002-SECRE-1999**.



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 ²) (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 aquéllas 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;
- 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 a 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 y polietileno

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 tienen 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 **TGN**, **Una Caseta de medición/regulación** instaladas en las plantas industriales, y un gasoducto de transporte de gas natural de **acero de 6, 4" y polietileno de 6, 4, 2"** de diámetro nominal y **10,205** metros de 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 de los usuarios, y una caseta de medición/regulación y odorización en el punto de interconexión con el ducto de **TGN**, 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 **Mecalux**, del sistema de transporte de gas natural denominado **GAS NATURAL DE OTAY**.

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 da 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 es 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 tendió 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 es 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.

IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.

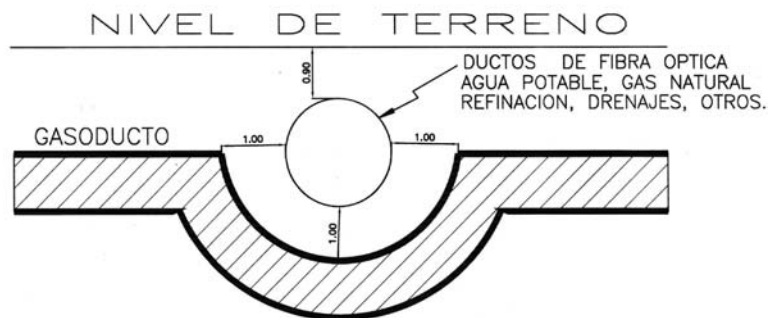
Bosque de Alisos No. 47-A 5º piso. Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686

Espaciamiento entre estructuras subterráneas

La tubería de transporte subterránea se instala con una separación mínima de 30 cm de cualquier otra estructura enterrada ajena a la tubería de transporte. Cuando no sea posible tener la separación indicada, la línea se debe proteger contra daños que puedan resultar de la proximidad con la estructura vecina. Por seguridad, IGASAMEX coloca la tubería como mínimo a 0.60 metros de cualquier otra estructura subterránea.

El ducto se debe instalar de tal manera que la separación con cualquier otra estructura enterrada, permita su mantenimiento y lo proteja contra daños que puedan resultar por la proximidad con otras estructuras.

PLANO DE CORTE DE GASODUCTO CON OTROS SERVICIOS



Cruzamientos

El **gasoducto de acero de 6, 4" y polietileno de 6, 4, 2" de diámetro nominal** en parte de su trayectoria tiene los siguientes cruzamientos:

- Cruzamientos de calles y avenidas (se realiza por tuneado).
- Cruzamientos con infraestructura de línea de fibra óptica.
- Cruzamientos con infraestructura de agua potable y drenaje.
- Cruzamientos con infraestructura de línea eléctrica.

Para el tuneo o cruzamiento subterráneo se va a utilizar **perforación direccional**, tipo neumático (**si el terreno es blando**) o tipo tornillo (**si el suelo es rocoso**).

En el cruzamiento con servicios, como agua, drenaje y fibra óptica, la excavación se hace a mano por seguridad.

Clase de Localización

Es el área unitaria clasificada de acuerdo con la densidad de población para el diseño y la presión de prueba de los ductos localizados en un tramo continuo de longitud de 1,600 metros, que se extiende 200 metros a ambos lados de la tubería.

En base al criterio de la **NOM-007-SECRE-2010** párrafo 7.4, se ha definido para diseño una **Localización Clase 3** desde el punto de interconexión hasta las empresas contratantes, previendo condiciones futuras.

Para determinar la clase de localización por donde pasará un ducto, se debe considerar lo siguiente:

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) Localización clase 1. Area unitaria que cuenta con diez o menos construcciones o aquella en la que la tubería se localiza en la periferia de las ciudades, poblados agrícolas o industriales.
- 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

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. 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:



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

De acuerdo con la Síntesis de Información Geográfica del estado de Baja California (INEGI, 2001) y como se observa en la figura anterior, el estado de Baja California comprende porciones de dos de las grandes provincias fisiográficas que conforman al país: la Península de Baja California, a la cual pertenece la mayor parte de la entidad; y la Llanura Sonorense, que penetra en el Noreste del estado, donde tiene algunos terrenos costeros y deltaicos, entre los que destaca el valle de Mexicali en sus porciones Nororiental y Oriental. El área de estudio se ubica dentro de la Provincia Fisiográfica denominada “Península de Baja California”.

Tijuana forma parte de la provincia fisiográfica de la **Península de Baja California**, subprovincia **Sierras de Baja California Norte**, caracterizada por elevaciones topográficas que van del nivel del mar hasta los 1,280 msnm, Las topofomas son muy heterogéneas; las más características son los sistemas de lomerío, las mesetas, las mesetas con lomeríos, la llanura y los valles intermontanos.

Provincia Península de Baja California. Esta provincia abarca una pequeña extensión en territorio estadounidense, más del 80% del estado de Baja California y la totalidad del estado de Baja California Sur. Se estima que de un extremo al otro de la península hay 1,330 kilómetros; en ella el rumbo es Noroeste-Sureste. El eje geológico estructural que da la forma alargada y angosta a la provincia es su Cordillera Peninsular, ésta tiene la misma orientación que la provincia y el núcleo granítico masivo (batolito) que la constituye aflora en el Norte y queda sepultado hacia el Sur. Tal eje tiene forma de un bloque de falla alargado y basculado hacia el Suroeste, por lo que presenta un flanco abrupto hacia el Golfo de California y otro tendido y de mayor suavidad hacia el Océano Pacífico. La Cordillera Peninsular remata en su extremo meridional en el bloque del Cabo, donde vuelven a quedar expuestas las rocas graníticas. La distancia máxima y mínima que presenta la Península entre sus dos costas son las siguientes: 220 kilómetros desde Punta Eugenia hasta Bahía San Carlos; y 40 kilómetros de Arroyo Seco a Bahía de La Paz, ambas en Baja California Sur.

Los únicos límites continentales de la provincia son: la separación internacional con la California estadounidense y en su extremo Noreste, la provincia fisiográfica Llanura

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

Sonorense. El resto lo constituyen más de 3,000 kilómetros de costa sobre el Océano Pacífico y el Golfo de California.

Las cumbres más elevadas de la Cordillera Peninsular se encuentran en las sierras del Norte del estado de Baja California, donde alcanzan desde 2,000 hasta alrededor de 3,000 m.s.n.m., tal es el caso de la sierra San Pedro Mártir cuya máxima elevación es de 3,100 m. La mitad Sur de la cordillera corresponde a la Sierra de la Giganta, ésta tiene sus cumbres más altas en el Norte, pero la mayor parte de ellas no llegan a los 1,000 m.s.n.m., altitud que es superada en la región del Cabo.

El origen de esta provincia como península es singular. De acuerdo con la moderna interpretación geológica de la tectónica de placas, es una zona de expansión de la corteza oceánica, que recorre en forma longitudinal el fondo del Golfo de California. Al emerger nuevo material oceánico por esa zona, las placas se deslizan en sentido contrario, de manera que amplían constantemente la anchura del golfo y alejan a la península del continente.

Dentro del estado de Baja California, en territorio perteneciente a esta provincia, se tienen áreas que corresponden a la totalidad de la subprovincia Sierras de Baja California Norte, y a partes de la discontinuidad fisiográfica Desierto de San Sebastián Vizcaíno y de la subprovincia Sierra de la Giganta, las dos últimas, en la parte Sur del estado. Por lo tanto, el área de estudio se ubica dentro de la Subprovincia Fisiográfica denominada "Sierras de Baja California Norte".

Subprovincia Sierras de Baja California. Esta subprovincia es la de mayor extensión (78.90%) en la entidad, ocupa las porciones Norte, Oeste, Centro y Este. Posee una orientación general Noroeste-Sureste y limita al Norte con los Estados Unidos de América, al Este con la provincia Llanura Sonorense y el Golfo de California, al Poniente con el Océano Pacífico y al Sur con la discontinuidad Desierto de San Sebastián Vizcaíno y la subprovincia Sierra de La Giganta.

Es parte de la Cordillera Peninsular bajacaliforniana y está constituida en su mayoría por las rocas de un gran cuerpo ígneo intrusivo batolítico. De Norte a Sur, a partir de la frontera con los Estados Unidos de América, sus primeras unidades orográficas son las sierras Juárez y San Pedro Mártir, separadas entre sí por una barranca angosta que marca la línea de falla Agua Blanca, la cual tiene un rumbo Oestenoeste-Estesureste e inicia unos kilómetros al Sur de Ensenada. Esas sierras, conforme a su morfología de bloque fallado y basculado, presentan un flanco abrupto sobre su costado Oriental, en tanto que hacia el Occidente se tiende con mayor suavidad. Sus cimas han sido descritas como "de mesa corrugada" de relieve poco o moderadamente pronunciado, y con cuestas marginales que se levantan de 150 a 300 m sobre el elevado piso. La cuesta Occidental muestra un bajo grado de disección y su cresta es uniforme; mientras que la Oriental es algo dentada y presenta profundos cañones, como el de El Diablo. En las cumbres de la sierra San Pedro Mártir, cuyas actitudes disminuyen en forma gradual hacia el Sur, hay cuestas menores, valles pequeños y algunas llanuras intermontanas también pequeñas.

El territorio de la subprovincia, con base en las formas generales de su relieve, presenta: sierras, mesetas y lomeríos, que son los que abarcan mayor superficie. Llanuras, valles y bajadas, en menor extensión; y campos de dunas y barras, en proporción muy baja. Éstas a su vez están divididas y constituyen los sistemas de topofomas que integran a la subprovincia.

A un nivel de detalle todavía mayor y de acuerdo a la clasificación por sistema de topoformas, el área de estudio se localiza en una llanura, rodeada de mesetas y mesetas con lomeríos (INEGI, 2003 b)

Fisiografía en el municipio de Tijuana.

PROVINCIA		SUBPROVINCIA		SISTEMA DE TOPOFORMAS		% DE LA SUPERFICIE MUNICIPAL
CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE	
I	Península de Baja California	01	Sierra de Baja California Norte	100	Sierra	32.22
				200	Lomeríos	7.24
				204	Lomeríos con bajada	13.16
				300		29.28
				302	Meseta	8.73
				500	Meseta con lomeríos	8.05
				600	Llanura Valle	1.32

FUENTE: Cuaderno Estadístico Municipal Tijuana, Estado de Baja California, Ed. 2002

GEOMORFOLOGÍA

Las condiciones geológicas y los esfuerzos tectónicos a los que estuvo sometida la península, dieron origen a su eje geológico estructural, que presenta la misma orientación, y está integrado por la cordillera peninsular cuyo núcleo granítico masivo (batolito) aflora en el Norte y se oculta en el Sur bajo materiales volcánicos.

Este eje tiene la forma de un bloque alargado e inclinado hacia el Sureste; presenta un flanco abrupto hacia el Golfo de California, otro más suave hacia el Océano Pacífico, lo que determina la configuración alargada y angosta de la península. Esto ha dado lugar a la formación de una gran variedad de topoformas, tales como valles, llanuras, sierras, etc.

Geología General

El estado de **Baja California** está formado por una gran variedad de rocas. Sobresalen por su importancia las del tipo ígneo y siguen en ese orden las sedimentarias y las metamórficas.

Dentro de las ígneas dominan las de origen intrusivo y en menor medida las volcánicas, ambas se distribuyen ampliamente a lo largo de la entidad. Las rocas sedimentarias son también variadas, pero es posible distinguirlas según su origen. Las continentales que dominan como relleno de valles, fosas tectónicas y las marinas, cuyos afloramientos se observan en el flanco Oeste del estado. Las rocas metamórficas se presentan en varios afloramientos, generalmente asociados a rocas graníticas, a las cuales deben parte de su origen (INEGI, 2001)

La entidad está constituida por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, con edades que van desde el período paleozoico hasta el cuaternario, y se clasifican en rocas pre-batolíticas, batolíticas y post-batolíticas.

Las rocas pre-batolíticas son ígneas volcanoclásticas, sedimentarias y metamórficas del paleozoico y mesozoico inferior; las rocas batolíticas son ígneas intrusivas de composición granítica y cuarzodiorítica, que se formaron en el mesozoico superior

(cretácico medio), y las rocas post-batolíticas son sedimentarias clásticas y volcánicas pertenecientes al cretácico superior, al terciario y al cuaternario.

En general, se puede decir que las rocas ígneas se distribuyen de Norte a Sur, abarcando la mayor parte del territorio. Las rocas sedimentarias se localizan principalmente en la zona costera y las metamórficas se encuentran distribuidas en pequeños afloramientos dispersos, a lo largo de todo el Estado.

Geología Estructural

Las estructuras más conocidas en Baja California, corresponden a plegamientos en rocas sedimentarias, constituyen anticlinales y sinclinales cuyos ejes tienen una dirección Noroeste-Sureste; la foliación en las rocas metamórficas, guarda la misma vergencia. Las grandes estructuras batolíticas, orientadas Noroeste-Sureste en armonía con la dirección peninsular, manifiestan la importancia de la actividad magmática intrusiva del Cretácico.

Los rasgos más sobresalientes, sin lugar a dudas, son consecuencia de la génesis y evolución misma de la península. Las estructuras más comunes son fallas normales, laterales y fracturas cuyas orientaciones preferenciales de Noroeste-Sureste representan un reflejo del fallamiento transforme del complejo "pull-apart" del Golfo de California.

A mediados del Cenozoico, la subducción parcial de la dorsal del Pacífico bajo la placa Norteamericana, modificó el esquema geodinámico de esta porción del continente. El proceso de subducción cambió a distensivo y evolucionó a otro de apertura continental con fallamiento lateral y dio lugar a una modalidad tectónica, conocida como "pull-apart". Este fenómeno, disgregó y separó una parte del continente para constituir lo que hoy es la península de Baja California, que actualmente sigue separándose y migra hacia el Noroeste a razón de 2 a 3 cm por año.

Estratigrafía

Para el municipio de Tijuana, INEGI (2003 b) reporta la existencia de unidades litológicas formadas por rocas ígneas principalmente, originadas en el período cretácico de la era mesozoica, así como rocas sedimentarias y suelo aluvial, originados en los periodos terciario y cuaternario de la era cenozoica, respectivamente.

De acuerdo con el *Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tijuana, 2002-2025*, la composición geológica de la ciudad de Tijuana está dominada por rocas sedimentarias areniscas en la parte Oeste, en las mesetas de Playas de Tijuana y San Antonio de los Buenos, igual que en la delegación La Mesa y parte del Sudeste de La Presa y El Florido. Las "tobas" basálticas se localizan en la región Sur de Playas de Tijuana, Baja Malibú y parte de Lomas de San Antonio de los Buenos y de Playas de Tijuana, hasta su colindancia con el municipio de Rosarito. Las rocas sedimentarias y los conglomerados abundan en la **Mesa de Otay**, las rocas ígneas intrusivas andesíticas en el Cerro Colorado y el Mariano Matamoros, y algunos puntos al Sudeste de La Presa, al Norte de la cortina de la presa y en las cercanías del rancho "La Esperanza", las rocas son ígneas intrusivas de tipo granito. Asimismo, gran parte del cauce del Río Tijuana está formado por rocas sedimentarias, compuestas por arenas y limos medio compactados.

Principales tipos de roca

El 43.52 % del territorio del municipio de **Tijuana** está cubierto por rocas ígneas extrusivas (andesita-toba intermedia) del periodo cretácico de la era mesozoica. Un 19.26% adicional presenta rocas sedimentarias (areniscas) del periodo terciario de la era

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 5	2012	Pág. 17 de 50
--------	------------	------	---------------

cenozoica y un 9.67 % más del territorio está cubierto por rocas ígneas (granito) del cretácico. El resto de la superficie municipal se agrupa en 9 unidades litológicas más, que abarcan desde el período cretácico de la era mesozoica, además de los periodos terciario y cuaternario de la era cenozoica. En resumen, el 58.42 % de la superficie municipal esta cubierta por 5 unidades litológicas del período cretácico de la era mesozoica, donde las rocas ígneas aportan el 92.33 % del total para esta era. El 41.58% de la superficie municipal restante, está cubierta por 7 unidades litológicas de los períodos terciario y cuaternario de la era cenozoica, donde las rocas sedimentarias y suelos aluviales aportan el 77.13% del total para esta era (INEGI, 2003 b).

En los alrededores del sitio en donde se desarrollará el proyecto, INEGI (2003 b) reporta la presencia de suelo aluvial del cuaternario en las llanuras, así como areniscas sedimentarias del terciario en mesetas y mesetas con lomerío, principalmente. Sin embargo, conviene mencionar que el gasoducto se tendió en sitio transformado durante la cimentación de vías de comunicación o durante el movimiento de tierras que se realiza para proceder a la construcción de la infraestructura de la **zona Industrial Mesa de Otay**.

Geología económica

En relación con la minería, en **Baja California** existen explotaciones principalmente de oro y plata; aunque también se extraen, en menor medida, plomo y cobre. Es de mencionarse, que en el estado se localiza uno de los proyectos más importantes en exploración de cobre en el país, localizado en las cercanías del lugar conocido como El Arco.

En la extracción de minerales no metálicos, el principal material en explotación lo constituyen los depósitos sedimentarios marinos, en especial las calizas, destinados a la elaboración de cemento y cal.

Baja California se distingue a escala nacional y mundial por la generación de energía geotérmica; tal es el caso de la planta de transformación energética instalada en Cerro Prieto, al Sur de la ciudad de Mexicali, propiedad de la CFE. Lo que hace posible abastecer parte del Noroeste de México y exportar el excedente a los Estados Unidos. Este campo geotérmico ocupa un área aproximada de 12 km². La energía calorífica y presión litostática, generan una temperatura mayor de 300° C en el agua. Los fluidos hidrotermales se extraen del subsuelo para generación de energía eléctrica con capacidad de 4 870 Gw/h.

TOPOGRAFÍA

El principal sistema orográfico de Baja California cruza longitudinalmente al Estado; se inicia al Norte, en la Sierra de Juárez, y continúa al Sur con el nombre de Sierra de San Pedro Mártir, donde se divide en sierras más pequeñas, con diferentes nombres, hasta el límite con Baja California Sur.

La Sierra Cucapah constituye otro sistema orográfico, y se encuentra ubicada en forma paralela a la Sierra de Juárez, quedando entre ambas una depresión arenosa de baja permeabilidad llamada Laguna Salada; las sierras de Las Tinajas y La Peralta, relativamente pequeñas, se localizan al Noroeste y al Oeste, respectivamente, de la parte Sur de la Sierra de Juárez.

Otros sistemas orográficos de importancia, tales como las sierras de San Felipe, Santa Isabel y San Miguel, se encuentran al Este y Oeste de la Sierra de San Pedro Mártir. Las sierras de menor importancia por su magnitud son: La Asamblea, Las Animas, Agua de Soda, La Libertad y la de San Borja, que se localizan aisladamente al Sur del Estado.

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

Entre las llanuras más importantes podemos mencionar la de Mexicali (deltáica), Laguna Salada (aluvial con inundación), Maneadero, Camalú y San Quintín (costeras), Calamajué (aluvial) y El Berrendo (desértica). Los que realmente se consideran valles son el de Guadalupe, Santo Tomás, San Telmo, El Rosario y La Trinidad.

Relieve

La porción Norte de Baja California, tiene una superficie variable donde contrastan lomeríos, sierras, valles y grandes desiertos. Las altitudes van desde el nivel del mar hasta los picos más altos de las sierras de Juárez (1,800 msnm) y San Pedro Mártir (3,100 msnm). El sistema montañoso recorre todo lo largo de la península, con pendientes a menudo muy abruptas, que descienden directamente hacia el Golfo de California, y mucho más suaves en la vertiente opuesta. Esta cadena montañosa presenta un mayor desarrollo en el cuarto septentrional de la península, donde forma las sierras Juárez y San Pedro Mártir.

El sistema orográfico peninsular se enlaza con las montañas de la Alta California, sobre todo con la Sierra Nevada. Las tres cuartas partes del territorio corresponden a grandes llanuras desérticas.

A este gran desierto se le llama Desierto Sonorense, y está ubicado en la cabeza del Golfo de California; abarca la parte Oeste del Estado de Sonora, así como grandes áreas de Baja California, del Sureste de California y del Suroeste de Arizona.

Entre las características que destacan del relieve en el municipio de Tijuana, es que los sistemas de topoformas que cubren la mayor parte de la superficie municipal son: las sierras (32.22 %), las mesetas (29.28%) y los lomeríos con bajada (13.16 %) De esta manera, el relieve en gran parte del territorio municipal, se presenta en forma ondulante, con alturas que varían desde los 0 m.s.n.m. en sus límites con el Océano Pacífico cerca de la ciudad de Tijuana, incrementándose dicho valor conforme se viaje al Sureste, hasta alcanzar los 1,280 m.s.n.m. en la cúspide del Cerro Bola, en los límites con el municipio de Tecate.

Como ya se indicó, el sitio en donde se pretende instalar el gasoducto se ubica en los límites de un sistema de topoforma de llanura, con una topoforma tipificada como meseta con lomeríos (INEGI, 2003 b)

Elevaciones principales en Tijuana.

NOMBRE	LATITUD NORTE		LONGITUD OESTE		ALTITUD Msnm
	Grados	Minutos	Grados	Minutos	
Cerro Bola	32	19	116	40	1 280
Cerro Gordo	32	19	116	46	1 140
Cerro San José	32	13	116	40	920
Cerro El Carmelo	32	26	116	47	880
Cerro San Isidro	32	32	116	48	840
Cerro La Zorra	32	13	116	41	820
Cerro El Diablo	32	14	116	44	780
Mesa Redonda	32	20	116	56	680
Cerro Colorado	32	28	116	54	540

FUENTE: Cuaderno Estadístico Municipal Tijuana, Estado de Baja California, Ed. 2002

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

Fotografía aérea de la zona urbana de Tijuana



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.

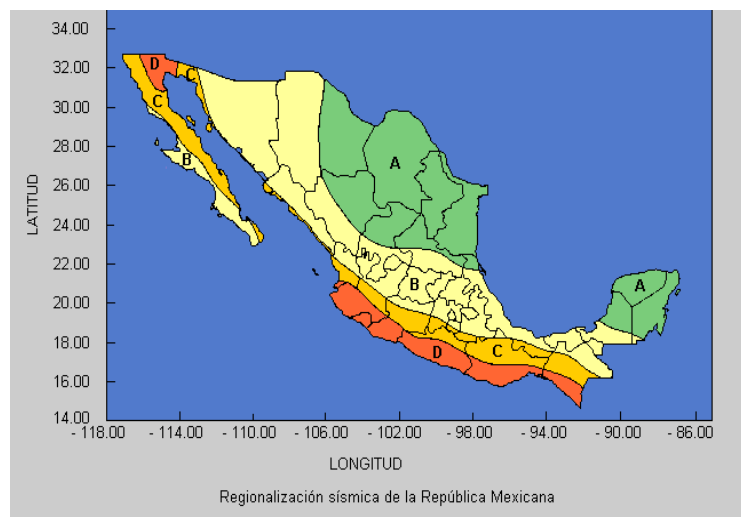
En México existen dos zonas sísmicas. La principal fuente generadora de sismos de gran magnitud (mayores a 7° en la escala de Richter) es la ampliamente conocida zona de subducción, la cual corre a lo largo de la costa Occidental, desde Jalisco hasta Chiapas, continuando hasta América Central.

En el Noroeste de México se encuentra otra zona sísmica, donde también ocurren sismos por la transcurción de una placa respecto a otra, como sucede en la Península de Baja California, que se está moviendo y separando de la porción continental en dirección

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

Noroeste. Este movimiento en sentido horizontal entre placas equivale a deslizar un bloque con rugosidades al lado de otro con características similares; durante el proceso se pueden generar sismos. No obstante, a diferencia de lo que sucede en la zona de subducción, aquí el proceso sólo se presenta en la porción cortical y los sismos serán menos profundos que los que se produzcan por el deslizamiento de la Placa de Cocos, ya que en este caso ocurren bajo la zona cortical y por lo tanto son generalmente más profundos. De esta manera, aunque existe una gran concentración de eventos sísmicos en el Norte del estado de Baja California, sobre todo en la región de Mexicali, los eventos por lo general tienen una magnitud pequeña o regular (Medina, 1997) De hecho, en el extremo Noroeste del país y para el período 1900 – 1993, sólo se ha registrado el epicentro de un sismo con una magnitud mayor a 7° en la escala de Richter en el estado de Sonora, en sus límites con el estado de Baja California (Espíndola y Jiménez, 1994) Más aún, como se observa en el mapa que aparece a continuación, mismo que se tomó del Manual de Diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad, se observa que el área de estudio, incluyendo la zona urbana de la ciudad de Tijuana, se ubica en una región de menor riesgo sísmico.



Aún así se insiste que durante el diseño de infraestructura importante, se contemple la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud. Como se indicó, los datos históricos de sismicidad en esta zona muestran una escasa actividad; sin embargo son muy recientes. Por lo mismo, debe de tomarse en cuenta que esta ausencia de sismicidad pudiera ser únicamente periódica, pues existen fallas que atraviesan la región.

Riesgo Sísmico

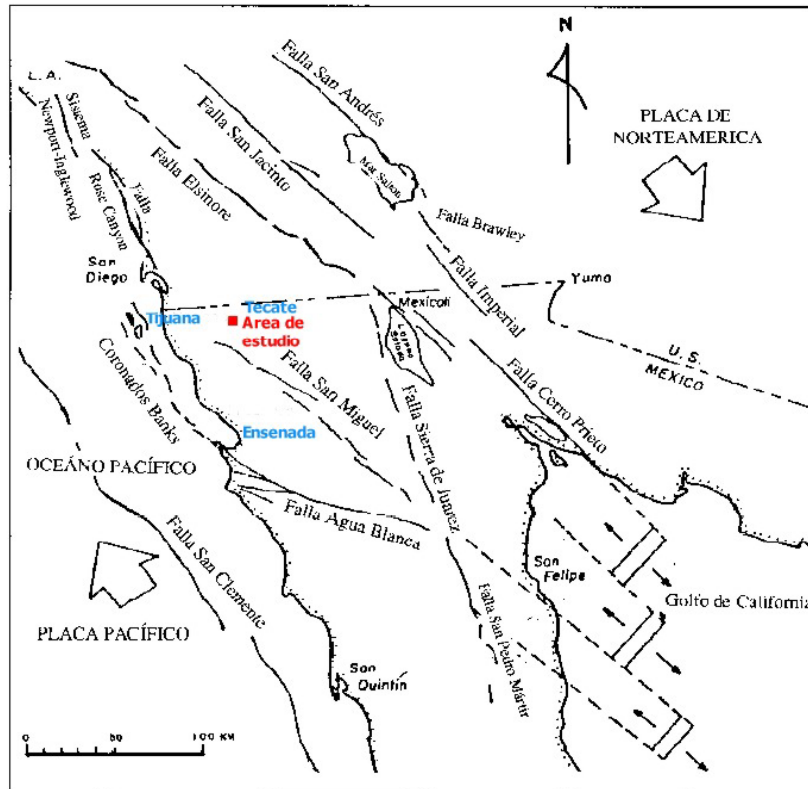
Sismicidad histórica

Marco tectónico regional. El área de estudio se encuentra al Noroeste del estado de Baja California, y se encuentra asentada sobre una zona tectónicamente activa, definida como de *zona de cizalla*, que se encuentra entre el límite de las placas de Norteamérica y Pacífico (Legg *et al.*, 1991). En el Sur de California y Norte de Baja California, la zona 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

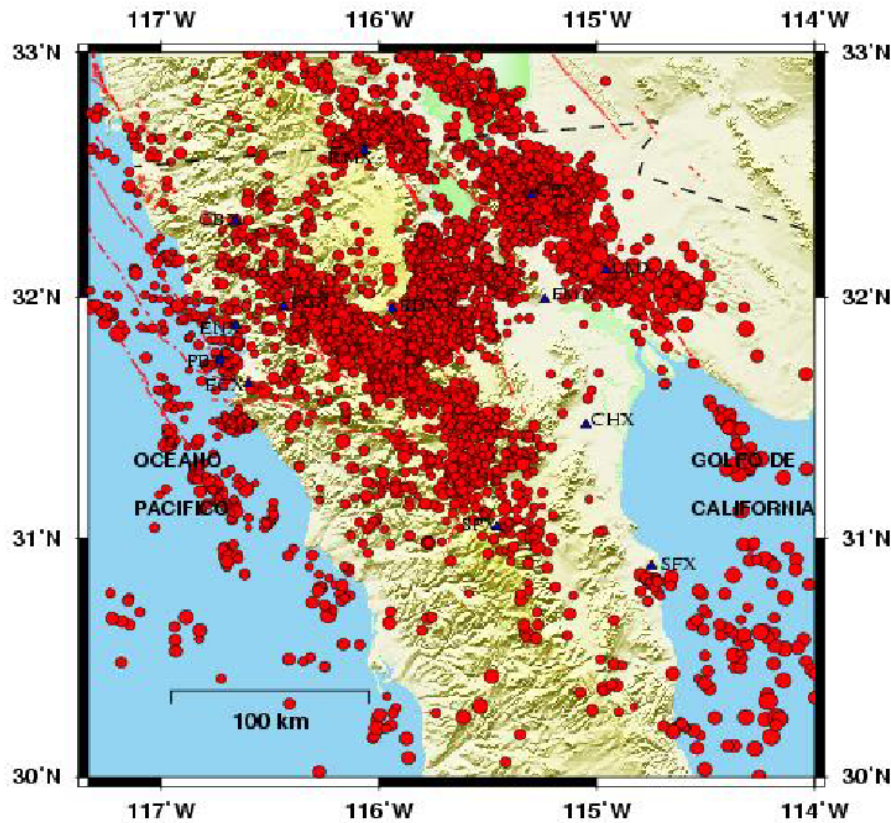
límite de placas tiene un ancho de más de 225 km, desde la Falla San Clemente, localizada aproximadamente 100 km al Oeste de la línea de costa, hasta la Falla San Andrés al Oriente (Berguer y Schug, 1991). La zona de cizallamiento del Sur de California (Southern California Shear Zone; Legg *et al.*, 1991) tiene los siguientes límites: al Este se encuentra la zona de Falla de San Andrés, Imperial y Cerro Prieto, al Norte se localiza el Bloque de Sierras Transversas Occidentales (Western Transverse Ranges Block), al Oeste el sistema de Fallas San Clemente y al Sur la Falla Agua Blanca.



Marco sismo tectónico donde se encuentra ubicada el área de estudio. Las flechas indican el movimiento relativo de las placas Norteamericana y del Pacífico.

Sismicidad. La actividad sismotectónica del Norte de Baja California y Sur de California se debe principalmente a cuatro sistemas o conjuntos de fallas activas. Hacia el Oriente se encuentran las Fallas Imperial, Cerro Prieto, Cucapá y Laguna Salada, todas localizadas en el Valle de Mexicali-Imperial.

En el escape del Golfo se localizan la Falla San Pedro Mártir, el lineamiento de San Felipe y las fallas asociadas con el escarpe de la Sierra Juárez. Las Fallas Agua Blanca, el sistema San Miguel-Vallecitos-Calabazas cruzan el Macizo Peninsular (Suárez Vidal *et al.*, 1991). Cerca de la costa del Pacífico están el sistema Rose Canyon-Silver Strand, la Falla La Nación y en la plataforma continental se encuentran las Fallas Coronado Banks y San Clemente (Anderson *et al.*, 1989; Suárez Vidal *et al.*, 1991).



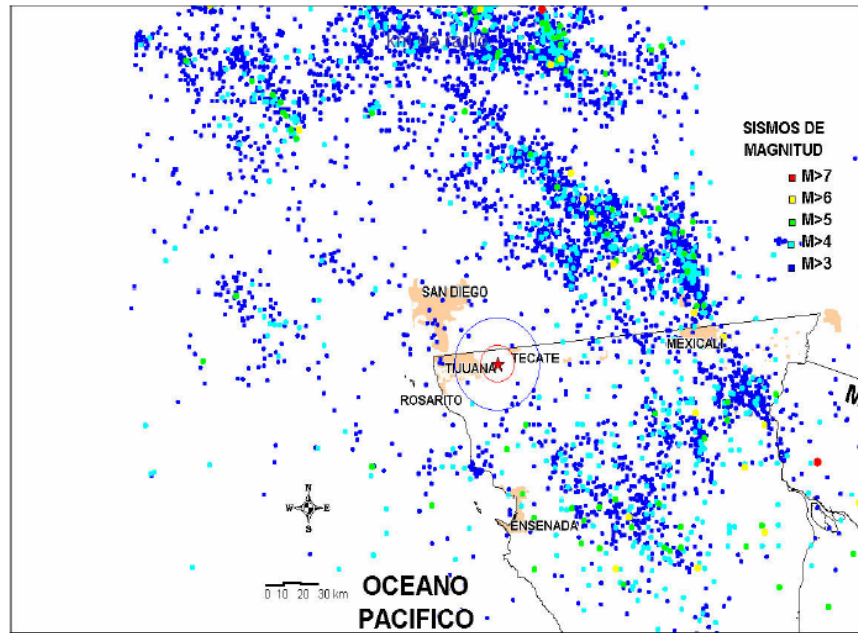
Sismicidad registrada instrumentalmente por la Red Sísmica del Noroeste de México, con localizaciones reportadas por CICESE. El periodo es de 1976 a 2001, para magnitudes mayores de 2.0. Las localizaciones epicentrales mostradas en esta figura son confiables únicamente al Sur de la frontera México-EE.UU., debido a la falta de cobertura de esta red hacia el Norte.

Munguía-Orozco y Vidal-Villegas, 1991, identifican que la sismicidad del Norte de Baja California se encuentra asociada a las siguientes zonas: el área de Ensenada, la zona de Falla de San Miguel-Vallecitos, el área de Pino Solo, el área de la Sierra de Juárez y Laguna Salada y el sistema de Fallas Cerro Prieto-Imperial. La zona de estudio también se ve afectada por la sismicidad de la zona de Rose Canyon, La Nación y plataforma continental (Wesnousky, 1986; Anderson *et al.*, 1989). Frez-Cárdenas y González-García, 1991, señalan que la mayor parte de los terremotos con $M_L > 6.0$ en el Norte del Estado ocurren a lo largo de las Fallas Cerro Prieto, Imperial y San Miguel. Además, una gran parte de la micro sismicidad ($M_L < 3.0$) es esporádica, dominada por enjambres y se encuentra en buena correlación con fallas mapeadas.

Es importante resaltar que aún cuando la región donde se encuentra el área de estudio es relativamente quieta en sus niveles de actividad sísmica, está rodeada de zonas sismo génicas muy importantes, de las cuales puede provenir el peligro sísmico para el área. En otras palabras, el hecho de que no exista sismicidad local abundante no significa que no exista peligro sísmico para el área de estudio.

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



Sismicidad registrada instrumentalmente por la Red del Sur de California, con localizaciones reportadas por Caltech. El periodo es de 1932 a 1998, para magnitudes mayores de 3.0. Las localizaciones epicentrales mostradas en esta figura son confiables únicamente al Norte de la frontera México-EE.UU., debido a la falta de cobertura de esta red hacia el Sur. Se muestran dos círculos centrados en el área de estudio, con 10 y 25 km de radio.

En el estado de Baja California, se localizan tres regiones sísmicas: las regiones sísmica, penisísmica y asísmica. En la regionalización sísmica de la península de Baja California, **Tijuana** se localiza en la zona de mayor sismicidad, con una frecuencia de eventos seis veces mayor que en las otras zonas. En ella se advierte que los sismos en su mayoría son poco profundos y de magnitudes elevadas, que pueden causar serios daños en los centros de población, aunque sus áreas de influencia están distribuidas en zonas de baja sismicidad.

Algunos efectos colaterales de un sismo en **Tijuana** podrían deberse al fenómeno de licuación, que ocurre en terrenos con sedimentos arenosos poco consolidados con gran saturación de agua.

-Principales fallas y fracturas.

Para el caso del municipio de **Tijuana**, se encuentran algunas fallas localizadas al Noreste sobre la mesa de Otay y al poniente sobre las zonas cerriles. También se presentan algunas fracturas, principalmente hacia el Sur del municipio. Las fallas y fracturas que se presentan pertenecen al sistema de la falla de San Andrés (PO, 1995 b) Las fallas y fracturas siguen la misma orientación general de las grandes estructuras batolíticas, orientadas Noroeste-Sureste en armonía con la dirección peninsular.

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 fallas y fracturas geológicas, al igual que otras características del medio natural, tiene gran importancia porque conllevan cierto riesgo y condicionan los usos del suelo. La geología de la ciudad de **Tijuana** está segmentada por una serie de fallas geológicas que han sido descritas en numerosos estudios sobre la región.

A escala local, y con relación al centro de población, se identifican una serie de fallas, la mayoría de tipo normal y algunas con grandes saltos, que pueden apreciarse en la fotografía aérea de **Tijuana**. Las de Agua Tibia, García, La Nación, La Gloria, los Buenos del Mar y Agua Caliente son las más importantes y se han reportado en estudios más recientes. Por otro lado, las fracturas que se pueden encontrar, ya sea asociadas a fallas o inducidas por la debilidad estructural del terreno, también se deben señalar para evitar problemas en las construcciones.

De acuerdo con el *Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tijuana 2002- 2025*, en el centro de población se identifican tres sistemas de fallas.

Aunque las fallas no siempre implican un riesgo de gran magnitud, se les debe tener en cuenta pues inducen la debilidad estructural del terreno y pueden desencadenar deslizamientos de tierra, como los que ya han ocasionado serios problemas en distintos puntos de la ciudad.

Entre los aspectos que contribuyen a que esto ocurra están: la existencia de litología poco consolidada o de naturaleza frágil, la pendiente del terreno, el contenido de material cohesivo (arcillas y limos) en el suelo, y la existencia de fallas y microfallas geológicas.

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. 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 este fenómeno se concentra en la **Faja Volcánica Mexicana**, que se extiende prácticamente de costa a costa alrededor del paralelo 19° N. Los volcanes de esta faja se levantan sobre territorio de los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, México, Hidalgo, Puebla, Veracruz y el Distrito Federal. Espíndola (1999), indica que son 10 los principales volcanes con actividad geológica reciente, mismos que califica de alto peligro.

Principales volcanes con actividad geológica reciente.

No.	Volcán	Estado o Zona
1	La Virgen (Complejo Tres Vírgenes)	Baja California Sur
2	Bárcena (Isla San Benedicto)	Islas Revillagigedo
3	Everman (Isla Socorro)	Islas Revillagigedo
4	Ceboruco	Nayarit
5	Volcán de Colima	Jalisco y Colima
6	Popocatepetl	México y Puebla

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

7	Pico de Orizaba	Puebla-Veracruz
8	San Martín Tuxtla	Veracruz
9	El Chichón	Chiapas
10	Tacaná	Chiapas

Sin embargo, el número exacto de volcanes potencialmente peligrosos varía según el autor consultado. Una lista más amplia abarcaría los volcanes Sangaguay (Nayarit), La Primavera (Jalisco), Parícutín y Jurullo (Michoacán), Xitle (Distrito Federal) y Los Humeros (Puebla-Veracruz).

Como se observa de las listas anteriores, no existen volcanes activos cerca del sitio del proyecto. El volcán más cercano es el volcán La Virgen, en el Estado de Baja California Sur. No obstante, Medina (1997) indica que en 1989 se añadieron al catálogo de volcanes activos de México de la Asociación Internacional de Vulcanología y Química del Interior de la Tierra, 5 volcanes adicionales a los ya mencionados. Entre ellos se encuentra el Volcán Cerro Prieto, mucho más cercano al sitio de proyecto, pero a una distancia mayor a los 150 kilómetros.

- Deslizamientos

No se detectaron reportes de este tipo de fenómenos en sitios cercanos al proyecto. Sin embargo, en la zona costera, aproximadamente a 12 kilómetros al Noroeste de Ensenada, fue preciso realizar obras de estabilización para atender el deslizamiento del kilómetro 98+000 de la carretera Tijuana-Ensenada (Ecodes, S. P., 1997) Por lo tanto, este problema sí se presenta a escala regional.

La combinación de lluvias excepcionales (como las ocurridas en 1993, 1995 y marzo de 1998), y la presencia de fenómenos de tipo geológico como sismos, han originado problemas de deslizamientos de masas de terrenos en ciertas zonas de la ciudad, que además se agravan por la presencia de factores antrópicos como cortes en laderas y la eliminación de la cubierta vegetal que incrementan la erosión y la inestabilidad.

Los deslizamientos de laderas y los hundimientos de tierra se comportan de modo distinto, pero en ambos casos es común encontrar asociadas pendientes pronunciadas, fracturamiento geológico, materiales sedimentarios no bien consolidados y/o sobrehidratados. Otros factores que también contribuyen son el grado de intemperismo del suelo, el tipo de construcciones y el grado de urbanización.

Si bien los deslizamientos ocurren principalmente en los asentamientos irregulares, los desarrollos habitacionales edificados por constructoras también llegan a presentar estos problemas.

Otra práctica común que también induce los deslizamientos es la eliminación de la cobertura vegetal, que es el factor natural más efectivo para retener el suelo y prevenir los deslizamientos y la erosión.

Otro problema con la inestabilidad de los taludes es que los cortes y la inclinación de los taludes se hacen sin consideración de las características de los suelos. En diversos puntos de la ciudad es común observar secciones de cortes en tramos de carreteras, con taludes que llegan a 20 metros de altura, desarrollados en materiales frágiles y erosionables, sin sistemas que eviten la erosión por agua y viento, provocando que con el tiempo se desgasten y derrumben.

- Derrumbes

Los derrumbes son movimientos del terreno contiguo a laderas por efecto de las fuerzas de gravedad. Todos los derrumbes son debidos a la fractura de materiales (rocas, suelo o detritos) cuando son sujetos a la acción de fuerzas de varios tipos, o a la pérdida de cohesión por el efecto de diversos fenómenos (Espíndola, 1990) Entre las causas externas más importantes de fractura o pérdida de cohesión se encuentran:

- La pérdida de apoyo lateral a causa de la remoción de material por erosión de ríos, arroyos, lagos y mares o por construcción de caminos, excavación de canteras, canales, etc.
- Vibración del terreno por temblores, explosiones, tráfico vehicular, etc.
- Aumento de la carga que soporta el terreno. Esta puede ser debida a construcciones, nieve, agua, acumulación de detritos de varios tipos, etc.

Por otra parte, los factores que contribuyen a la pérdida interna de cohesión en los materiales incluyen, entre otros:

- Cambios debidos al intemperismo o a reacciones químicas en los componentes del material.
- Cambios en el contenido de agua y en la estructura interna del material.
- Las características propias del material, tales como textura, composición y estructura, así como la geometría de su emplazamiento.

En México cada año se producen pérdidas humanas por efecto de los derrumbes, como resultado de la temporada de lluvias. El área metropolitana de la ciudad de México es una de las zonas más afectadas. Sin embargo, también se han registrado este tipo de eventos en otras partes del país como en Acapulco (Guerrero), Teziutlán (Puebla) y en el caso particular que nos ocupa, en Tijuana, donde se vieron afectadas varias construcciones edificadas dentro del cauce de corrientes de agua intermitentes.

Edafología

La clasificación de Suelos que se emplea en este capítulo es la elaborada por la FAO-UNESCO (1970), modificada por la Dirección General de Geografía (INEGI, 2001).

Baja California está caracterizado por la presencia de climas secos (muy seco semicálido, muy seco templado, mediterráneo templado, etcétera), los cuales, en constante interacción con factores, tales como: material parental (rocas graníticas) y relieve (ondulado y montañoso), han dado lugar a la formación de suelos poco desarrollados, de textura arenosa o de migajón arenoso, principalmente.

De los diferentes tipos y asociaciones de suelos con que cuenta la entidad, destacan los regosoles, los litosoles y los yermosoles; de los tres, los más abundantes son los regosoles, que representan aproximadamente el 46 por ciento de la superficie del Estado. Las características edafológicas, conjuntamente con la disponibilidad del recurso agua, han contribuido al desarrollo de las actividades agrícolas principalmente en la región Noroeste del municipio de Mexicali, y en los Valles de los municipios de Tecate y Ensenada, como son el Valle de Las Palmas, Ojos Negros, San Quintín, Maneadero y el Valle de Guadalupe.

Gran parte de los suelos de la entidad (67%) se encuentran afectados por fases físicas, ya sea a cierta profundidad (fase lítica, petrocálcica) o a nivel más superficial (fase gravosa o pedregosa), 12% tienen fases químicas (salinidad o sodicidad) y sólo un pequeño porcentaje son profundos, sin limitantes físicas o químicas.

Los suelos de textura gruesa predominan en las subprovincias: Desierto de Altar, al Noreste de la entidad; Sierra de la Giganta al Sur, hacia el Golfo de California; Sierras de Baja California Norte, a lo largo del estado; y en menor proporción, en la discontinuidad Desierto de San Sebastián Vizcaíno, situada al Sur. Los suelos de textura media se extienden sobre las sierras Juárez, San Antonio, San Pedro Mártir, Santa Isabel y San Miguel, en la parte Centro-Norte del estado, mientras que al Sur se ubican en algunas partes del llano El Berrendo, entre otros. Los suelos de textura fina se localizan principalmente en el área de influencia de la Laguna Salada, alrededor de las ciudades de Mexicali, Tijuana y parte de la sierra La Libertad, por citar algunas.

En la entidad dominan los suelos de baja fertilidad, que se distribuyen tanto en la subprovincia Desierto de Altar, como en la subprovincia Sierras de Baja California Norte y la discontinuidad Desierto de San Sebastián Vizcaíno. La mayor parte de ellos son someros o muy someros (menores de 50 centímetros) y presentan baja capacidad de intercambio de cationes. Además, en algunos hay acumulación de sales solubles o sodio. Los suelos de mediana fertilidad se localizan alrededor de Rancho Nuevo al Este de Punta Colonet, San José al Este de Ensenada y en La Esperanza, al Sur del estado (por mencionar sólo algunas localidades), son en su mayoría someros o moderadamente profundos, ya que algunos tienen una capa de caliche o de roca que limita su profundidad, y otros presentan a nivel superficial fases físicas (gravas o piedras) o químicas en su perfil (sales solubles o sodio), que afectan el desarrollo fisiológico de las plantas.

Los suelos de alta fertilidad ocupan una menor extensión y son arcillosos, como los ubicados al Sureste de Tijuana.

Los factores formadores del suelo con más relevancia que se presentan en la entidad son: la naturaleza del material parental, las condiciones climáticas y la topografía. Muchos de los suelos se han derivado de rocas tales como arenisca, toba ácida y granito, cuyo contenido de cuarzo es alto. Además, las areniscas poseen cantidades considerables de carbonatos, que al haber sido intemperizadas, han generado suelos de textura gruesa o media, de estructura suelta y muy porosos, que resultan ser de fácil manejo. Sin embargo, muestran alta permeabilidad sobre todo en los horizontes superficiales y no tienen capacidad de retención de agua o de nutrientes solubilizados, de ahí que su fertilidad sea baja. Los suelos con estas características se distribuyen por todo el estado y cubren alrededor de 70% de su extensión territorial.

El resto de los suelos se han derivado de rocas ígneas intrusivas y extrusivas de composición básica e intermedia, así como conglomerado (con fragmentos basálticos o calizos) y caliza. Estos suelos son de textura fina, alta fertilidad potencial y considerable capacidad de retención de nutrientes y agua; llegan a ser duros cuando están secos, pero cuando se humedecen son pegajosos y pobremente aireados, como sucede en los vertisoles.

En la entidad, debido a las características climáticas de aridez, la disgregación es el proceso de intemperismo físico dominante en la formación de suelos. Éste da lugar al agrietamiento y fragmentación de las rocas, que se realiza por factores como la temperatura (cambios bruscos) y el viento (el cual provoca intemperismo mecánico por el arrastre de las partículas) Ocurren además procesos acumulativos como depositación y adición.

Gran parte del año los suelos están secos debido a los bajos índices de precipitación que se presentan, excepto en algunas áreas de las sierras San Miguel y San Pedro Mártir, entre otras, en las cuales permanecen húmedos en los meses de diciembre a marzo pues la precipitación excede a la evaporación. Debido a esta circunstancia de sequedad, la

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

profundidad de la infiltración es baja. Por tal motivo los perfiles no son lavados y los materiales solubles, así como partículas muy finas, son acarreados hasta la profundidad de infiltración, donde se acumulan las sales solubles y el carbonato de calcio, que gradualmente constituyen una capa de caliche característica de los terrenos localizados en San Agustín, en la parte central del estado. Mientras que en otros casos, sólo se llega a enriquecer una capa del suelo con carbonatos, como en los yermosoles y regosoles calcáricos.

Un factor muy importante que participa en los procesos de formación de los suelos es el relieve, el cual está determinado por dos formas de terreno: la accidentada y la plana. En la primera se identifican toposformas del tipo de mesetas, lomeríos, bajadas y sierras que tienen presencia en la totalidad de las subprovincias Sierras de Baja California Norte y Sierra de La Giganta. Con excepción de las mesetas, estas formas del terreno dan lugar a la pérdida de suelo por diferentes tipos de erosión, originando que los suelos residuales sean delgados y en ocasiones pedregosos.

En la segunda, predominan los sistemas de toposformas de llanuras (con piso rocoso, inundables o salinos) y campos de dunas, que tienen suelos de mayor profundidad debido a las grandes aportaciones de sedimentos provenientes de las zonas accidentadas. Dichas toposformas pertenecen a las subprovincias Sierra de Baja California Norte, Desierto de Altar, Sierras de La Giganta y a la discontinuidad Desierto de San Sebastián Vizcaíno.

La participación de la vegetación en la formación y retención del suelo es de poca importancia por su baja cobertura y escasa aportación de residuos de materia orgánica, por lo que se tienen, en general, suelos pobres en nutrientes como los regosoles. En orden de importancia, por la extensión que ocupan, en el estado se encuentran los siguientes tipos de suelos: regosoles, litosoles, yermosoles, xerosoles, solonchaks, feozems y vertisoles, entre otros (INEGI, 2001)

Gran parte de los suelos de la entidad (67%) se encuentran afectados por fases físicas, ya sea a cierta profundidad (fase lítica, petrocálcica) o a nivel más superficial (fase gravosa o pedregosa), 12% tienen fases químicas (salinidad o sodicidad) y sólo un pequeño porcentaje son profundos, sin limitantes físicas o químicas.

Los suelos de textura gruesa predominan en las subprovincias: Desierto de Altar, al Noreste de la entidad; Sierra de la Giganta al Sur, hacia el Golfo de California; Sierras de Baja California Norte, a lo largo del estado; y en menor proporción, en la discontinuidad Desierto de San Sebastián Vizcaíno, situada al Sur. Los suelos de textura media se extienden sobre las sierras Juárez, San Antonio, San Pedro Mártir, Santa Isabel y San Miguel, en la parte Centro-Norte del estado, mientras que al Sur se ubican en algunas partes del llano El Berrendo, entre otros. Los suelos de textura fina se localizan principalmente en el área de influencia de la Laguna Salada, alrededor de las ciudades de Mexicali, Tijuana y parte de la sierra La Libertad, por citar algunas.

En la entidad dominan los suelos de baja fertilidad, que se distribuyen tanto en la subprovincia Desierto de Altar, como en la subprovincia Sierras de Baja California Norte y la discontinuidad Desierto de San Sebastián Vizcaíno. La mayor parte de ellos son someros o muy someros (menores de 50 centímetros) y presentan baja capacidad de intercambio de cationes. Además, en algunos hay acumulación de sales solubles o sodio. Los suelos de mediana fertilidad se localizan alrededor de Rancho Nuevo al Este de Punta Colonet, San José al Este de Ensenada y en La Esperanza, al Sur del estado (por mencionar sólo algunas localidades), son en su mayoría someros o moderadamente profundos, ya que algunos tienen una capa de caliche o de roca que limita su profundidad,

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 5	2012	Pág. 29 de 50
--------	------------	------	---------------

y otros presentan a nivel superficial fases físicas (gravas o piedras) o químicas en su perfil (sales solubles o sodio), que afectan el desarrollo fisiológico de las plantas. Los suelos de alta fertilidad ocupan una menor extensión y son arcillosos, como los ubicados al Sureste de Tijuana.

Los factores formadores del suelo con más relevancia que se presentan en la entidad son: la naturaleza del material parental, las condiciones climáticas y la topografía. Muchos de los suelos se han derivado de rocas tales como arenisca, toba ácida y granito, cuyo contenido de cuarzo es alto. Además, las areniscas poseen cantidades considerables de carbonatos, que al haber sido intemperizadas, han generado suelos de textura gruesa o media, de estructura suelta y muy porosos, que resultan ser de fácil manejo. Sin embargo, muestran alta permeabilidad sobre todo en los horizontes superficiales y no tienen capacidad de retención de agua o de nutrientes solubilizados, de ahí que su fertilidad sea baja. Los suelos con estas características se distribuyen por todo el estado y cubren alrededor de 70% de su extensión territorial.

El resto de los suelos se han derivado de rocas ígneas intrusivas y extrusivas de composición básica e intermedia, así como conglomerado (con fragmentos basálticos o calizos) y caliza. Estos suelos son de textura fina, alta fertilidad potencial y considerable capacidad de retención de nutrientes y agua; llegan a ser duros cuando están secos, pero cuando se humedecen son pegajosos y pobremente aireados, como sucede en los vertisoles.

En la entidad, debido a las características climáticas de aridez, la disgregación es el proceso de intemperismo físico dominante en la formación de suelos. Éste da lugar al agrietamiento y fragmentación de las rocas, que se realiza por factores como la temperatura (cambios bruscos) y el viento (el cual provoca intemperismo mecánico por el arrastre de las partículas) Ocurren además procesos acumulativos como depositación y adición.

Gran parte del año los suelos están secos debido a los bajos índices de precipitación que se presentan, excepto en algunas áreas de las sierras San Miguel y San Pedro Mártir, entre otras, en las cuales permanecen húmedos en los meses de diciembre a marzo pues la precipitación excede a la evaporación. Debido a esta circunstancia de sequedad, la profundidad de la infiltración es baja. Por tal motivo los perfiles no son lavados y los materiales solubles, así como partículas muy finas, son acarreados hasta la profundidad de infiltración, donde se acumulan las sales solubles y el carbonato de calcio, que gradualmente constituyen una capa de caliche característica de los terrenos localizados en San Agustín, en la parte central del estado. Mientras que en otros casos, sólo se llega a enriquecer una capa del suelo con carbonatos, como en los yermosoles y regosoles calcáricos.

Un factor muy importante que participa en los procesos de formación de los suelos es el relieve, el cual está determinado por dos formas de terreno: la accidentada y la plana. En la primera se identifican topofomas del tipo de mesetas, lomeríos, bajadas y sierras que tienen presencia en la totalidad de las subprovincias Sierras de Baja California Norte y Sierra de La Giganta. Con excepción de las mesetas, estas formas del terreno dan lugar a la pérdida de suelo por diferentes tipos de erosión, originando que los suelos residuales sean delgados y en ocasiones pedregosos.

En la segunda, predominan los sistemas de topofomas de llanuras (con piso rocoso, inundables o salinos) y campos de dunas, que tienen suelos de mayor profundidad debido a las grandes aportaciones de sedimentos provenientes de las zonas accidentadas, Dichas topofomas pertenecen a las subprovincias Sierra de Baja California Norte,

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

Desierto de Altar, Sierras de La Giganta y a la discontinuidad Desierto de San Sebastián Vizcaíno.

La participación de la vegetación en la formación y retención del suelo es de poca importancia por su baja cobertura y escasa aportación de residuos de materia orgánica, por lo que se tienen, en general, suelos pobres en nutrientes como los regosoles. En orden de importancia, por la extensión que ocupan, en el estado se encuentran los siguientes tipos de suelos: regosoles, litosoles, yermosoles, xerosoles, solonchaks, feozems y vertisoles, entre otros (INEGI, 2001)

TIPOS DE SUELO PRESENTES EN EL ESTADO

Regosol. Se caracterizan por no presentar capas distintas. En general son de tono claro. Se encuentran en las playas, dunas y, en mayor o menor grado, en las laderas de las sierras, muchas veces acompañados de litosoles y de roca o tepetate que aflora. Su fertilidad es variable, y su uso agrícola está condicionado principalmente a su profundidad y a la pedregosidad que presenten. Se pueden desarrollar diferentes tipos de vegetación.

Litosol. Se distinguen por tener una profundidad menor a los 10 cm. Se localizan en las sierras, en laderas, barrancas y malpais, así como en lomeríos y algunos terrenos planos. Tiene características muy variables, pues pueden ser fértiles o infértiles, arenosos o arcillosos. Su susceptibilidad a la erosión depende de la zona en donde se encuentren, de la topografía y del mismo suelo.

Yermosol. Se les caracteriza por tener una capa superficial de tonalidades claras y un subsuelo rico en arcilla o semejante a la capa superficial. En ocasiones presentan acumulación de cal o yeso en el subsuelo. A veces son salinos. Cuando tienen vegetación de pastizal y de algunos matorrales, es posible el desarrollo de la actividad ganadera con rendimientos moderados o bajos. En estos suelos es común la explotación de ciertas plantas de matorral, como la candelilla.

Xerosol. Se caracterizan por tener una capa superficial de tono claro y muy pobre en humus, debajo de la cual puede haber un subsuelo rico en arcillas. Algunas veces presentan manchas,

polvo o aglomeraciones de cal a cierta profundidad, así como cristales de yeso o caliche. Ocasionalmente son salinos. Los xerosoles tienen baja susceptibilidad a la erosión, excepto cuando están en pendientes o sobre caliche.

Vertisol. Se caracterizan por las grietas anchas y profundas que presentan en época de sequía, son suelos arcillosos de color café rojizo en el Norte del país, y pegajosos cuando están húmedos, y muy duros cuando están secos. Su utilización agrícola es muy extensa, variada y productiva, son generalmente muy fértiles, pero presentan problemas en su manejo debido a su dureza, y con frecuencia ocasionan problemas de inundación y drenaje. Ocasionalmente son salinos. En el Norte del país se usan en la agricultura de riego con buenos rendimientos, y cuando tienen pastizales son muy adecuados para la actividad pecuaria. Presentan una baja susceptibilidad a la erosión.

Feozem. Su principal distintivo es una capa superficial oscura, suave y rica en materia orgánica y nutriente. Son suelos abundantes en nuestro país, y los usos son variados, en función del clima, relieve y algunas condiciones del suelo. Muchos feozem son profundos y están situados en terrenos planos, que se utilizan para agricultura de riego o de temporal, con altos rendimientos. Los menos profundos, o los que se presentan en laderas y pendientes, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con mucha facilidad. Se pueden utilizar para ganadería.

Fluvisol. Suelos formados por materiales acarreados por el agua, y constituidos por materiales disgregados, es decir, son suelos poco desarrollados. Se encuentran en todos los climas y regiones de México, cercanos a los lagos o sierras, desde donde escurre agua a los llanos, así como en los lechos de los ríos. Muchas veces presentan capas alternadas de arena, arcilla o gravas. Pueden ser someros o profundos, arenosos o arcillosos, fértiles o infértiles, en función del tipo de materiales que lo forman.

Solonetz. Se caracterizan por tener un subsuelo arcilloso con terrones duros en forma de columnas; presentan un alto contenido de álcali. Su utilización agrícola es muy limitada y su mejoramiento difícil y costoso. Cuando presentan pastizales se utiliza para ganadería. Son poco susceptibles a la erosión.

Planosol. Se caracterizan por presentar, debajo de la capa superficial, una capa menos delgada de un material claro que es siempre menos arcilloso que las capas ubicadas arriba o abajo de él. Esta capa es infértil y ácida, y a veces impide el paso de las raíces. Debajo de la capa mencionada se presenta un subsuelo muy arcilloso e impermeable, o bien roca o tepetate, también impermeables. Se utiliza para actividades agropecuarias. Son muy susceptibles a la erosión, sobre todo en las capas superficiales que descansan sobre la arcilla o tepetate impermeable.

Solonchak. Se caracterizan por presentar un alto contenido de sales en alguna porción del suelo o en su totalidad. Su uso agrícola está limitado a cultivos muy resistentes a las sales. El uso pecuario de estos suelos depende de la vegetación que sostienen; sin embargo, los rendimientos son bajos. Algunos de estos suelos se utilizan como salinas. Tienen poca susceptibilidad a la erosión.

Tipos de suelos presentes en el área y zonas aledañas

De acuerdo con lo reportado en la versión abreviada del *Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tijuana, B. C. (PO, 1995 b)*, los suelos más abundantes del área de estudio son los vertisoles crómicos mezclados con regosoles eútricos de textura fina. Las características de este tipo de suelos son las siguientes.

Vertisol: Son suelos muy arcillosos, frecuentemente de color negro, gris o café rojizo, y se caracterizan por las grietas anchas y profundas que aparecen en la época de sequía. Son suelos fértiles, pero presentan problemas de manejo, ya que su dureza dificulta la labranza si no se hace con la humedad apropiada y con frecuencia, presentan problemas de inundaciones y drenaje. Tienen por lo general, una baja susceptibilidad a la erosión. Los suelos de tipo Vertisol crómico son de color rojizo (Aguilera, 1989; Islas, 1990)

Regosol: Son suelos que se caracterizan por no presentar capas distintivas, formados por material suelto que no sea aluvial reciente. En general, son de colores claros y se parecen bastante a la roca subyacente. Su fertilidad es variable y su uso agrícola está condicionado por su profundidad y al hecho de que no sean muy pedregosos. Su susceptibilidad a la erosión es variable. El suelo de tipo Regosol eútrico no presenta ninguna propiedad especial, salvo las señaladas para el grupo (Aguilera, 1989; Islas, 1990)

Uno de los suelos más abundantes del área (Vertisol crómico) tienen una susceptibilidad a erosionarse que puede calificarse como baja, de acuerdo con los valores asignados a cada tipo de suelo en el trabajo de SEDUE (s.f.) Ahí mismo se asigna una susceptibilidad a la erosión media para suelos de tipo Regosol eútrico.

Sitio de proyecto:

Es importante aclarar que en el sitio en donde se instaló el gasoducto, los suelos originales han sido removidos hace tiempo, durante la construcción de las calles y vialidades, o durante el movimiento de tierras que se realizó para proceder a la construcción de la infraestructura de la **zona Industrial Mesa de Otay**.

De acuerdo con la *Síntesis Geográfica del Estado de Baja California*, en la mayor parte del área de estudio del presente proyecto el tipo de suelo predominante es el **Vertisol Crómico (Vc + Je)** con **fluvisol eutrítico** como suelo secundario, de clase textural fina en los 30 cm superficiales de suelo.

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.

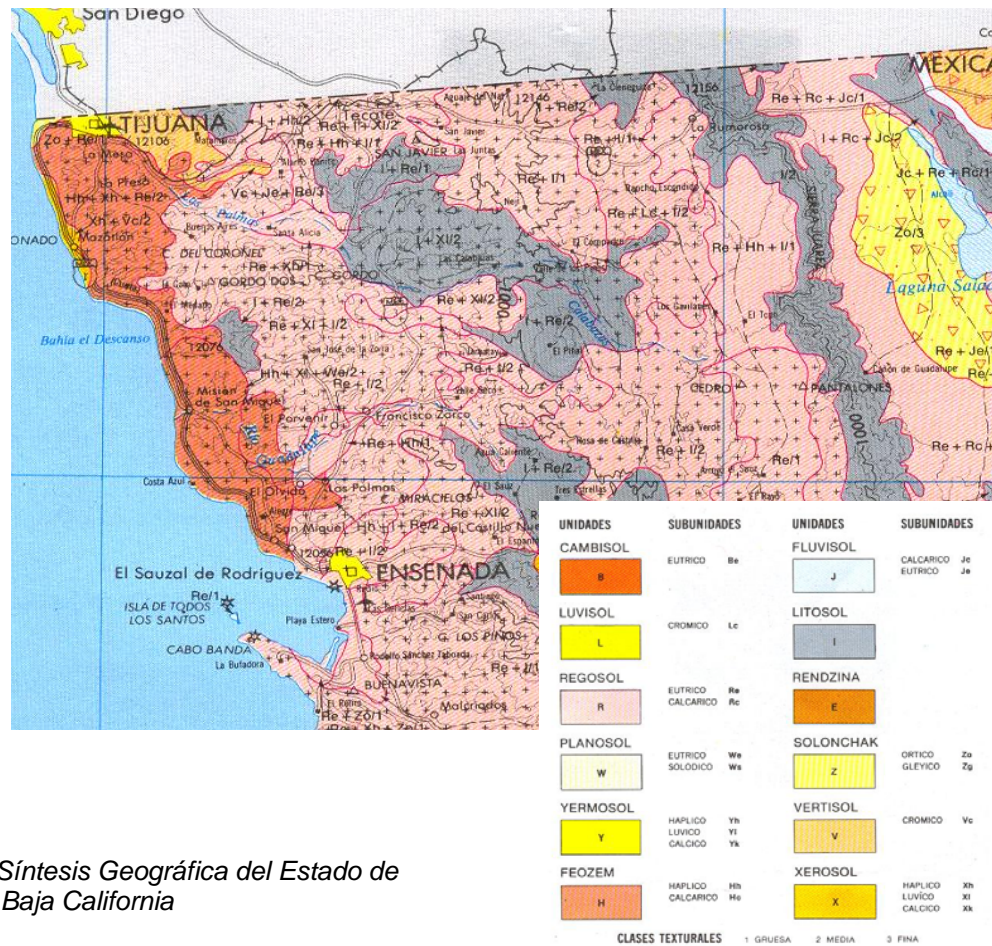
La vegetación natural de estos suelos va desde selvas bajas hasta los pastizales y matorrales de los climas semisecos.

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.

Mapa de tipo de suelos



Fuente: Síntesis Geográfica del Estado de Baja California

Vulnerabilidad Hidrometeorológica Climatología

La información climatológica en general proviene de la cartografía del INEGI y de los datos inéditos de la Comisión Nacional del Agua para su estación meteorológica No. 28 “Presa Rodríguez”, ubicada a los 32°26’49” de Latitud Norte, 116°54’28” de Longitud Oeste y 120 m.s.n.m. Dicha estación se localiza a menos de 5 kilómetros de Parque Industrial El Florido, y la información analizada por INEGI (2003 b) abarca el periodo comprendido entre los años 1983 a 2000.

La península de **Baja California** presenta dos grandes regiones climáticas: la primera, al Noroeste, con un clima mediterráneo, con temperaturas templadas la mayor parte del año y lluvias en invierno; es en esta región donde se asienta la mayoría de la población; y la segunda, en la parte oriental, con un clima extremoso semiárido y escasas lluvias durante todo el año. Las dos regiones están divididas por las sierras La Rumorosa, Juárez y San Pedro Mártir.

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 las costas del Golfo de California se presenta la menor incidencia de precipitación pluvial del país, con registros medios anuales cercanos a los 40 mm. La presencia de altitudes importantes, a lo largo de la cadena montañosa de Sierra de Juárez y San Pedro Mártir, ocasionan climas templados y semifríos, ambos subhúmedos en las cimas y mesetas altas.

TIPO DE CLIMA

El clima de esta región florística es de tipo mediterráneo, caracterizado por inviernos templados y moderadamente húmedos, alternados con veranos secos y cálidos. La niebla constituye un factor climático importante que afecta el desarrollo biológico de los organismos de esta región.

El tipo de clima presente en todo el territorio del municipio de **Tijuana** es BSk (seco templado; INEGI, 2003 b) De acuerdo con la descripción incluida en el **Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tijuana 2002-2025**, en general el clima de la zona es seco templado, tipo mediterráneo con lluvias en invierno, templado con verano cálido y temperatura media anual entre 14.6 y 18°C (la máxima es de 23°C en los meses de agosto y la mínima de 10 y 11°C en invierno) Su régimen de lluvias es en invierno, con un porcentaje de lluvia invernal mayor que 36 de la anual, que ocurre de noviembre a abril, cuando se recoge el 91% del total de la precipitación anual, que es de sólo 203 mm en promedio. Durante el verano los cielos despejados dan por resultado una insolación de 250 cal/cm2/día a 575 cal/cm2/día. Esta radiación solar eleva las temperaturas al mediodía por arriba de los 26°C, mientras que en invierno las masas de aire polar marítimo favorecen con mayor frecuencia los días nublados, que atemperan el clima de la región. En cuanto a los vientos dominantes, por lo regular todo el año soplan de Suroeste a Noreste.

Temperaturas promedios

De acuerdo con los datos de la estación meteorológica No. 28 "Presa Rodríguez", en la zona la temperatura promedio anual es de 18.1° C, con una máxima promedio anual de 19.9° C y una mínima promedio anual de 17.0° C. La temperatura mínima extrema corresponde al mes de enero con 2.5° C y la máxima extrema a septiembre con 35.5° C. El mes de agosto es el más caluroso y los que presentan las temperaturas más bajas son diciembre y enero.

Registro Anual de Temperaturas Promedio

ESTACIÓN	PERIODO	TEMPERATURA PROMEDIO °C	TEMPERATURA DEL AÑO MÁS FRÍO °C	TEMPERATURA DEL AÑO MÁS CALUROSO °C
Presa Rodríguez	1983-2001	18.1	17.0	19.9

FUENTE: Cuaderno Estadístico Municipal Tijuana, Estado de Baja California, Ed. 2002

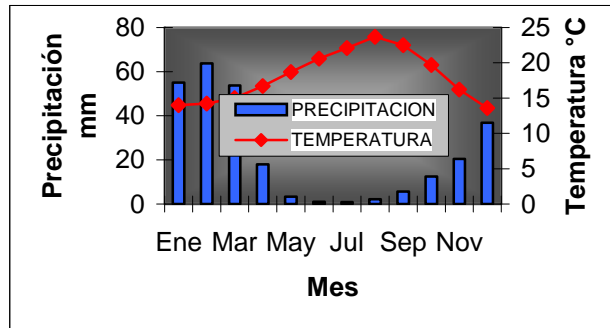
Temperatura Media Mensual (° C)

ESTACIÓN Y CONCEPTO	PERIODO	MES											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Presa Rodríguez	2001	12.4	12.3	14.9	14.6	19.1	21.2	22.1	22.7	21.9	19.7	16.0	12.4
Promedio	1983- 2001	14.0	14.2	15.0	16.7	18.7	20.6	22.1	23.7	22.5	19.7	16.2	13.6
Año más frío	1998	13.6	13.0	14.6	14.8	16.7	19.1	18.2	25.1	22.2	19.3	15.5	12.3
Año más caluroso	1996	18.6	20.5	15.9	19.0	20.8	21.9	23.4	24.9	22.6	19.1	16.7	15.4

FUENTE: Cuaderno Estadístico Municipal Tijuana, Estado de Baja California, Ed. 2002

Precipitación promedio anual

En la zona de estudio la precipitación promedio que se reporta es de 273.2 mm por año. Sin embargo, existe gran variabilidad entre años. De esta manera, la precipitación promedio del año más seco (1989) fue de tan sólo 63.9 mm, mientras que la precipitación del año más lluvioso (1998) fue de 495.6 mm.



Precipitación y temperatura promedios mensuales.

La época de lluvias se presenta principalmente en invierno, iniciando en el mes de diciembre, para concentrarse en los meses de enero, febrero y marzo. Febrero es el mes más lluvioso, con una precipitación promedio de 63.7 mm. Por su parte, la temporada de secas se presenta en verano, con precipitaciones promedio de 1983 a 2001 de 1, 0.9 y 2.2 mm para los meses de junio, julio y agosto, respectivamente. Por lo tanto, julio es el

mes más seco del año. Conviene mencionar que en el año más seco del periodo analizado, no se observó lluvia apreciable durante cuatro meses seguidos (mayo a agosto) y que en el año del 2001 no llovió en la zona durante seis meses consecutivos (mayo a octubre) En la región no se presenta el fenómeno de la canícula.

En ciertas temporadas (1978, 1983, 1993), bajo la influencia del fenómeno meteorológico del Niño, las lluvias han hecho los inviernos tormentosos y trágicos, pues han causado severos daños e inundaciones. Sin embargo, los datos de precipitación indican que las tormentas son siempre de duración breve, y no pueden ser previsibles en monto ni en frecuencia, aunque en su mayor parte ocurren en periodos cíclicos (más o menos cada diez años) y dependen directamente de los cambios climáticos típicos de la zona.

Precipitación pluvial total anual (milímetros)

ESTACIÓN	PERIODO	PRECIPITACIÓN PROMEDIO	PRECIPITACIÓN DEL AÑO MÁS SECO	PRECIPITACIÓN DEL AÑO MÁS LLUVIOSO
Presa Rodríguez	1983-2001	273.2	63.9	495.6

FUENTE: Cuaderno Estadístico Municipal Tijuana, Estado de Baja California, Ed. 2002

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

Precipitación pluvial total mensual (milímetros)

ESTACIÓN Y CONCEPTO	PERIODO	MES											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Presa Rodríguez	2001	121.6	88.0	27.1	17.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.2	16.6
Promedio	1983-2001	55.1	63.7	53.7	18.0	3.3	1.0	0.9	2.2	5.6	12.4	20.5	36.8
Año más seco	1989	8.4	12.2	28.3	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	2.9	0.0	6.0
Año más lluvioso	1998	47.7	244.1	80.5	38.0	25.1	0.6	0.0	18.6	1.2	0.8	17.4	21.6

FUENTE: Cuaderno Estadístico Municipal Tijuana, Estado de Baja California, Ed. 2002

Intemperismos severos

Debido al predominio de climas extremos resulta natural la incidencia de heladas, en proporción apreciable, en la totalidad de la superficie estatal. Las granizadas, en cambio, son escasas o inapreciables ya que en el verano, estación en que esas precipitaciones convectivas se producen con regularidad, llueve muy poco en la entidad porque los climas son muy secos, o bien, porque la precipitación pluvial se concentra en el invierno en el caso de los climas secos.

Heladas.

Este fenómeno ocurre en toda la entidad durante el período comprendido entre noviembre y febrero principalmente, pero con mayor frecuencia sucede en diciembre y enero. Sobre gran parte de la superficie de Baja California, en las zonas de climas muy secos, se producen heladas en un promedio de 0 a 20 días al año. Los promedios más bajos se reportan en la zona cercana a la costa del Pacífico, donde el clima es menos extremo, y en las zonas más cálidas del delta del río Colorado. En altitudes mayores, relacionadas con climas secos templados, se acentúa el fenómeno y se presenta con promedio de 20 a 40 días anualmente. En las sierras Juárez y San Pedro Mártir, donde se localizan climas templados y semifríos subhúmedos, se registra la mayor frecuencia de heladas, con un promedio de 60 a 80 días al año, y en pequeñas zonas de las cumbres más elevadas se tienen registros hasta de 140 días con heladas al año.

Granizadas.

En poco más de la mitad del estado, sobre todo en las zonas bajo la influencia de climas muy secos, las granizadas son inapreciables. Esta zona comprende desde el límite Sur del estado y a todo lo ancho de la península, excepto la sierra La Libertad, hasta la población de Chapala, sitio donde se bifurca para continuar hacia el Norte, sobre la parte Oriental hasta el Noreste del poblado Guadalupe Victoria; y hacia el Noroeste, hasta las inmediaciones de Padre Kino. En el resto de la superficie, es decir, del límite Norte hacia el Occidente y Centro, el rango va de 0 a 2 granizadas al año. Por lo común, la mayor incidencia se produce en el verano, en especial durante los meses de junio y julio (INEGI, 2001)

De acuerdo con los datos obtenidos por el Servicio Meteorológico Nacional, en el Municipio de **Tijuana** no se presentan días con granizo.

Tormentas eléctricas

Según los reportes oficiales del Servicio Meteorológico Nacional, las tormentas eléctricas son *muy poco frecuentes*, aparecen en promedio en 0.03 días al año, presentándose en el mes de septiembre.

Humedad relativa

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

Nubosidad

Con respecto a la nubosidad, se observa la presencia de cielo nublado en 117.37 días del año, de los cuales 59.86 se consideran como días medio nublados, mientras que en promedio 57.51 días al año encontramos el cielo nublado cerrado.

Los cielos despejados se presentan en promedio durante 247.0 días al año.

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

Neblina

Por lo que respecta a este factor, a lo largo de todo el año se presentan 10.69 días con niebla. Con base a estos datos se puede considerar a la región como de *muy baja intensidad de nieblas*.

Evaporación

La tasa de evaporación anual es muy alta. El promedio reportado en Chula Vista, California, durante el periodo 1919-1981 es de 161 cm (64 pulgadas) por año, con la máxima ocurrencia en julio, un promedio de 19 cm (7.6 pulgadas) por mes. El promedio mensual de evaporación mínimo sucede en diciembre, con 7 cm (2.8 pulgadas). Estos patrones de comportamiento meteorológico son interrumpidos cuando soplan los vientos provenientes del Norte, secos y calientes, conocidos como “vientos de condición Santa Ana”. Este fenómeno se caracteriza por vientos fuertes, provenientes del Noreste, pasando por las montañas con dirección al mar, lo que ocasiona movimientos de masas de aire de tierra. Tal condición puede ocurrir durante un periodo que suele variar de algunos días hasta algunas semanas al año.

Velocidad y dirección del viento

De acuerdo con la **Enciclopedia de los municipios de México**, los vientos dominantes por lo regular provienen todo el año del Suroeste al Noreste.

De acuerdo con el **Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tijuana**, los vientos dominantes soplan de Suroeste a Noroeste la mayor parte del año.

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

Rosas de Viento Anual

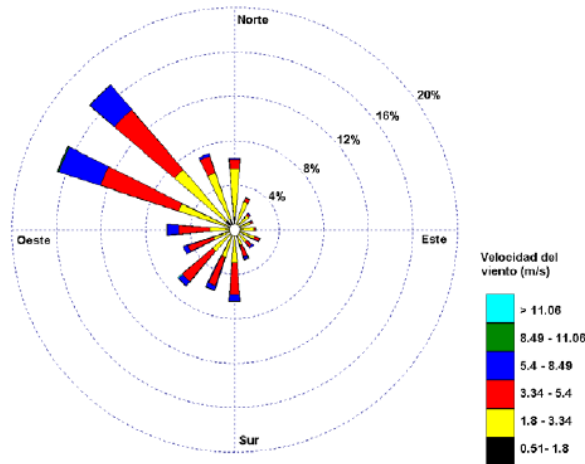


Figura 1, A la derecha se presenta la rosa de viento correspondiente al periodo anual de los años 1986 al 1991. Se puede identificar la clara tendencia dominante de los vientos del WNW y del NW. El cuadrante SW presenta aunque menor una frecuencia notable, la cual corresponde al periodo de la primavera, época en la que los vientos del Pacífico Sur se presentan con mayor frecuencia.

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

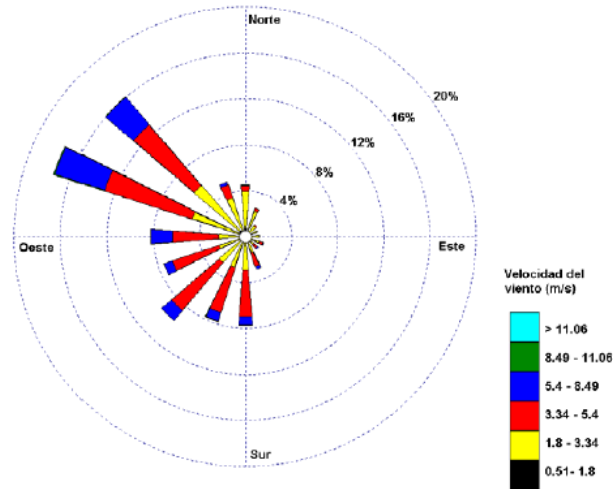


Figura 2, A la izquierda se presenta la rosa de viento correspondiente al periodo de primavera de los años 1986 al 1991. Se puede identificar la clara tendencia dominante de los vientos del WNW y del NW.

El cuadrante SW presenta una frecuencia notable, originada por vientos causados por tormentas en el Pacífico Sur se presentan con mayor frecuencia.

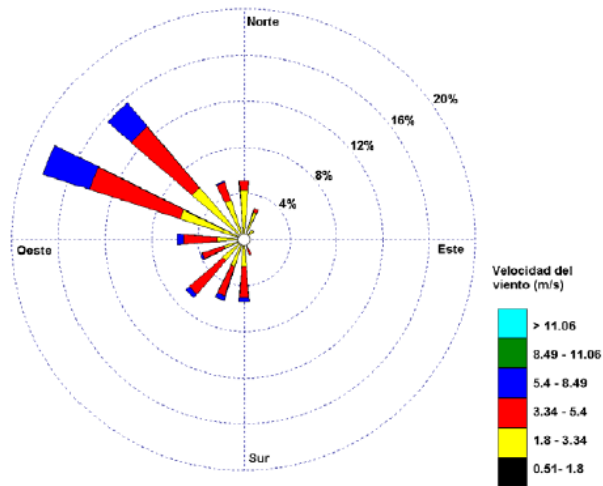


Figura 3, A la derecha se presenta la rosa de viento correspondiente al periodo de verano de los años 1986 al 1991. Una vez más se puede identificar la clara tendencia dominante de los vientos del WNW y del NW. Nótese la práctica ausencia de direcciones de viento en los cuadrantes hacia el Este.

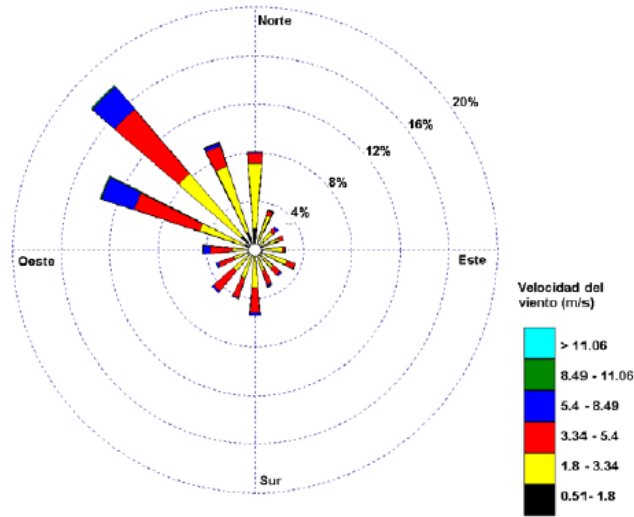


Figura 4, A la izquierda se presenta la rosa de viento correspondiente al periodo de otoño de los años 1986 al 1991. Nuevamente se presenta la clara tendencia dominante de los vientos del WNW y del NW.

Durante el otoño una cuarta parte del tiempo el viento sopla desde direcciones al Este.

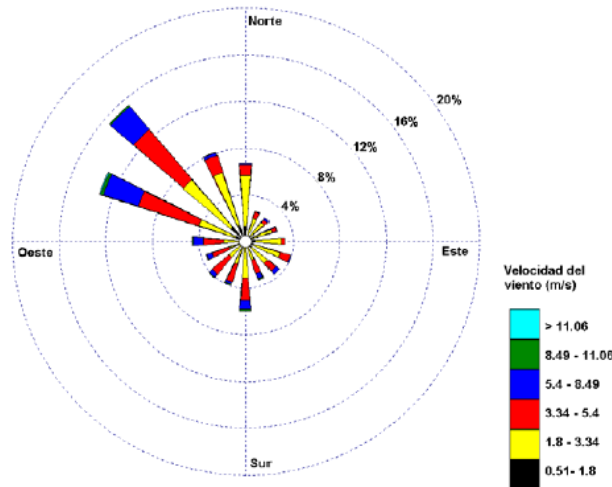


Figura 5, A la izquierda se presenta la rosa de viento correspondiente al periodo de invierno de los años 1986 al 1991. Durante este periodo del año, además de las tendencias acostumbradas en el resto del año se presenta un componente importante de vientos originados en el Sur.

Viento

La presente información de vientos fue obtenida de la estación 23188, San Diego, Lindbergh Field, ubicada a aproximadamente 30 km del sitio del proyecto. La información procesada es la correspondiente a los años 1986-1991. En la siguiente tabla se presenta

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 resumen de la información de intensidad de viento durante cada estación y correspondiente al periodo anual:

Resumen de Información de viento

	Anual	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Número de horas procesadas	52,584	13,248	13,248	13,104	12,984
Velocidad promedio (m/s)	3.58	3.83	3.69	3.29	3.47
Frecuencia de calmas	6.29%	3.79%	1.34%	8.44%	11.71%

Se presentan las figuras de las rosas de viento anual y para cada una de las estaciones del año. En estas gráficas se puede apreciar con claridad la significativa dominancia que ejercen los vientos dominantes del NE.

La otra dirección con frecuencia notable es la del cuadrante SW, de la cual sopla viento con frecuencia originado este por las tormentas tropicales del Pacífico Sur.

Hidrología

El estado de **Baja California** es una de las entidades más áridas del país y en consecuencia la necesidad del recurso agua es mayor. La escasez y la irregularidad de las aguas meteóricas para la mayor parte de las tierras en la entidad propicia que las corrientes fluviales sean pocas y los volúmenes escurridos a través de ellas sean mínimos y ocasionales, durante breves períodos de ciertos años. En cuanto a las aguas subterráneas, también son escasas y se distribuyen sólo en ciertas áreas relativamente pequeñas y localizadas (INEGI, 2001)

Baja California posee escasos recursos hídricos, y la presencia de sistemas acuáticos continentales, tanto lacustres (lagos) como potamológicos (ríos, arroyos, manantiales, etc.) es limitada; a lo anterior se suma una baja precipitación pluvial, ya que solo en una pequeña porción del territorio estatal ocurren lluvias que en condiciones normales varían de 200 a 300 mm al año, mientras en el resto del Estado las precipitaciones disminuyen significativamente, hasta registrar 50 mm al año.

El volumen de agua disponible para la entidad es de 3,250 millones de metros cúbicos (Mm³) anuales, distribuido en las corrientes epicontinentales (ríos y arroyos) y subterráneas que drenan el territorio estatal. De este volumen, 2,950 Mm³ se concentran en el Valle de Mexicali, de los cuales 1,850 Mm³ provienen de aguas superficiales y 1,100 Mm³ de aguas subterráneas; los 300 Mm³ restantes provienen de los recursos acuíferos subterráneos localizados en el resto del Estado y de los almacenamientos existentes en las presas.

De esta manera, tenemos que el 88 por ciento del total de los recursos hidrológicos del Estado se localizan en el Valle de Mexicali; de este porcentaje, el río Colorado aporta el 57 por ciento equivalente a 1,681.5 Mm³, mientras el 12 por ciento restante se encuentra disperso en el resto del estado.

La división hidrológica del Estado se conforma de cinco regiones, de las cuales quedan totalmente comprendidas en el Estado la 1 y 4 y sólo parcialmente las regiones 2, 5 y 7:

- Región Hidrológica 1 "Baja California Noroeste" (Ensenada)
- Región Hidrológica 2 "Baja California Centro-Oeste" (Vizcaíno)

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

- Región Hidrológica 4 "Baja California Noreste" (Laguna Salada)
- Región Hidrológica 5 "Baja California Centro-Este" (Santa Rosalita)
- Región Hidrológica 7 "Río Colorado" (Mapa No. 1)

Hidrología superficial

El análisis de las condiciones hidrológicas del estado, parte de su ubicación en el marco de la división hidrológica establecida en 1971 por la Secretaría de Recursos Hidráulicos. Ello hace que la entidad se circunscriba fundamentalmente dentro de cinco regiones hidrológicas: RH 1 Baja California Noroeste (Ensenada), RH2 Baja California Centro-Oeste (Vizcaíno), RH4 Baja California Noreste (Laguna Salada), RH5 Baja California Centro-Este (Santa Rosalita) y RH7 Río Colorado (INEGI, 2001) El área de estudio se ubica dentro de la región hidrológica RH 1 Baja California Noroeste (Ensenada).

Región Hidrológica 1, Baja California Noroeste (Ensenada). Está caracterizada por la existencia de corrientes que son compartidas por Estados Unidos de América y México, y que tienen como desembocadura el Océano Pacífico. Ocupa una extensión de 26,615.747 km² (37.01% de la extensión estatal) y a su vez se divide en tres Cuencas (A), (B) y (C) El área de estudio se ubica dentro de la Cuenca (C) Río Tijuana-Arroyo de Maneadero.

Cuenca (C) Río-Tijuana-Arroyo de Maneadero. Cuenta con una extensión de 7,932.264 Km² (11.08% del territorio estatal) y está limitada al Este por la cuenca (B) de la RH4, al Norte por los Estados Unidos de América, al Sur por la cuenca (B) de la misma región hidrológica y al Oeste por el Océano Pacífico. Contiene las subcuencas: A, Arroyo de Maneadero; B, Ensenada; C, Río Guadalupe; D, Arroyo El Descanso; E, Río Las Palmas y F, Río Tijuana.

En esta Cuenca ocurre una precipitación media anual de 291.561 mm. El rango de temperatura media anual varía de 6° C a 18° C. La corriente más importante es el río Tijuana y su origen es el arroyo Las Calabazas que inicia en la Sierra Juárez; durante su recorrido recibe varios afluentes y diferentes nombres hasta llegar a la presa Abelardo L. Rodríguez. Aguas abajo de la cortina la corriente toma el nombre de Río Tijuana y después de cruzar la ciudad de Tijuana se interna a territorio de Estados Unidos de América para desembocar en el Océano Pacífico a 1.5 kilómetros al Norte del lindero internacional. Hace un recorrido total de 128.3 kilómetros. Otra corriente importante es el río Guadalupe.

Las obras hidráulicas de mayor importancia en esta cuenca son las presas Abelardo L. Rodríguez, en el río Tijuana; Emilio López Zamora, sobre el arroyo Ensenada; y la presa El Carrizo, sobre el arroyo del mismo nombre. Los usos primordiales del agua superficial son el pecuario y el doméstico, y en menor escala el agrícola (INEGI, 2001).

Características de la presa Abelardo L. Rodríguez ubicada en el municipio de Tijuana.

Corriente Hidrográfica	Año de Terminación	Capacidad máxima vertedor (m ³ /seg)	Cortina		Capacidad (mill. m ³)				Almacenamiento Medio anual (mill. m ³)	Extracción Media anual (mill. m ³)
			Altura (m)	Longitud (m)	Normal	C/aguja	Útil para almacenar	Azolves		
Río Tijuana	1937	4200	77	670	137.6	146.1	90.4	2.0	43.199	14.7

FUENTE: Estudio Hidrológico del Estado de Baja California, 1995

Al considerar las características hidrológicas de esta Cuenca (C), se evaluó un coeficiente de escurrimiento del 6.675%, que relacionados con los 2 312.738 millones de m³ anuales precipitados, determinan un volumen de escurrimiento de 154.381 millones de m³ (INEGI, 1995)

Conviene señalar la importancia estratégica de esta Cuenca, pues en ella se ubican 4 de las 5 localidades más pobladas del estado de Baja California y corresponden a las ciudades de Tijuana, Ensenada, Tecate y Playas de Rosarito.

Principales ríos, arroyos o cuerpos de agua cercanos

En particular, la zona en la cual queda inmerso el proyecto se ubica en los límites de la subcuenca F (Río Tijuana) con la subcuenca E (Río Las Palmas), aproximadamente a 2 kilómetros al Noreste de la presa Abelardo L. Rodríguez, que es el cuerpo de agua de mayor importancia ubicado dentro del municipio de Tijuana. Esta presa tiene como propósitos principales el control de avenidas y el abastecimiento de agua (INEGI, 1995) Como ya se indicó, la corriente que alimenta esta presa tiene su origen en la Sierra de Juárez y poco antes de llegar a este cuerpo de agua recibe el nombre de Arroyo Seco, que es la corriente superficial más cercana. Dentro del municipio, pero ya retirado del sitio de proyecto se ubica otra corriente de agua denominada El Bajío (INEGI, 2003 b).

Regiones, cuencas y subcuencas hidrológicas de Tijuana.

REGIÓN		CUENCA		SUBCUENCA		% DE LA SUPERFICIE MUNICIPAL
CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE	
RH1	Baja California Noroeste (Ensenada)	C	R. Tijuana-Arroyo de Mandadero	c d e f	R. Guadalupe A. El Descanso R. Las Palmas R. Tijuana	13.62 22.60 26.49 37.29

FUENTE: Cuaderno Estadístico Municipal Tijuana, Estado de Baja California, Ed. 2002

Hidrología subterránea

El recurso agua en Baja California es escaso en relación con las bajas precipitaciones que se presentan. En general la infraestructura hidráulica superficial es escasa exceptuando 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 (55) 5259-7686

Valle de Mexicali. La escasa precipitación escurre al mar, en tanto un mínimo porcentaje, permanece en el continente y se infiltra recargando los acuíferos y da origen a manantiales. Es entonces el agua subterránea, la fuente más importante para el apoyo de múltiples actividades que se desarrollan en el estado.

En la entidad no existen escurrimientos superficiales permanentes, lo que repercute en la recarga que reciben los acuíferos. La red hidrográfica de Baja California es, en realidad, muy reducida, la evaporación elevada y las condiciones geológicas son adversas, pues la mayoría de las unidades de roca permiten que el agua fluya libremente debido a las elevadas pendientes, y sólo una mínima parte de esos escurrimientos llegan a los acuíferos, por lo tanto, la distribución de los mantos acuíferos es heterogénea y se localiza en áreas relativamente pequeñas, a excepción del acuífero del Valle de Mexicali-uno de los distritos de riego más importantes del país, el distrito de riego Río Colorado-que presenta en algunos sitios problemas de sobreexplotación.

En la entidad, este recurso se considera como no renovable debido a la escasa precipitación pluvial, y la lenta renovación de las fuentes de agua subterráneas para efectos productivos. De acuerdo a las condiciones geohidrológicas del Estado, todo el territorio se considera como zona de veda a la extracción. En los acuíferos sobre explotados no es posible aumentar los aprovechamientos de agua sin causar abatimientos, o sin afectar a terceros, por lo que no se permiten las explotaciones en ellos. En cuencas en equilibrio se permiten los usos prioritarios de agua, como el abastecimiento de áreas urbanas, y se prohíbe para actividades con consumo de grandes volúmenes, como la agricultura, mientras en cuencas subexplotadas se acepta cualquier tipo de uso, si lo permite la capacidad de los mantos acuíferos.

La gran mayoría de los acuíferos del estado son costeros. Los materiales que constituyen estas zonas son por lo general sedimentos clásticos, cuya edad varía del Terciario al Cuaternario, que se alternan o combinan en capas y paquetes de diferentes espesores. La permeabilidad de ellos es alta, media alta, media, baja media y baja. Se constituyen como acuíferos de tipo libre, excepto en la zona geotérmica de Cerro Prieto que es semiconfinado y se halla en rocas sedimentarias (lutita y arenisca) El agua extraída tiene como principal destinatario el sector agrícola y pecuario. En los valles de Ensenada, Tijuana y San Felipe, los usos primordiales son: doméstico, industrial y turístico. La recarga anual del estado se estima en el orden de 961.2 millones de m³ de agua y da como resultado un déficit de 232 millones de m³; de éste corresponde 86.2% al Valle de Mexicali y 12.5% a los valles de Maneadero y San Quintín, para dar un total de 98.7% (INEGI, 2001).

La situación piezométrica en el estado es como sigue: la profundidad al nivel estático varía de un mínimo de 0.5 m en el Valle de Tecate a 80.0 m en el Valle de la Trinidad, San Pedro Mártir-Valle Chico y San Felipe. En el resto de la entidad las profundidades en promedio se encuentran a no más de 15.0 metros.

La calidad del agua subterránea, con relación a concentraciones de sólidos totales disueltos, varía de dulce a salada con concentraciones de 200 a 1 100 ppm en promedio.

El fracturamiento intenso de las unidades de roca ha hecho posible la generación de permeabilidad secundaria, lo que permite la retención temporal del agua y su posterior liberación para dar vida al manantialismo, sobre todo en la mitad Norte y más específicamente en su flanco Oeste. En lo que respecta a las propiedades del manantialismo, se puede decir que la calidad del agua es tolerable a dulce y en menor proporción salada.

En el estado de Baja California se han definido 47 Zonas de Explotación de Aguas Subterráneas (INEGI, 2001) El área de estudio en lo particular, se ubica en la Zona de Explotación 02-15 Tijuana. Las características particulares de esta zona se enumeran a continuación.

TIJUANA. Se localiza al Noroeste de la entidad. Al Sureste de la ciudad de Tijuana la litología que compone al acuífero son grava y arena, seguido en importancia por limo y arcilla. Esta sedimentación es de origen aluvial y forma parte de un relleno intermontano. Presenta una permeabilidad de baja media a media, delineando un acuífero de tipo libre donde las concentraciones de sólidos totales disueltos oscilan de 500 a 3 000 ppm en el año de 1980, indicativo de aguas de calidad dulce a salada. La dirección preferencial del flujo subterráneo es al Noroeste. La infraestructura implementada es de 100 pozos y 310 norias, que hacen posible la extracción de 18 millones de m³ anuales, que en comparación a la recarga de 15 millones de m³ anuales, da como resultado un acuífero sobre explotado. El destino principal del agua es cubrir las necesidades domésticas-urbanas de la ciudad de Tijuana (INEGI, 1995).

En esta zona, la profundidad al nivel estático fluctuaba de 1 a 20 metros en el año de 1981. Los valores máximos oscilaban entre 10 y 20 metros y se localizaban en general en la porción Sur y Sureste del valle de Tijuana. En el resto del área los registros no sobrepasaron los 15 metros. La evolución del nivel estático desde 1978 a 1987, da un marcado abatimiento de 1 hasta 9 metros, encontrándose el de 9 metros al Norte de la población El Durazno (cañada Saiz) y de 7 metros al Noreste de Tijuana; en el resto del valle de Tijuana las evoluciones negativas son en promedio de 1 a 5 metros (INEGI, 1995).

Áreas de veda

La totalidad del estado de Baja California se encuentra bajo control. En la zona de Mexicali Mesa Arenosa, la veda se decretó el 16 de diciembre de 1955. Para la cuenca del río Tijuana, la veda fue decretada el 13 de noviembre de 1956. Para la zona El Maneadero fue el 21 de febrero de 1961. La cuenca del río Guadalupe, el 26 de marzo de 1962 y veda generalizada para el estado fue el 15 de mayo de 1965. De lo anterior se concluye que el área de estudio se ubica dentro del área de veda relacionada con la cuenca del río Tijuana.

2.2 Descripción de las características socio-económicas

Población afectable

Debido a la naturaleza de la trayectoria del gasoducto, éste se localiza en su totalidad en una zona industrial (calles de la **Ciudad Industrial Mesa de Otay**, también conocida como **Ciudad Industrial Nueva Tijuana**), asentándose en terrenos del municipio de **Tijuana**.

El proyecto se encuentra ubicado dentro de una zona industrial.

La **Ciudad Industrial Mesa de Otay** y las empresas contratantes cuentan 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.

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 5	2012	Pág. 46 de 50
--------	------------	------	---------------

La zona industrial en cuestión no está poblada, no se encuentran asentamientos residenciales ni comercios o servicios en la mayor parte de las colindancias inmediatas. No obstante, a un costado de la zona Industrial, rodeándola por su periferia, se encuentran zonas habitacionales correspondientes a diversas colonias. Del mismo modo, cercanas a la caseta del punto de interconexión, se encuentran algunas casas habitación (ver anexo fotográfico).

El lugar del proyecto se ubica en el municipio de **Tijuana**, Estado de Baja California, dentro de la poligonal de la **zona industrial de la Mesa de Otay**, en cuyos lotes se encuentran los predios propiedad de las empresas contratantes.

La mayor parte del gasoducto esta enterrado a una **profundidad mínima de 90 cms.** de acuerdo con la **NOM-007-SECRE-2010**.

2.3 Infraestructura, servicios de apoyo y zonas vulnerables

Incompatibilidad de actividades

Existe un gasoducto de 30" propiedad de **TGN**, al cual se interconecta el ramal objeto del presente proyecto.

La estación de medición y regulación del punto de interconexión está instalada en un predio cercano al arroyo Alamar, en una zona suburbana con uso de suelo habitacional, y la estación de baja regulación está instalada en el interior de un predio de propiedad privada dentro de la zona industrial.

El ducto considerado para el presente proyecto está alojado en su mayor parte en el Boulevard Héctor Terán y en las calles interiores de la **Ciudad Industrial Mesa de Otay**, así como en parte de caminos de terracería al Este de la zona industrial y terrenos particulares. En el tramo de la zona urbana e industrial, se requiere compartir el derecho de vía con otros servicios tales como drenaje, agua potable, energía eléctrica, fibra óptica, etc.

De acuerdo con el **Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Tijuana**, se tienen reportes de fallas geológicas en la región de Tijuana, aunque se desconoce si existe alguna en la zona específica del proyecto.

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 la ciudad de Tijuana, y el resto del país. De acuerdo con la trayectoria del gasoducto, la principal vía de acceso es: El Boulevard de las Bellas Artes y la avenida de las Industrias (Segundo Eje Oriente-Poniente) y luego las calles numeradas que conforman los accesos a la zona Industrial Mesa de Otay.

Aéreos:

Por vía aérea, el sitio se encuentra a 3.5 kilómetros al Oeste del Aeropuerto Internacional Abelardo L. Rodríguez.

Marítima:

Se cuenta con la zona conocida como Playas de Tijuana.

Vulnerabilidad Ambiental

Flora

Para definir los tipos de vegetación presentes en el área de estudio y en el sitio en donde se tendió el gasoducto, se realizó una visita de campo a la zona. Durante la visita se efectuó un recorrido, partiendo del centro de la ciudad de **Tijuana** hacia la **zona industrial de la Mesa de Otay**, incluyendo además unos 5 kilómetros más allá del Parque Industrial, en dirección a la ciudad de Tecate, con el objeto de observar los usos de suelo y vegetación que existen en el área y en el sitio de proyecto en particular.

Durante el recorrido de campo, los usos del suelo y vegetación que se observaron, en orden de importancia fueron los siguientes:

1. Zonas urbanas.
2. Zonas urbano-industriales.
3. Zonas agrícolas.
4. Pastizales.

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 característica de centros urbanos (Flora Urbana).

La flora urbana está integrada por todas aquellas especies que constituyen los parques y jardines de la ciudad, así como los camellones. También dentro de la flora urbana se encuentran las especies vegetales que se presentan en los lotes baldíos, así como en zonas antes destinadas a la agricultura y hoy abandonadas por sus dueños o en proceso de urbanización.

La vegetación registrada en la zona de estudio es la siguiente:

Especie	Nombre común	Forma biológica	Origen
<i>Ambrosia confertiflora</i>	-	Hierba	Nativa
<i>Anemopsis cifornica</i>	Hierba del manzo	Hierba semi-acuática	Nativa
<i>Apium graveolens</i>	Apio	Hierba acuática	Introducida de Eurasia
<i>Arundo donax</i>	Carrizo	Hierba de tallo grande	Introducida de Europa
<i>Baccharis glutinosa</i>	Huatamote	Arbusto	Nativa
<i>Brassica campestris mostacilla</i>	Hierba	Hierba	Introducida de Europa
<i>Chenopodium murale</i>	-	Hierba	Introducida de Europa
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	Crisantemo	Hierba	Introducida de Europa
<i>Cotula coronopifolia</i>	-	Hierba semiacuática	Introducida de África
<i>Cynodon dactylon</i>	Zacate para de gallo	Hierba/pasto	Introducida de África
<i>Foenicullum vulgare</i>	Anís	Hierba	Introducida de Europa
<i>Helianthemum annuum</i>	Girasol	Hierba	Introducida de Europa
<i>Heliotropium curassavicum</i>	-	Hierba	Introducida del trópico
<i>Juncus actus</i>	Junco	Sub-arbusto	Nativo
<i>Marrubium vulgare</i>	Tabaquillo	Arbusto	Introducido de Sudamérica
<i>Nicotina glauca</i>	Tabaquillo	Arbusto	Introducida de Sudamérica
<i>Platanus racemosa</i>	Aliso	Árbol	Nativa
<i>Populus fremontii</i>	Álamo	Árbol	Nativo
<i>Reccinis comunis</i>	Higuerilla	Arbolillo	Introducida de Europa
<i>Rorripa nasturtiumaquaticum</i>	Berro	Hierba acuática	Nativa
<i>Rumex salicifolius</i>	-	Hierba	Introducida de Euro-Asia

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

<i>Salix lasiolepis</i>	Sauce	Árbol	Nativa
<i>Salix goodingii</i>	Sauce	Árbol	Nativa
<i>Scirpus spp</i>	-	Hierba	Nativa
<i>Solanum spp</i>	-	Hierba	-
<i>Tamarix ramossissima</i>	-	Árbol	Introducida de Euroasia
<i>Urtica holosericea</i>	Hortiguilla	Hierba	Nativa

Fuente: Delgado 2006

Fauna

Tomando en consideración la gran riqueza potencial de fauna silvestre del área de estudio, pero a la vez estando conscientes del grado de transformación general del sitio en donde se instaló el gasoducto, se decidió que lo mejor era recopilar información en campo, con el objeto de detectar que especies aún habitan en sitios cercanos al trazo del proyecto.

Con este propósito, durante el desarrollo de los trabajos de campo se realizaron observaciones sobre la fauna silvestre que aún es posible observar en los alrededores y/o dentro de la zona industrial de la Mesa de Otay.

De acuerdo con los resultados del trabajo de campo efectuado, la fauna silvestre en sitios cercanos al trazo del gasoducto es escasa. En gran medida, han sucumbido -principalmente los mamíferos- como consecuencia de la modificación ambiental. La fauna dominante está representada por las aves.

Ninguno de los mamíferos señalados en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tijuana, B.C., fue observado durante el desarrollo de los trabajos de campo. Sin embargo, es posible su existencia en sitios cercanos, pero fuera del Parque Industrial, pues son especies que toleran la presencia humana, siempre y cuando existan sitios en donde puedan refugiarse.

Aparte de las aves registradas en la tabla 4, en pláticas con trabajadores que laboran en el Parque Industrial se indicó la presencia de roedores (ratas y ratones), sobre todo en las cercanías de los sitios en donde se venden alimentos. Asimismo, conviene señalar que las aves que se observaron dentro del Parque, corresponden en su totalidad a especies asociadas al hombre como lo es la paloma (*Columba livia*) y el gorrión (*Passer domesticus*) domésticos.

Tabla 1 Listado de fauna registrada en el área de estudio

Especie	Nombre común	Grupo	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Canis latrans</i>	Coyote	Mamíferos	
<i>Lynx rufus</i>	Gato montes	Mamíferos	
<i>Lepus californicus</i>	Liebre	Mamíferos	
<i>Neotoma lepida</i>	Ratón de campo	Mamífero	
<i>Bufo boreas</i>	Sapo	Anfibios	
<i>Bufo californicus</i>	Sapo	Anfibios	
<i>Zenaidura macroura</i>	Tórtola	Aves	
<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas cenizo	Aves	
<i>Myiarchus cinerascens</i>	Copetón cenizo	Aves	
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Gorrión	Aves	
<i>Dendroica coronata</i>	Garganta naranja	Aves	
<i>Accipiter cooperi</i>	Gavilán de Cooper	Aves	Protección especial
<i>Vireo belli pusillus</i>	Vireo de Bell Californiano	Reptiles	Amenazada
<i>Elgaria multicarinata</i>	Lagartijas	Reptiles	Protección especial

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

<i>Hyla reila</i>	Rana y lagarto		
<i>Crotalus ruber</i>	Víbora de cascabel	Reptiles	Protección especial
<i>Crotalus viridis</i>	Víbora de cascabel	Reptiles	Amenazada
<i>Lampropeltis getula</i>	Culebra	Reptiles	Amenazada
<i>Charina trivirgata</i>	Culebra	Reptiles	Amenazada
<i>Thamnophis hammondi</i>	Culebra	Reptiles	Amenazada
<i>Phrynosoma coronatum</i>	Lagarto cornudo	Reptiles	
<i>Sceloporus accidentalis</i>	Lagarto	Reptiles	
<i>Cnemidophorus tigris</i>	Lagarto	Reptiles	
<i>Elgaria muticarinata</i>	Lagarto	Reptil	

Fuente: IMPLAN. 2006

3. MATERIALES PELIGROSOS MANEJADOS Y ZONAS POTENCIALES DE AFECTACION	2
3.1 Listado de materiales peligrosos	2
3.2 Eventos detectados en el estudio de riesgo ambiental	2
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>
Gas Natural	Material de alto riesgo	Anexo D
Odorizante	Material altamente inflamable	Anexo D

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** 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.

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 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 4, 6” y polietileno de 2, 4, 6”** 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:
 - a) Fuga de gas natural en presencia de una fuente de ignición.

b) 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:

1. Corrosión interna o externa en la tubería.
2. Mala calidad de los materiales de construcción.
3. Deficiencias en los procedimientos constructivos como soldadura, protección catódica, recubrimiento exterior y pruebas de aceptación (radiográfica e hidrostática), entre otras.
4. Deficiencia en el mantenimiento preventivo de las instalaciones superficiales.
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
TOTAL	2,80	2,23	0,72	5,75	100,00

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
TOTALES	1 933	211	1 055	170 036 895

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

- 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 (CH₄), 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

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

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 4, 6" y polietileno de 2, 4, 6" 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

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

ETANO	38.0 kg/cm ²	---	--	2.9	13.0
NITROGENO	gas	---	--	N/A	N/A
PROPANO	7.6 Kg/cm ² (109 psig)	---	--	2.1	9.5
BUTANO	1.1 Kg/cm ² (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 ³
TLV	----- mg/m ³

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 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 se cuenta con toda clase de medidas de seguridad, incluyendo pararrayos, alarmas, sistema contra incendio, extintores, etc. cercanos a la **Estación 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 o polietileno**, 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 **polietileno** que corre a lo largo de la calles de la **zona Industrial**.

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 5	2012	Pág. 16 de 25
--------	------------	------	---------------

- **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-Shut**, en el patín de medición y regulación del punto de interconexión cuando 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.

Radios 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 **50.29 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 de la **zona industrial**, donde no existen construcciones ni asentamientos humanos de ningún tipo.

Debido a su alta inflamabilidad y explosividad, este caso es el de mayor riesgo de afectaciones, ya que una explosión liberaría la energía necesaria para provocar daños de leves a moderados a personas e instalaciones en un radio de **838.81 metros** correspondiente a la onda de sobrepresión de 0.03 psig, y daños graves en un radio de **44.20 metros** a la redonda, correspondiente a una onda de sobrepresión de 1.0 psig.

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 **76.50 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 **44.20 metros**.

La onda de sobrepresión de 29 psig alcanza una distancia de **6.1 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.

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 4, 6" y polietileno de 2, 4, 6" 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

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

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:

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

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

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.

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.

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

- d) El volumen del fluido fugado por el orificio que se forma se estimará mediante la fórmula de Darcy para descarga de fluidos compresibles.
- e) 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 30" de TGN, 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 desgaste de conexiones	1	1	1
Caso 4 Fuga por una soldadura	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 EXPLOSION			
defectuosa			
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)	2	1	2
Caso 9 Fuga por un golpe en el ducto o sus accesorios	3	2	6
Caso 10 Fuga por sabotaje	4	1	4
Caso 11 Fuga por fenómenos naturales (sismos, huracanes, etc.)	1	1	1

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 descendente de riesgo, la importancia será:

- Cuadro de regulación en el punto de interconexión con el **gasoducto de 30"** de **TGN**.
- Cuadro de regulación (patín de medición y regulación) en el interior de la empresa contratante del servicio.
- **Ducto de de acero de 4, 6" y polietileno de 2, 4, 6" 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 30" de TGN)

- 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 **30"** de **TGN** 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 **2, 4 y 6"** 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/plg²**, y para la **Zona de Amortiguamiento** se utilizó la **onda de sobrepresión correspondiente a 0.5 lb/plg²**.

4. IDENTIFICACION DE MEDIDAS PREVENTIVAS PARA CONTROLAR, MITIGAR O ELIMINAR LAS CONSECUENCIAS Y REDUCIR SU PROBABILIDAD	2
4.1 Sistemas de seguridad	2
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	5
Equipo y/o sistemas de comunicación y alarma	5
Unidades de transporte de personal	5
4.2 Medidas preventivas	6
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 las casetas de interconexión y 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 **Tecate y Tijuana**, 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 **90 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 **TGN**, para ser transportado por el gasoducto.
- Una válvula de seguridad (alivio) 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.
- 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 (55) 5259-7686

Cap. 4	Revisión 5	2012	Pág. 3 de 7
--------	------------	------	-------------

- 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) 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.
- Botas con punta de casquillo.
- Goggles.
- 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.

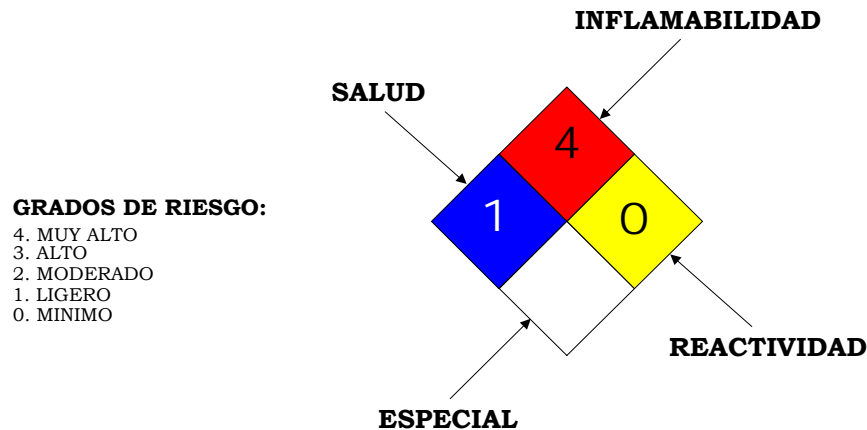
Cabe aclarar que se cuenta con un teléfono de emergencia que opera las 24 horas del día y que permite localizar al personal de nuestra empresa en cualquier momento. Este servicio de operadora, es proporcionado por la empresa **OFINTEL, S.A. de C.V.**, a través de un número **01-800** para reportar emergencias 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
						39.00

PROGRAMA

Capacitacion Basica	
Grupo 1	
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	
Grupo 2	
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	
Grupo 3	
Jose Antonio Mota	
Nefatali Lopez Morales	
Hernan Arias Morales	
Benjamin Rosales	
Octavio Muñoz	
Hodin Escalante	
Bernardo Ortega	

9-10 AM
10-11 AM
11-12 AM
12-13 PM
13-14 PM
14-15 PM
15-16 PM
16-17 PM
17-18 PM

MARZO SEMANA 13					
L-26	M-27	M-28	J-29	V-30	
SCADA	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	P. SOLD.	AT. EMERG	
SCADA	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	P. SOLD.	AT. EMERG	
METROLOGIA	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	P. SOLD.	ANALISIS FA	
METROLOGIA	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	P. SOLD.	ANALISIS FA	
CANALIZ.	COMIDA	PRIM.AUX	COMIDA	INTRO O&M	
COMIDA	LAB. FUEGO	COMIDA	SLAM-SHUT	COMIDA	
MANEJO	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	SLAM-SHUT	EPICOR	
MANEJO	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	SLAM-SHUT	EPICOR	
MANEJO	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	SLAM-SHUT	EPP	

9-10 AM
10-11 AM
11-12 AM
12-13 PM
13-14 PM
14-15 PM
15-16 PM
16-17 PM
17-18 PM

MAYO SEMANA 21					
L-21	M-22	M-23	J-24	V-25	
SCADA	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	P. SOLD.	AT. EMERG	
SCADA	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	P. SOLD.	AT. EMERG	
METROLOGIA	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	P. SOLD.	ANALISIS FA	
METROLOGIA	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	P. SOLD.	ANALISIS FA	
CANALIZ.	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	COMIDA	INTRO O&M	
COMIDA	COMIDA	COMIDA	SLAM-SHUT	COMIDA	
MANEJO	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	SLAM-SHUT	EPICOR	
MANEJO	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	SLAM-SHUT	EPICOR	
MANEJO	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	SLAM-SHUT	EPP	

9-10 AM
10-11 AM
11-12 AM
12-13 PM
13-14 PM
14-15 PM
15-16 PM
16-17 PM
17-18 PM

JULIO SEMANA 30					
L-23	M-24	M-25	J-26	V-27	
SCADA	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	P. SOLD.	AT. EMERG	
SCADA	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	P. SOLD.	AT. EMERG	
METROLOGIA	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	P. SOLD.	ANALISIS FA	
METROLOGIA	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	P. SOLD.	ANALISIS FA	
CANALIZ.	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	COMIDA	INTRO O&M	
COMIDA	COMIDA	COMIDA	SLAM-SHUT	COMIDA	
MANEJO	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	SLAM-SHUT	EPICOR	
MANEJO	LAB. FUEGO	PRIM.AUX	SLAM-SHUT	EPICOR	
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. 4
LLENADO POR: _____	FRECUENCIA: MENSUAL	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
Extinguidores:	<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: TRIMESTRAL	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 VALVULAS

SISTEMA: _____	FECHA: _____	REV. 3
LLENADO POR: _____	FRECUENCIA: TRIMESTRAL	RO-005-02

Marca:	_____	_____
Modelo:	_____	_____
Identificación:	_____	_____
No. Serie:	_____	_____
No. Colada:	_____	_____
Localización:	_____	_____
Tamaño:	_____	_____
Condición:	_____	_____
Fecha de Inspección:	_____	_____
Inspección por:	_____	_____
Lubricación:	Sí _____ No _____ N/A _____	Sí _____ No _____ N/A _____

Marca:	_____	_____
Modelo:	_____	_____
Identificación:	_____	_____
No. Serie:	_____	_____
No. Colada:	_____	_____
Localización:	_____	_____
Tamaño:	_____	_____
Condición:	_____	_____
Fecha de Inspección:	_____	_____
Inspección por:	_____	_____
Lubricación:	Sí _____ No _____ N/A _____	Sí _____ No _____ N/A _____

Marca:	_____	_____
Modelo:	_____	_____
Identificación:	_____	_____
No. Serie:	_____	_____
No. Colada:	_____	_____
Localización:	_____	_____
Tamaño:	_____	_____
Condición:	_____	_____
Fecha de Inspección:	_____	_____
Inspección por:	_____	_____
Lubricación:	Sí _____ No _____ N/A _____	Sí _____ No _____ N/A _____

Marca:	_____	_____
Modelo:	_____	_____
Identificación:	_____	_____
No. Serie:	_____	_____
No. Colada:	_____	_____
Localización:	_____	_____
Tamaño:	_____	_____
Condición:	_____	_____
Fecha de Inspección:	_____	_____
Inspección por:	_____	_____
Lubricación:	Sí _____ No _____ N/A _____	Sí _____ No _____ N/A _____

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 TRIMESTRAL DE INSPECCION DE REGULADORES (BASICO)

SISTEMA: _____	FECHA: _____	REV. 3
LLENADO POR: _____	FRECUENCIA: TRIMESTRAL	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

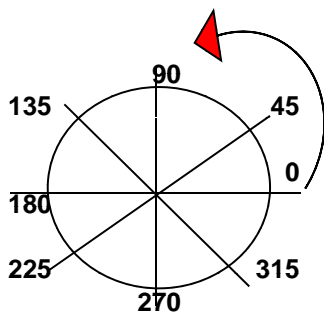
SISTEMA: _____	FECHA: _____	REV. 3
LLENADO POR: _____	FRECUENCIA: SEMESTRAL	RO-008-02

Usuario: _____

Fecha de Inspección(es): _____

Equipo empleado: _____ Fecha de calibración: _____

Continuidad:			Observaciones
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

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 ANUAL DE ODORIZACION DEL GAS

SISTEMA: _____	FECHA: _____	REV. 4
LLENADO POR: _____	FRECUENCIA: ANUAL	RO-009-03

Usuario: _____ Kilometraje: _____

Tipo de Odorizante _____

Capacidad del tanque: _____ Litros

Tipo de dosificación _____ Diametro del Orificio de la placa _____

Resumen de los reportes trimestrales RO-004-03

1 Consumo anual de odorizante gal
Trimestre 1 _____
Trimestre 2 _____
Trimestre 3 _____
Trimestre 4 _____

2 Consumo anual de gas 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: _____	REV. 1 RO-010-00
LLENADO POR: _____	FRECUENCIA: ANUAL	

Sitio de Inspección: _____

ISOMETRICO

MEDICION ULTRASONICA DE ESPESORES EN MILESIMAS DE PULGADA

No.	DIAM exterior	Cedula	0°	90°	180°	270°	Presion de operación (psig)	Espesor mín. 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 inspección: _____
 No. de Serie: _____
 Fecha de calibración: _____
 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: ANUAL	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: _____ Próxima 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: _____	REV. 3
LLENADO POR: _____	FRECUENCIA: _____	ANUAL
		RO-013-03

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: ANUAL	

Usuario: _____ No. De Identificacion: _____
 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: _____

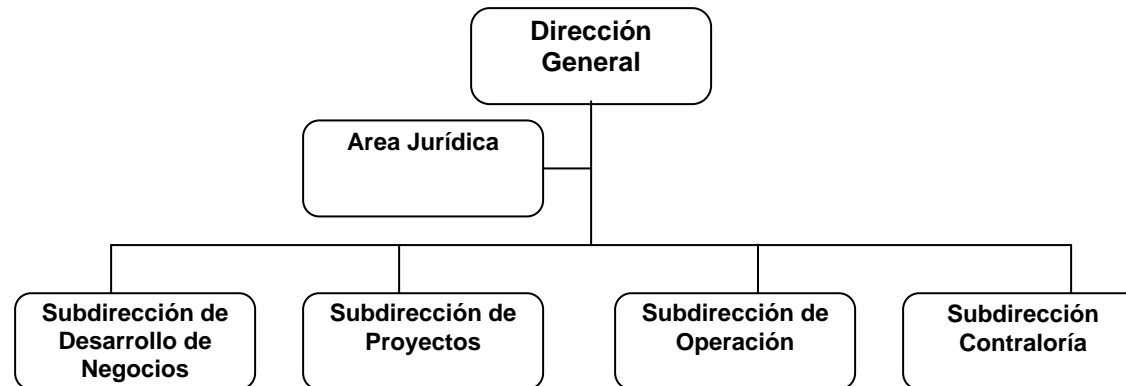
Supervisado por: _____

6	PLAN DE RESPUESTA DE EMERGENCIAS	2
6.1	Procedimientos específicos para la respuesta a los posibles eventos de riesgo identificados dentro de la instalación	2
	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
6.2	Funciones	6
	Jefe de mandos	6
	Coordinador general del plan de emergencias	6
	Coordinador de evacuación y fugas	7
	Coordinador contra incendios y primeros auxilios	8

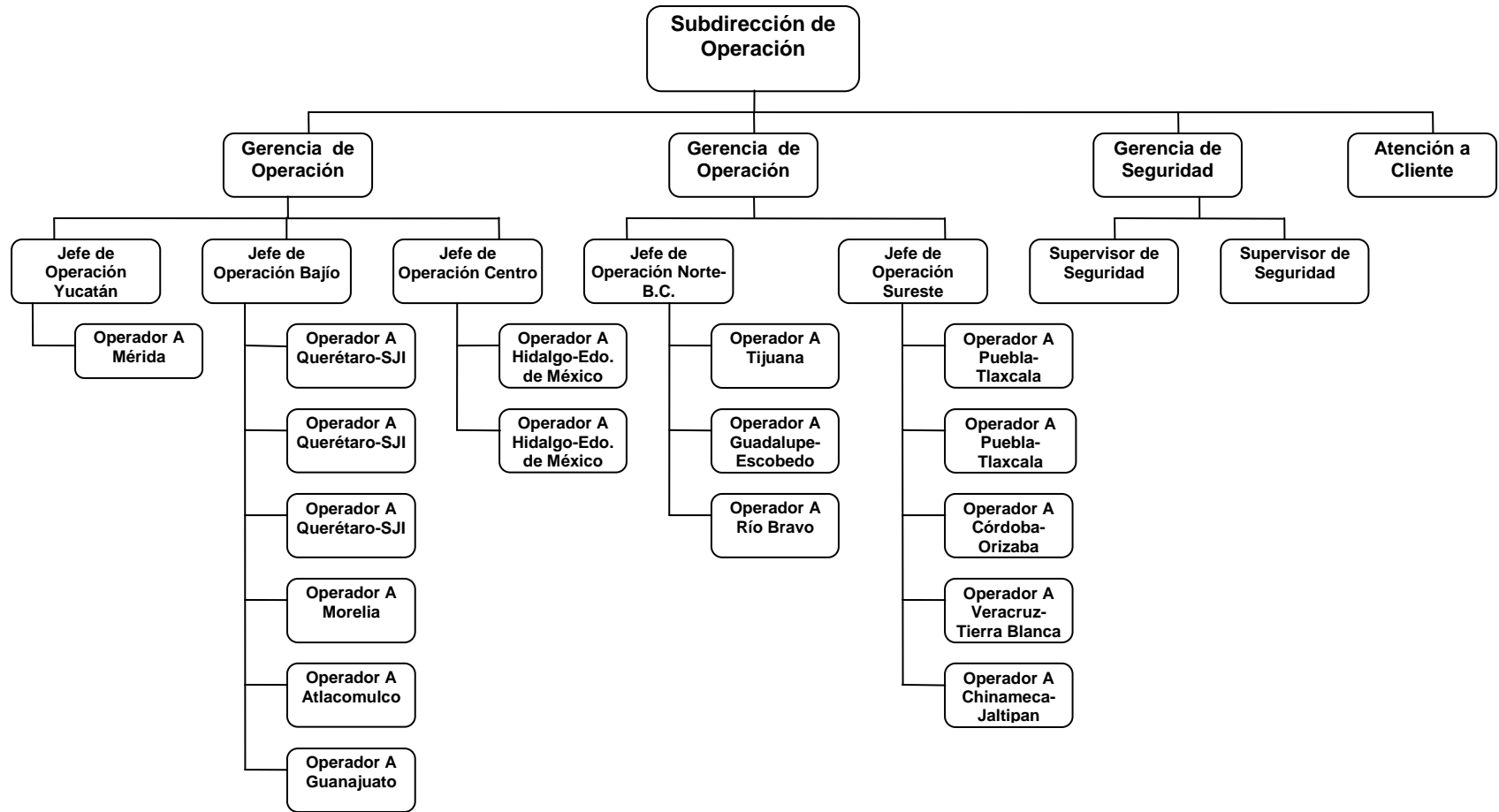
6 PLAN DE RESPUESTA DE EMERGENCIAS

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

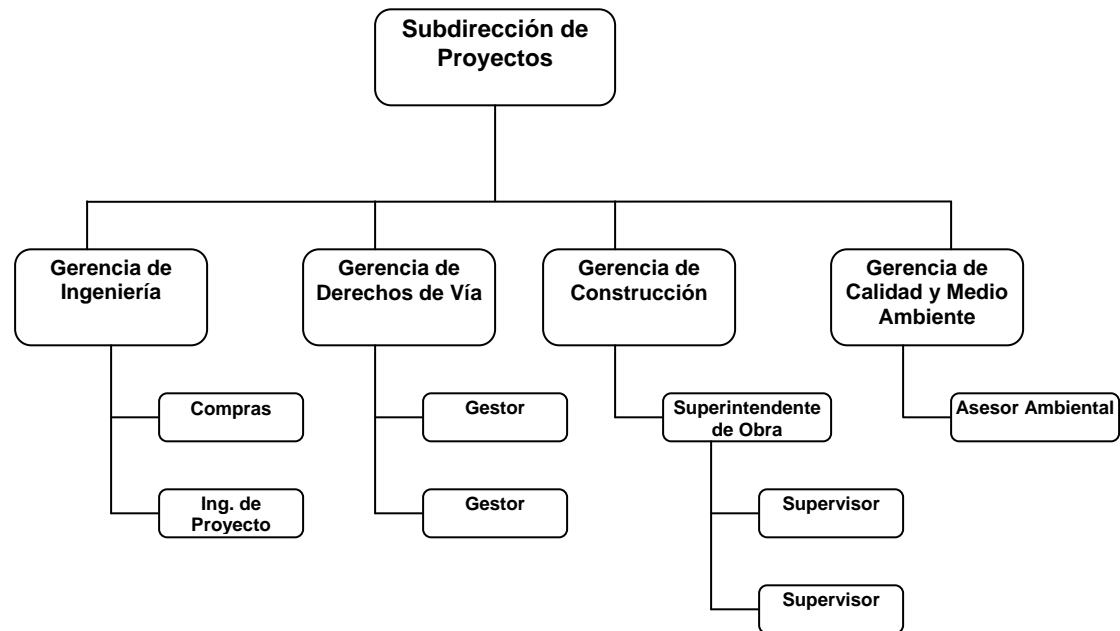
Organigrama de IGASAMEX



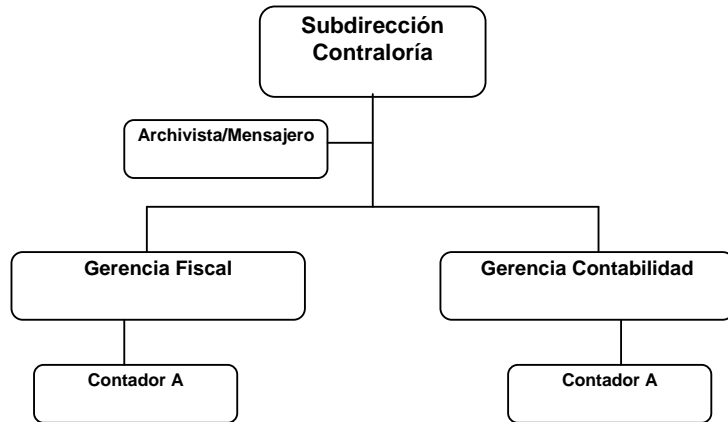
Organigrama de Operación



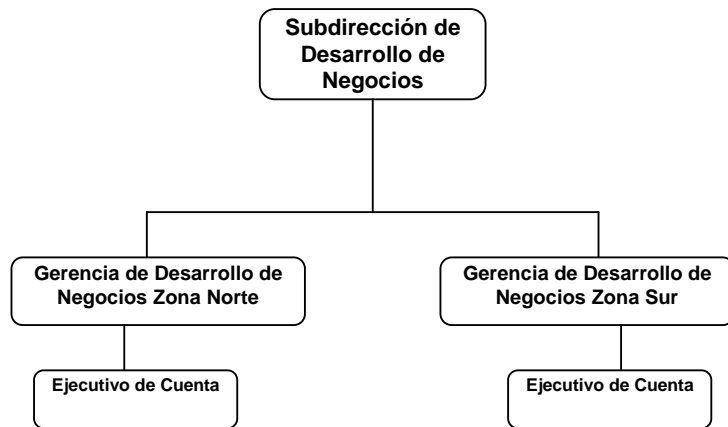
Organigrama de Proyectos



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:

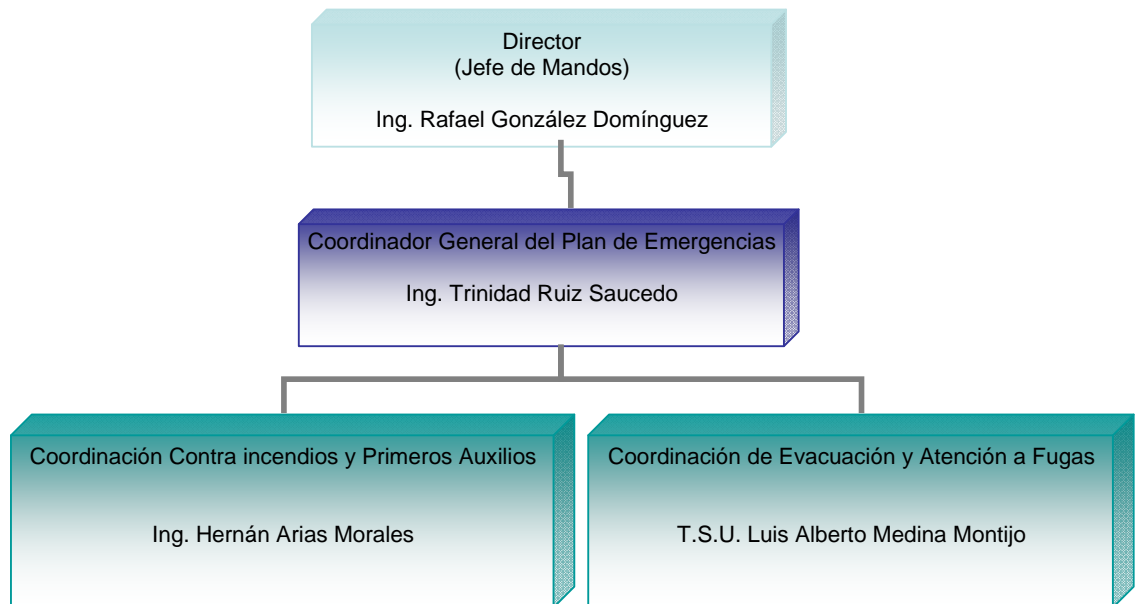
- Coordinador de Evacuación y Fugas,
- Suplente de Evacuación y Fugas,
- Coordinador contra Incendios y de Primeros Auxilios, y
- Suplente contra Incendios y de Primeros Auxilios.

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 (55) 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 (55) 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	5

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

PUESTO	NOMBRE
Director de Operación	Ing. Rafael González Domínguez
Gerente de Seguridad	Ing. Edgar Mayorga Villegas
Gerente de Operación	Ing. Trinidad Ruiz Saucedo
Supervisor de Seguridad	T.S.U. Jesús Meraz Fernández
Jefe de Operación	Ing. Hernán Arias Morales
Operador de la Zona	T.S.U. Luis Alberto Medina Montijo

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

Nombre:	Rafael González Domínguez
Puesto:	Director 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

Nombre:	Trinidad Ruiz Saucedo
Puesto:	Gerente de Operación
Puesto en la organización para emergencias:	Coordinador General del Plan de Emergencias
Localización:	Morelia
Número telefónico/IGASAMEX:	(55) 5000-5100

Número Celular:	443202-2427
Número particular:	(443) 359-7485

COORDINACIÓN DE EVACUACIÓN Y FUGAS

Nombre:	Luis Alberto Medina Montijo
Puesto:	Operador de la Zona
Puesto en la organización para emergencias:	Coordinador de Evacuación y Fugas
Localización:	Tijuana
Número celular:	664387-8390

COORDINADOR CONTRA INCENDIOS Y PRIMEROS AUXILIOS

Nombre:	Hernán Arias Morales
Puesto:	Jefe de Operación
Puesto en la organización para emergencias:	Coordinador Contra incendios y Primeros Auxilios
Localización:	Tijuana
Número celular:	664120-5408

SUPLENTES PARA EL COMITÉ PARA LA PREVENCIÓN DE INCIDENTES

SUBCOORDINACIÓN GENERAL

Nombre:	Edgar Mayorga Villegas
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

Nombre:	Jesús Meraz Fernández
Puesto:	Supervisor de Seguridad

Puesto en la organización para emergencias:	Suplente del Coordinador de la Brigada de Evacuación y Fugas
Localización:	Tijuana
Número telefónico/IGASAMEX:	(55) 5000-5198
Número Celular:	664331-0115
Número Particular	(664) 901-4194

SUBCOORDINADOR CONTRA INCENDIOS Y DE PRIMEROS AUXILIOS

Nombre:	Guillermo Hernández Morales
Puesto:	Supervisor de Seguridad
Puesto en la organización para emergencias:	Suplente del Coordinador de la Brigada Contra incendios y Primeros Auxilios
Localización:	Querétaro
Número telefónico/IGASAMEX:	(55) 5000-5197
Número Celular:	442219-7569
Número Particular	(419) 293-9043

EN EL AREA DE TIJUANA, BAJA CALIFORNIA (Lada 01-664)

PROTECCIÓN CIVIL ESTATAL	6077781, 6830908, 6839112
PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	6078945, 6077781
ISSSTE	6814741 Ext. 155
H.G.R. No. TIJUANA	6609143, 6270963
H.G.R. / M.F. No. 20 TIJUANA 2N	6296350 Ext. 31394
HOSPITAL GENERAL (SSA)	6840922, 6840237
BOMBEROS	6855555, 6885700
SEGURIDAD PÚBLICA	6078900
COMANDANCIA DE POLICÍA Y TRANSITO MUNICIPAL	6385137
DELEGACIÓN REGIONAL I-NOROESTE	6825285
PRESIDENCIA MUNICIPAL	9737000
GOBIERNO DEL ESTADO	686-5581090
TGN DE BC, GASODUCTO BAJANORTE	01800-025-6195
PROFEPA	686-5689266
SEMARNAT	686-9044201

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 EL AREA DE TECATE, BAJA CALIFORNIA
(Lada 01-665)**

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	6549890
H.G.S. No. 6 TECATE (817) 2N	6545803 Ext. 113
CRUZ ROJA	6544775, 6541313, 6549890
SEGURIDAD PÚBLICA Y TRANSITO MUNICIPAL	6549890
INCENDIOS FORESTALES	01800-026-5980
PRESIDENCIA MUNICIPAL	6549200 Ext. 1100

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.
- Aclaraciónes 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 radiaciónes 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, Condiciónes 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.

10. PLAN DE RESPUESTA A EMERGENCIAS QUIMICAS NIVEL EXTERNO	2
10.1 Identificación de grupos o instituciones de apoyo	2
Instituciones de apoyo	2
Necesarios	3
Centros de concentración	3
Albergues	3
Grupo de ayuda mutua industrial	3
10.2 Procedimientos específicos para la respuesta a emergencias cuando el nivel de afectación rebasa los límites de propiedad de la instalación	5
Procedimiento para notificación de emergencias	5
Procedimiento en caso de fuga y/o derrame	5
Procedimiento en caso de incendio y/o explosión	6
Procedimiento de evacuación	6
Procedimiento de búsqueda, rescate y triage	6
Procedimiento por afectaciones debido a fenómenos naturales	6
Procedimiento de atención a emergencias	6
Registro de investigación de incidentes	6
10.3 Inventario de equipo y servicios con que se cuenta para la atención de emergencias	14
Plano de distribución de equipos	14
Adquisición de equipos	14
10.4 Principales vialidades identificadas para el ingreso de grupos de ayuda externa	15
Rutas de evacuación	15

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 Tijuana**, a 8.7 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 TIJUANA, BAJA CALIFORNIA (Lada 01-664)

PROTECCIÓN CIVIL ESTATAL	6077781, 6830908, 6839112
PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	6078945, 6077781
ISSSTE	6814741 Ext. 155
H.G.R. No. TIJUANA	6609143, 6270963
H.G.R. / M.F. No. 20 TIJUANA 2N	6296350 Ext. 31394
HOSPITAL GENERAL (SSA)	6840922, 6840237
BOMBEROS	6855555, 6885700
SEGURIDAD PÚBLICA	6078900
COMANDANCIA DE POLICÍA Y TRANSITO MUNICIPAL	6385137
DELEGACIÓN REGIONAL I-NOROESTE	6825285
PRESIDENCIA MUNICIPAL	9737000
GOBIERNO DEL ESTADO	686-5581090
TGN DE BC, GASODUCTO BAJANORTE	01800-025-6195
PROFEPA	686-5689266
SEMARNAT	686-9044201

EN EL AREA DE TECATE, BAJA CALIFORNIA (Lada 01-665)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	6549890
H.G.S. No. 6 TECATE (817) 2N	6545803 Ext. 113
CRUZ ROJA	6544775, 6541313, 6549890
SEGURIDAD PÚBLICA Y TRANSITO MUNICIPAL	6549890
INCENDIOS FORESTALES	01800-026-5980
PRESIDENCIA MUNICIPAL	6549200 Ext. 1100

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 el *Boulevard de las Bellas Artes*.

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**.

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

HISTORIA DE REVISION						
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.						
FIRMAS EN ARCHIVO DE COPIA MAESTRA.						
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)											
<input type="checkbox"/>	Gasoductos	<input type="checkbox"/>	Personal	<input type="checkbox"/>	Automotriz	<input type="checkbox"/>	Ambiental	<input type="checkbox"/>	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"/>		<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											
IV. Información del gasoducto											

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 (55) 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? 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
 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

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 5° 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

REPORTE DE INVESTIGACION DE INCIDENTES

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



REPORTE DE INVESTIGACIÓN DE INCIDENTES

IGASAMEX

Ruptura \Rightarrow Seleccione orientación: Circunferencial Longitudinal Otro
Tamaño aproximado (pulgadas) (mayor apertura) POR (pulgadas) (longitud circunferencial o axial)

Otro \Rightarrow Describa: _____

7. ¿El incidente ocurrió en un cruceamiento?
 No Sí \Rightarrow Especifique:

Cruce de puente \Rightarrow Especifique: Encamisado Sí No
 Cruce de ferrocarril \Rightarrow Especifique: Encamisado Sí No Barreno / Perforado
 Cruce de carretera \Rightarrow Especifique: Encamisado Sí No Barreno / Perforado
 Cruce de cuerpo de agua \Rightarrow Especifique: Encamisado Sí No

7.a Profundidad aproximada en el punto del incidente (metros) \Rightarrow 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		

VI. Información de incidente automotriz

El vehículo viajaba en convoy? Sí No El conductor era el único ocupante? Sí No
El vehículo era Propiedad de la compañía Rentado/Arrendado Personal Era viaje de trabajo? Sí 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"/> Sin pavimentar <input type="checkbox"/> Off road <input type="checkbox"/> Curva <input type="checkbox"/> Pendiente positiva <input type="checkbox"/> Pendiente negativa <input type="checkbox"/> Angosto <input type="checkbox"/> Superficie deficiente	<input type="checkbox"/> Golpe de frente <input type="checkbox"/> Golpe de refilón <input type="checkbox"/> Golpe por atrás <input type="checkbox"/> Al rebasar <input type="checkbox"/> Moviéndose en reversa <input type="checkbox"/> Al ser rebasado <input type="checkbox"/> Golpe a objeto estacionario <input type="checkbox"/> Hit & run <input type="checkbox"/> Golpe a peatón <input type="checkbox"/> Golpe a un animal <input type="checkbox"/> Volcadura <input type="checkbox"/> Salirse del camino

¿Se involucro alcohol/drogas? Sí No ¿Se contaba con licencia de manejo? Sí No
Velocidad al impacto km/h m/h ¿La policía presento cargos? Sí No
¿Monitor instalado y funcionando? Sí No ¿Curso de manejo defensivo vigente? Sí No
¿Todas las personas utilizaban cinturón? Sí No ¿Manejo comentado Vigente? Sí No

VII. Información de incidente ambiental

Resultado	Detalles	
<input type="checkbox"/> Daño a la vegetación <input type="checkbox"/> Liberación en cuerpos de agua	Cantidad derramada o descargada:	Unidad
<input type="checkbox"/> Contaminación de suelo <input type="checkbox"/> Emisiones a la atmósfera	Nombre del material:	
<input type="checkbox"/> Contaminación de agua <input type="checkbox"/> Daño a la fauna marina	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

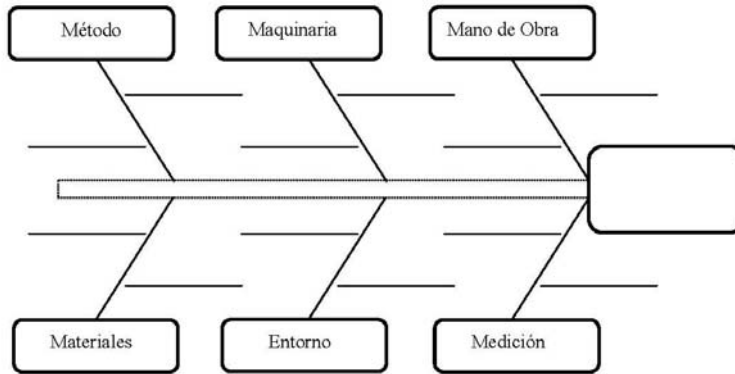


REPORTE DE INVESTIGACION DE INCIDENTES

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

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

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:

Tipo de Equipo	Cantidad	Periodicidad
Extintores	14 (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 año
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 Tijuana-Tecate*. 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.

11. COMUNICACION DE RIESGOS	2
11.1 Procedimientos específicos para la comunicación de riesgos	2
Empresas usuarias y circunvecinas / Comité de ayuda mutua	2
Autoridades e instituciones locales	¡Error! Marcador no definido.
Voceros	3
11.2 Procedimientos para el desarrollo de simulacros con la población aledaña	4
11.3 Programa de simulacros	4

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 TIJUANA, BAJA CALIFORNIA (Lada 01-664)

PROTECCIÓN CIVIL ESTATAL	6077781, 6830908, 6839112
PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	6078945, 6077781
ISSSTE	6814741 Ext. 155
H.G.R. No. TIJUANA	6609143, 6270963
H.G.R. / M.F. No. 20 TIJUANA 2N	6296350 Ext. 31394
HOSPITAL GENERAL (SSA)	6840922, 6840237
BOMBEROS	6855555, 6885700
SEGURIDAD PÚBLICA	6078900
COMANDANCIA DE POLICÍA Y TRANSITO MUNICIPAL	6385137

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

DELEGACIÓN REGIONAL I-NOROESTE	6825285
PRESIDENCIA MUNICIPAL	9737000
GOBIERNO DEL ESTADO	686-5581090
TGN DE BC, GASODUCTO BAJANORTE	01800-025-6195
PROFEPA	686-5689266
SEMARNAT	686-9044201

EN EL AREA DE TECATE, BAJA CALIFORNIA (Lada 01-665)

PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	6549890
H.G.S. No. 6 TECATE (817) 2N	6545803 Ext. 113
CRUZ ROJA	6544775, 6541313, 6549890
SEGURIDAD PÚBLICA Y TRANSITO MUNICIPAL	6549890
INCENDIOS FORESTALES	01800-026-5980
PRESIDENCIA MUNICIPAL	6549200 Ext. 1100

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 :

Nombre:	Ing. Rafael Gonzalez Dominguez
Puesto:	Director de Operación
Localización:	México, D.F.
Número telefónico/IGASAMEX:	(55) 5000-5161
Número Celular:	555406-7066
Número particular:	(55)

Nombre:	Ing. Carlos A. Arriola Jiménez
Puesto:	Director General
Localización:	México, D.F.

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

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: <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p style="text-align: center;">Nombre y firma</p>	 <p style="text-align: center;">(Sello con fecha de recibido)</p>
4) ENVIAR A: Residuos Peligrosos () Riesgo Ambiental ()	

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 5° fracción X y 146° de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 27° fracción XXXII y 37° 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 Energéticos Igasamex, S. de R.L. de C.V.	<p style="text-align: center;"> <u>Lic. Adrián Ramírez Nateras</u> Nombre y firma del representante legal </p>
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.	<p style="text-align: center;"> <u>Ing. Víctor H. Santiago Rodríguez</u> Nombre y firma del responsable técnico </p>
Lugar y fecha: <u>México, Distrito Federal a 13 de Septiembre de 2012</u>	

DATOS DE REGISTRO

1) NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA QUE SOLICITA EL TRÁMITE¹ Igasamex Bajío, S. de R.L. de C.V. (IGASAMEX)		RFC IBA960920VA5						
2) NÚMERO DE REGISTRO DEL SIEM*	3) CÁMARA A LA QUE PERTENECE, NÚMERO DE REGISTRO Y FECHA*							
4) ACTIVIDAD PRODUCTIVA PRINCIPAL DEL ESTABLECIMIENTO²	Transporte de gas natural <hr/>	CLAVE CMAP	CÓDIGO AMBIENTAL (CA)³					
5) DOMICILIO DEL ESTABLECIMIENTO Parque o Puerto Industrial (X) Especifique cual: <u>Parque Industrial Otay</u> Centro Poblado () Calle: <u>Boulevard Bellas Artes</u> No. Exterior y No. Interior o No. de Manzana y Lote: _____ Colonia: <u>Parque Industrial Otay</u> Localidad (excepto D.F.): <u>Baja California</u> Código Postal: _____ Municipio o Delegación: <u>Tijuana</u> Entidad Federativa: <u>Baja California</u> Teléfonos: _____ Fax: _____ Correo Electrónico: _____								
6) DOMICILIO PARA OÍR Y RECIBIR NOTIFICACIONES (En caso de ser distinto al del establecimiento). Calle: <u>Bosque de Alisos</u> No. Exterior y No. Interior o No. de Manzana y Lote: <u>47-A 5° piso</u> Colonia: <u>Bosque de las Lomas</u> Municipio o Delegación: <u>Cuajimalpa</u> Código Postal: <u>05120</u> Entidad Federativa: <u>D. F.</u> Teléfonos: <u>(55) 5000-5100</u> Fax: <u>(55) 5259-7686</u> Correo Electrónico: <u>adramirez@igasamex.net</u>								
7) FECHA DE INICIO DE OPERACIÓN Día <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/> Mes <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/> Año <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="6"/>								
8) NÚMERO DE TRABAJADORES EQUIVALENTE^{4*} Empleados: <u>16</u> Obreros: <u>8</u> Total: <u>24</u>		9) TOTAL DE HORAS SEMANALES TRABAJADAS EN PLANTA*: <u>N/A</u>						
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).								
Turnos		Número de trabajadores promedio						
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: <u>Corporación Frigus Therme</u>						
13) PARTICIPACIÓN DE CAPITAL*: Sólo nacional () Mayoría nacional (X) Mayoría extranjero () Sólo extranjero ()								
14) NÚMERO DE EMPLEOS INDIRECTOS A GENERAR*: 30		15) INVERSIÓN ESTIMADA (M.N.):* 830,000 USD						
16) NOMBRE DEL GESTOR O PROMOVENTE (Anexar carta poder en hoja membretada del establecimiento industrial y firmada por su representante legal) Lic. Adrián Ramírez Nateras			RFC RANA690307					

¹ Anexar copia fotostática del Acta Constitutiva.

² 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, alta en secretarías de estado, licencia de uso de suelo.

³ Esta sección será llenada por la SEMARNAT.

⁴ Es el número que resulta de dividir entre 2000 el total de horas trabajadas anualmente, considerando por separado empleados y obreros, para luego sumar 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

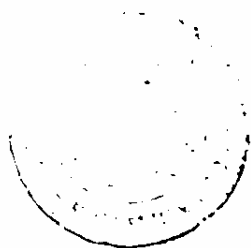
Copia Certificada DE LA ESCRITURA QUE CONTIENE:

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 de 4 y 6"Ø y 3.347 km de longitud aproximada (de 350 psig de presión de operación) desde el punto de interconexión con el gasoducto de 30" de TGN, hasta la caseta de baja presión a instalar dentro del predio de la zona Industrial Mesa de Otay en Tijuana, Estado de Baja California.

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"> Caída de presión al sistema de transporte No pueden operar los equipos que usen el combustible en la planta del usuario 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento para operación de válvulas de corte, de relevo y de los reguladores 	<ul style="list-style-type: none"> Supervisión periódica en la operación Utilización de la línea alterna equipada con regulador para emergencias Cierre de válvulas de bloqueo ubicadas antes y después de los reguladores Cierre de la válvula de corte principal Revisión de los manómetros ubicados después de la estación de regulación reductora de presión en el punto de interconexión.
			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"> Caída de presión al sistema de transporte No pueden operar los equipos que usen el combustible en la planta del usuario 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento para operación y mantenimiento del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> Notificación previa a los usuarios Paros programados de los equipos de combustión de los usuarios Supervisión periódica en la operación y mantenimiento Utilización de señalamientos y etiquetas de aviso
			Obstrucción en la línea	<ul style="list-style-type: none"> Esfuerzos internos en las paredes del ducto de acero 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento para operación y mantenimiento del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> Utilización de la línea alterna equipada con regulador para emergencias Cierre de válvulas de bloqueo ubicadas antes y después de los reguladores Cierre de la válvula de corte principal Revisión de los manómetros ubicados después de la estación de regulación reductora de presión en el punto de interconexión.

			Obstrucción de la válvula de corte de la caseta de regulación del punto de interconexión	<ul style="list-style-type: none"> Esfuerzos internos en las paredes del ducto de acero 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento para operación y mantenimiento del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> Utilización de la línea alterna equipada con regulador para emergencias Cierre de válvulas de bloqueo ubicadas antes y después de los reguladores Cierre de la válvula de corte principal Revisión de los manómetros ubicados después de la estación de regulación reductora de presión en el punto de interconexión.
			Ruptura total de tubería	<ul style="list-style-type: none"> Fuga y dispersión de gas natural Formación de una nube inflamable y explosiva Incendio Explosión 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimientos y planes de emergencia 	<ul style="list-style-type: none"> Cierre de válvulas de corte Evaluación de daños Aplicación de procedimientos de emergencia
			Falta de presión en el ducto de 30" de TGN	<ul style="list-style-type: none"> Caída de presión al sistema de distribución 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimientos y planes de emergencia 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión de los manómetros ubicados después de las estaciones de regulación reductoras de presión en todo el sistema
			Sabotaje	<ul style="list-style-type: none"> Caída de presión al sistema de distribución No pueden operar los equipos que usen el combustible en la planta del usuario 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimientos y planes de emergencia 	<ul style="list-style-type: none"> Cierre de válvulas de corte Evaluación de daños Aplicación de procedimientos de emergencia

Menos	Flujo	Flujos anormalmente bajos de gas natural				
			Desgaste o mal estado de válvulas y conexiones	<ul style="list-style-type: none"> Fuga y dispersión de gas natural En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego" 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento de emergencia Procedimiento de mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión de los manómetros ubicados después de las estaciones de regulación reductoras de presión en todo el sistema
			Deficiente conexión del sistema de tuberías de conducción	<ul style="list-style-type: none"> Fuga y dispersión de gas natural En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego" 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento de emergencia Procedimiento de mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión de los manómetros ubicados después de las estaciones de regulación reductoras de presión en todo el sistema
			Válvulas mal calibradas	<ul style="list-style-type: none"> Caída de presión al sistema de transporte 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento de operación 	<ul style="list-style-type: none"> Utilización del juego de válvulas alternas
			Ruptura parcial de tubería (fisuras)	<ul style="list-style-type: none"> Fuga y dispersión de gas natural En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego" Riesgo de incendio y de explosión 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimientos y planes de emergencia 	<ul style="list-style-type: none"> Cierre de válvula de corte Evaluación de daños Aplicación de procedimiento de emergencia
			Fuga por soldadura defectuosa	<ul style="list-style-type: none"> En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego" 	<ul style="list-style-type: none"> Pruebas neumáticas Corrida de diablos 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio de secciones dañadas Uso de mangas provisionales
			Disminución de presión en el ducto de 30" de TGN	<ul style="list-style-type: none"> Caída de presión al sistema de transporte 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimientos de operación 	<ul style="list-style-type: none"> Notificación a los usuarios Revisión de los manómetros ubicados después de la estación de regulación reductora de presión en el punto de interconexión
			Disminución en el consumo del usuario final	<ul style="list-style-type: none"> No tiene efecto o riesgo 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	

Más	Flujo	Flujos anormalmente altos de gas natural	Incremento de la demanda estimada por parte de los usuarios	<ul style="list-style-type: none"> • Descalibración de reguladores y equipos 	<ul style="list-style-type: none"> • Vigilancia en el sistema. • Registro diario y revisión de exactitud del medidor de flujo y válvulas en ambas casetas de regulación • Consulta con el usuario final en cuanto a su operación • Verificación del sistema con TGN y proveedores de equipos de medición y de regulación 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión del medidor de flujo del cuadro de regulación • Revisión de reguladores y válvulas de corte asociadas • Revisión de la válvula de alivio • Revisión del odorizador • Inspección de fugas
			Ruptura parcial o total de la tubería en o cerca de la caseta de regulación del usuario final dentro de la zona industrial	<ul style="list-style-type: none"> • Fuga y dispersión de gas natural • En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego" • Riesgo de incendio y de explosión 	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimientos y planes de emergencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Cierre de válvulas de corte • Evaluación de daños • Aplicación de procedimientos de emergencia
			Desajuste del sistema de dosificación de odorante (etil-mercaptano) por arrastre	<ul style="list-style-type: none"> • Se diluye el umbral de detección de fugas • Represurización de los depósitos del odorante • Revisión de la válvula de venteo (relevo) del tanque del odorizador 	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimientos de operación y mantenimiento 	
			Incremento en el consumo del usuario final	<ul style="list-style-type: none"> • No tiene efecto o riesgo, dado que el sistema se encuentra sobrediseñado 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	

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"> Fuga y dispersión de gas natural En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego" 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento de emergencia Procedimiento de mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Cierre de válvula de corte (en caseta del punto de interconexión)
			Deficiente conexión del sistema de tuberías de conducción	<ul style="list-style-type: none"> Fuga y dispersión de gas natural En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego" 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimientos y planes de emergencia 	<ul style="list-style-type: none"> Cierre de válvula de corte (en caseta del punto de interconexión)
			Válvulas mal calibradas	<ul style="list-style-type: none"> Caída de presión al sistema de transporte 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento de operación 	<ul style="list-style-type: none"> Utilización del juego de válvulas alternas
			Ruptura parcial de tubería	<ul style="list-style-type: none"> Fuga y dispersión de gas natural En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego" Riesgo de incendio y de explosión 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimientos y planes de emergencia 	<ul style="list-style-type: none"> Cierre de válvula de corte (en caseta del punto de interconexión)
			Disminución de presión en el ducto de 30" de TGN	<ul style="list-style-type: none"> Caída de presión al sistema de transporte 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimientos de operación 	
			Sabotaje	<ul style="list-style-type: none"> Caída de presión al sistema de transporte No pueden operar los equipos que usen el combustible en la planta del usuario 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimientos y planes de emergencia 	

Más	Presión	Presión de operación anormalmente alta en la línea de transporte de gas natural	Válvulas mal calibradas	<ul style="list-style-type: none"> • Liberación de gas por medio de la válvula de desfogeo y dispersión del mismo • Liberación de gas por la apertura de Reguladores autopiloteados de control de contrapresión 	<ul style="list-style-type: none"> • Vigilancia en el sistema. • Registro diario de manómetros y válvulas • Verificación del sistema con TGN • Procedimientos de operación • Apertura del regulador de respaldo para detener el desfogeo en un corto lapso de tiempo y permitir la revisión de falla del regulador. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de la línea alterna equipada con regulador para emergencias • Cierre de válvulas de bloqueo ubicadas antes y después de los reguladores • Cierre de la válvula de corte principal • Revisión de los manómetros ubicados después de las estaciones de regulación reductoras de presión en todo el sistema. • inspeccionar el interior del regulador y piloto regulador para localizar desgaste excesivo o daño
			Descontrol de la presión por falla de reguladores	<ul style="list-style-type: none"> • Liberación de gas por medio de la válvula automática de desfogeo y dispersión del mismo • Fuga y dispersión de gas natural • En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego" • Riesgo de incendio y de explosión 	<ul style="list-style-type: none"> • Vigilancia en el sistema. • Registro diario de manómetros y válvulas • Verificación del sistema con TGN • Apertura de la válvula automática de desfogeo • Apertura del regulador de respaldo para detener el desfogeo en un corto lapso de tiempo y permitir la revisión de falla del regulador. • inspeccionar el interior del regulador y piloto regulador para localizar desgaste excesivo o daño 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de procedimientos de emergencia

			<p>Sobrepresurización en el ducto de 30" de TGN</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Liberación de gas por medio de la válvula automática de desfogue y dispersión del mismo • Fuga y dispersión de gas natural • En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego" • Riesgo de incendio y de explosión 	<ul style="list-style-type: none"> • Vigilancia en el sistema. • Registro diario de manómetros y válvulas • Verificación del sistema con TGN • Apertura de la válvula automática de desfogue • inspeccionar el interior del regulador y piloto regulador para localizar desgaste excesivo o daño 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de procedimientos de emergencia
			<p>Desajuste del sistema de dosificación de odorante (etil-mercaptano) por arrastre en el punto de interconexión con el ducto de TGN</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se diluye el umbral de detección de fugas • Represurización de los depósitos del odorante • Revisión de la válvula de venteo (relevo) del tanque del odorizador 		

Otros	Composición	Variación en la composición del gas natural	<p>Fallas en el proceso de separación de PEMEX.</p> <p>Mayor contenido de H₂S en el gas del esperado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de velocidad de corrosión en las paredes del ducto • Formación de poros y cazuelas de corrosión. • Fuga de gas por fractura o ruptura total del ducto por falla mecánica del material. • Disminución del espesor de diseño. • Incendio si el fluido logra entrar en contacto con una fuente de ignición. • 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. • Daños ambientales 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo continuo de la composición por medio de cromatógrafo en cuarto de control. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llevar a cabo reportes en donde se cuide el mantenimiento, en especial en la medición de espesores. • Contar con las preparaciones necesarias para la inyección de inhibidor de corrosión al sistema. • Llevar a cabo un programa de reemplazos de tramos que tengan espesores menores a los especificados. • Aplicación de procedimientos de emergencia y coordinarse con entidades federales, estatales, municipales, civiles, públicas y privadas. • En caso de existir afectaciones al ambiente debido a eventos no deseados como incendios y/o explosiones, se deberá remediar inmediatamente la zona afectada.
-------	-------------	---	---	---	--	--

A. FLUJO DE GAS NATURAL EN GASODUCTO Y CASSETAS DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN

A. 1. Línea de polietileno de 2, 4 y 6"Ø y 6.858 km de longitud aproximada (de 90 psig de presión de operación) desde la caseta de baja presión en el interior de la zona Industrial Mesa de Otoy, hasta las cassetas de regulación a instalar dentro del predio de cada una de las empresas contratantes en Tijuana, Estado de Baja California.

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"> Caída de presión al sistema de transporte No pueden operar los equipos que usen el combustible en la planta del usuario 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento para operación de válvulas de corte, de relevo y de los reguladores 	<ul style="list-style-type: none"> Supervisión periódica en la operación Utilización de la línea alterna equipada con regulador para emergencias Cierre de válvulas de bloqueo ubicadas antes y después de los reguladores Cierre de la válvula de corte principal Revisión de los manómetros ubicados después de la estación de regulación reductora de presión en el punto de interconexión.
			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"> Caída de presión al sistema de transporte No pueden operar los equipos que usen el combustible en la planta del usuario 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento para operación y mantenimiento del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> Notificación previa a los usuarios Paros programados de los equipos de combustión de los usuarios Supervisión periódica en la operación y mantenimiento Utilización de señalamientos y etiquetas de aviso
			Obstrucción en la línea	<ul style="list-style-type: none"> Esfuerzos internos en las paredes del ducto de polietileno 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento para operación y mantenimiento del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> Utilización de la línea alterna equipada con regulador para emergencias Cierre de válvulas de bloqueo ubicadas antes y después de los reguladores Cierre de la válvula de corte principal Revisión de los manómetros ubicados después de la estación de regulación reductora de presión en el punto de interconexión.

			Obstrucción de la válvula de corte de la caseta de regulación del punto de interconexión	<ul style="list-style-type: none"> Esfuerzos internos en las paredes del ducto de polietileno 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento para operación y mantenimiento del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> Utilización de la línea alterna equipada con regulador para emergencias Cierre de válvulas de bloqueo ubicadas antes y después de los reguladores Cierre de la válvula de corte principal Revisión de los manómetros ubicados después de la estación de regulación reductora de presión en el punto de interconexión.
			Ruptura total de tubería	<ul style="list-style-type: none"> Fuga y dispersión de gas natural Formación de una nube inflamable y explosiva Incendio Explosión 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimientos y planes de emergencia 	<ul style="list-style-type: none"> Cierre de válvulas de corte Evaluación de daños Aplicación de procedimientos de emergencia
			Falta de presión en el ducto de 30" de TGN	<ul style="list-style-type: none"> Caída de presión al sistema de distribución 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimientos y planes de emergencia 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión de los manómetros ubicados después de las estaciones de regulación reductoras de presión en todo el sistema
			Sabotaje	<ul style="list-style-type: none"> Caída de presión al sistema de distribución No pueden operar los equipos que usen el combustible en la planta del usuario 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimientos y planes de emergencia 	<ul style="list-style-type: none"> Cierre de válvulas de corte Evaluación de daños Aplicación de procedimientos de emergencia

Menos	Flujo	Flujos anormalmente bajos de gas natural				
			Desgaste o mal estado de válvulas y conexiones	<ul style="list-style-type: none"> Fuga y dispersión de gas natural En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego" 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento de emergencia Procedimiento de mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión de los manómetros ubicados después de las estaciones de regulación reductoras de presión en todo el sistema
			Deficiente conexión del sistema de tuberías de conducción	<ul style="list-style-type: none"> Fuga y dispersión de gas natural En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego" 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento de emergencia Procedimiento de mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión de los manómetros ubicados después de las estaciones de regulación reductoras de presión en todo el sistema
			Válvulas mal calibradas	<ul style="list-style-type: none"> Caída de presión al sistema de transporte 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento de operación 	<ul style="list-style-type: none"> Utilización del juego de válvulas alternas
			Ruptura parcial de tubería (fisuras)	<ul style="list-style-type: none"> Fuga y dispersión de gas natural En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego" Riesgo de incendio y de explosión 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimientos y planes de emergencia 	<ul style="list-style-type: none"> Cierre de válvula de corte Evaluación de daños Aplicación de procedimiento de emergencia
			Fuga por soldadura defectuosa	<ul style="list-style-type: none"> En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego" 	<ul style="list-style-type: none"> Pruebas neumáticas Corrida de diablos 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio de secciones dañadas Uso de mangas provisionales
			Disminución de presión en el ducto de 30" de TGN	<ul style="list-style-type: none"> Caída de presión al sistema de transporte 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimientos de operación 	<ul style="list-style-type: none"> Notificación a los usuarios Revisión de los manómetros ubicados después de la estación de regulación reductora de presión en el punto de interconexión
			Disminución en el consumo del usuario final	<ul style="list-style-type: none"> No tiene efecto o riesgo 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	

Más	Flujo	Flujos anormalmente altos de gas natural	Incremento de la demanda estimada por parte de los usuarios	<ul style="list-style-type: none"> • Descalibración de reguladores y equipos 	<ul style="list-style-type: none"> • Vigilancia en el sistema. • Registro diario y revisión de exactitud del medidor de flujo y válvulas en ambas casetas de regulación • Consulta con el usuario final en cuanto a su operación • Verificación del sistema con TGN y proveedores de equipos de medición y de regulación 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión del medidor de flujo del cuadro de regulación • Revisión de reguladores y válvulas de corte asociadas • Revisión de la válvula de alivio • Revisión del odorizador • Inspección de fugas
			Ruptura parcial o total de la tubería en o cerca de la caseta de regulación del usuario final dentro de la zona industrial	<ul style="list-style-type: none"> • Fuga y dispersión de gas natural • En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego" • Riesgo de incendio y de explosión 	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimientos y planes de emergencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Cierre de válvulas de corte • Evaluación de daños • Aplicación de procedimientos de emergencia
			Desajuste del sistema de dosificación de odorante (etil-mercaptano) por arrastre	<ul style="list-style-type: none"> • Se diluye el umbral de detección de fugas • Represurización de los depósitos del odorante • Revisión de la válvula de venteo (relevo) del tanque del odorizador 	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimientos de operación y mantenimiento 	
			Incremento en el consumo del usuario final	<ul style="list-style-type: none"> • No tiene efecto o riesgo, dado que el sistema se encuentra sobrediseñado 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	

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"> Fuga y dispersión de gas natural En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego" 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento de emergencia Procedimiento de mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Cierre de válvula de corte (en caseta del punto de interconexión)
			Deficiente conexión del sistema de tuberías de conducción	<ul style="list-style-type: none"> Fuga y dispersión de gas natural En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego" 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimientos y planes de emergencia 	<ul style="list-style-type: none"> Cierre de válvula de corte (en caseta del punto de interconexión)
			Válvulas mal calibradas	<ul style="list-style-type: none"> Caída de presión al sistema de transporte 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento de operación 	<ul style="list-style-type: none"> Utilización del juego de válvulas alternas
			Ruptura parcial de tubería	<ul style="list-style-type: none"> Fuga y dispersión de gas natural En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego" Riesgo de incendio y de explosión 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimientos y planes de emergencia 	<ul style="list-style-type: none"> Cierre de válvula de corte (en caseta del punto de interconexión)
			Disminución de presión en el ducto de 30" de TGN	<ul style="list-style-type: none"> Caída de presión al sistema de transporte 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimientos de operación 	
			Sabotaje	<ul style="list-style-type: none"> Caída de presión al sistema de transporte No pueden operar los equipos que usen el combustible en la planta del usuario 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimientos y planes de emergencia 	

Más	Presión	Presión de operación anormalmente alta en la línea de transporte de gas natural	Válvulas mal calibradas	<ul style="list-style-type: none"> • Liberación de gas por medio de la válvula de desfogue y dispersión del mismo • Liberación de gas por la apertura de Reguladores autopiloteados de control de contrapresión 	<ul style="list-style-type: none"> • Vigilancia en el sistema. • Registro diario de manómetros y válvulas • Verificación del sistema con TGN • Procedimientos de operación • Apertura del regulador de respaldo para detener el desfogue en un corto lapso de tiempo y permitir la revisión de falla del regulador. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de la línea alterna equipada con regulador para emergencias • Cierre de válvulas de bloqueo ubicadas antes y después de los reguladores • Cierre de la válvula de corte principal • Revisión de los manómetros ubicados después de las estaciones de regulación reductoras de presión en todo el sistema. • inspeccionar el interior del regulador y piloto regulador para localizar desgaste excesivo o daño
			Descontrol de la presión por falla de reguladores	<ul style="list-style-type: none"> • Liberación de gas por medio de la válvula automática de desfogue y dispersión del mismo • Fuga y dispersión de gas natural • En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego" • Riesgo de incendio y de explosión 	<ul style="list-style-type: none"> • Vigilancia en el sistema. • Registro diario de manómetros y válvulas • Verificación del sistema con TGN • Apertura de la válvula automática de desfogue • Apertura del regulador de respaldo para detener el desfogue en un corto lapso de tiempo y permitir la revisión de falla del regulador. • inspeccionar el interior del regulador y piloto regulador para localizar desgaste excesivo o daño 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de procedimientos de emergencia

			<p>Sobrepresurización en el ducto de 30" de TGN</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Liberación de gas por medio de la válvula automática de desfogue y dispersión del mismo • Fuga y dispersión de gas natural • En contacto con fuente de ignición se presentarían los "Chorros de fuego" • Riesgo de incendio y de explosión 	<ul style="list-style-type: none"> • Vigilancia en el sistema. • Registro diario de manómetros y válvulas • Verificación del sistema con TGN • Apertura de la válvula automática de desfogue • inspeccionar el interior del regulador y piloto regulador para localizar desgaste excesivo o daño 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de procedimientos de emergencia
			<p>Desajuste del sistema de dosificación de odorante (etil-mercaptano) por arrastre en el punto de interconexión con el ducto de TGN</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se diluye el umbral de detección de fugas • Represurización de los depósitos del odorante • Revisión de la válvula de venteo (relevo) del tanque del odorizador 		

Otros	Composición	Variación en la composición del gas natural	<p>Fallas en el proceso de separación de PEMEX.</p> <p>Mayor contenido de H₂S en el gas del esperado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de velocidad de corrosión en las paredes del ducto • Formación de poros y cazuelas de corrosión. • Fuga de gas por fractura o ruptura total del ducto por falla mecánica del material. • Disminución del espesor de diseño. • Incendio si el fluido logra entrar en contacto con una fuente de ignición. • 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. • Daños ambientales 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo continuo de la composición por medio de cromatógrafo en cuarto de control. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llevar a cabo reportes en donde se cuide el mantenimiento, en especial en la medición de espesores. • Contar con las preparaciones necesarias para la inyección de inhibidor de corrosión al sistema. • Llevar a cabo un programa de reemplazos de tramos que tengan espesores menores a los especificados. • Aplicación de procedimientos de emergencia y coordinarse con entidades federales, estatales, municipales, civiles, públicas y privadas. • En caso de existir afectaciones al ambiente debido a eventos no deseados como incendios y/o explosiones, se deberá remediar inmediatamente la zona afectada.
-------	-------------	---	---	---	--	--

INDICE MOND PARA FUEGO, EXPLOSION Y TOXICIDAD

1.- Factor Material "B"			
Material o Combinación:	Gas Natural	Calor de Combustión Hc (BTU/lb):	23876
Formula:	90% CH ₄ , 10% C ₂ H ₆	Factor Material "B":	23.876
2.- Riesgos Especiales del Material "M"		5.- Riesgos por Cantidad "Q"	
	Factor	Sugerido	Usado
a) Oxidantes	0 a 20	0	0
b) Reacción Peligrosa con Agua	0 a 30	0	0
c) Mezclado y Dispersión	-50 a 60	-20	0
d) Combustión Espontánea	30 a 250	0	0
e) Polimerización Espontánea	27 a 75	0	0
f) Sensibilidad a la Ignición	-75 a 150	100	0
g) Descomposición Explosiva	125	0	0
h) Detonación Gaseosa	150	0	0
i) Fase Condensada	200 a 1500	50	0
j) Otros	0 a 150	0	0
Suma de factores R.E.M.	M =	130	
3.- Riesgos Generales del Proceso "P"		Sugerido	Usado
a) Manejo y Cambios Físicos	10 a 60	10	10
b) Reacción Única Continua	25 a 50	15	15
c) Reacción Única Batch	10 a 60	0	0
d) Multireacciones	0 a 75	0	0
e) Transferencia de Material	0 a 75	0	0
f) Contenedores Portátiles	10 a 100	0	0
Suma de factores R.G.P	P =	25	
4.- Riesgos Especiales del Proceso "S"		Sugerido	Usado
a) Baja Presión	0 a 100	0	0
b) Alta Presión	0 a 150	100	100
c) Baja Temperatura	1) Ac. al Carbón (-10 a 0° C) 2) Ac. Al Carbón abajo de -10° C 3) Otros Materiales	15 0 0	0 0 0
d) Alta Temperatura	1) Inflamabilidad 2) Materiales de Construcción	0 a 100 0 a 25	35 0
e) Corrosión y Erosión	0 a 150	10	10
f) Fugas en Juntas y Empaques	0 a 60	0	0
g) Vibración	0 a 50	0	0
h) Control Díficil de Proceso o Reacción	20 a 300	10	10
i) Operación Rango Inflamable	0 a 150	10	10
j) Riesgo de Explosión Mayor al Promedio	40 a 100	20	20
k) Polvos o Nieblas Riesgosas	30 a 70	0	0
l) Oxidantes muy Fuertes	0 a 300	0	0
m) Sensibilidad a la Ignición	0 a 75	50	50
n) Riesgos Electroestáticos	0 a 200	15	15
Temperatura de Proceso "K"	t	298.16	
Suma de factores R.E.P.	S =	250	
6.- Riesgos por Layout "L"		Sugerido	Usado
Volumen (m3)		0.05815	630.82
Densidad (Ton/m ³)	d	1 a 1000	36.682183
Factor Asignado R.C.	Q		70
Altura de la Unidad (m)	H		2
Area de trabajo (m ²)	a		30832
a) Diseño Estructural		0 a 200	20
b) Efecto Domino		0 a 250	20
c) Subterráneas		0 a 150	50
d) Drenaje Superficial		0 a 100	50
e) Otros		0 a 250	0
Suma de factores R.L.A	L =	150	
7.- Riesgos de Toxicidad "T"		Sugerido	Usado
a) TLV		0 a 300	25
b) Forma del Material		25 a 200	0
c) Exposición Corta		100 a 150	0
d) Absorción por Piel		0 a 300	0
e) Factores Físicos		0 a 300	0
Suma de Factores R.T.	T =	25	
8.- Sumario de Valores de Factores			
	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)	316.446535	Muy Catastrófico
F.- Carga de Fuego	F=(B*d/a)20500 BTU/t2	582.3296551	Bajo (Duración de 1/2 a 1 Hora)
U.- Índice de Toxicidad de la Unidad	U=(T/100)(1+(M+P+S/100))	1.2625	Bajo
C.- Índice de Toxicidad Mayor	C= Q*U	88.375	Moderado
E.- Índice de Explosión	E=1+(M+P+S/100)	5.05	Alto
A.- Índice de Explosión Aerea	A=B*Q*H*E*(1+md/100)*(t/300)*(1+p)/10	1355.565383	Muy Alto
R.- Índice Total Mond	R=D*(1+(SQRT(FUEA)/1000))	1026.361638	Alto (Grupo 1)
10.- Factores de Corrección por Medidas de Seguridad			
k1.- Control de Riesgos en Contenedores		Valor	k4.- Protección Contra Incendio
a) Recipientes a Presión	0.9		a) Protección a Estructuras
b) Tanques Verticales Atmosféricos	0.9		b) Barreras Contra Incendio
c) Tubería	0.9		c) Protección a Equipos
1) Diseño por Tensión	0.9		Producto de factores P.C.I.
2) Juntas y Empaques	0.9		k4
d) Contenedores Adicionales	0.8		
e) Detección y Respuesta a Fugas	0.9		k5.- Aislamiento de Materiales
f) Desecho de Material Fugado	0.9		a) Sistemas de Válvulas
Producto de Factores C.R.C	k1	0.4251528	b) Ventilación
			Producto de Factores A.M.
			k5
			0.9
k2.- Control de Proceso		Valor	k6.- Combate de Incendios
a) Sistema de Alarmas	0.95		a) Alarma de Emergencia
b) Energía de Emergencia	0.9		b) Extinguidores Portátiles
c) Sistema de Enfriamiento	0.9		c) Suministro de Agua Contra Incendio
d) Sistema de Gas Inerte	1		d) Sistemas de Rociadores o Monitores
e) Actividades de Análisis de Riesgo	0.9		e) Espuma y Gas Inerte
f) Sistemas de Paro	0.9		f) Brigada
g) Control por Computadora	0.85		g) Apoyo Externo y/o Interno
h) Protección Contra Explosión o Reacción Peligrosa	0.95		h) Ventilación de Humo
i) Instrucciones de Operación	0.91		Producto de Factores C.I.
j) Supervisión de Planta	0.95		k6
Producto de Factores C.P.	k2	0.435112111	
			0.6579225
11.- Sumario de Factores de Seguridad			
k3.- Actitud de Seguridad		Valor	Factor CRC
a) Involucramiento de la Gerencia	0.95		k1 =
b) Entrenamiento en Seguridad	0.9		0.4251528
c) Procedimientos de Seguridad y Mantenimiento	0.95		Factor CP
Producto de Factores A.S.	k3	0.81225	k2 =
			0.435112111
			Factor AS
			k3 =
			0.81225
			Factor PCI
			k4 =
			0.855
			Factor AM
			k5 =
			0.9
			Factor CI
			k6 =
			0.6579225
12.- Cálculo de Índices Finales			
Fl.- Carga de Fuego	Fl= F*k1*k4*k5	190.5121047	Ligero (de 1/4 a 1/2 Horas)
EI.- Índice de Explosión	EI= E*k2*k3	1.784770051	Bajo
AI.- Índice de Explosión Aerea	AI= A*k1*k5*k6	341.2579376	Alto
RI.- Índice Total Mond	RI= R*k1*k2*k3*k4*k5*k6	78.07638726	Bajo

ANEXO NO. 3

**DIRECCIÓN GENERAL DE MATERIALES, RESIDUOS Y ACTIVIDADES RIESGOSAS
INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE RIESGO**

Fecha de Ingreso		16/11/2001	
DATOS DE LA COMPAÑÍA ENCARGADA DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO			
Compañía		IGASAMEX Bajío, S. de R.L. de C.V.	Registro
Nombre de la persona responsable		Leopoldo Gómez García	Cargo
			Coordinador de Estudios Ambientales
DATOS GENERALES DE LA EMPRESA			
No. de Registro INE		IBAMI0900411	R.F.C.
			IBA960920VA5
Nombre		IGASAMEX Bajío, S. de R.L. de C.V.	
Nombre del Proyecto		Gasoducto GAS NATURAL DE OTAY	
Objeto de la Instalación o Proyecto		Suministro de Gas Natural a las empresas involucradas	
UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES			
Calle y Número		Ciudad Industrial Mesa de Otay	Colonia/Localidad
			Mesa de Otay
Municipio/Delegación		Tijuana	Estado
			Baja California
Codigo Postal			
DOMICILIO PARA OIR O RECIBIR NOTIFICACIONES			
Calle y Número		Bosque de Alisos No. 47-A 5° piso	Colonia/Localidad
			Bosques de las Lomas
Municipio/Delegación		Cuajimalpa	Estado
			Distrito Federal
Codigo Postal		05120	
Teléfonos		(55) 5000-5164 / 5000-5100	Fax
			(55) 5259-7686
			Correo electronico
			vsantiago@igasamex.net
Nombre del representante de la empresa		Víctor Hugo Santiago Rodríguez	
Cargo		Gerente de Calidad y Medio Ambiente de IGASAMEX	
GIRO DE LA EMPRESA			
<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
USO DE SUELO DONDE SE ENCUENTRA LA EMPRESA			
<input type="checkbox"/>	Agrícola	<input type="checkbox"/>	Rural
<input type="checkbox"/>	Comercial	<input type="checkbox"/>	Mixto
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Habitacional
<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	Industrial
LA EMPRESA SE ENCUENTRA UBICADA EN UNA ZONA CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS			
<input checked="" type="checkbox"/>	Zona industrial	<input type="checkbox"/>	Zona habitacional
<input type="checkbox"/>	Parque industrial	<input checked="" type="checkbox"/>	Zona urbana
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Zona suburbana
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Zona rural
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA		SUPERFICIE	
Coordenadas latitud N	32° 33' 12"	Requerida	5,449.00 m ²
Coordenadas longitud W	116° 53' 52"	Total	5,449.00 m ²

DIRECCIÓN GENERAL DE MATERIALES, RESIDUOS Y ACTIVIDADES RIESGOSAS

IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS

Metodología empleada para la identificación de riesgo
HAZOP, MOND, ARCHIE

CALCULO DE DISTANCIAS DE AFECTACION POTENCIAL AL ENTORNO DEL GASODUCTO DE POLIETILENO DE 2, 4 Y 6" DE DIAMETRO NOMINAL DE 6.858 KILOMETROS DE LONGITUD APROXIMADA, PARA SUMINISTRO DE GAS NATURAL A DIVERSAS EMPRESAS UBICADAS EN LA ZONA INDUSTRIAL MESA DE OTAY DEL MUNICIPIO DE TIJUANA, ESTADO DE BAJA CALIFORNIA, 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 TRANSPORTADORA DE GAS NATURAL DE BAJA CALIFORNIA, S. DE R.L. DE C.V., DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 1 MINUTO, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO DE UNA FUGA ANTES DE QUE SE ACTIVE LA VALVULA "SLAM-SHUT" DE CIERRE AUTOMATICO POR UNA CAIDA DE PRESION ANORMAL EN EL SISTEMA.

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.

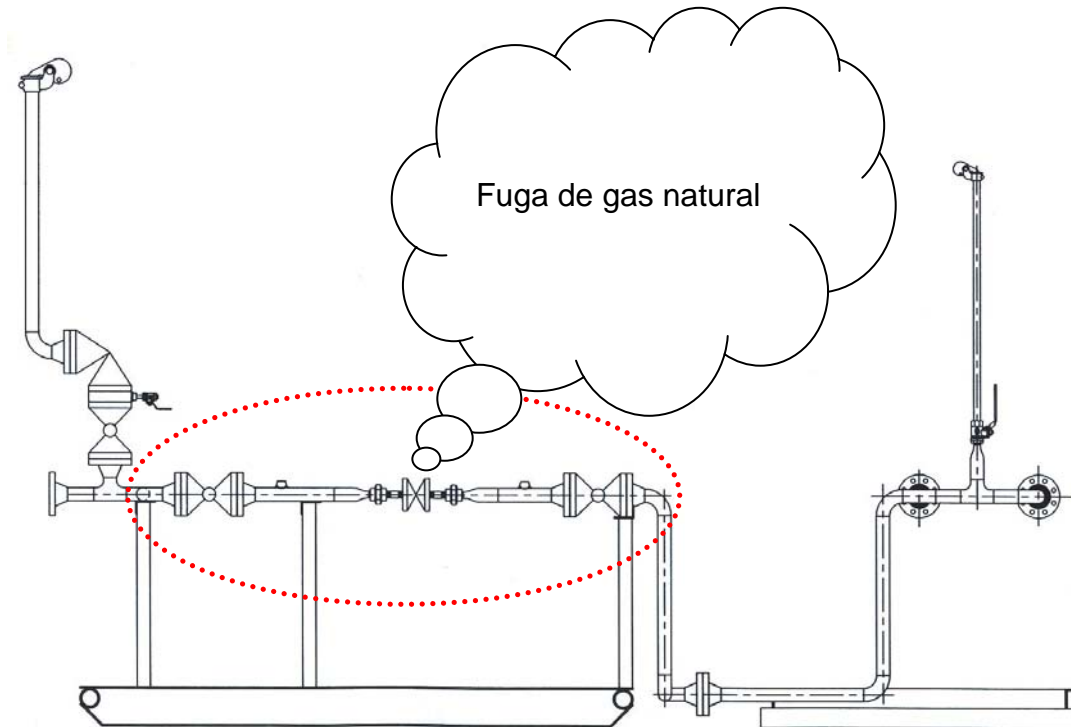
RESUMEN DE DATOS PARA ARCHIVO DE ESCENARIO DE ACCIDENTES:

1.- Material peligroso:	GAS NATURAL
2.- Dirección/localización:	ZONA INDUSTRIAL MESA DE OTAY, DEL MUNICIPIO DE TIJUANA, ESTADO DE BAJA CALIFORNIA.
3.- Latitud:	32° 33' 12"
4.- Longitud:	116° 53' 52"
5.- Fecha de evaluación:	OCTUBRE 2007
6.- Descripción del escenario:	Estación de medición y regulación del punto de interconexión del ducto de transporte de gas natural, dentro de la Zona Industrial Mesa de Otay del municipio de Tijuana, Estado de Baja California, (que opera a 90 psi), que sufre una fuga de producto a través de un orificio de 1/4" en el patín de medición y regulación durante 1 minuto.

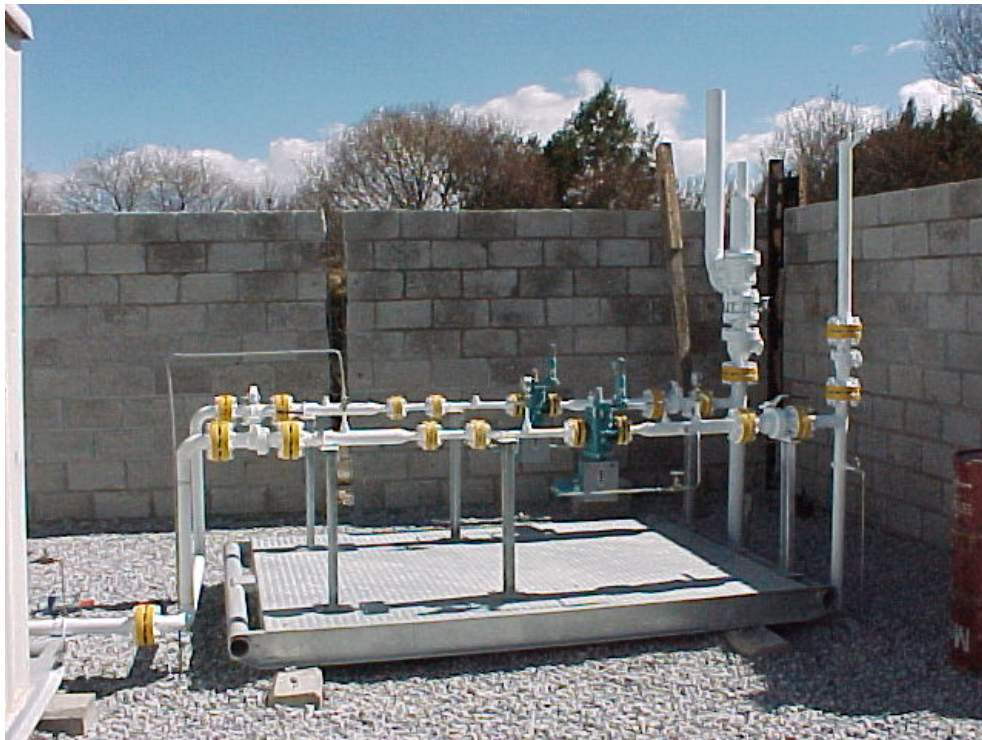
Modelos Utilizados del Menú de opciones:

- 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



Patín de medición, regulación y odorización ubicado en el predio de la caseta del punto de interconexión con el ducto de **TGN** (esquema y foto de un proyecto en operación)



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

Coordinación de Estudios Ambientales

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

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 (**100 psi = 6.892 x 10⁵ Pa**)

P_2 = Presión en el lado de la descarga, usualmente la presión atmosférica (**1.013 x 10⁵ 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 (**100 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 ($100 \text{ psi} = 6.892 \times 10^5 \text{ Pa}$)

ρ_1 = Densidad, kg/m^3 (0.8034) (Tomado del CRANE, 1992)

$1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 101,308 \text{ Pa} = 14.7 \text{ psi} = 760 \text{ mm Hg} = 1.013 \text{ Bars} = 1.033 \text{ kg/cm}^2$

$1 \text{ libra} = 0.4536 \text{ kg}$, $1 \text{ psi} = 6,895 \times 10^3 \text{ N/m}^2$, $^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$

$1 \text{ bar} = 1.02 \text{ kg/cm}^2$

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''	$5.064 \times 10^{-4} \text{ metros}^2$
2''	$20.266 \times 10^{-4} \text{ metros}^2$
4''	$81.072 \times 10^{-4} \text{ metros}^2$

$$m = F_c A \sqrt{P_1 \rho_1 k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{k+1/k-1}}$$

$$m = (0.62)(3.167 \times 10^{-5}) \sqrt{(6.892 \times 10^5)(0.8034)(1.268) \left(\frac{2}{1.268+1} \right)^{1.268+1/1.268-1}}$$

$$m = 0.000019635 \sqrt{(702095.759)(0.881834215)^{8.462686567}}$$

$$m = 0.000019635 \sqrt{(702095.759)(0.3450046149)}$$

$$m = 0.000019635 \sqrt{242,226.28}$$

$$m = 0.000019635 (492.16489)$$

$$m = 0.0096636 \text{ kg/s} \cdot 0.4536 = 0.021304 \text{ lb/s}$$

$$\mathbf{m = 0.021304 \text{ lb/s}}$$

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 = 0.009664 kg/s
= 0.021304 lb/s
= **1.27826 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 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 Tijuana**.

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 la caseta de medición, regulación y odorización ubicada en el punto de interconexión con el ducto de TGN. 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=	114.7 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:	13 pies (3.96 m)
2.- Distancia de separación segura:	26 pies (7.92m)

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=	114.7 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:	51 pies (15.54 m)
2.- Distancia de separación segura:	102 pies (31.09 m)

1 pie= 0.3048 metros
 1 atm = 14.69 psi = 760 mmHg = 1,01325 x 10⁵ bars = 1,01325 x 10⁵ Pascals
 1 kg/cm²= 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=	1.278 lbs/min
9.- Duración de la emisión=	1 minuto

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
4.88 m	3.35 m
2.44 m	1.83 m
0.1 lbs	0.1 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
7.92 m	5.49 m
7.01 m	4.88 m
0.1 lbs	0.1 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, por tratarse de una caseta de medición y regulación.

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)=	0.1 lbs (Estabilidad F)
4.- Localización de la explosión=	Al aire libre (elevado)

(1) El calor inferior de combustión es el calor desprendido cuando 1.0 libras arden en O₂ 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 sobrepresión 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 sobrepresión 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:		
Sobrepresión* (psig)	Distancia desde la explosión (en m):	Daños esperados: (efectos de las ondas expansivas)
0.03	94.49	Rotura ocasional de cristales grandes sometidos a tensiones.
0.30	13.41	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	5.18 – 8.84	Destrucción de ventanas, con daño a los marcos.
1.0	5.18	Demolición parcial de casas, que quedan inhabitables.

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

Coordinación de Estudios Ambientales
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

1.0 - 8.0	1.52 – 5.18	Rango de daños desde ligeros a serios debido a laceraciones en la piel producidas por cristales que salen volando y otros proyectiles.
2.0	3.05	Colapso parcial de paredes y techos de casas.
2.0 - 3.0	2.44 – 3.05	Dstrucción de paredes de block o de concreto no reforzado de 20 a 30 cms. de grosor.
2.4 - 12.2	1.22 – 2.74	Rango de 1 - 90% de ruptura de tímpanos entre la población expuesta.
2.5	2.74	Dstrucción del 50% de las casas de ladrillo. Distorciones en estructuras de acero.
3.0 - 4.0	2.13 – 2.44	Estructuras constructivas de acero en ruinas. Ruptura de tanques de almacenamiento.
5.0	1.83	Rotura de postes públicos de madera
5.0 - 7.0	1.52 – 1.83	Dstrucción casi completa de casas.
10.0	1.22	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.

CALCULO DE DISTANCIAS DE AFECTACION POTENCIAL AL ENTORNO DEL GASODUCTO DE POLIETILENO DE 2, 4 Y 6" DE DIAMETRO NOMINAL DE 6.858 KILOMETROS DE LONGITUD APROXIMADA, PARA SUMINISTRO DE GAS NATURAL A DIVERSAS EMPRESAS UBICADAS EN LA ZONA INDUSTRIAL MESA DE OTAY DEL MUNICIPIO DE TIJUANA, ESTADO DE BAJA CALIFORNIA, MEDIANTE EL USO DEL PAQUETE DE SIMULACION 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 POLIETILENO UBICADO EN UNA DE LAS VIALIDADES DE LA ZONA INDUSTRIAL MESA DE OTAY DEL MUNICIPIO DE TIJUANA, DEBIDO A UN GOLPE DE UNA PALA MECÁNICA, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 1 MINUTO, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO DE UNA FUGA ANTES DE QUE SE ACTIVE LA VALVULA "SLAM-SHUT" DE CIERRE AUTOMATICO POR UNA CAIDA DE PRESION ANORMAL EN EL SISTEMA.

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.

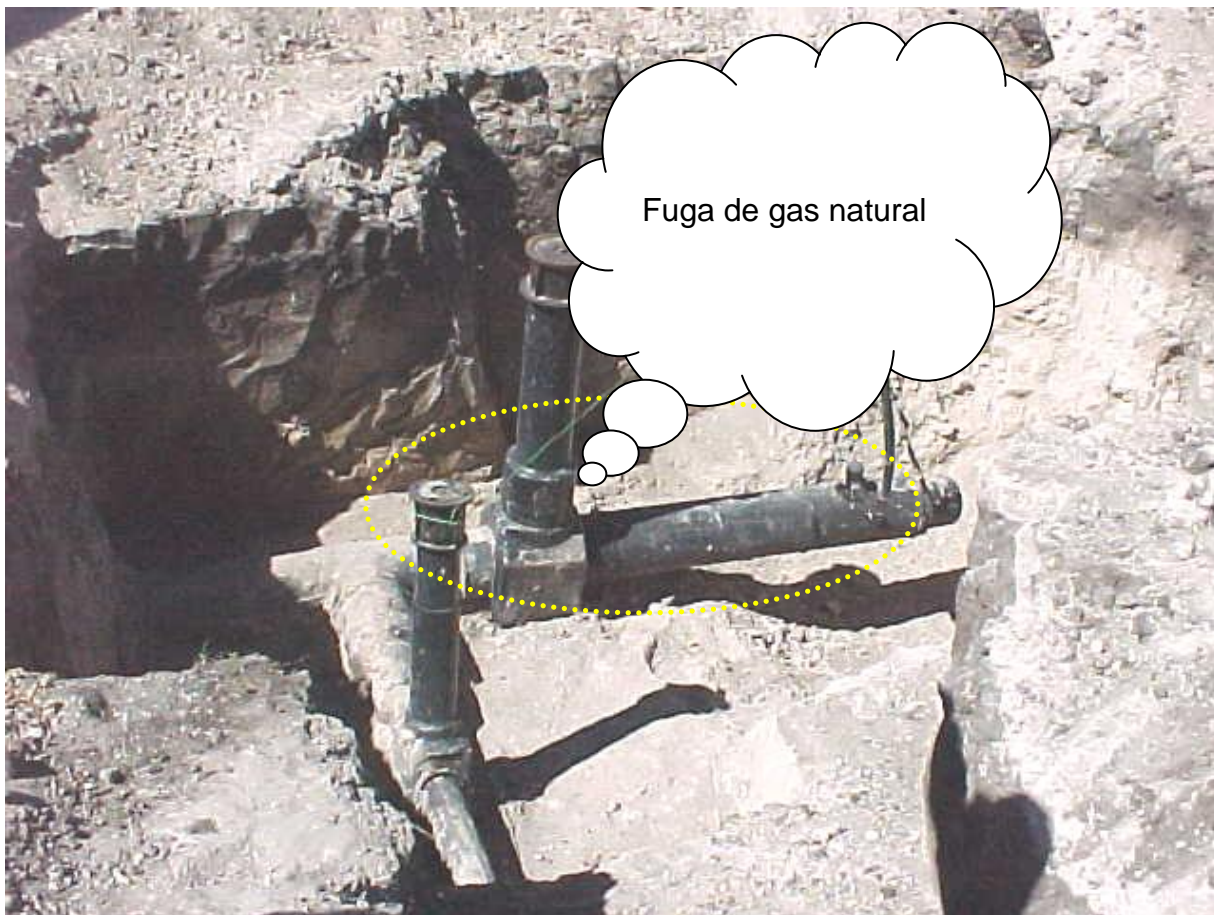
RESUMEN DE DATOS PARA ARCHIVO DE ESCENARIO DE ACCIDENTES:

1.- Material peligroso:	GAS NATURAL
2.- Dirección/localización:	ZONA INDUSTRIAL MESA DE OTAY, DEL MUNICIPIO DE TIJUANA, ESTADO DE BAJA CALIFORNIA.
3.- Latitud:	32° 26' 55"
4.- Longitud:	116° 53' 04"
5.- Fecha de evaluación:	OCTUBRE 2007
6.- Descripción del escenario:	Gasoducto de polietileno de 2, 4 y 6" de diámetro nominal y 6,858 metros de longitud aproximada, dentro de la Zona Industrial Mesa de Otay del municipio de Tijuana, Estado de Baja California,, (que opera a 90 psi), que sufre una fuga de producto a través de un orificio de 2" durante 1 minuto.

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 polietileno, que resultaría golpeado por una pala mecánica en uno de los predios de la **Zona Industrial Mesa de Otay**.



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

Coordinación de Estudios Ambientales

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



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

Coordinación de Estudios Ambientales

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

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:

$$r_{\text{crit}} = \left(\frac{P_{2_{\text{crit}}}}{P_1} \right) = \left(\frac{2}{k+1} \right)^{k/(k-1)}$$

donde:

P_1 = Presión en el interior del ducto, en pascales (**100 psi = 6.892 x 10⁵ Pa**)

P_2 = Presión en el lado de la descarga, usualmente la presión atmosférica (**1.013 x 10⁵ Pa**)

k = Cociente de calor específico cp/cv (**1.268**)

$$\left(\frac{2}{1.268 + 1} \right)^{1.268/1.268-1} = 0.8818^{4.7313} \quad r_{\text{crit}} = 0.55$$

$$r_{\text{crit}} = \left(\frac{P_{2_{\text{crit}}}}{P_1} \right) = 0.55 \quad P_{1_{\text{crit}}} = P_2 / 0.55 \quad P_{1_{\text{crit}}} = 101,308 / 0.55$$

$$P_{1_{\text{crit}}} = 184,196.36 \text{ Pa} = 26.73 \text{ psi}$$

Debido a que la presión del gas en el interior del ducto (**100 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 (**100 psi = $6.892 \times 10^5 \text{ Pa}$**)

ρ_1 = Densidad, kg/m^3 (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^2

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^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"	$5.064 \times 10^{-4} \text{ metros}^2$
2"	$20.266 \times 10^{-4} \text{ metros}^2$
4"	$81.072 \times 10^{-4} \text{ metros}^2$

$$m = F_c A \sqrt{P_1 \rho_1 k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{k+1/k-1}}$$

$$m = (0.62)(20.266 \times 10^{-4}) \sqrt{(6.892 \times 10^5)(0.8034)(1.268) \left(\frac{2}{1.268+1} \right)^{1.268+1/1.268-1}}$$

$$m = 0.001256 \sqrt{(702095.759)(0.881834215)^{8.462686567}}$$

$$m = 0.001256 \sqrt{(702095.759)(0.3450046149)}$$

$$m = 0.001256 \sqrt{242,226.28}$$

$$m = 0.001256 (492.16489)$$

$$m = 0.6182 \text{ kg/s} \times 0.4536 = 1.3628 \text{ lb/s}$$

$$\mathbf{m = 1.3628 \text{ lb/s}}$$

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 = 0.6182 kg/s
= 1.3628 lb/s
= **81.77 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 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:

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 Luz Solar				Dispersión de Nubosidad > 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 Tijuana**.

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.

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 2 pulgadas :	
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=	114.7 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:	102 pies (31.09 m)
2.- Distancia de separación segura:	204 pies (62.18 m)

1 pie= 0.3048 metros

1 atm = 14.69 psi = 760 mmHg = 1,01325 x 10⁵ bars = 1,01325 x 10⁵ Pascals

1 kg/cm²= 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=	81.77 lbs/min
9.- Duración de la emisión=	1 minuto

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
137.16 m	29.87 m
164.59 m	14.93 m
82 lbs	21 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
89.00 m	50.29 m
71.32 m	45.41 m
61 lbs	35 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 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 60 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)=	35 lbs (Estabilidad F)
4.- Localización de la explosión=	A nivel de piso

(1) El calor inferior de combustión es el calor desprendido cuando 1.0 libras arden en O₂ 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:		
Sobrepresión* (psig)	Distancia desde la explosión (en m):	Daños esperados: (efectos de las ondas expansivas)
0.03	838.81	Rotura ocasional de cristales grandes sometidos a tensiones.
0.30	118.26	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	44.20 – 76.50	Destrucción de ventanas, con daño a los marcos.
1.0	44.20	Demolición parcial de casas, que quedan inhabitables.
1.0 - 8.0	11.58 – 44.20	Rango de daños desde ligeros a serios debido a laceraciones en la piel producidas por cristales que salen volando y otros proyectiles.
2.0	26.82	Colapso parcial de paredes y techos de casas.
2.0 - 3.0	20.42 – 26.82	Destrucción de paredes de block o de concreto no reforzado de 20 a 30 cms. de grosor.
2.4 - 12.2	9.14 – 23.77	Rango de 1 - 90% de ruptura de tímpanos entre la población expuesta.
2.5	23.16	Destrucción del 50% de las casas de ladrillo. Distorsiones en estructuras de acero.
3.0 - 4.0	17.07 – 20.42	Estructuras constructivas de acero en ruinas. Ruptura de tanques de almacenamiento.
5.0	14.93	Rotura de postes públicos de madera
5.0 - 7.0	12.19 – 14.93	Destrucción casi completa de casas.
10.0	10.06	Probable destrucción total de la construcción. Máquinas pesadas (3,500 kg) desplazadas y fuertemente dañadas.
15.5 - 29.0	6.1 – 8.53	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 AFECTACION POTENCIAL AL ENTORNO DEL NUEVO GASODUCTO DE ACERO AL CARBÓN DE 6 y 4" DE DIAMETRO NOMINAL DE 3.347 KILOMETROS DE LONGITUD APROXIMADA, POR REUBICACIÓN DEL PUNTO DE INTERCONEXIÓN ACTUAL, PARA SUMINISTRO DE GAS NATURAL A DIVERSAS EMPRESAS UBICADAS EN LA ZONA INDUSTRIAL DE LA MESA DE OTAY DEL MUNICIPIO DE TIJUANA, ESTADO DE BAJA CALIFORNIA, 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 PRINCIPAL UBICADO EN EL PREDIO DE LA CASETA DEL NUEVO PUNTO DE INTERCONEXIÓN CON EL GASODUCTO DE 30" DE TGN, UBICADA FUERA DE LA ZONA INDUSTRIAL, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 1 MINUTO, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO DE UNA FUGA ANTES DE QUE SE ACTIVE LA VALVULA "SLAM-SHUT" DE CIERRE AUTOMATICO POR UNA CAIDA DE PRESION ANORMAL EN EL SISTEMA.

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.

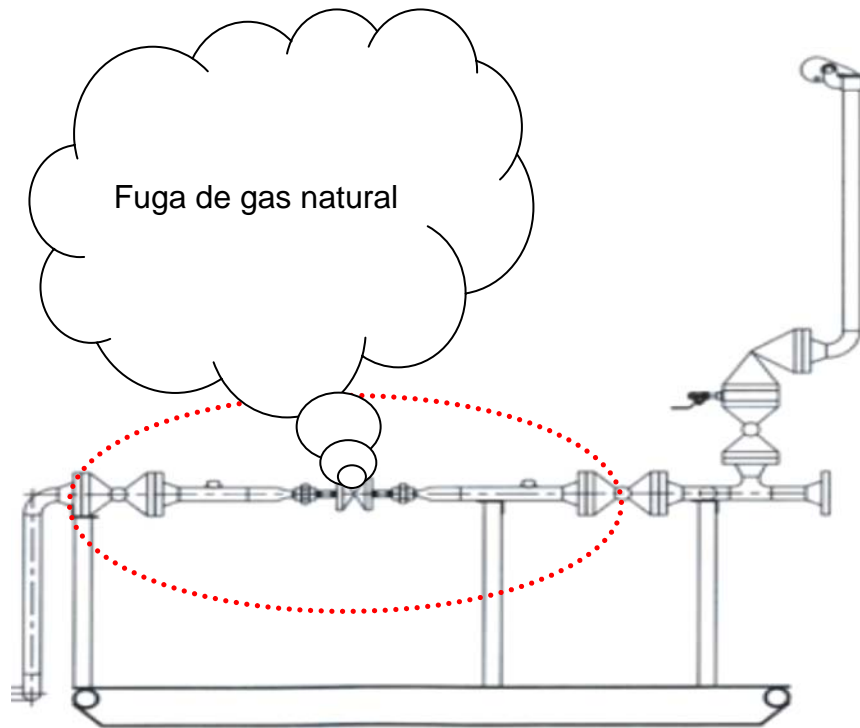
RESUMEN DE DATOS PARA ARCHIVO DE ESCENARIO DE ACCIDENTES:

1.- Material peligroso:	GAS NATURAL
2.- Dirección/localización:	ZONA SUBURBANA DE LA COLONIA PEDREGAL, MUNICIPIO DE TIJUANA, ESTADO DE BAJA CALIFORNIA.
3.- Latitud:	32° 31' 56.88"
4.- Longitud:	116° 53' 14.68"
5.- Fecha de evaluación:	AGOSTO 2011
6.- Descripción del escenario:	Estación de medición y regulación de la caseta del nuevo punto de interconexión, fuera de la zona industrial de la Mesa de Otay del municipio de Tijuana, Estado de Baja California, (que opera a 350 PSI), que sufre una fuga de producto a través de un orificio de 1/4" en el patín de medición y regulación durante 1 minuto.

El punto de fuga se localiza en una parte plana y sin vegetación, en el interior del predio de la nueva Estación de Medición y Regulación por instalar, por lo que el gas natural tiende a dispersarse muy rápidamente, siendo prácticamente imposible que llegue a formar nubes explosivas.

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).



Patín de medición y regulación en el predio donde se instaló la **caseta del nuevo punto de interconexión** fuera de la **zona industrial de la Mesa de Otay**.



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 (**300 psi = 20.6843 x 10⁵ Pa**)

P_2 = Presión en el lado de la descarga, usualmente la presión atmosférica (**1.013 x 10⁵ 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 (**300 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 calculada 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 ($300 \text{ psi} = 20.6843 \times 10^5 \text{ Pa}$)

ρ_1 = Densidad, kg/m^3 (0.8034) (Tomado del CRANE, 1992)

$1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 101,308 \text{ Pa} = 14.7 \text{ psi} = 760 \text{ mm Hg} = 1.013 \text{ Bars} = 1.033 \text{ kg/cm}^2$

$1 \text{ libra} = 0.4536 \text{ kg}$, $1 \text{ psi} = 6,895 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ $^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$

$1 \text{ bar} = 1.02 \text{ kg/cm}^2$

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"	$5.064 \times 10^{-4} \text{ metros}^2$
2"	$20.266 \times 10^{-4} \text{ metros}^2$
4"	$81.072 \times 10^{-4} \text{ metros}^2$

$$m = F_c A \sqrt{P_1 \rho_1 k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{k+1/k-1}}$$

$$m = (0.62)(3.167 \times 10^{-5}) \sqrt{(20.6843 \times 10^5)(0.8034)(1.268) \left(\frac{2}{1.268+1} \right)^{1.268+1/1.268-1}}$$

$$m = 0.000019635 \sqrt{(2'107,129.75)(0.881834215)^{8.462686567}}$$

$$m = 0.000019635 \sqrt{(2'107,129.75)(0.3450046149)}$$

$$m = 0.000019635 \sqrt{726,969.49}$$

$$m = 0.000019635 (852.62)$$

$$m = 0.016741 \text{ kg/s} \cdot 0.4536 = 0.03691 \text{ lb/s}$$

$$m = 0.03691 \text{ lb/s}$$

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 = 0.01674 kg/s
= 0.03691 lb/s
= **2.21446 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 (300 PSI) más la presión atmosférica (14.7 PSI) que da un total de **314.7 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 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 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 Tijuana**.

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 la nueva caseta de medición y regulación del punto de interconexión que se instaló fuera del polígono de la Zona Industrial de la Mesa de Otay, debido a la presencia de instrumentos de medición, regulación, válvulas y bridas, en cuyas uniones es más probable que se presenten pequeñas fugas de gas al cabo de cierto tiempo.

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=	314.7 psia
5.- Proporción Cp/Cv del gas a 1 atm=	1.268
6.- Punto de ebullición normal=	-256°F (-160 °C).
7.- Temperatura ambiente=	77 °F (25°C)
8.- Temperatura del gas en el ducto=	86°F (30°C)

Resultados:

1.- Longitud de los dardos de fuego:	22 pies (6.71 m)
2.- Distancia de separación segura:	43 pies (13.11 m)

1 pie= 0.3048 metros

1 atm = 14.69 psi = 760 mmHg = 1,01325 x 10⁵ bars = 1,01325 x 10⁵ Pascals

1 kg/cm²= 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 nueva caseta de medición y regulación del punto de interconexión, fuera de la zona industrial**, 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=	77 °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=	2.215 lb/min
9.- Duración de la emisión=	1 minuto

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
6.40 m	4.27 m
3.35 m	2.13 m
0.2 lbs	0.1lbs
1.67	1.67

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
10.67 m	7.31 m
9.45 m	6.71 m
0.2 lbs	0.2 lbs
1.67	1.67

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, por tratarse de una caseta de medición y regulación.

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= | Al aire libre (elevado) |

(1) El calor inferior de combustión es el calor desprendido cuando 1.0 libras arden en O₂ 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 sobrepresión 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 sobrepresión 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:		
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	10.98 - 6.40	Destrucción de ventanas, con daño a los marcos.
1.0	6.40	Demolición parcial de casas, que quedan inhabitables.
1.0 - 8.0	6.40 - 1.83	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	3.96 - 3.05	Destrucción de paredes de block o de concreto no reforzado de 20 a 30 cms. de grosor.
2.4 - 12.2	3.35 - 1.52	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	3.05 - 2.44	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	2.13 - 1.83	Destrucción casi completa de casas.

IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.

Coordinación de Estudios Ambientales

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

10.0	1.53	Probable destrucción total de la construcción. Máquinas pesadas (3,500 kg) desplazadas y fuertemente dañadas.
15.5 - 29.0	1.22 - 0.91	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 AFECTACION POTENCIAL AL ENTORNO DEL GASODUCTO DE POLIETILENO DE 6" DE DIAMETRO NOMINAL DE 54 METROS DE LONGITUD APROXIMADA, PARA SUMINISTRO DE GAS NATURAL A DIVERSAS EMPRESAS UBICADAS EN LA ZONA INDUSTRIAL DE LA MESA DE OTAY DEL MUNICIPIO DE TIJUANA, ESTADO DE BAJA CALIFORNIA, MEDIANTE EL USO DEL PAQUETE DE SIMULACION DE LA E.P.A. (ARCHIE, 1986).

CASO No. 2: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO DE 1.2" DE DIAMETRO (EQUIVALENTE AL 20% DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA), EN UN SEGMENTO DEL DUCTO DE POLIETILENO DE 6" UBICADO EN UNA DE LAS VIALIDADES DE LA ZONA INDUSTRIAL DE LA MESA DE OTAY DEL MUNICIPIO DE TIJUANA, DEBIDO A UN GOLPE DE UNA PALA MECÁNICA, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 20 MINUTOS, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO DE UNA FUGA ANTES DE QUE SE ACTIVE LA VALVULA "SLAM-SHUT" DE CIERRE AUTOMATICO POR UNA CAIDA DE PRESION ANORMAL EN EL SISTEMA.

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:	ZONA INDUSTRIAL DE LA MESA DE OTAY, MUNICIPIO DE TIJUANA, ESTADO DE BAJA CALIFORNIA.
3.- Latitud:	32°31'58.48"
4.- Longitud:	116°54'40.75"
5.- Fecha de evaluación:	AGOSTO 2011
6.- Descripción del escenario:	Gasoducto de polietileno de 6" de diámetro nominal y 54 metros de longitud aproximada (para interconectar la Estación de Baja Presión a instalar con la red de gas existente), dentro de la zona industrial de la Mesa de Otay del municipio de Tijuana, Estado de Baja California, (que opera a 90 PSI), que sufre una fuga de producto a través de un orificio de 1.2" durante 20 minutos, en la avenida Industrial casi en el cruce con calle Maquiladoras.

Se considera un tiempo de 20 minutos, porque aunque se cierre la válvula Slam-Shut de corte automático o alguna otra válvula en forma manual en pocos minutos, 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 20 minutos sin tomar en cuenta la caída de presión gradual en el sistema.

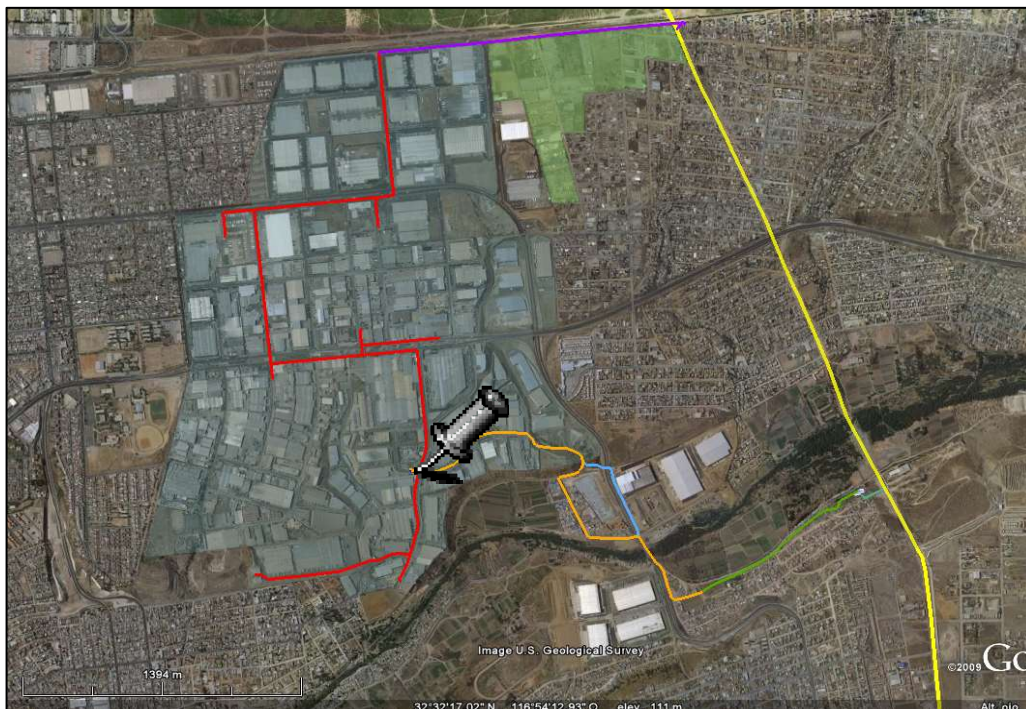
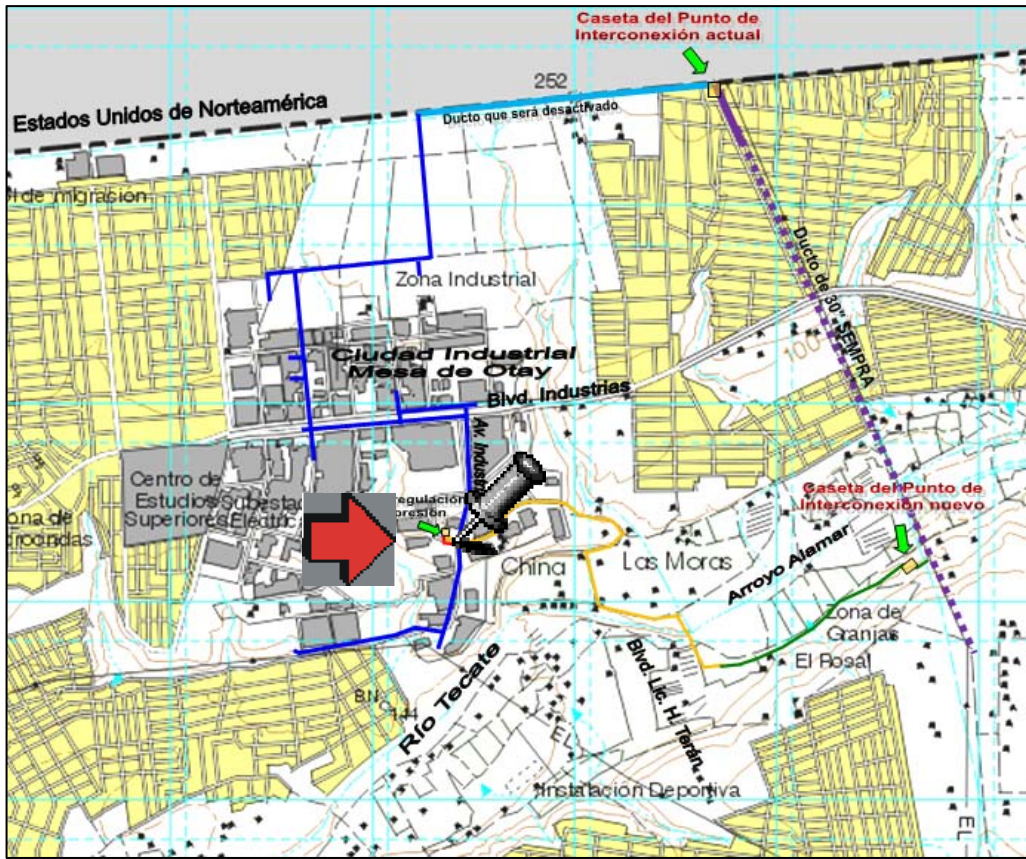
Modelos Utilizados del Menú de opciones:

- 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).

IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.

Coordinación de Estudios Ambientales
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

UBICACIÓN DE LA FUGA





Segmento de ducto de polietileno, que resultaría golpeado por una pala mecánica en una de las calles de la **Zona Industrial de la Mesa de Otay**.





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 (**100 psi = 6.892 x 10⁵ Pa**)

P_2 = Presión en el lado de la descarga, usualmente la presión atmosférica (**1.013 x 10⁵ 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 (**100 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 calculada 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 = Área transversal del orificio = $(\pi \cdot r^2)$ (**1.2'' = 7.297 x 10⁻⁴ metros²**)

k = Cociente de calor específico cp/cv (1.268)

IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.

Coordinación de Estudios Ambientales

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

P_1 = Presión en el interior del ducto, en pascales (100 psi = 6.892×10^5 Pa)

ρ_1 = Densidad, kg/m³ (0.8034) (Tomado del CRANE, 1992)

1 atm= 1.013×10^5 Pa = 101,308 Pa = 14.7 psi = 760 mm Hg = 1.013 Bars = 1.033 kg/cm²

1 libra= 0.4536 kg. 1 psi= $6,895 \times 10^3$ N/m² °K= °C+273

1 bar= 1.02 kg/cm² 1 pulgada = 0.0254 metros

Diámetro del orificio de fuga	Área transversal ($\pi \cdot r^2$)
0.125"	7.917×10^{-6} metros ²
0.25"	3.167×10^{-5} metros ²
0.6"	1.824×10^{-4} metros ²
0.8"	3.243×10^{-4} metros ²
1"	5.064×10^{-4} metros ²
1.2"	7.297×10^{-4} metros²
2"	20.266×10^{-4} metros ²
4"	81.072×10^{-4} metros ²
6"	182.415×10^{-4} metros ²
8"	324.293×10^{-4} metros ²

$$m = F_c A \sqrt{P_1 \rho_1 k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{k+1/k-1}}$$

$$m = (0.62)(7.294 \times 10^{-4}) \sqrt{(6.892 \times 10^5)(0.8034)(1.268) \left(\frac{2}{1.268+1} \right)^{1.268+1/1.268-1}}$$

$$m = 0.000452 \sqrt{(702095.759)(0.881834215)^{8.462686567}}$$

$$m = 0.000452 \sqrt{(702095.759)(0.3450046149)}$$

$$m = 0.000452 \sqrt{242,226.28}$$

$$m = 0.000452 (492.16489)$$

$$m = 0.2225 \text{ kg/s} \times 0.4536 = 0.4905 \text{ lb/s}$$

$$m = 0.4905 \text{ lb/s}$$

Estas ecuaciones están basadas en el comportamiento de un gas ideal.

Para el presente caso, mediante el uso de una calculadora científica, se obtuvo:

IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.

Coordinación de Estudios Ambientales

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

Tasa de descarga = 0.2225 kg/s
= 0.4905 lb/s
= **29.43 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 en algún punto del ducto** no puede tener una duración mayor de **1 minuto**. Sin embargo, para efectos prácticos se modeló a **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 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 Luz Solar			Dispersión de Nubosidad > 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 Tijuana**.

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.

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 1.2 pulgadas :	
1.- Peso molecular del gas=	18.23
2.- Límite inferior de inflamabilidad (LFL)=	4.5% en vol.
3.- Diámetro de la fisura=	1.2 pulgadas
4.- Presión del gas en el ducto=	114.7 psia
5.- Proporción Cp/Cv del gas a 1 atm=	1.268
6.- Punto de ebullición normal=	-256°F (-160 °C).
7.- Temperatura ambiente=	77 °F (25°C)
8.- Temperatura del gas en el ducto=	86°F (30°C)

Resultados:

1.- Longitud de los dardos de fuego:	61 pies (18.59 m)
2.- Distancia de separación segura:	122 pies (37.19 m)

1 pie= 0.3048 metros

1 atm = 14.69 psi = 760 mmHg = 1,01325 x 10⁵ bars = 1,01325 x 10⁵ Pascals

1 kg/cm²= 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.

IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.

Coordinación de Estudios Ambientales

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

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=	77 °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=	29.43 lbs/min
9.- Duración de la emisión=	20 minutos

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
24.99 m	17.37 m
12.5 m	8.84 m
6.1 lbs	4.2 lbs
1.67	1.67

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
42.06 m	28.96 m
38.1 m	26.21 m
11 lbs	7.1 lbs
1.67	1.67

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:

IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.

Coordinación de Estudios Ambientales

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

- 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 75 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)=	7.1 lbs (Estabilidad F)
4.- Localización de la explosión=	A nivel de piso

(1) El calor inferior de combustión es el calor desprendido cuando 1.0 libras arden en O₂ 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:		
Sobrepresión* (psig)	Distancia desde la explosión (en m):	Daños esperados: (efectos de las ondas expansivas)
0.03	492.86	Rotura ocasional de cristales grandes sometidos a tensiones.
0.30	69.49	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	25.91 – 45.11	Destrucción de ventanas, con daño a los marcos.
1.0	25.91	Demolición parcial de casas, que quedan inhabitables.
1.0 - 8.0	6.71 – 25.91	Rango de daños desde ligeros a serios debido a laceraciones en la piel producidas por cristales que salen volando y otros proyectiles.
2.0	15.85	Colapso parcial de paredes y techos de casas.
2.0 - 3.0	12.19 – 15.85	Destrucción de paredes de block o de concreto no reforzado de 20 a 30 cms. de grosor.
2.4 - 12.2	5.49 – 14.02	Rango de 1 - 90% de ruptura de tímpanos entre la población expuesta.
2.5	13.72	Destrucción del 50% de las casas de ladrillo. Distorsiones en estructuras de acero.
3.0 - 4.0	10.06 – 12.19	Estructuras constructivas de acero en ruinas. Ruptura de tanques de almacenamiento.
5.0	8.84	Rotura de postes públicos de madera
5.0 - 7.0	7.31 – 8.84	Destrucción casi completa de casas.
10.0	6.1	Probable destrucción total de la construcción. Máquinas pesadas (3,500 kg) desplazadas y fuertemente dañadas.
15.5 - 29.0	3.66– 4.88	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 AFECTACION POTENCIAL AL ENTORNO DEL GASODUCTO DE ACERO AL CARBÓN DE 6 y 4" DE DIAMETRO NOMINAL DE 3.347 KILOMETROS DE LONGITUD APROXIMADA, PARA SUMINISTRO DE GAS NATURAL A DIVERSAS EMPRESAS UBICADAS EN LA ZONA INDUSTRIAL DE LA MESA DE OTAY DEL MUNICIPIO DE TIJUANA, ESTADO DE BAJA CALIFORNIA, MEDIANTE EL USO DEL PAQUETE DE SIMULACION DE LA E.P.A. (ARCHIE, 1986).

CASO No. 3: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO DE 0.8" DE DIAMETRO (EQUIVALENTE AL 20% DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA), EN UN SEGMENTO DEL DUCTO DE ACERO DE 4" UBICADO A UN COSTADO DEL CAMINO DE TERRACERÍA DE LA ZONA SUBURBANA COLINDANTE CON EL BLVD. TERÁN Y LA ZONA INDUSTRIAL DE LA MESA DE OTAY DEL MUNICIPIO DE TIJUANA, DEBIDO A UN GOLPE DE UNA PALA MECÁNICA, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 5 MINUTOS, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO DE UNA FUGA ANTES DE QUE SE ACTIVE LA VALVULA "SLAM-SHUT" DE CIERRE AUTOMATICO POR UNA CAIDA DE PRESION ANORMAL EN EL SISTEMA.

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:

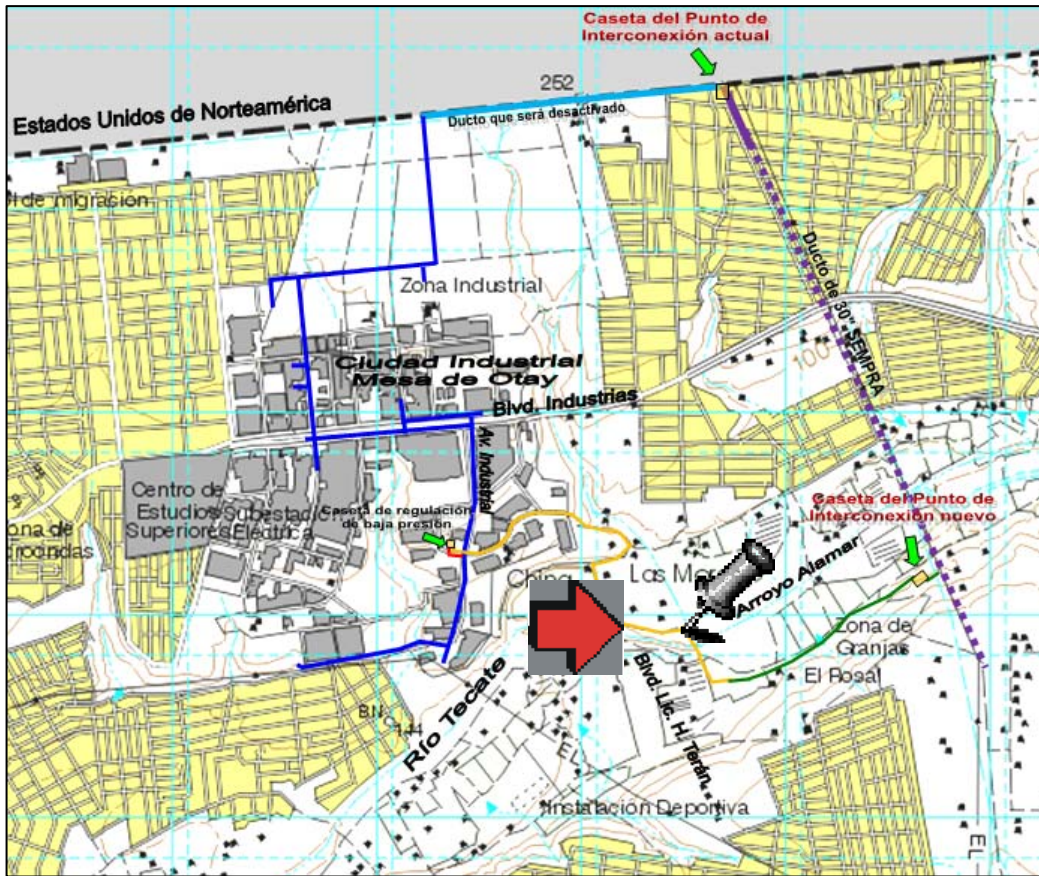
1.- Material peligroso:	GAS NATURAL
2.- Dirección/localización:	ZONA SUBURBANA DE LA MESA DE OTAY (A UN COSTADO DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO No. 7702 Y FRENTE AL OXXO), MUNICIPIO DE TIJUANA, B.C.
3.- Latitud:	32°31'46.97"
4.- Longitud:	116°54'00.08"
5.- Fecha de evaluación:	AGOSTO 2011
6.- Descripción del escenario:	Gasoducto de acero al carbón de 4 y 6" de diámetro nominal y 3,347 metros de longitud aproximada (en el tramo de 4"), en la zona suburbana colindante con el Blvd. Terán (a un costado de la Estación de Servicio y el Oxxo), del municipio de Tijuana, Estado de Baja California, (que opera a 350 PSI), que sufre una fuga de producto a través de un orificio de 0.8" durante 5 minutos, a un costado del camino de terracería existente

Se considera un tiempo de 5 minutos, porque aunque se cierre la válvula Slam-Shut de corte automático en pocos minutos, 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, y considerando la cercanía a la Estación de Medición y Regulación por instalar, donde se encuentra la válvula.

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 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686



Segmento de ducto de acero, que resultaría golpeado por una pala mecánica en el camino de terracería colindante con el Boulevard Terán y la E.S. No. 7702.





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 = 24.1209 x 10⁵ Pa**)

P_2 = Presión en el lado de la descarga, usualmente la presión atmosférica (**1.013 x 10⁵ 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 calculada 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 = $(\pi \cdot r^2)$ (**0.8"** = **$3.243 \times 10^{-4} \text{ m}^2$**)

$k =$ Cociente de calor específico cp/cv (1.268)

$P_1 =$ Presión en el interior del ducto, en pascales (**350 psi = $24.1209 \times 10^5 \text{ Pa}$**)

$\rho_1 =$ Densidad, kg/m^3 (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 kg/cm^2 1 pulgada = 0.0254 metros

Diámetro del orificio de fuga	Área transversal ($\pi \cdot r^2$)
0.125"	$7.917 \times 10^{-6} \text{ metros}^2$
0.25"	$3.167 \times 10^{-5} \text{ metros}^2$
0.6"	$1.824 \times 10^{-4} \text{ metros}^2$
0.8"	$3.243 \times 10^{-4} \text{ metros}^2$
1"	$5.064 \times 10^{-4} \text{ metros}^2$
1.2"	$7.297 \times 10^{-4} \text{ metros}^2$
2"	$20.266 \times 10^{-4} \text{ metros}^2$
4"	$81.072 \times 10^{-4} \text{ metros}^2$
6"	$182.415 \times 10^{-4} \text{ metros}^2$
8"	$324.293 \times 10^{-4} \text{ metros}^2$

$$m = F_c A \sqrt{P_1 \rho_1 k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{k+1/k-1}}$$

$$m = (0.62)(3.243 \times 10^{-4}) \sqrt{(24.1209 \times 10^5)(0.8034)(1.268) \left(\frac{2}{1.268+1} \right)^{1.268+1/1.268-1}}$$

$$m = 0.000201 \sqrt{(2'412,095.24)(0.881834215)^{8.462686567}}$$

$$m = 0.000201 \sqrt{(2'412,095.24)(0.3450046149)}$$

$$m = 0.000201 \sqrt{832,183.99}$$

$$m = 0.000201 (912.24)$$

$$m = 0.1834 \text{ kg/s} \times 0.4536 = 0.4043 \text{ lb/s}$$

$$m = 0.4043 \text{ lb/s}$$

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 = 0.1834 kg/s
= 0.4043 lb/s
= **24.26 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 en algún punto del ducto no puede tener una duración mayor de 1 minuto**. Sin embargo, para efectos prácticos se modeló a **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 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 Tijuana**.

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.

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 0.8 pulgadas :	
1.- Peso molecular del gas=	18.23
2.- Límite inferior de inflamabilidad (LFL)=	4.5% en vol.
3.- Diámetro de la fisura=	0.8 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=	77 °F (25°C)
8.- Temperatura del gas en el ducto=	86°F (30°C)

Resultados:

1.- Longitud de los dardos de fuego:	73 pies (22.25 m)
2.- Distancia de separación segura:	145 pies (44.2 m)

1 pie= 0.3048 metros

1 atm = 14.69 psi = 760 mmHg = 1,01325 x 10⁵ bars = 1,01325 x 10⁵ Pascals

1 kg/cm²= 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=	77 °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=	24.26 lbs/min
9.- Duración de la emisión=	5 minutos

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=	22.55 m	15.54 m
2.- Ancho máximo de riesgo viento abajo=	11.28 m	7.92 m
3.- Peso del gas transportado en el aire=	4.6 lbs	3.2 lbs
4.- Densidad inicial relativa vapor/aire=	1.67	1.67
5.- Tipo de modelo utilizado para el análisis=		Gas pesado

Para una **estabilidad clase F**

	Para concentraciones de:	
	½ LFL	LFL
1.- Distancia de riesgo viento abajo=	38.10 m	26.21 m
2.- Ancho máximo de riesgo viento abajo=	34.14 m	23.47 m
3.- Peso del gas transportado en el aire=	7.7 lbs	5.3 lbs
4.- Densidad inicial relativa vapor/aire=	1.67	1.67
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 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 75 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)=	5.3 lbs (Estabilidad F)
4.- Localización de la explosión=	A nivel de piso

(1) El calor inferior de combustión es el calor desprendido cuando 1.0 libras arden en O₂ 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:		
Sobrepresión* (psig)	Distancia desde la explosión (en m):	Daños esperados: (efectos de las ondas expansivas)
0.03	447.14	Rotura ocasional de cristales grandes sometidos a tensiones.
0.30	63.09	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	23.77 – 40.84	Destrucción de ventanas, con daño a los marcos.
1.0	23.77	Demolición parcial de casas, que quedan inhabitables.
1.0 - 8.0	6.10 – 23.77	Rango de daños desde ligeros a serios debido a laceraciones en la piel producidas por cristales que salen volando y otros proyectiles.
2.0	14.33	Colapso parcial de paredes y techos de casas.
2.0 - 3.0	10.97 – 14.33	Destrucción de paredes de block o de concreto no reforzado de 20 a 30 cms. de grosor.
2.4 - 12.2	4.88 – 12.80	Rango de 1 - 90% de ruptura de tímpanos entre la población expuesta.
2.5	12.19	Destrucción del 50% de las casas de ladrillo. Distorsiones en estructuras de acero.
3.0 - 4.0	9.14 – 10.97	Estructuras constructivas de acero en ruinas. Ruptura de tanques de almacenamiento.
5.0	7.92	Rotura de postes públicos de madera
5.0 - 7.0	6.71 – 7.92	Destrucción casi completa de casas.
10.0	5.49	Probable destrucción total de la construcción. Máquinas pesadas (3,500 kg) desplazadas y fuertemente dañadas.
15.5 - 29.0	3.35 – 4.57	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 AFECTACION POTENCIAL AL ENTORNO DEL GASODUCTO DE ACERO AL CARBÓN DE 6 y 4" DE DIAMETRO NOMINAL DE 3.347 KILOMETROS DE LONGITUD APROXIMADA, PARA SUMINISTRO DE GAS NATURAL A DIVERSAS EMPRESAS UBICADAS EN LA ZONA INDUSTRIAL DE LA MESA DE OTAY DEL MUNICIPIO DE TIJUANA, ESTADO DE BAJA CALIFORNIA, MEDIANTE EL USO DEL PAQUETE DE SIMULACION DE LA E.P.A. (ARCHIE, 1986).

CASO No. 4: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO DE 1.2" DE DIAMETRO (EQUIVALENTE AL 20% DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA), EN UN SEGMENTO DEL DUCTO DE ACERO DE 6" UBICADO A UN COSTADO DEL CAMINO DE TERRACERÍA DE LA ZONA SUBURBANA DE LA COL. EL PEDREGAL, COLINDANTE CON LA ZONA INDUSTRIAL DE LA MESA DE OTAY DEL MUNICIPIO DE TIJUANA, DEBIDO A UN GOLPE DE UNA PALA MECÁNICA, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 5 MINUTOS, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO DE UNA FUGA ANTES DE QUE SE ACTIVE LA VALVULA "SLAM-SHUT" DE CIERRE AUTOMATICO POR UNA CAIDA DE PRESION ANORMAL EN EL SISTEMA.

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:

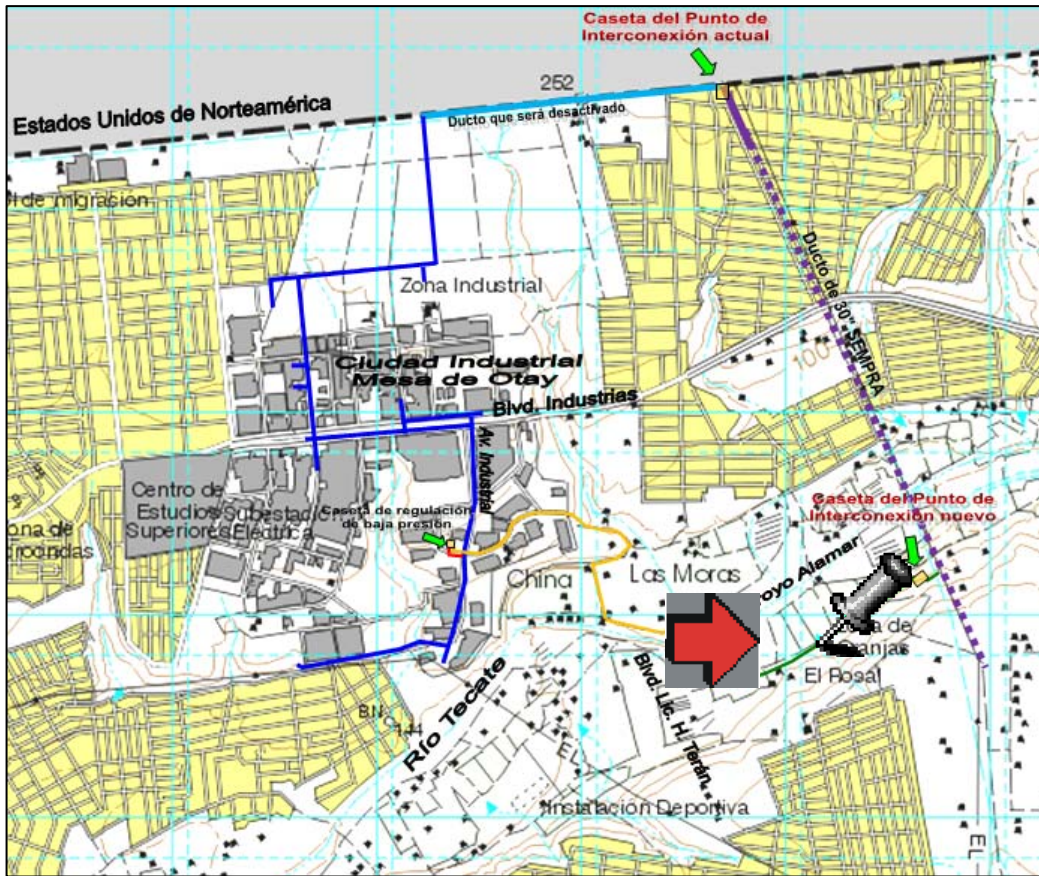
1.- Material peligroso:	GAS NATURAL
2.- Dirección/localización:	ZONA SUBURBANA DE LA MESA DE OTAY (COL. EL PEDREGAL), MUNICIPIO DE TIJUANA, B.C.
3.- Latitud:	32°31'44.76"
4.- Longitud:	116°53'32.13"
5.- Fecha de evaluación:	AGOSTO 2011
6.- Descripción del escenario:	Gasoducto de acero al carbón de 4 y 6" de diámetro nominal y 3,347 metros de longitud aproximada (en el tramo de 6", cerca de la nueva Estación de Medición y Regulación), en la zona suburbana de la Colonia El Pedregal (a un costado del camino de terracería existente), del municipio de Tijuana, Estado de Baja California, (que opera a 350 PSI), que sufre una fuga de producto a través de un orificio de 1.2" durante 5 minutos, a un costado del camino de terracería existente

Se considera un tiempo de 5 minutos, porque aunque se cierre la válvula Slam-Shut de corte automático en pocos minutos, 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, y considerando la cercanía a la Estación de Medición y Regulación por instalar, donde se encuentra la válvula.

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 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686



Segmento de ducto de acero, que resultaría golpeado por una pala mecánica en el terreno colindante a la zona del Arroyo Alamar (Colonia Pedregal).





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 = 24.1209 x 10⁵ Pa**)

P_2 = Presión en el lado de la descarga, usualmente la presión atmosférica (**1.013 x 10⁵ 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 calculada 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 = $(\pi \cdot r^2)$ (**3.243 x 10⁻⁴ metros²**)

k = Cociente de calor específico cp/cv (1.268)

P_1 = Presión en el interior del ducto, en pascales (350 psi = 24.1209 x 10⁵ Pa)

ρ_1 = Densidad, kg/m³ (0.8034) (Tomado del CRANE, 1992)

1 atm= 1.013 x 10⁵ Pa = 101,308 Pa =14.7 psi = 760 mm Hg = 1.013 Bars = 1.033 kg/cm²

1 libra= 0.4536 kg. 1 psi= 6,895 x 10³ N/m² °K= °C+273

1 bar= 1.02 kg/cm² 1 pulgada = 0.0254 metros

Diámetro del orificio de fuga	Área transversal ($\pi \cdot r^2$)
0.125"	7.917 x 10 ⁻⁶ metros ²
0.25"	3.167 x 10 ⁻⁵ metros ²
0.6"	1.824 x 10 ⁻⁴ metros ²
0.8"	3.243 x 10 ⁻⁴ metros ²
1"	5.064 x 10 ⁻⁴ metros ²
1.2"	7.297 x 10⁻⁴ metros²
2"	20.266 x 10 ⁻⁴ metros ²
4"	81.072 x 10 ⁻⁴ metros ²
6"	182.415 x 10 ⁻⁴ metros ²
8"	324.293 x 10 ⁻⁴ metros ²

$$m = F_c A \sqrt{P_1 \rho_1 k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{k+1/k-1}}$$

$$m = (0.62)(7.297 \times 10^{-4}) \sqrt{(24.1209 \times 10^5)(0.8034)(1.268) \left(\frac{2}{1.268+1} \right)^{1.268+1/1.268-1}}$$

$$m = 0.000452 \sqrt{(2'412,095.24)(0.881834215)^{8.462686567}}$$

$$m = 0.000452 \sqrt{(2'412,095.24)(0.3450046149)}$$

$$m = 0.000452 \sqrt{832,183.99}$$

$$m = 0.000452 (912.24)$$

$$m = 0.4123 \text{ kg/s} \times 0.4536 = 0.1870 \text{ lb/s}$$

$$m = 0.1870 \text{ lb/s}$$

Estas ecuaciones están basadas en el comportamiento de un gas ideal.

Para el presente caso, mediante el uso de una calculadora científica, se obtuvo:

IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.

Coordinación de Estudios Ambientales

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

Tasa de descarga = 0.4123 kg/s
= 0.1870 lb/s
= **11.22 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 en algún punto del ducto** no puede tener una duración mayor de **1 minuto**. Sin embargo, para efectos prácticos se modeló a **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 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 Luz Solar			Dispersión de Nubosidad > 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 Tijuana**.

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.

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 1.2 pulgadas :	
1.- Peso molecular del gas=	18.23
2.- Límite inferior de inflamabilidad (LFL)=	4.5% en vol.
3.- Diámetro de la fisura=	1.2 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=	77 °F (25°C)
8.- Temperatura del gas en el ducto=	86°F (30°C)

Resultados:

1.- Longitud de los dardos de fuego:	109 pies (33.22 m)
2.- Distancia de separación segura:	218 pies (66.45m)

1 pie= 0.3048 metros

1 atm = 14.69 psi = 760 mmHg = 1,01325 x 10⁵ bars = 1,01325 x 10⁵ Pascals

1 kg/cm²= 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.

IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.

Coordinación de Estudios Ambientales

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

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=	77 °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=	11.22 lbs/min
9.- Duración de la emisión=	5 minutos

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=	14.93 m	10.36 m
2.- Ancho máximo de riesgo viento abajo=	7.62 m	5.18 m
3.- Peso del gas transportado en el aire=	1.4 lbs	1.0 lbs
4.- Densidad inicial relativa vapor/aire=	1.67	1.67
5.- Tipo de modelo utilizado para el análisis=		Gas pesado

Para una **estabilidad clase F**

	Para concentraciones de:	
	½ LFL	LFL
1.- Distancia de riesgo viento abajo=	24.99 m	17.37 m
2.- Ancho máximo de riesgo viento abajo=	22.55 m	15.54 m
3.- Peso del gas transportado en el aire=	2.4 lbs	1.6 lbs
4.- Densidad inicial relativa vapor/aire=	1.67	1.67
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:

IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.

Coordinación de Estudios Ambientales

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

- 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 75 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)=	1.6 lbs (Estabilidad F)
4.- Localización de la explosión=	A nivel de piso

(1) El calor inferior de combustión es el calor desprendido cuando 1.0 libras arden en O₂ 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:		
Sobrepresión* (psig)	Distancia desde la explosión (en m):	Daños esperados: (efectos de las ondas expansivas)
0.03	299.92	Rotura ocasional de cristales grandes sometidos a tensiones.
0.30	42.37	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	15.85 – 27.43	Destrucción de ventanas, con daño a los marcos.
1.0	15.85	Demolición parcial de casas, que quedan inhabitables.
1.0 - 8.0	4.27 – 15.85	Rango de daños desde ligeros a serios debido a laceraciones en la piel producidas por cristales que salen volando y otros proyectiles.
2.0	9.75	Colapso parcial de paredes y techos de casas.
2.0 - 3.0	7.31 – 9.75	Destrucción de paredes de block o de concreto no reforzado de 20 a 30 cms. de grosor.
2.4 - 12.2	3.35 – 8.53	Rango de 1 - 90% de ruptura de tímpanos entre la población expuesta.
2.5	8.23	Destrucción del 50% de las casas de ladrillo. Distorciones en estructuras de acero.
3.0 - 4.0	6.1 – 7.31	Estructuras constructivas de acero en ruinas. Ruptura de tanques de almacenamiento.
5.0	5.49	Rotura de postes públicos de madera
5.0 - 7.0	4.57 – 5.49	Destrucción casi completa de casas.
10.0	3.66	Probable destrucción total de la construcción. Máquinas pesadas (3,500 kg) desplazadas y fuertemente dañadas.
15.5 - 29.0	2.44 – 3.05	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 AFECTACION POTENCIAL AL ENTORNO DEL GASODUCTO DE ACERO AL CARBÓN DE 6 y 4" DE DIAMETRO NOMINAL DE 3.347 KILOMETROS DE LONGITUD APROXIMADA, PARA SUMINISTRO DE GAS NATURAL A DIVERSAS EMPRESAS UBICADAS EN LA ZONA INDUSTRIAL DE LA MESA DE OTAY (ACCESO A LA COLONIA EL PEDREGAL) DEL MUNICIPIO DE TIJUANA, ESTADO DE BAJA CALIFORNIA, MEDIANTE EL USO DEL PAQUETE DE SIMULACION DE LA E.P.A. (ARCHIE, 1986).

CASO No. 5: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL EN UN SEGMENTO DEL DUCTO DE ACERO DE 6" UBICADO A UN COSTADO DEL CAMINO DE TERRACERÍA DE LA ZONA SUBURBANA COLINDANTE CON LA ZONA INDUSTRIAL DE LA MESA DE OTAY DEL MUNICIPIO DE TIJUANA, DEBIDO A LA RUPTURA TOTAL DEL DUCTO POR UN GOLPE DE UNA PALA MECÁNICA, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 1 MINUTO, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO DE UNA FUGA ANTES DE QUE SE ACTIVE LA VALVULA "SLAM-SHUT" DE CIERRE AUTOMATICO POR UNA CAIDA DE PRESION ANORMAL EN EL SISTEMA.

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:

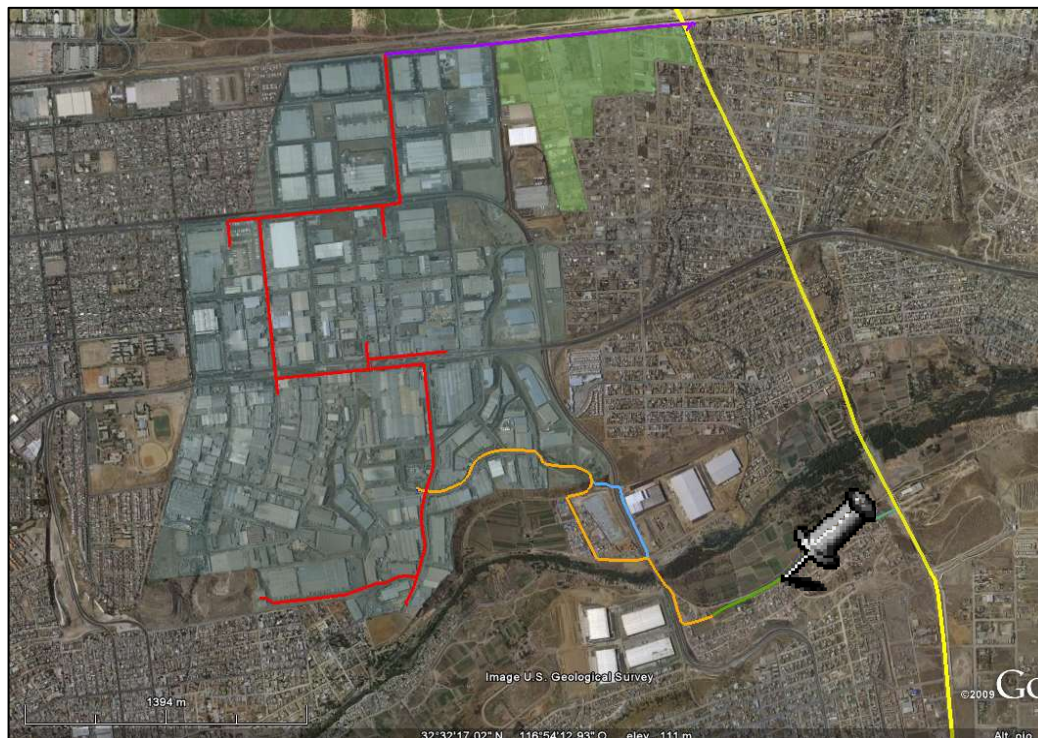
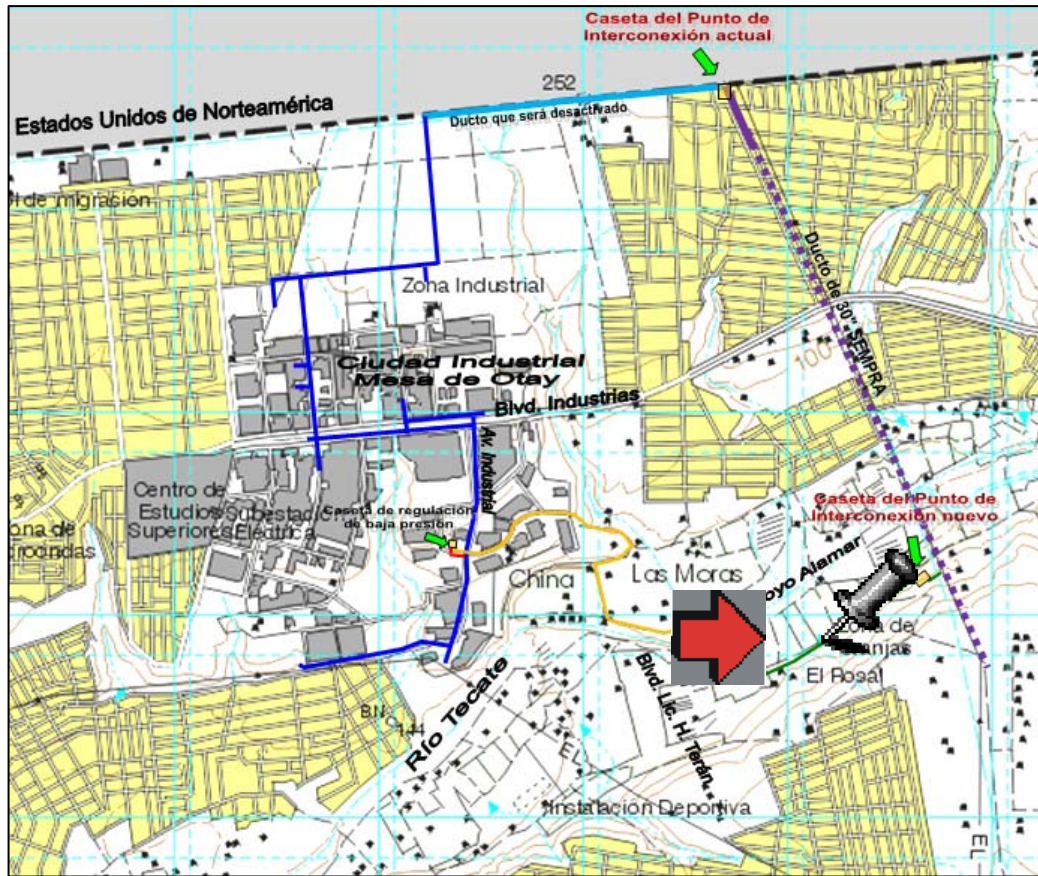
1.- Material peligroso:	GAS NATURAL
2.- Dirección/localización:	ZONA SUBURBANA DE LA MESA DE OTAY (COL. EL PEDREGAL), MUNICIPIO DE TIJUANA, ESTADO DE BAJA CALIFORNIA.
3.- Latitud:	32°31'44.76"
4.- Longitud:	116°53'32.13"
5.- Fecha de evaluación:	AGOSTO 2011
6.- Descripción del escenario:	Gasoducto de acero al carbón de 6 y 4" de diámetro nominal y 3,347 metros de longitud aproximada (tramo de 6" cerca de la nueva Estación de Medición y Regulación), en la zona suburbana de la Colonia Pedregal, del municipio de Tijuana, Estado de Baja California, (que opera a 350 PSI), que sufre una fuga de producto por ruptura total del ducto durante un tiempo estimado de 1 minuto, a un costado del camino de terracería existente

Se considera un tiempo de 1 minuto, porque aunque se cierre la válvula Slam-Shut de corte automático en pocos segundos, la línea queda empacada y presurizada mientras sigue escapando el producto, hasta que se igualan las presiones. Para efectos prácticos, no se toma en cuenta la caída de presión gradual en el sistema, considerando la cercanía a la Estación de Medición y Regulación por instalar, donde se encuentra dicha válvula.

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 5º piso, Col. Bosques de las Lomas, Deleg. Cuajimalpa, México D.F., C.P. 05120
Tel. (55) 5000-5100, Fax (55) 5259-7686



Segmento de ducto de acero, que resultaría golpeado por una pala mecánica en el terreno colindante a la zona del Arroyo Alamar (Colonia Pedregal).





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 = 24.1209 x 10⁵ Pa)

P_2 = Presión en el lado de la descarga, usualmente la presión atmosférica (1.013 x 10⁵ 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 calculada 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 = Área transversal del orificio = ($\pi \cdot r^2$) ($6'' = 182.4156 \times 10^{-4} \text{ m}^2$)

k = Cociente de calor específico cp/cv (1.268)

IGASAMEX BAJÍO, S. DE R.L. DE C.V.

Coordinación de Estudios Ambientales

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

P_1 = Presión en el interior del ducto, en pascales (350 psi = 24.1209 x 10⁵ Pa)

ρ_1 = Densidad, kg/m³ (0.8034) (Tomado del CRANE, 1992)

1 atm= 1.013 x 10⁵ Pa = 101,308 Pa =14.7 psi = 760 mm Hg = 1.013 Bars = 1.033 kg/cm²

1 libra= 0.4536 kg. 1 psi= 6,895 x 10³ N/m² °K= °C+273

1 bar= 1.02 kg/cm² 1 pulgada = 0.0254 metros

Diámetro del orificio de fuga	Area transversal ($\pi.r^2$)
0.125"	7.917 x 10 ⁻⁶ metros ²
0.25"	3.167 x 10 ⁻⁵ metros ²
0.6"	1.824 x 10 ⁻⁴ metros ²
0.8"	3.243 x 10⁻⁴ metros²
1"	5.064 x 10 ⁻⁴ metros ²
2"	20.266 x 10 ⁻⁴ metros ²
4"	81.072 x 10 ⁻⁴ metros ²
6"	182.415 x 10 ⁻⁴ metros ²
8"	324.293 x 10 ⁻⁴ metros ²

$$m = F_c A \sqrt{P_1 \rho_1 k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{k+1/k-1}}$$

$$m = (0.62)(182.415 \times 10^{-4}) \sqrt{(24.1209 \times 10^5)(0.8034)(1.268) \left(\frac{2}{1.268+1} \right)^{1.268+1/1.268-1}}$$

$$m = 0.011231 \sqrt{(2'412,095.24)(0.881834215)^{8.462686567}}$$

$$m = 0.011231 \sqrt{(2'412,095.24)(0.3450046149)}$$

$$m = 0.011231 \sqrt{832,183.99}$$

$$m = 0.011231 (912.24)$$

$$m = 10.2454 \text{ kg/s} \times 0.4536 = 22.5869 \text{ lb/s}$$

$$m = 22.5869 \text{ lb/s}$$

Estas ecuaciones están basadas en el comportamiento de un gas ideal.

Para el presente caso, mediante el uso de una calculadora científica, se obtuvo:

$$\begin{aligned}\text{Tasa de descarga} &= 10.2454 \text{ kg/s} \\ &= 22.5869 \text{ lb/s} \\ &= \mathbf{1,355.21 \text{ lb/min}}\end{aligned}$$

(Tomado del manual "ANÁLISIS Y REDUCCIÓN DE RIESGOS EN LA INDUSTRIA QUIMICA", Fundación MAPFRE, 1994 p. 169, y del **CRANE, 1992 Flujo de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías. Ed. McGrawHill, México.**)

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 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 Tijuana**.

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, por ruptura total del 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 ruptura total del ducto de **6 pulgadas**:
- | | |
|--|-------------------|
| 1.- Peso molecular del gas= | 18.23 |
| 2.- Límite inferior de inflamabilidad (LFL)= | 4.5% en vol. |
| 3.- Diámetro de la fisura= | 6 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= | 77 °F (25°C) |
| 8.- Temperatura del gas en el ducto= | 86°F (30°C) |

Resultados:

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------|
| 1.- Longitud de los dardos de fuego: | 544 pies (165.81 m) |
| 2.- Distancia de separación segura: | 1,088 pies (331.62 m) |

1 pie= 0.3048 metros

1 atm = 14.69 psi = 760 mmHg = 1,01325 x 10⁵ bars = 1,01325 x 10⁵ Pascals

1 kg/cm²= 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=	77 °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=	1,355.21 lbs/min
9.- Duración de la emisión=	1 minuto

1 pie= 0.3048 metros

Resultados del modelo:

Para una **estabilidad clase B**

1.- Distancia de riesgo viento abajo=	269.14 m
2.- Ancho máximo de riesgo viento abajo=	322.78 m
3.- Peso del gas transportado en el aire=	1,365 lbs
4.- Densidad inicial relativa vapor/aire=	1.67
5.- Tipo de modelo utilizado para el análisis=	

Para concentraciones de:	
1/2 LFL	LFL
269.14 m	227.69 m
322.78 m	273.41 m
1,365 lbs	1,356 lbs
1.67	1.67
Gas pesado	

Para una **estabilidad clase F**

1.- Distancia de riesgo viento abajo=	189.89 m
2.- Ancho máximo de riesgo viento abajo=	151.79 m
3.- Peso del gas transportado en el aire=	1,356 lbs
4.- Densidad inicial relativa vapor/aire=	1.67
5.- Tipo de modelo utilizado para el análisis=	

Para concentraciones de:	
½ LFL	LFL
189.89 m	157.58 m
151.79 m	125.88 m
1,356 lbs	1,356 lbs
1.67	1.67
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 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 75 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)=	1,356 lbs (Estabilidad F)
4.- Localización de la explosión=	A nivel de piso

(1) El calor inferior de combustión es el calor desprendido cuando 1.0 libras arden en O₂ 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:		
Sobrepresión* (psig)	Distancia desde la explosión (en m):	Daños esperados: (efectos de las ondas expansivas)
0.03	2.837.69	Rotura ocasional de cristales grandes sometidos a tensiones.
0.30	399.90	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	149.35 – 259.09	Destrucción de ventanas, con daño a los marcos.
1.0	149.35	Demolición parcial de casas, que quedan inhabitables.
1.0 - 8.0	38.40 – 149.35	Rango de daños desde ligeros a serios debido a laceraciones en la piel producidas por cristales que salen volando y otros proyectiles.
2.0	90.22	Colapso parcial de paredes y techos de casas.
2.0 - 3.0	68.88 – 90.22	Destrucción de paredes de block o de concreto no reforzado de 20 a 30 cms. de grosor.
2.4 - 12.2	30.78 – 79.55	Rango de 1 - 90% de ruptura de tímpanos entre la población expuesta.
2.5	77.42	Destrucción del 50% de las casas de ladrillo. Distorsiones en estructuras de acero.
3.0 - 4.0	57.30 – 68.88	Estructuras constructivas de acero en ruinas. Ruptura de tanques de almacenamiento.
5.0	50.29	Rotura de postes públicos de madera
5.0 - 7.0	41.45 – 50.29	Destrucción casi completa de casas.
10.0	34.14	Probable destrucción total de la construcción. Máquinas pesadas (3,500 kg) desplazadas y fuertemente dañadas.
15.5 - 29.0	20.42 – 28.35	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

NOMBRE DE LA EMPRESA: IGASAMEX BAJIO, S. DE R.L. DE C.V.			
FECHA DE ELABORACION: 23/Abril/2003		FECHA DE REVISION: Ene/2006	
SECCION I DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA SUSTANCIA QUÍMICA			
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	
3.- DOMICILIO COMPLETO:			
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.	

SECCION II DATOS GENERALES DE LA SUSTANCIA QUÍMICA	
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

SECCION III COMPONENTES RIESGOSOS			
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

SECCION IV.- PROPIEDADES FÍSICAS	
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 BAJIO, 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

SECCION V RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSION					
1.- MEDIO DE EXTINCION:					
NIEBLA DE AGUA:	ESPUMA:	HALON:	CO ₂ :	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 ₂ O, CO ₂ y CO					
SECCION VI DATOS DE RECTIVIDAD					
1.- SUSTANCIA			2.- CONDICIONES A EVITAR:		
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					
5.- POLIMERIZACION PELIGROSA:			6.- CONDICIONES A EVITAR:		
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 asfixia 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		

IGASAMEX BAJIO, 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

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 CO₂ y NO_x), 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 BAJIO, 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

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/cm²) 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/cm²) y gas natural licuado a 6.3 kgf/cm² y temperatura de -140°C con tanques termo.
- f) Usos domésticos y comerciales.
- g) En la industria petroquímica se utiliza principalmente como materia prima para producir amoníaco y metanol.

HDSM ODORIZANTE

NOMBRE DE LA EMPRESA:			
FECHA DE ELABORACION: 11/Julio/2001		FECHA DE REVISION: 23/Abril/2003	
SECCION I DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA SUSTANCIA QUIMICA			
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	
3.- DOMICILIO COMPLETO:			
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	

SECCION II DATOS GENERALES DE LA SUSTANCIA QUIMICA	
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

SECCION III COMPONENTES RIESGOSOS			
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	7.- GRADO DE RIESGO:	
		7.1 SALUD 2	7.2 INFLAMABILIDAD 3

SECCION IV.- PROPIEDADES FÍSICAS	
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 BAJIO, 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

11.- TEMPERATURA DE AUTOIGNICION (°C): N.E.		12.- PORCIENTO DE VOLATILIDAD: 100% (más ligero que el aire)			
13.- LÍMITES DE+ INFLAMABILIDAD (%): Inferior 1.7 % Superior 10.0 %					
SECCION V RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSION					
1.- MEDIO DE EXTINCION:					
NIEBLA DE AGUA: XX	ESPUMA: XX	HALON: XX	CO ₂ : 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 ₂ , CO ₂ y CO					
SECCION VI DATOS DE RECTIVIDAD					
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	
SECCION VII RIESGOS PARA LA SALUD					
VIAS DE ENTRADA		SINTOMAS DEL LESIONADO		PRIMEROS AUXILIOS	
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					
SECCION VIII INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAMES:					

IGASAMEX BAJIO, 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

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

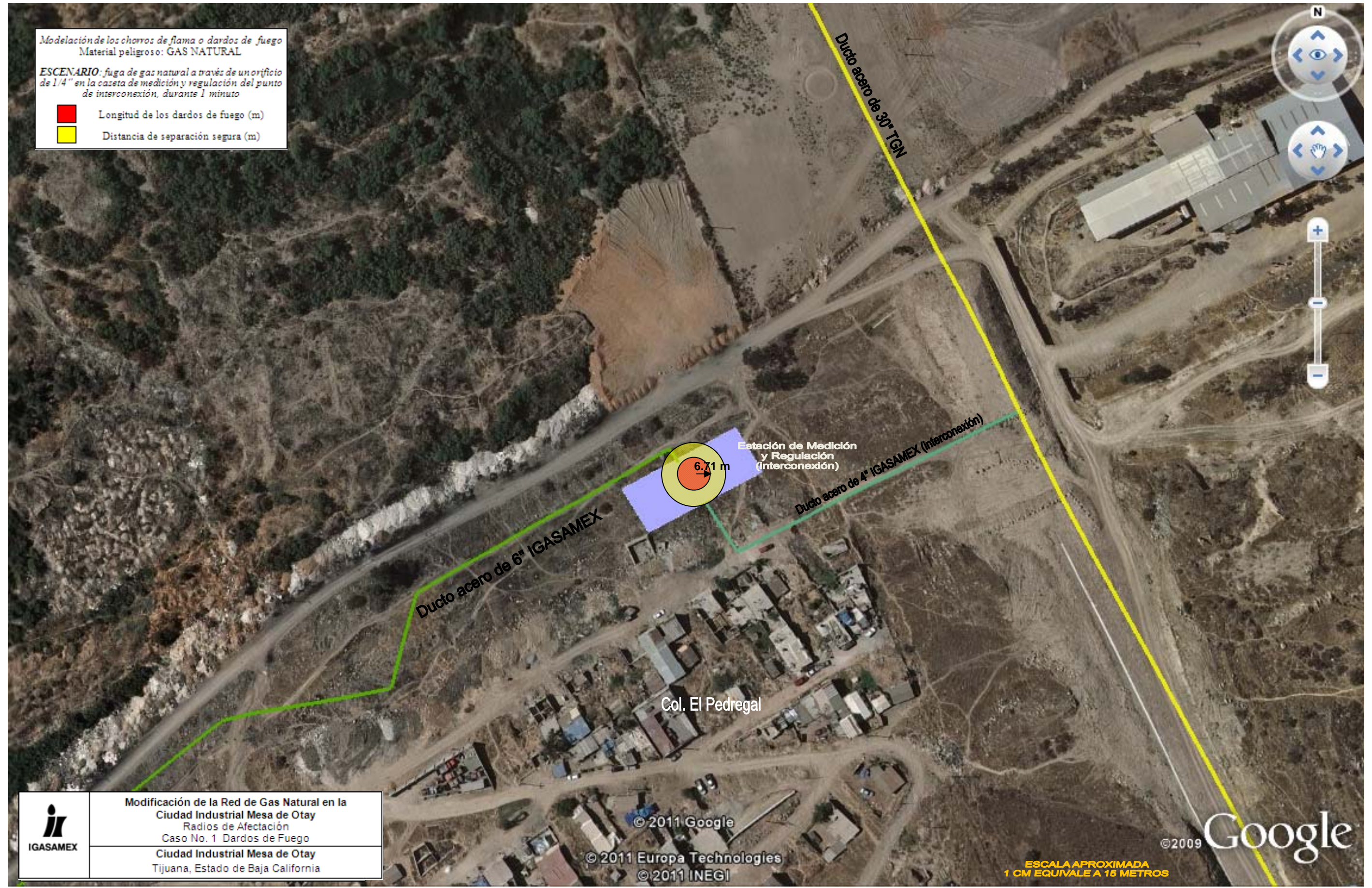
5005 LBJ Freeway, P.O. Box 809050

Dallas, Texas 75380

Modelación de los chorros de flama o dardos de fuego
Material peligroso: GAS NATURAL

ESCENARIO: fuga de gas natural a través de un orificio de 1/4" en la caseta de medición y regulación del punto de interconexión, durante 1 minuto

- Longitud de los dardos de fuego (m)
- Distancia de separación segura (m)



	Modificación de la Red de Gas Natural en la Ciudad Industrial Mesa de Otay
	Radios de Afectación Caso No. 1 Dardos de Fuego Ciudad Industrial Mesa de Otay Tijuana, Estado de Baja California

© 2011 Google
© 2011 Europa Technologies
© 2011 INEGI

ESCALA APROXIMADA
1 CM EQUIVALE A 15 METROS

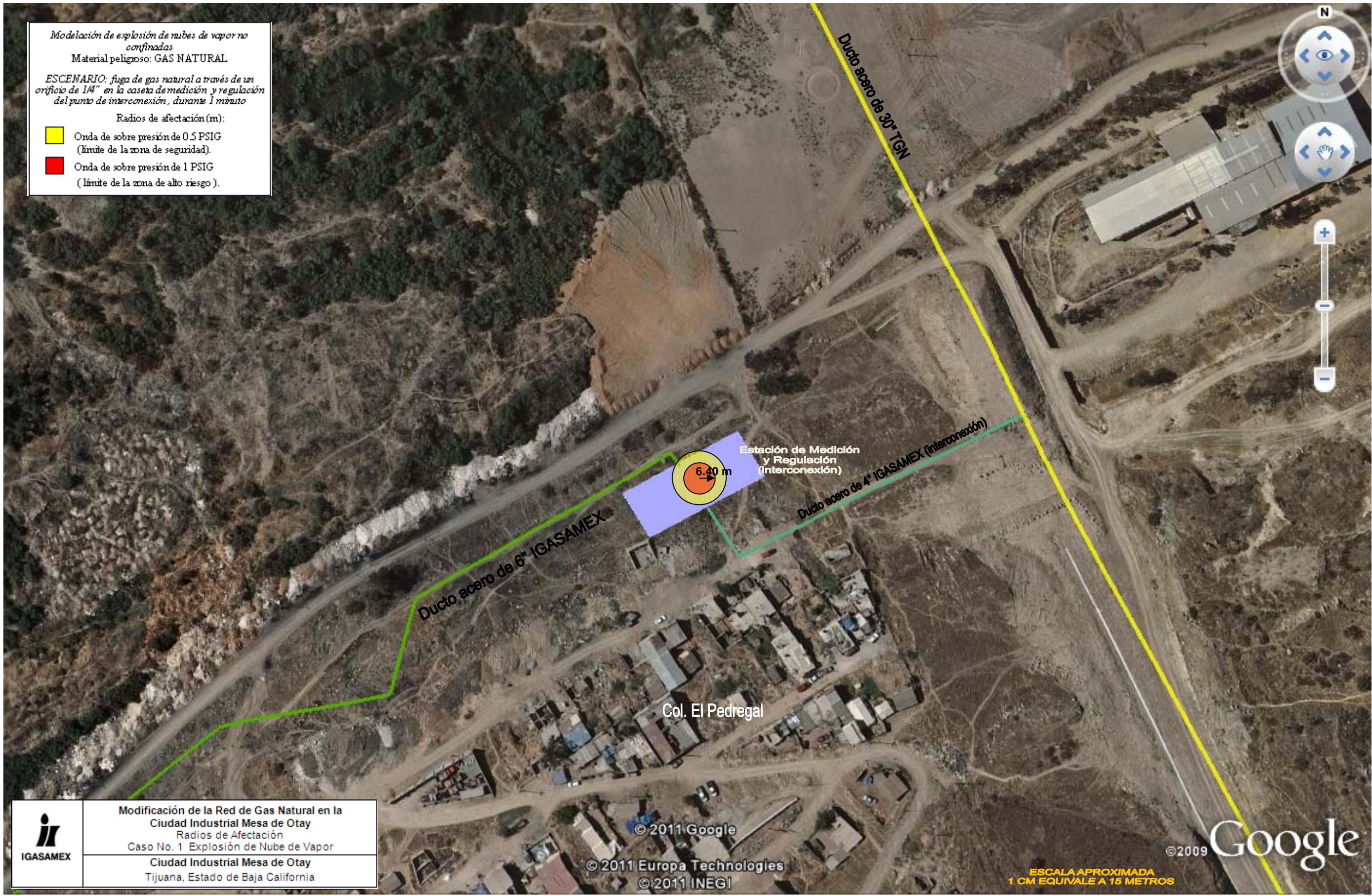
©2009 Google

Modelación de explosión de nubes de vapor no confinadas
 Material peligroso: GAS NATURAL

ESENARIO: fuga de gas natural a través de un orificio de 1/4" en la caseta de medición y regulación del punto de interconexión, durante 1 minuto

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).



IGASAMEX

Modificación de la Red de Gas Natural en la Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Radios de Afectación
 Caso No. 1 Explosión de Nube de Vapor
 Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Tijuana, Estado de Baja California

© 2011 Google
 © 2011 Europa Technologies
 © 2011 INEGI

©2009 Google

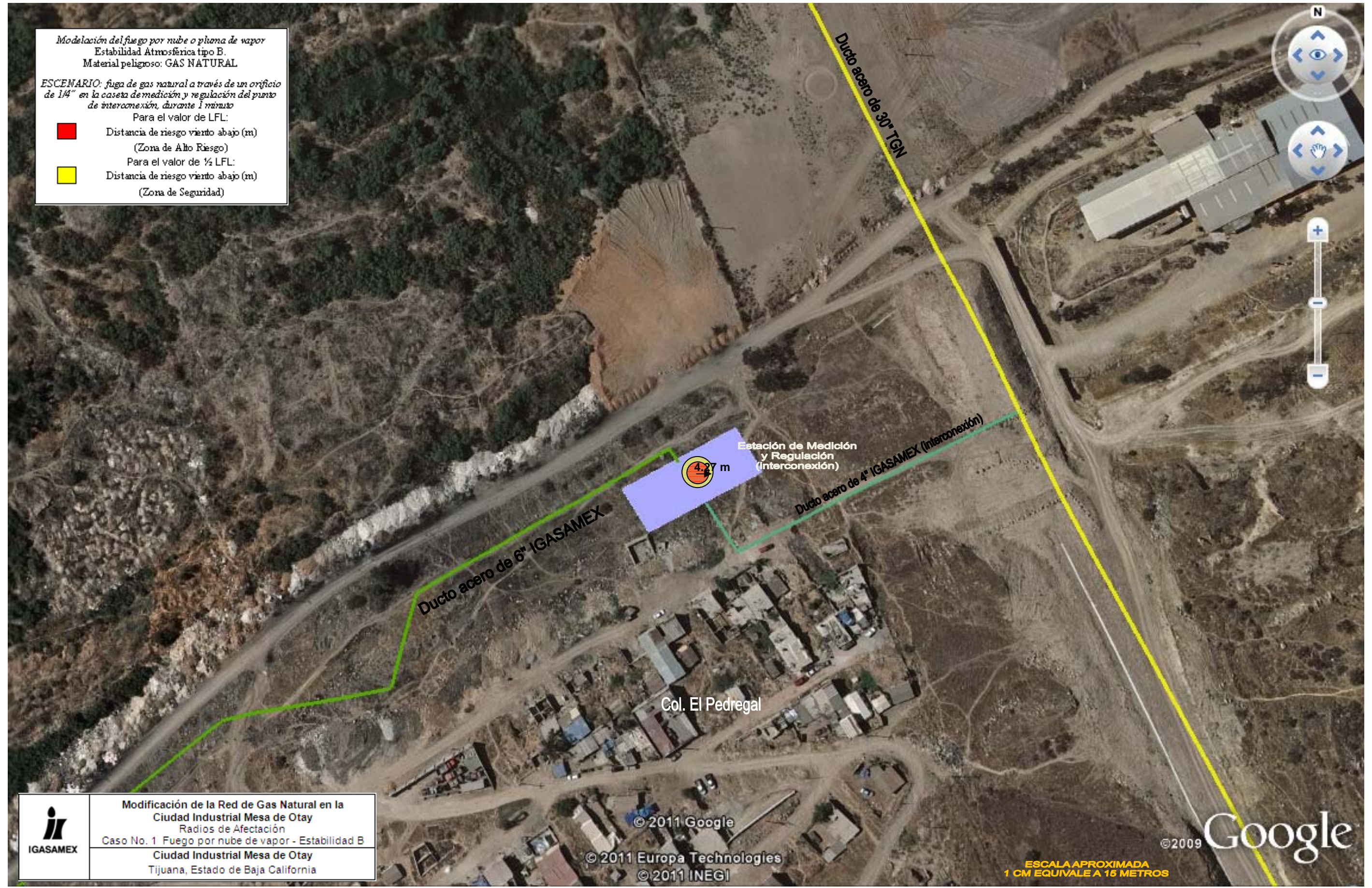
ESCALA APROXIMADA
 1 CM EQUIVALE A 15 METROS

Modelación del fuego por nube o pluma de vapor
 Estabilidad Atmosférica tipo B.
 Material peligroso: GAS NATURAL

ESENARIO: fuga de gas natural a través de un orificio de 1/4" en la caseta de medición y regulación del punto de interconexión, durante el máximo de interconexión, durante 1 minuto

Para el valor de LFL:

- Distancia de riesgo viento abajo (m) (Zona de Alto Riesgo)
- Para el valor de 1/2 LFL:
- Distancia de riesgo viento abajo (m) (Zona de Seguridad)



IGASAMEX

Modificación de la Red de Gas Natural en la Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Radios de Afectación
 Caso No. 1 Fuego por nube de vapor - Estabilidad B
 Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Tijuana, Estado de Baja California

© 2011 Google
 © 2011 Europa Technologies
 © 2011 INEGI

ESCALA APROXIMADA
 1 CM EQUIVALE A 15 METROS

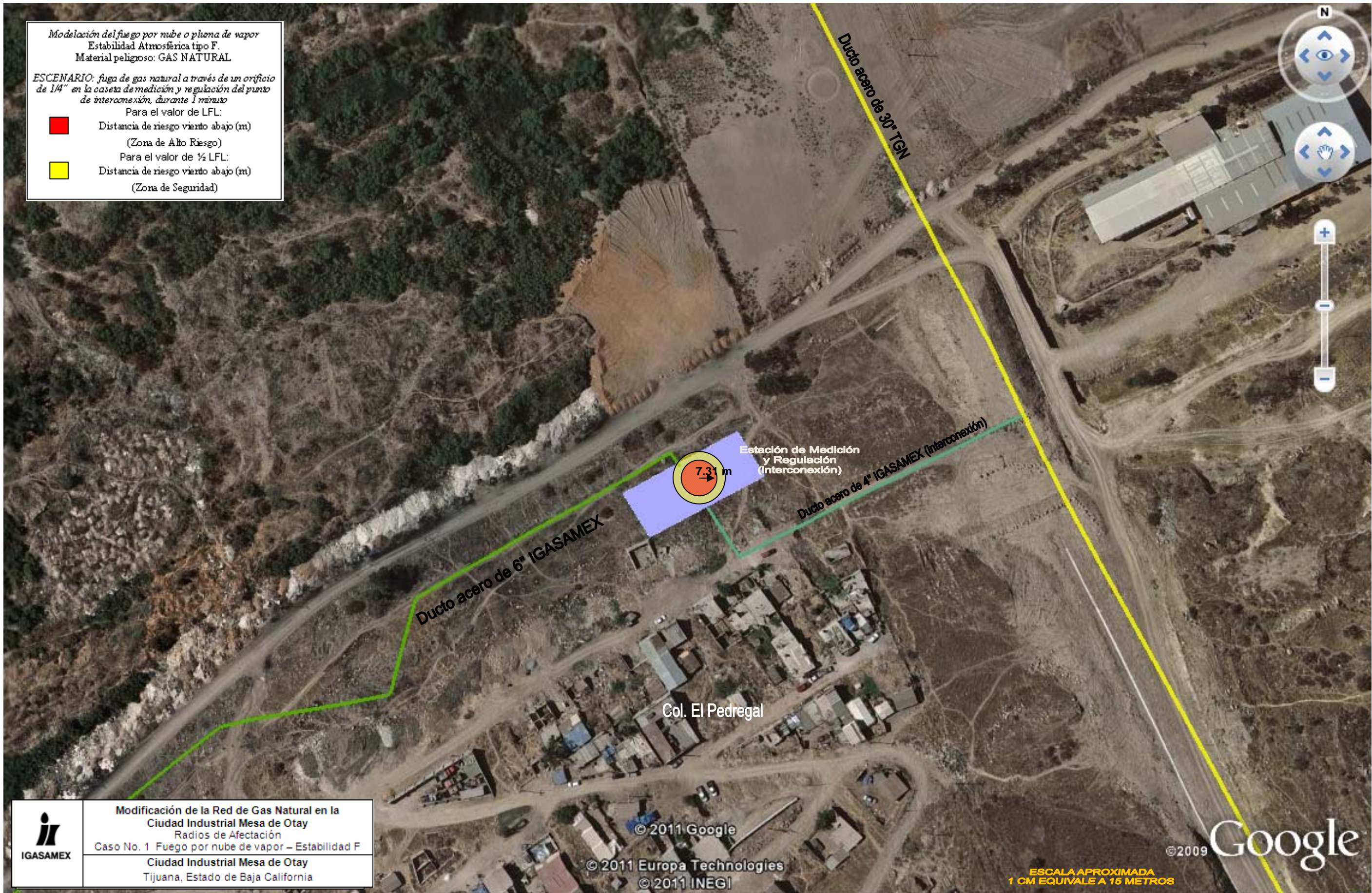
Fecha de modelación: Agosto 2011

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 1/4" en la caseta de medición y regulación del punto de interconexión, durante 1 minuto

Para el valor de LFL:
 Distancia de riesgo viento abajo (m)
 (Zona de Alto Riesgo)

Para el valor de 1/2 LFL:
 Distancia de riesgo viento abajo (m)
 (Zona de Seguridad)



IGASAMEX

Modificación de la Red de Gas Natural en la Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Radios de Afectación
 Caso No. 1 Fuego por nube de vapor – Estabilidad F
 Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Tijuana, Estado de Baja California

© 2011 Google
 © 2011 Europa Technologies
 © 2011 INEGI

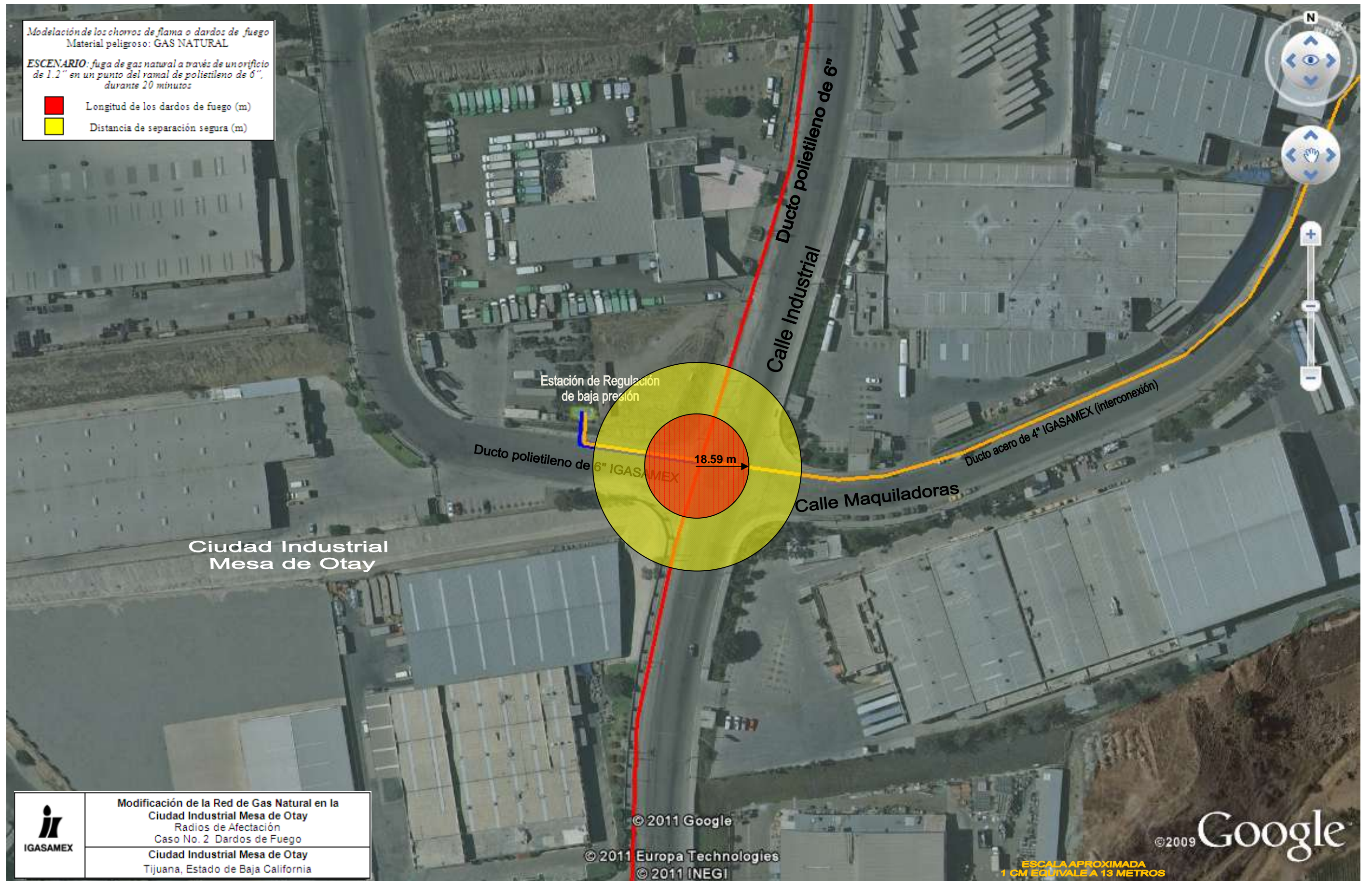
©2009 Google

ESCALA APROXIMADA
 1 CM EQUIVALE A 15 METROS

Modelación de los chorros de flama o dardos de fuego
Material peligroso: GAS NATURAL

ESCENARIO: fuga de gas natural a través de un orificio de 1.2" en un punto del ramal de polietileno de 6", durante 20 minutos

- Longitud de los dardos de fuego (m)
- Distancia de separación segura (m)





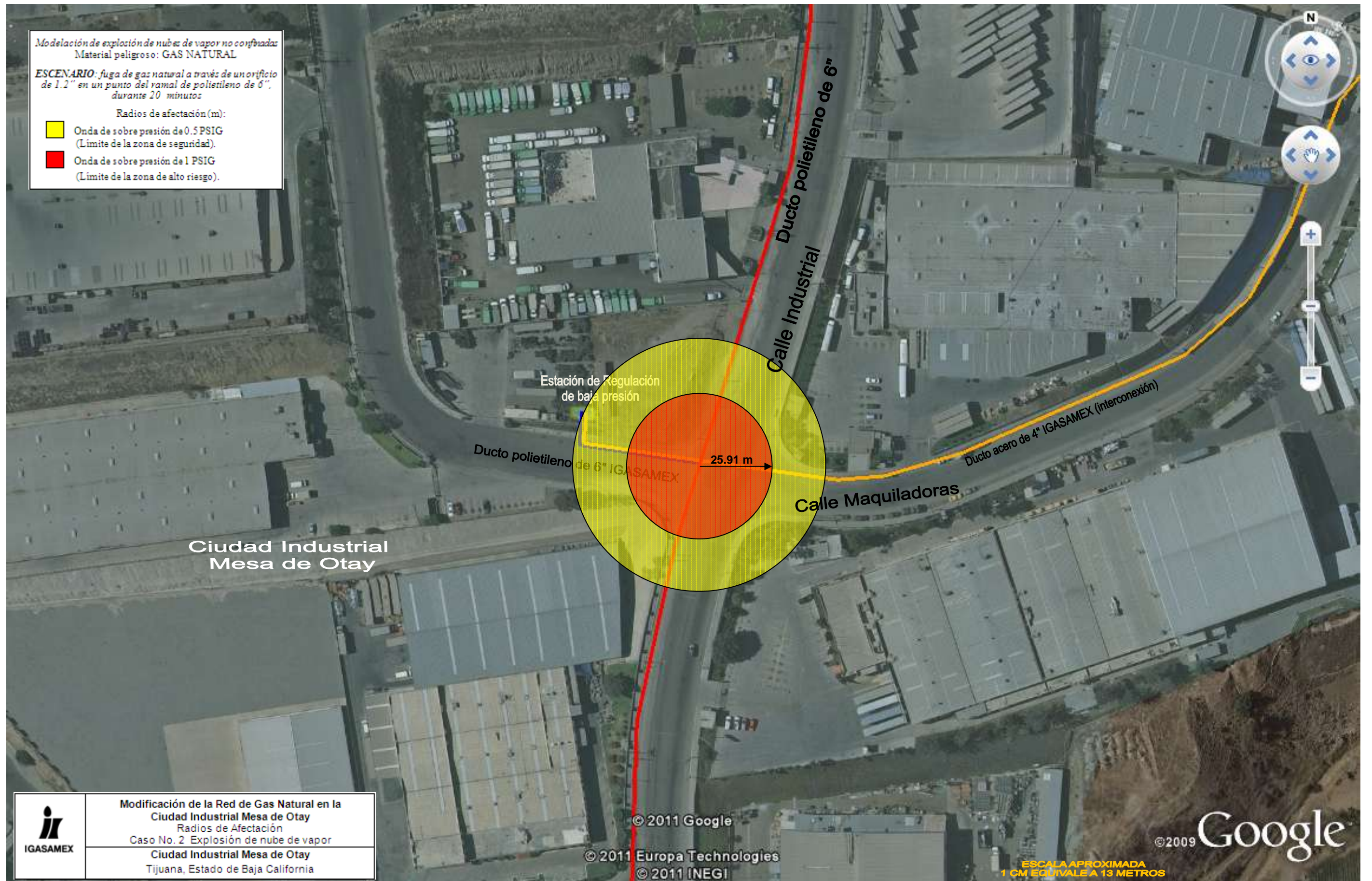
	Modificación de la Red de Gas Natural en la Ciudad Industrial Mesa de Otay
	Radios de Afectación Caso No. 2 Dardos de Fuego Ciudad Industrial Mesa de Otay Tijuana, Estado de Baja California


Modelación de explosión de nubes de vapor no confinadas
Material peligroso: GAS NATURAL

ESCENARIO: fuga de gas natural a través de un orificio de 1.2" en un punto del ramal de polietileno de 6", durante 20 minutos

Radio de afectación (m):

-  Onda de sobre presión de 0.5 PSIG (Limite de la zona de seguridad).
-  Onda de sobre presión de 1 PSIG (Limite de la zona de alto riesgo).



	Modificación de la Red de Gas Natural en la Ciudad Industrial Mesa de Otay
	Radios de Afectación
Caso No. 2 Explosión de nube de vapor	
Ciudad Industrial Mesa de Otay	
Tijuana, Estado de Baja California	

Modelación del fuego por nube o pluma de vapor
 Estabilidad Atmosférica tipo B.
 Material peligroso: GAS NATURAL

ESCENARIO: fuga de gas natural a través de un orificio de 1.2" en un punto del ramal de polietileno de 6", durante 20 minutos

Para el valor de LFL:
 Distancia de riesgo viento abajo (m)
 (Zona de Alto Riesgo)

Para el valor de 1/2 LFL:
 Distancia de riesgo viento abajo (m)
 (Zona de Seguridad)



Ciudad Industrial
 Mesa de Otay

IGASAMEX

Modificación de la Red de Gas Natural en la Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Radios de Afectación
 Caso No. 2 Fuego por nube de vapor – Estabilidad B
 Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Tijuana, Estado de Baja California

© 2011 Google
 © 2011 Europa Technologies
 © 2011 INEGI

© 2009 Google

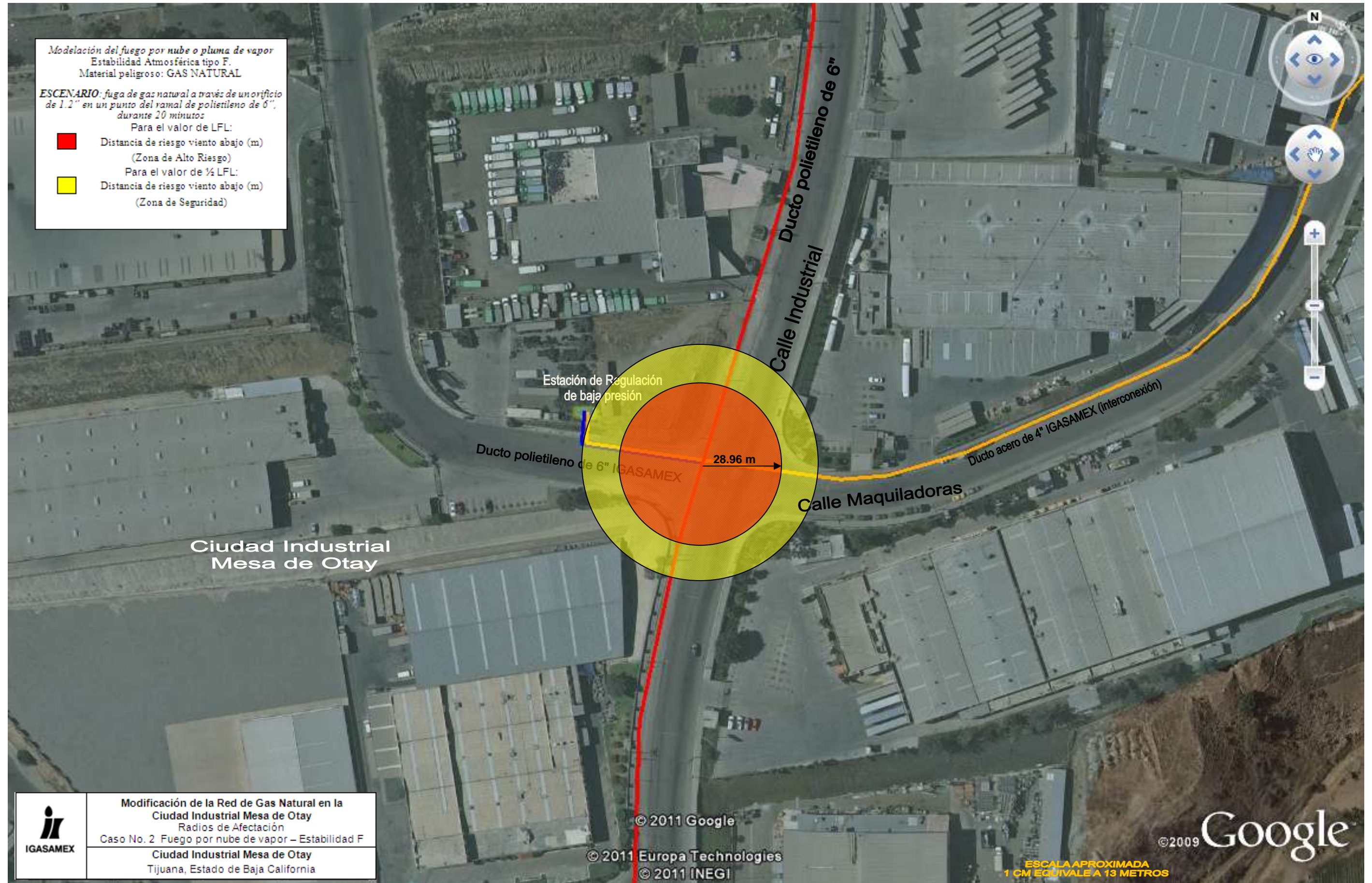
ESCALA APROXIMADA
 1 CM EQUIVALE A 13 METROS

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 1.2" en un punto del ramal de polietileno de 6", durante 20 minutos

Para el valor de LFL:
 Distancia de riesgo viento abajo (m)
 (Zona de Alto Riesgo)

Para el valor de 1/2 LFL:
 Distancia de riesgo viento abajo (m)
 (Zona de Seguridad)



IGASAMEX

Modificación de la Red de Gas Natural en la Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Radios de Afectación
 Caso No. 2 Fuego por nube de vapor – Estabilidad F
 Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Tijuana, Estado de Baja California

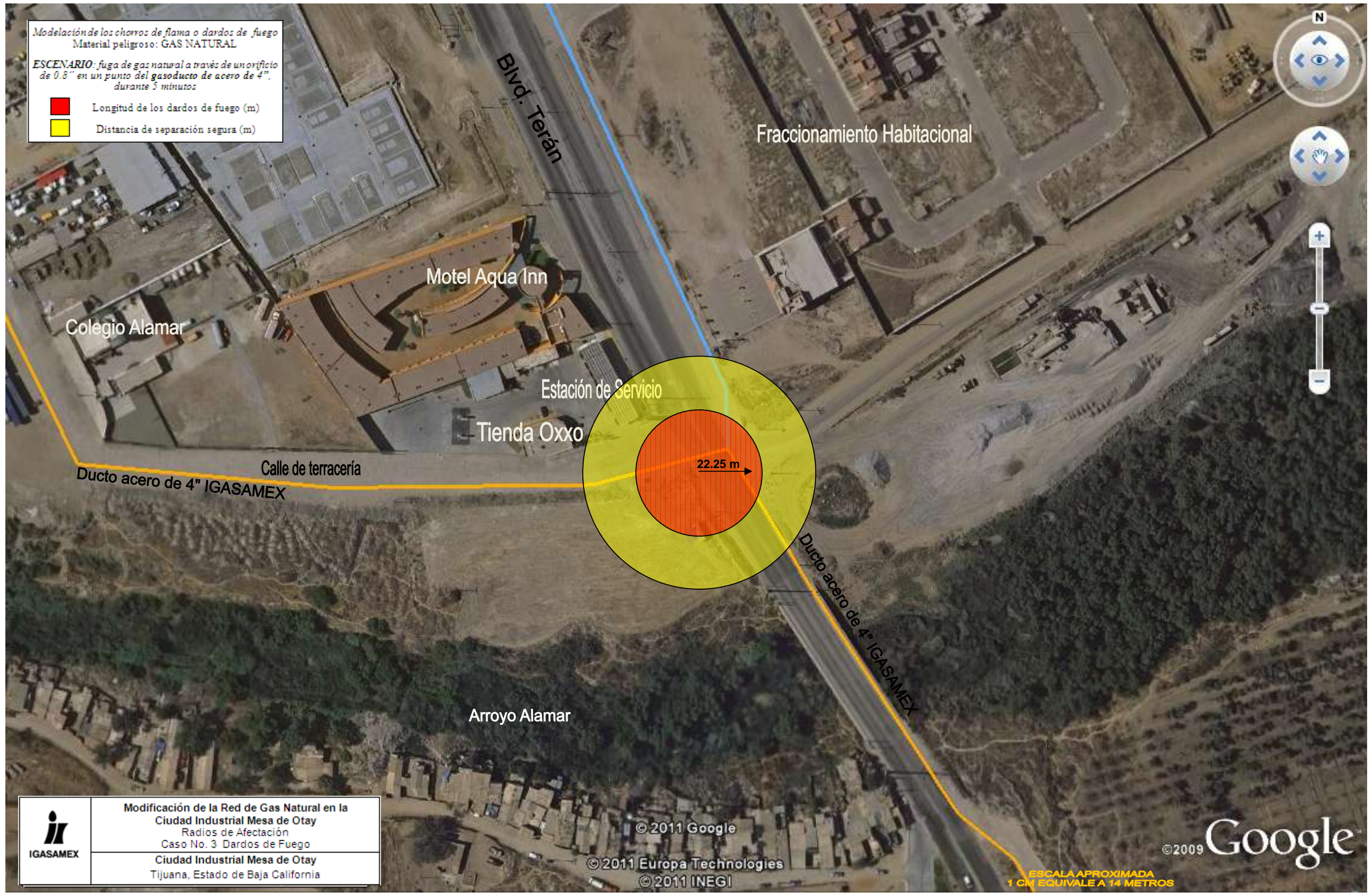
© 2011 Google
 © 2011 Europa Technologies
 © 2011 INEGI

© 2009 Google

ESCALA APROXIMADA
 1 CM EQUIVALE A 13 METROS

Modelación de los chorros de flama o dardos de fuego
 Material peligroso: GAS NATURAL
 ESCENARIO: fuga de gas natural a través de un orificio de 0.8" en un punto del gasoducto de acero de 4", durante 5 minutos

■ Longitud de los dardos de fuego (m)
■ Distancia de separación segura (m)




Modificación de la Red de Gas Natural en la Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Radios de Afectación
 Caso No. 3 Dardos de Fuego
 Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Tijuana, Estado de Baja California

© 2011 Google
 © 2011 Europa Technologies
 © 2011 INEGI

© 2009 Google

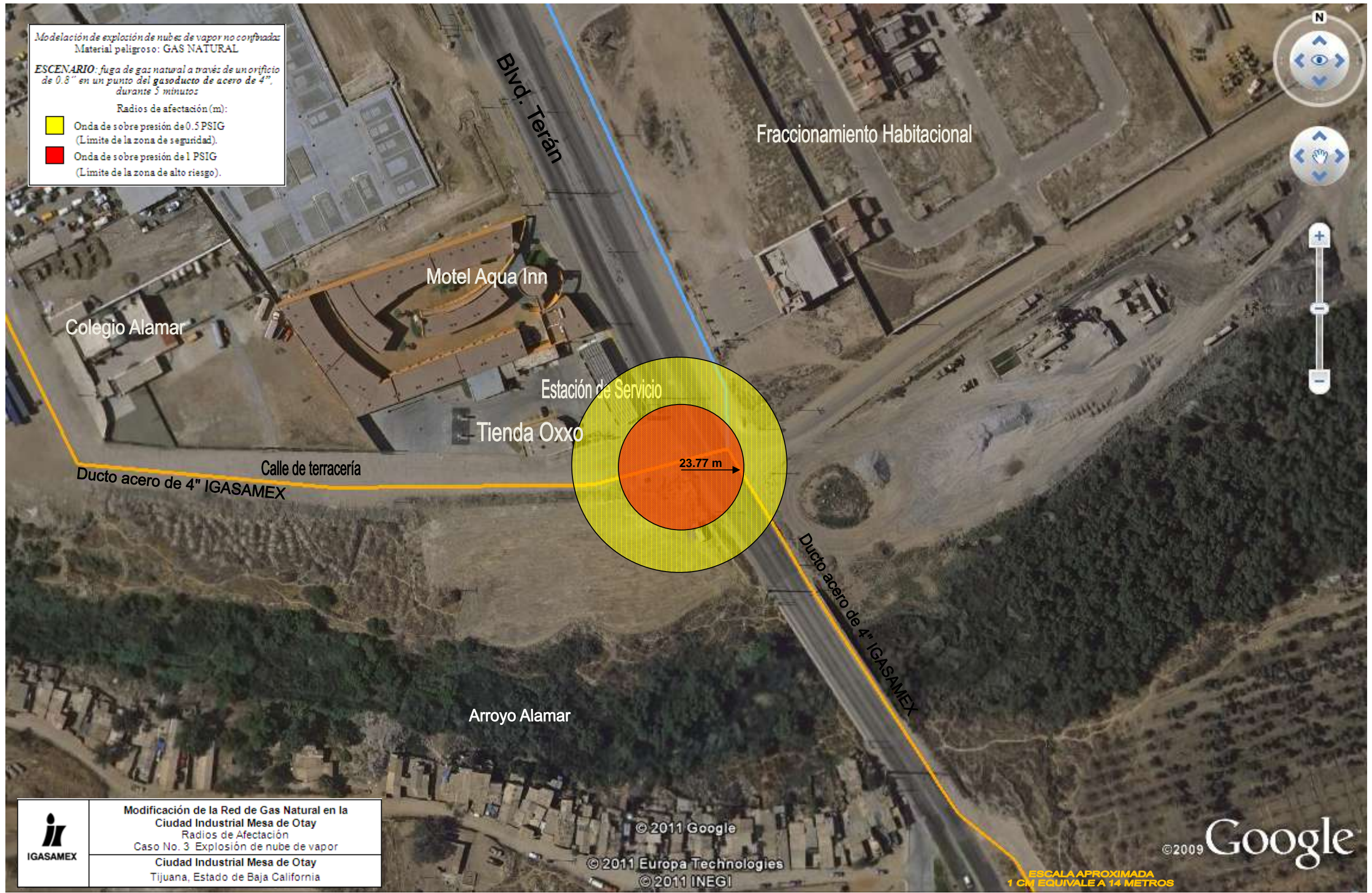
ESCALA APROXIMADA
 1 CM EQUIVALE A 14 METROS


Modelación de explosión de nubes de vapor no confinadas
 Material peligroso: GAS NATURAL

ESCENARIO: fuga de gas natural a través de un orificio de 0.8" en un punto del gasoducto de acero de 4", durante 5 minutos

Radios de afectación (m):

- Onda de sobre presión de 0.5 PSIG (Limite de la zona de seguridad).
- Onda de sobre presión de 1 PSIG (Limite de la zona de alto riesgo).



 IGASAMEX	Modificación de la Red de Gas Natural en la Ciudad Industrial Mesa de Otay Radios de Afectación Caso No. 3 Explosión de nube de vapor
	Ciudad Industrial Mesa de Otay Tijuana, Estado de Baja California

© 2011 Google
 © 2011 Europa Technologies
 © 2011 INEGI

© 2009 Google

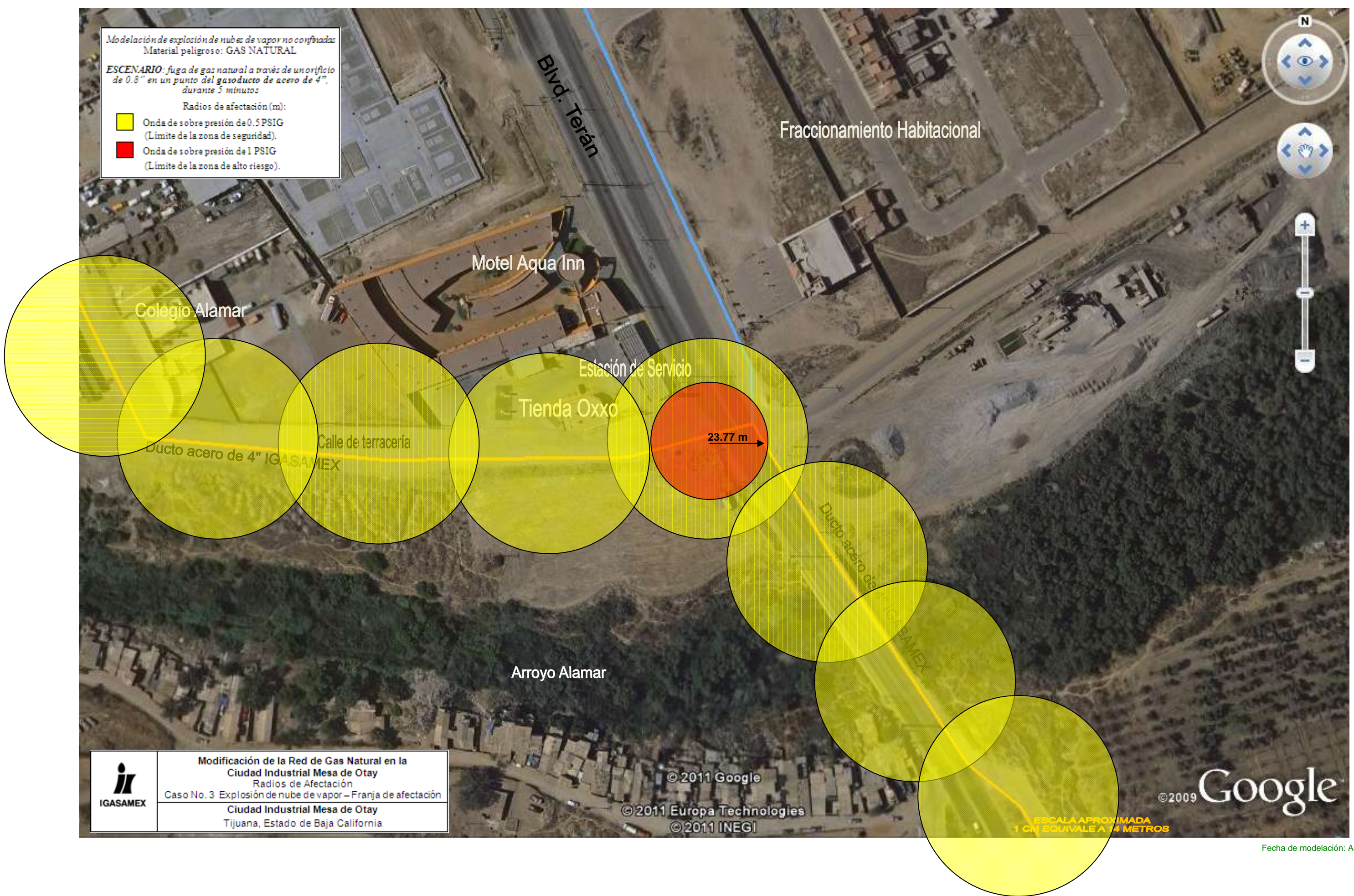
ESCALA APROXIMADA
 1 CM EQUIVALE A 14 METROS

Modelación de explosión de nubes de vapor no confinadas
 Material peligroso: GAS NATURAL

ESCENARIO: fuga de gas natural a través de un orificio de 0.8" en un punto del gasoducto de acero de 4", durante 5 minutos

Radios de afectación (m):

- Onda de sobre presión de 0.5 PSIG (Limite de la zona de seguridad).
- Onda de sobre presión de 1 PSIG (Limite de la zona de alto riesgo).



IGASAMEX

Modificación de la Red de Gas Natural en la Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Radios de Afectación
 Caso No. 3 Explosión de nube de vapor – Franja de afectación
 Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Tijuana, Estado de Baja California

© 2011 Google
 © 2011 Europa Technologies
 © 2011 INEGI

© 2009 Google

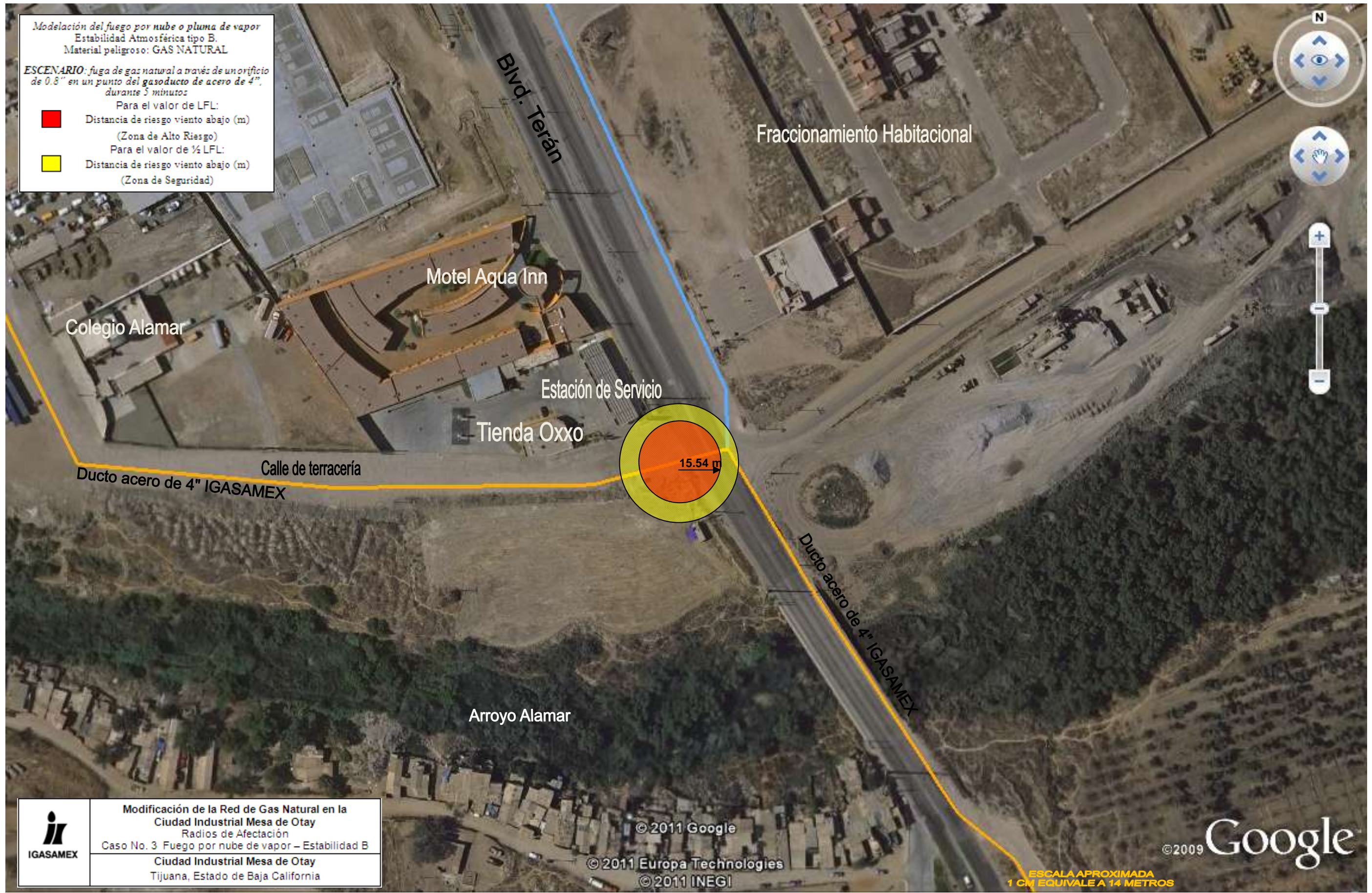
ESCALA APROXIMADA
 1 CM EQUIVALE A 14 METROS

Modelación del fuego por nube o pluma de vapor
 Estabilidad Atmosférica tipo B.
 Material peligroso: GAS NATURAL

ESCENARIO: fuga de gas natural a través de un orificio de 0.8" en un punto del gasoducto de acero de 4", durante 5 minutos

Para el valor de LFL:
 Distancia de riesgo viento abajo (m)
 (Zona de Alto Riesgo)

Para el valor de 1/2 LFL:
 Distancia de riesgo viento abajo (m)
 (Zona de Seguridad)



IGASAMEX

Modificación de la Red de Gas Natural en la Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Radios de Afectación
 Caso No. 3 Fuego por nube de vapor – Estabilidad B
 Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Tijuana, Estado de Baja California

© 2011 Google
 © 2011 Europa Technologies
 © 2011 INEGI

© 2009 Google

ESCALA APROXIMADA
 1 CM EQUIVALE A 14 METROS

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 0.8" en un punto del gasoducto de acero de 4", durante 5 minutos

Para el valor de LFL:
■ Distancia de riesgo viento abajo (m)
 (Zona de Alto Riesgo)

Para el valor de 1/3 LFL:
■ Distancia de riesgo viento abajo (m)
 (Zona de Seguridad)



IGASAMEX

Modificación de la Red de Gas Natural en la Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Radios de Afectación
 Caso No. 3 Fuego por nube de vapor – Estabilidad F
 Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Tijuana, Estado de Baja California

© 2011 Google
 © 2011 Europa Technologies
 © 2011 INEGI

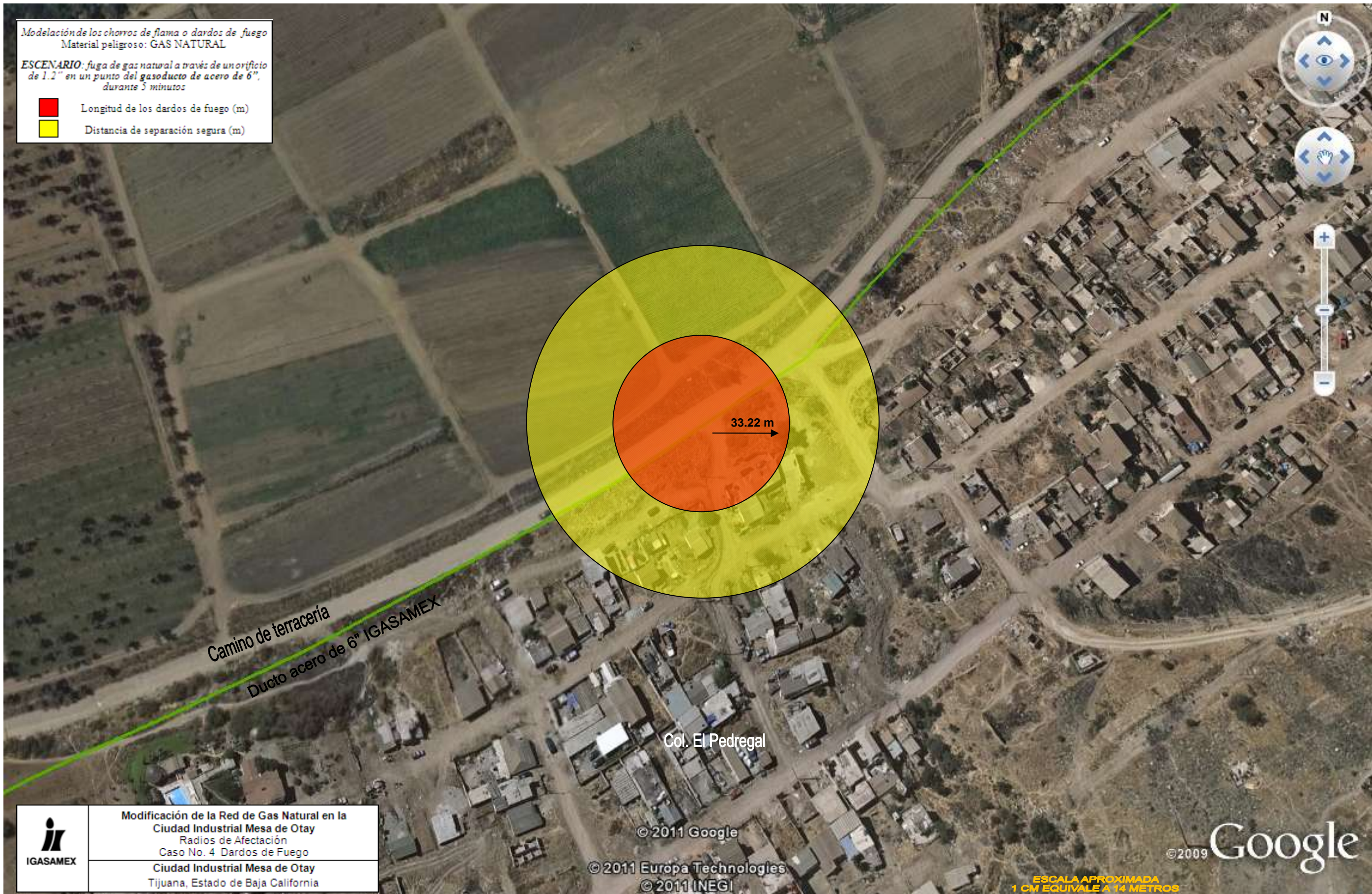
© 2009 Google


ESCALA APROXIMADA
 1 CM EQUIVALE A 14 METROS

Modelación de los chorros de flama o dardos de fuego
 Material peligroso: GAS NATURAL

ESCENARIO: fuga de gas natural a través de un orificio de 1.2" en un punto del gasoducto de acero de 6", durante 5 minutos

■ Longitud de los dardos de fuego (m)
■ Distancia de separación segura (m)



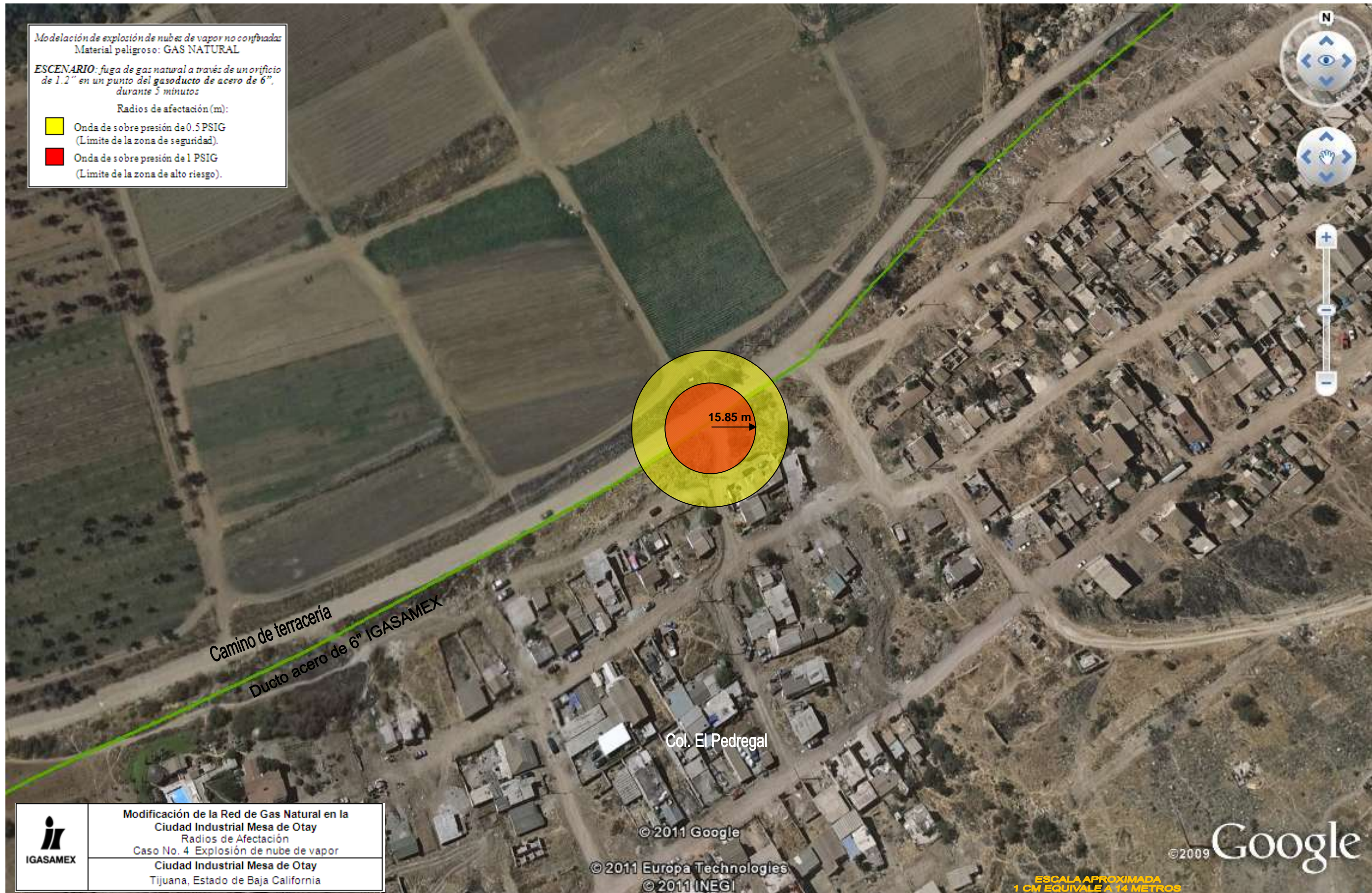

Modificación de la Red de Gas Natural en la Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Radios de Afectación
 Caso No. 4 Dardos de Fuego
 Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Tijuana, Estado de Baja California

Modelación de explosión de nube de vapor no confinada
 Material peligroso: GAS NATURAL

ESCENARIO: fuga de gas natural a través de un orificio de 1.2" en un punto del gasoducto de acero de 6", durante 5 minutos


Radios de afectación (m):

- Onda de sobre presión de 0.5 PSIG (Limite de la zona de seguridad).
- Onda de sobre presión de 1 PSIG (Limite de la zona de alto riesgo).



Camino de terracería
 Ducto acero de 6" IGASAMEX

Col. El Pedregal

 **Modificación de la Red de Gas Natural en la Ciudad Industrial Mesa de Otay**
 Radios de Afectación
 Caso No. 4 Explosión de nube de vapor
 Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Tijuana, Estado de Baja California

© 2011 Google
 © 2011 Europa Technologies
 © 2011 INEGI



© 2009 Google

ESCALA APROXIMADA
 1 CM EQUIVALE A 14 METROS

Modelación de explosión de nubes de vapor no confinadas
Material peligroso: GAS NATURAL

ESCENARIO: fuga de gas natural por ruptura total del
gasoducto de 6", durante 1 minuto

Radio de afectación (m):

-  Onda de sobre presión de 0.5 PSIG
(Limite de la zona de seguridad).
-  Onda de sobre presión de 1 PSIG
(Limite de la zona de alto riesgo).

Ducto acero de 6" IGASAMEX

Col. El Pedregal



Modificación de la Red de Gas Natural en la
Ciudad Industrial Mesa de Otay
Radios de Afectación
Caso No. 4 Explosión de nube de vapor – Franja de afectación
Ciudad Industrial Mesa de Otay
Tijuana, Estado de Baja California

© 2011 Google
© 2011 INEGI

© 2009
ESCALA APROXIMADA
1 CM EQUIVALE A 20 METROS

Fechas de imágenes: 26 de Jun. de 2008

32°31'43.81" N 116°53'32.12" O elev: 71 m

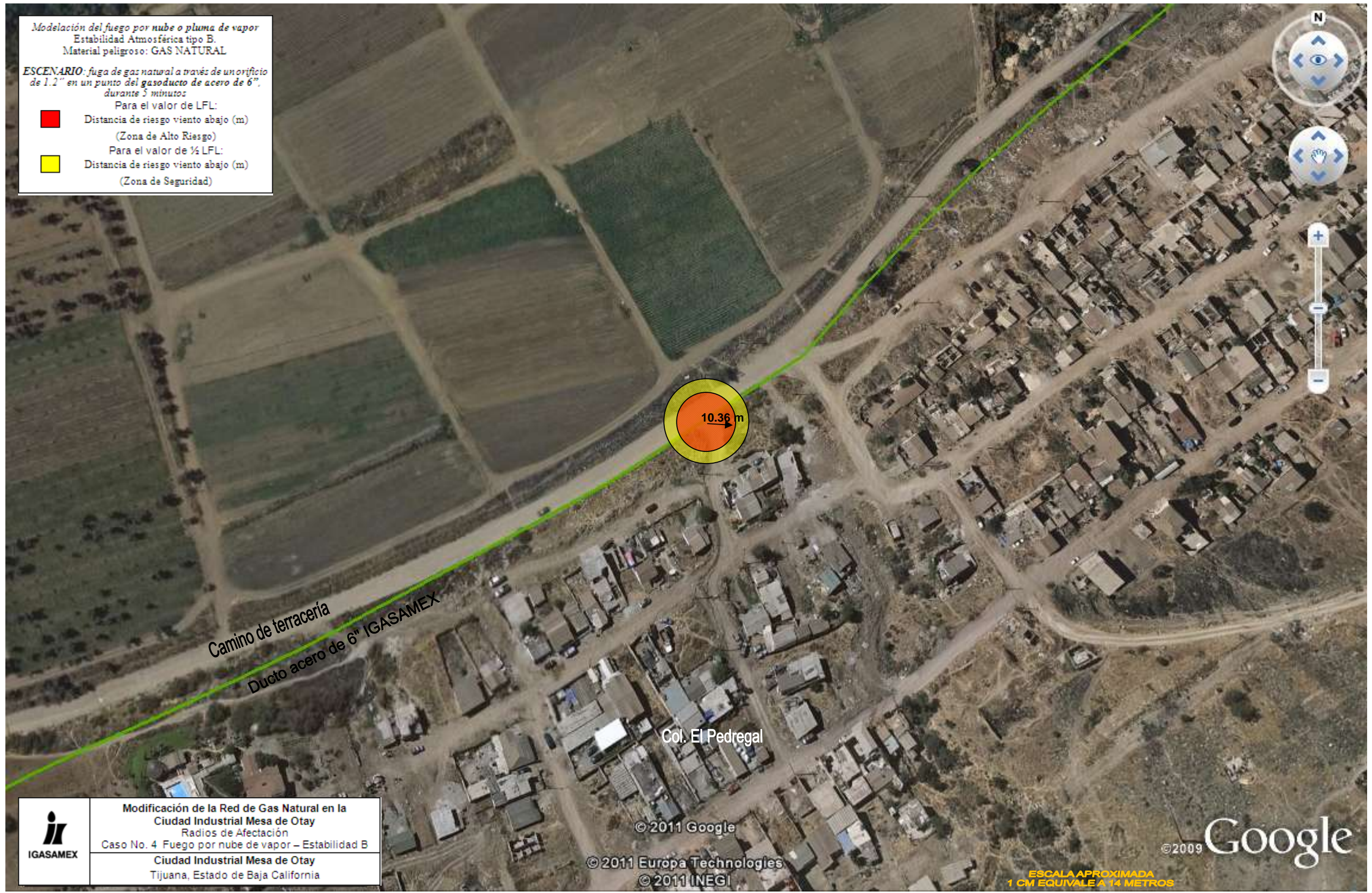
Alt. ojo 711 m


Fecha de modelación: Agosto 2011

Modelación del fuego por nube o pluma de vapor
Estabilidad Atmosférica tipo B.
Material peligroso: GAS NATURAL

ESCENARIO: fuga de gas natural a través de un orificio de 1.2" en un punto del gasoducto de acero de 6", durante 5 minutos

- Para el valor de LFL:
Distancia de riesgo viento abajo (m)
(Zona de Alto Riesgo)
- Para el valor de 1/2 LFL:
Distancia de riesgo viento abajo (m)
(Zona de Seguridad)



 **IGASAMEX**
Modificación de la Red de Gas Natural en la Ciudad Industrial Mesa de Otay
Radios de Afectación
Caso No. 4 Fuego por nube de vapor – Estabilidad B
Ciudad Industrial Mesa de Otay
Tijuana, Estado de Baja California

© 2011 Google
© 2011 Europa Technologies
© 2011 INEGI

© 2009 Google

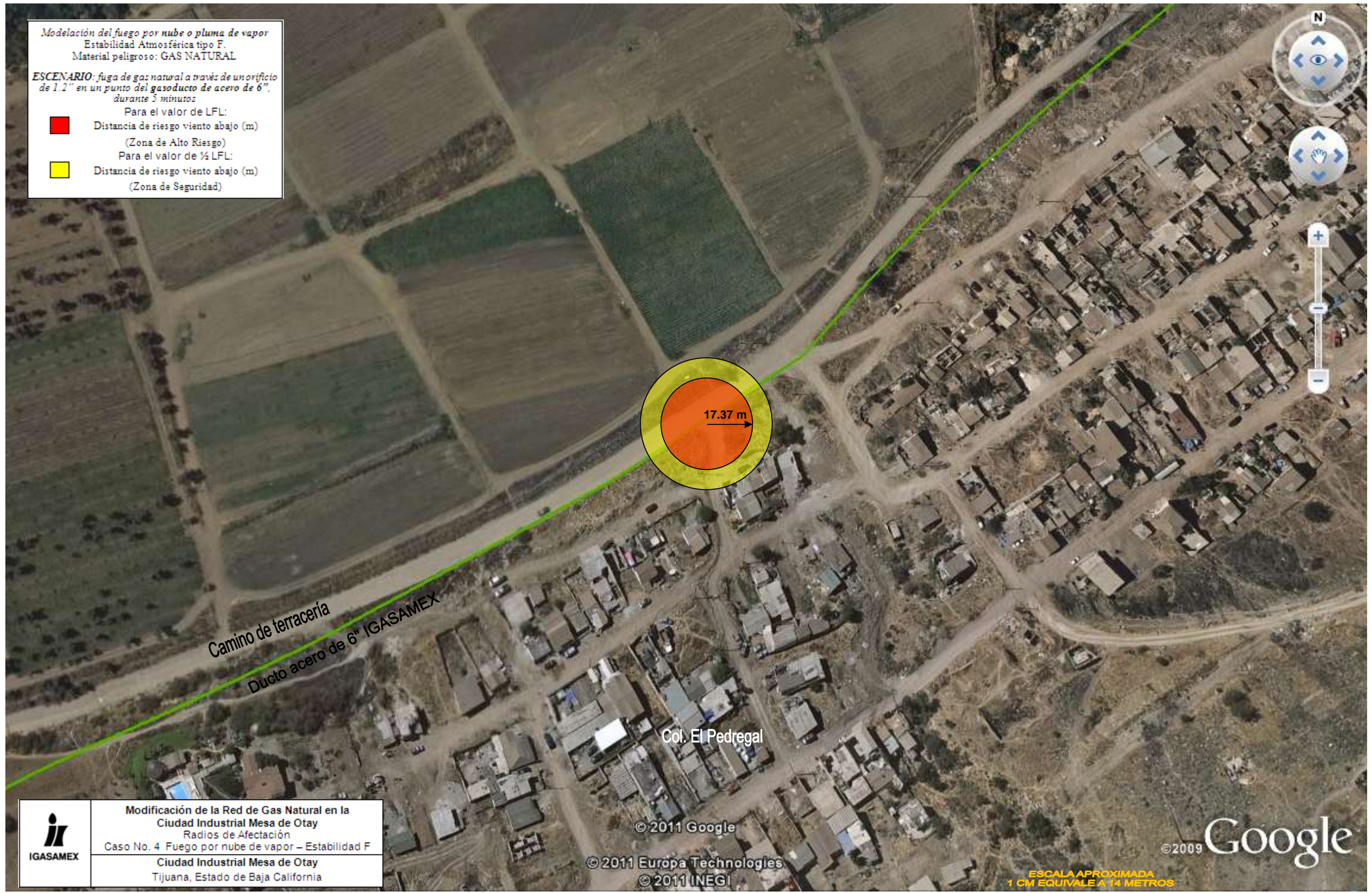
ESCALA APROXIMADA
1 CM EQUIVALE A 14 METROS

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 1.2" en un punto del gasoducto de acero de 6", durante 5 minutos

Para el valor de LFL:
 Distancia de riesgo viento abajo (m)
 (Zona de Alto Riesgo)

Para el valor de 1/2 LFL:
 Distancia de riesgo viento abajo (m)
 (Zona de Seguridad)



IGASAMEX

Modificación de la Red de Gas Natural en la Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Radios de Afectación
 Caso No. 4 Fuego por nube de vapor – Estabilidad F
 Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Tijuana, Estado de Baja California

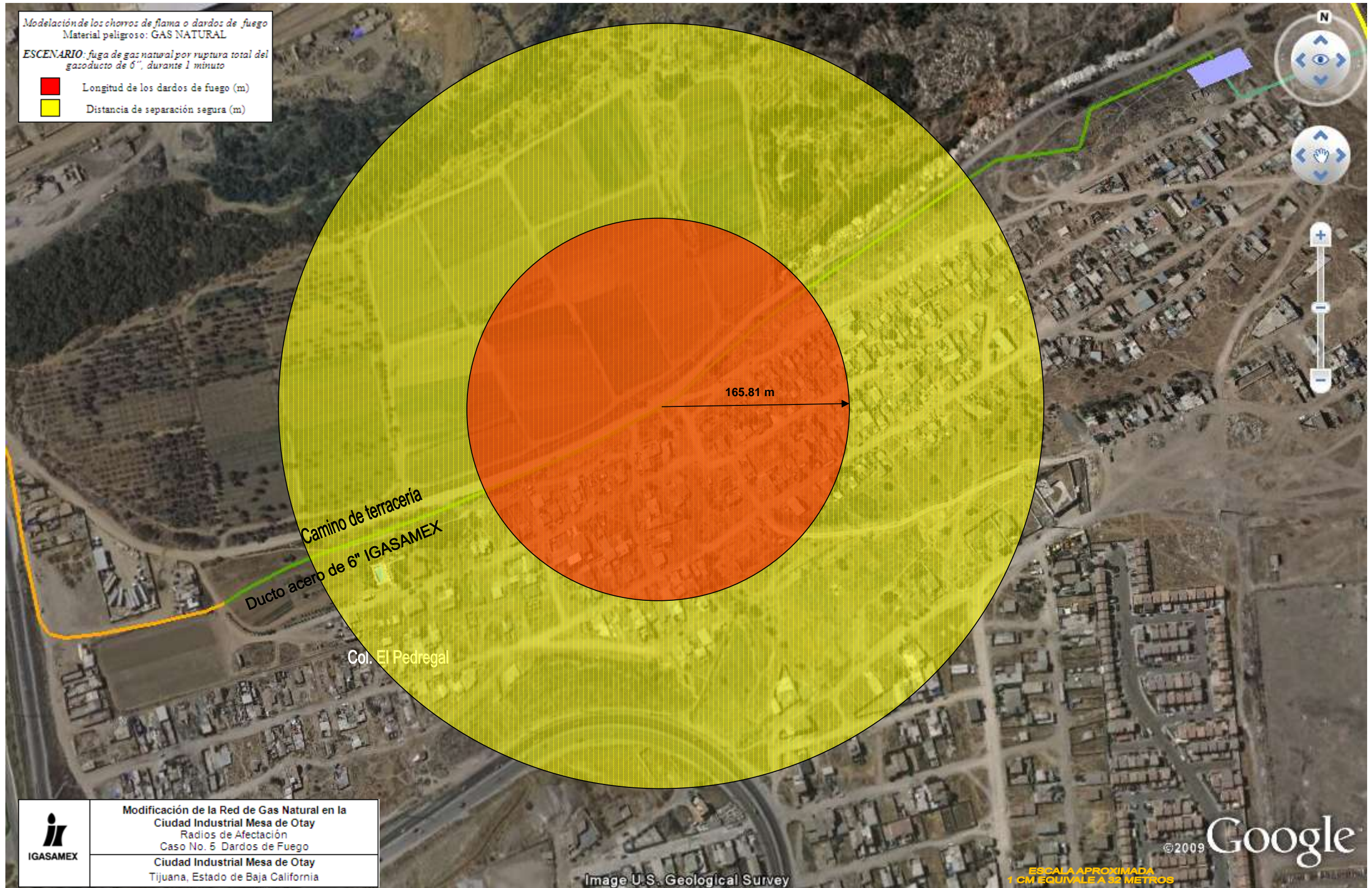
© 2011 Google
 © 2011 Europa Technologies
 © 2011 INEGI

© 2009 Google

ESCALA APROXIMADA
 1 CM EQUIVALE A 14 METROS

Modelación de los chorros de flama o dardos de fuego
 Material peligroso: GAS NATURAL
 ESCENARIO: fuga de gas natural por ruptura total del
 gasoducto de 6", durante 1 minuto

■ Longitud de los dardos de fuego (m)
■ Distancia de separación segura (m)





Modificación de la Red de Gas Natural en la Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Radios de Afectación
 Caso No. 5 Dardos de Fuego
 Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Tijuana, Estado de Baja California

Image U.S. Geological Survey

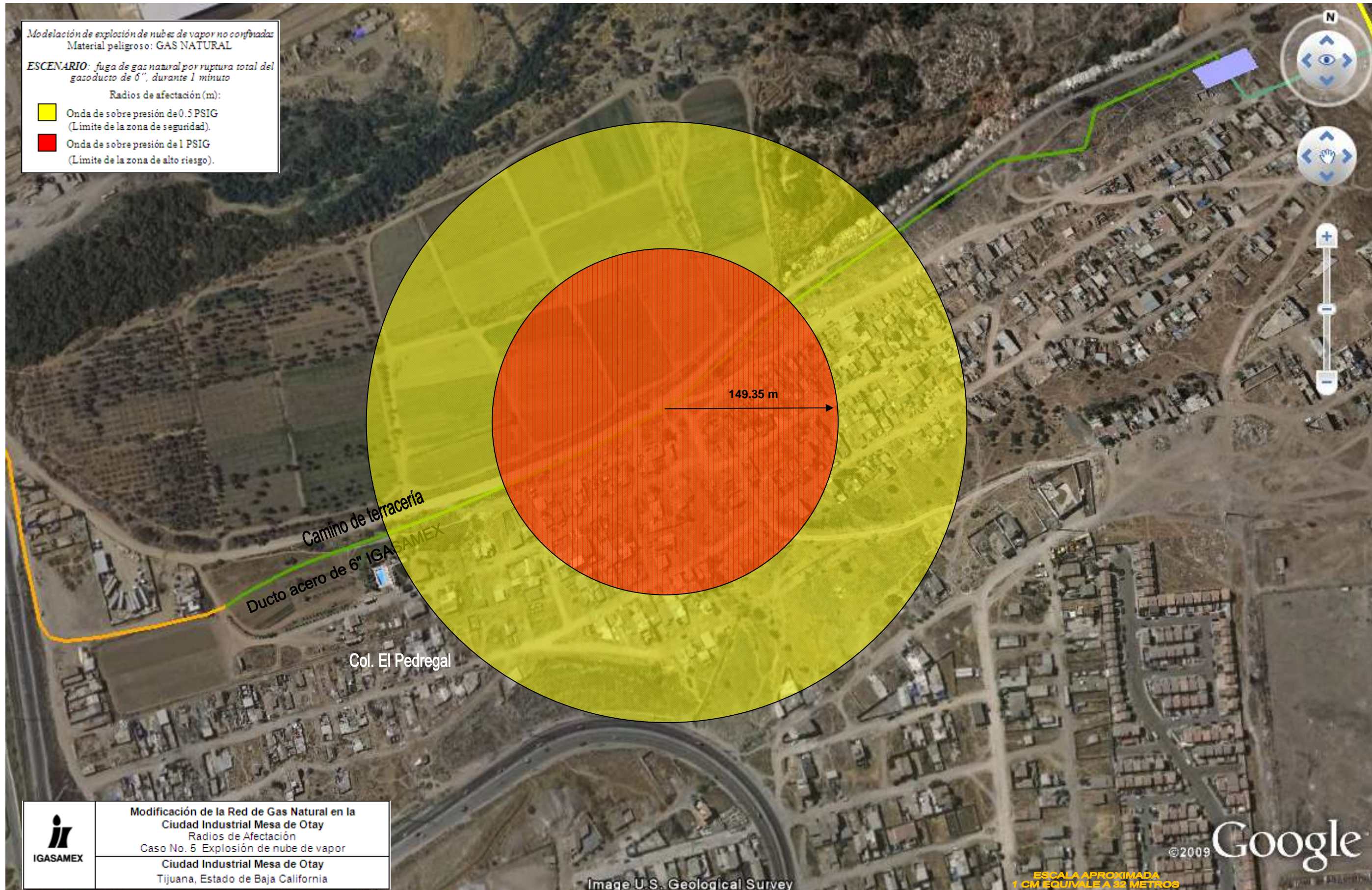
©2009 Google
 ESCALA APROXIMADA
 1 CM EQUIVALE A 32 METROS

Modelación de explosión de nubes de vapor no confinadas
 Material peligroso: GAS NATURAL

ESCENARIO: fuga de gas natural por ruptura total del
 gasoducto de 6", durante 1 minuto

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).



IGASAMEX

Modificación de la Red de Gas Natural en la
 Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Radios de Afectación
 Caso No. 5 Explosión de nube de vapor
 Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Tijuana, Estado de Baja California

Image U.S. Geological Survey

ESCALA APROXIMADA
 1 CM EQUIVALE A 32 METROS

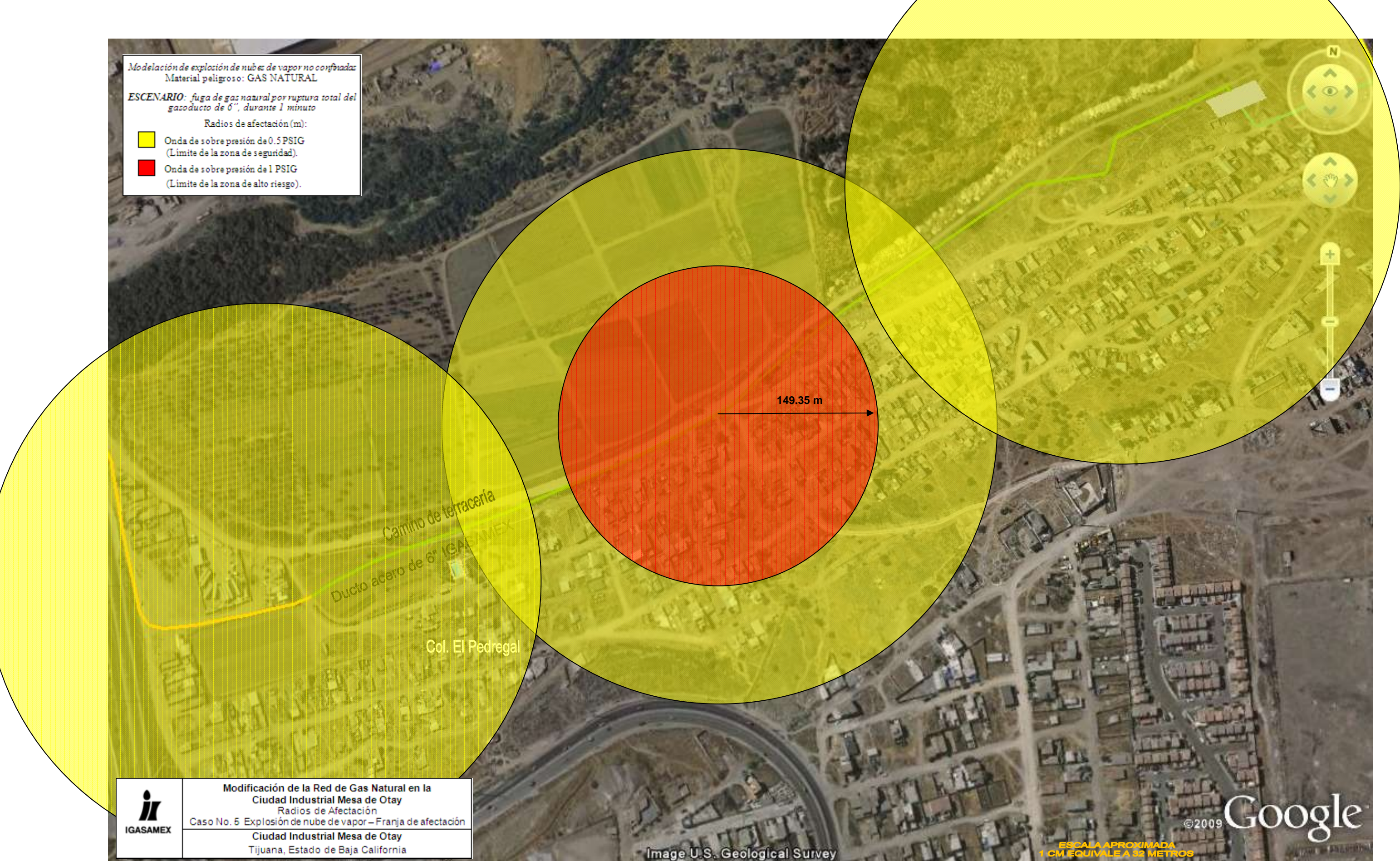
©2009 Google

Modelación de explosión de nube de vapor no confinada
 Material peligroso: GAS NATURAL

ESCENARIO: fuga de gas natural por ruptura total del
 gasoducto de 6", durante 1 minuto

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).



IGASAMEX

Modificación de la Red de Gas Natural en la
 Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Radios de Afectación
 Caso No. 5 Explosión de nube de vapor – Franja de afectación
 Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Tijuana, Estado de Baja California

Image U.S. Geological Survey

©2009 Google

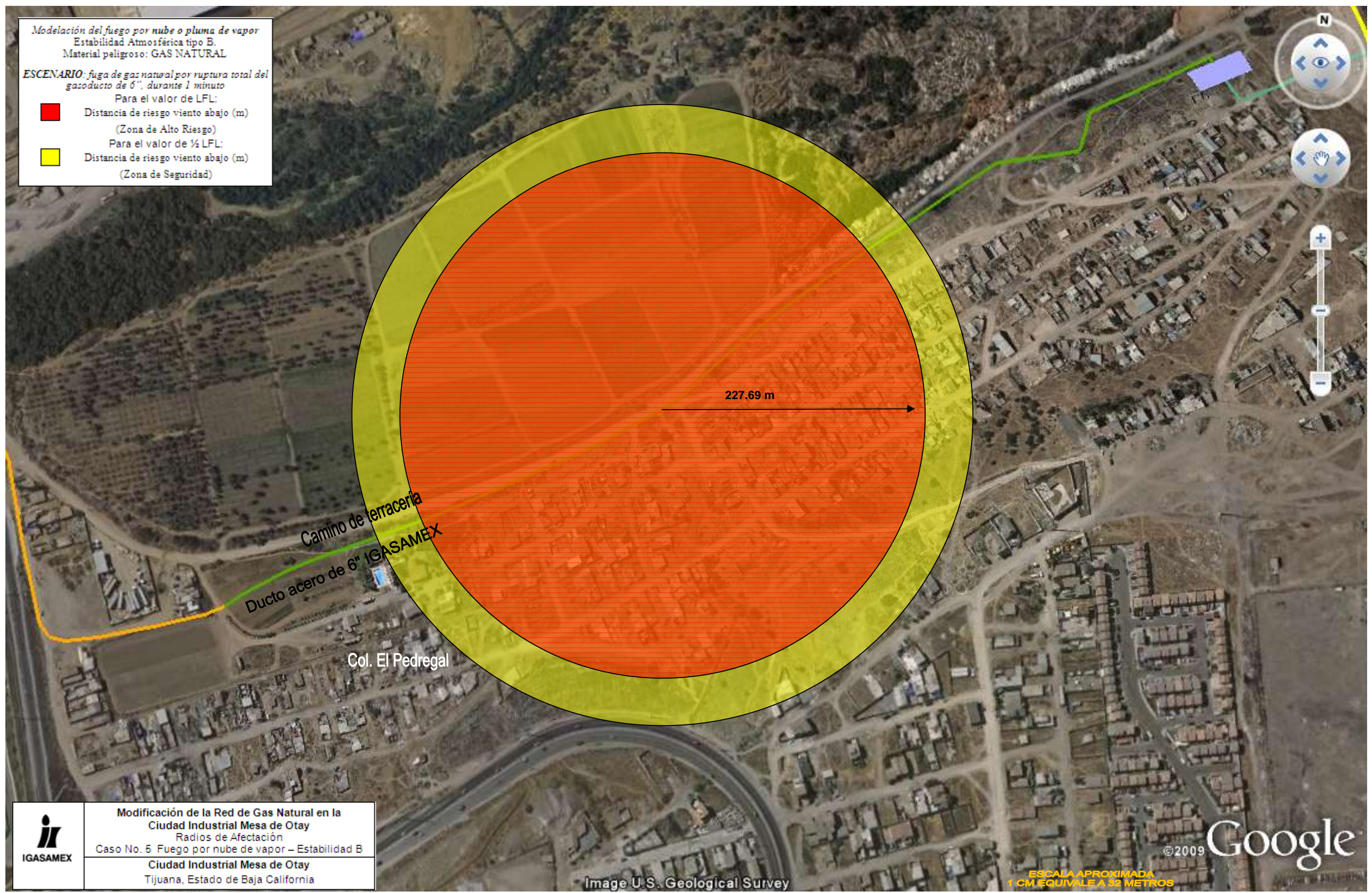
ESCALA APROXIMADA
 1 CM EQUIVALE A 32 METROS

Modelación del fuego por nube o pluma de vapor
 Estabilidad Atmosférica tipo B.
 Material peligroso: GAS NATURAL

ESCENARIO: fuga de gas natural por ruptura total del
 gasoducto de 6", durante 1 minuto

Para el valor de LFL:
 Distancia de riesgo viento abajo (m)
 (Zona de Alto Riesgo)

Para el valor de 1/2 LFL:
 Distancia de riesgo viento abajo (m)
 (Zona de Seguridad)



IGASAMEX

Modificación de la Red de Gas Natural en la
 Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Radios de Afectación
 Caso No. 5 Fuego por nube de vapor – Estabilidad B
 Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Tijuana, Estado de Baja California

Image U.S. Geological Survey

©2009 Google

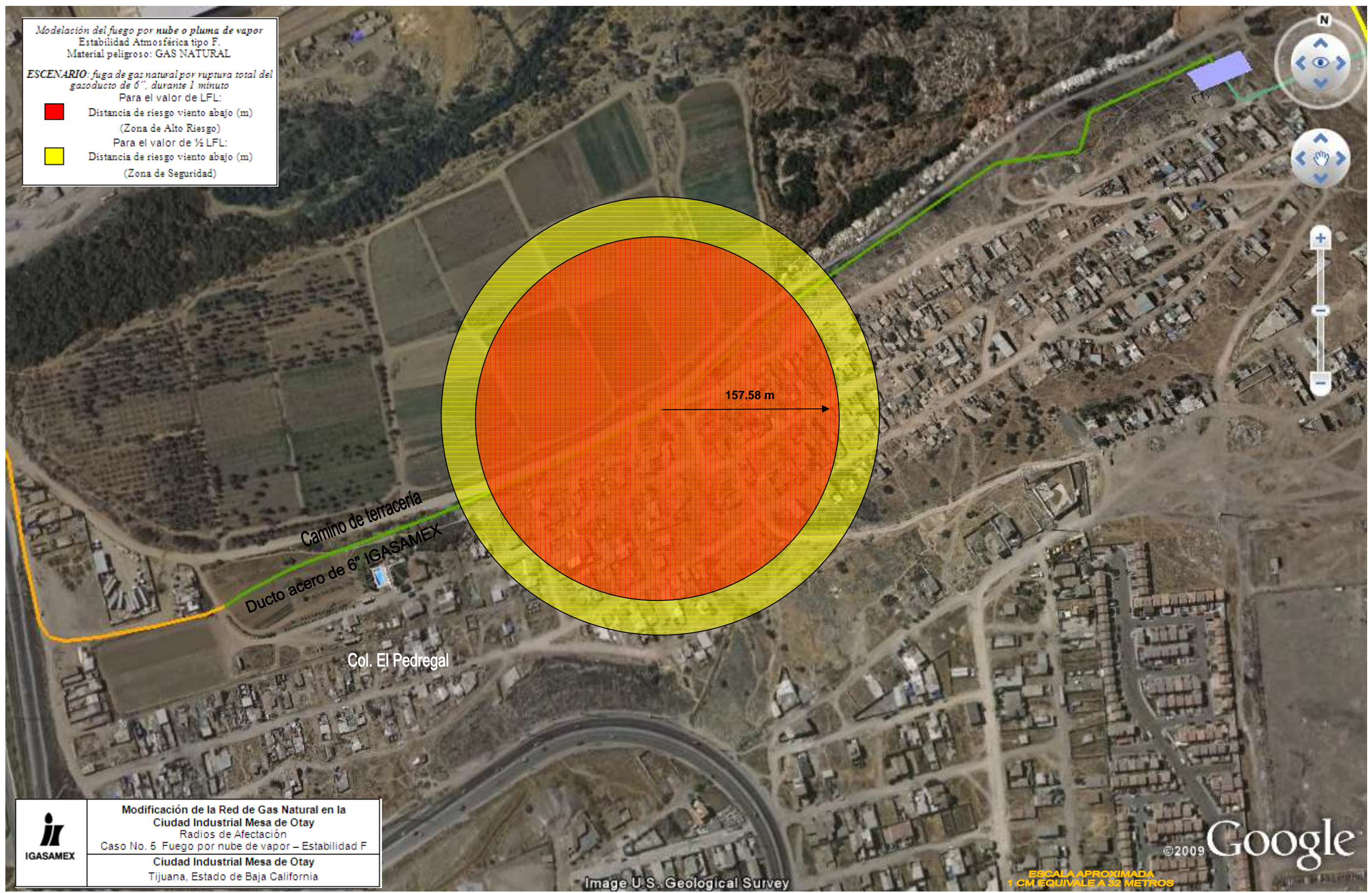
ESCALA APROXIMADA
 1 CM EQUIVALE A 32 METROS

Modelación del fuego por nube o pluma de vapor
 Estabilidad Atmosférica tipo F.
 Material peligroso: GAS NATURAL

ESCENARIO: fuga de gas natural por ruptura total del
 gasoducto de 6", durante 1 minuto
 Para el valor de LFL:

■ Distancia de riesgo viento abajo (m)
 (Zona de Alto Riesgo)

■ Para el valor de 1/2 LFL:
 Distancia de riesgo viento abajo (m)
 (Zona de Seguridad)



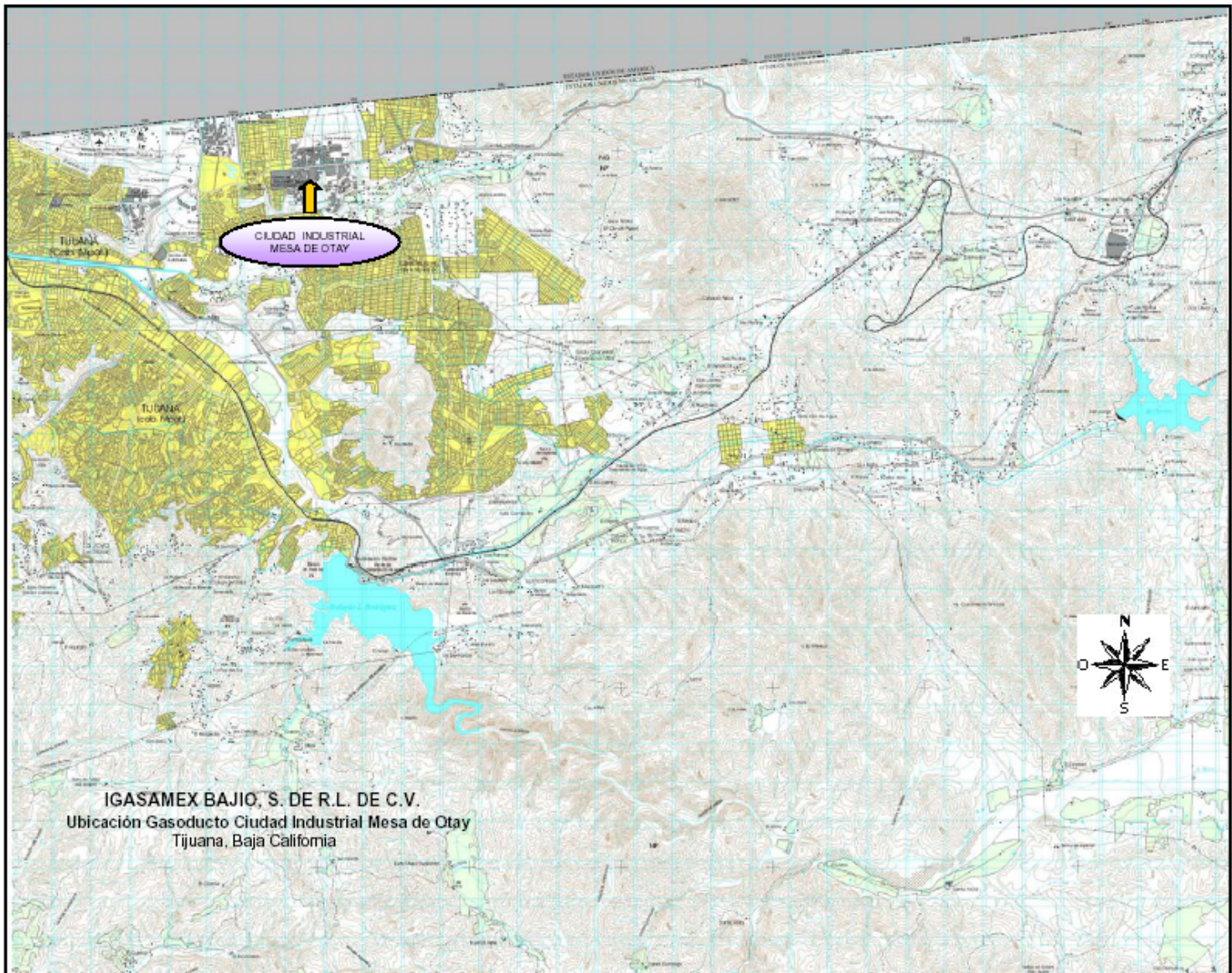
IGASAMEX

Modificación de la Red de Gas Natural en la
 Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Radios de Afectación
 Caso No. 5 Fuego por nube de vapor – Estabilidad F
 Ciudad Industrial Mesa de Otay
 Tijuana, Estado de Baja California

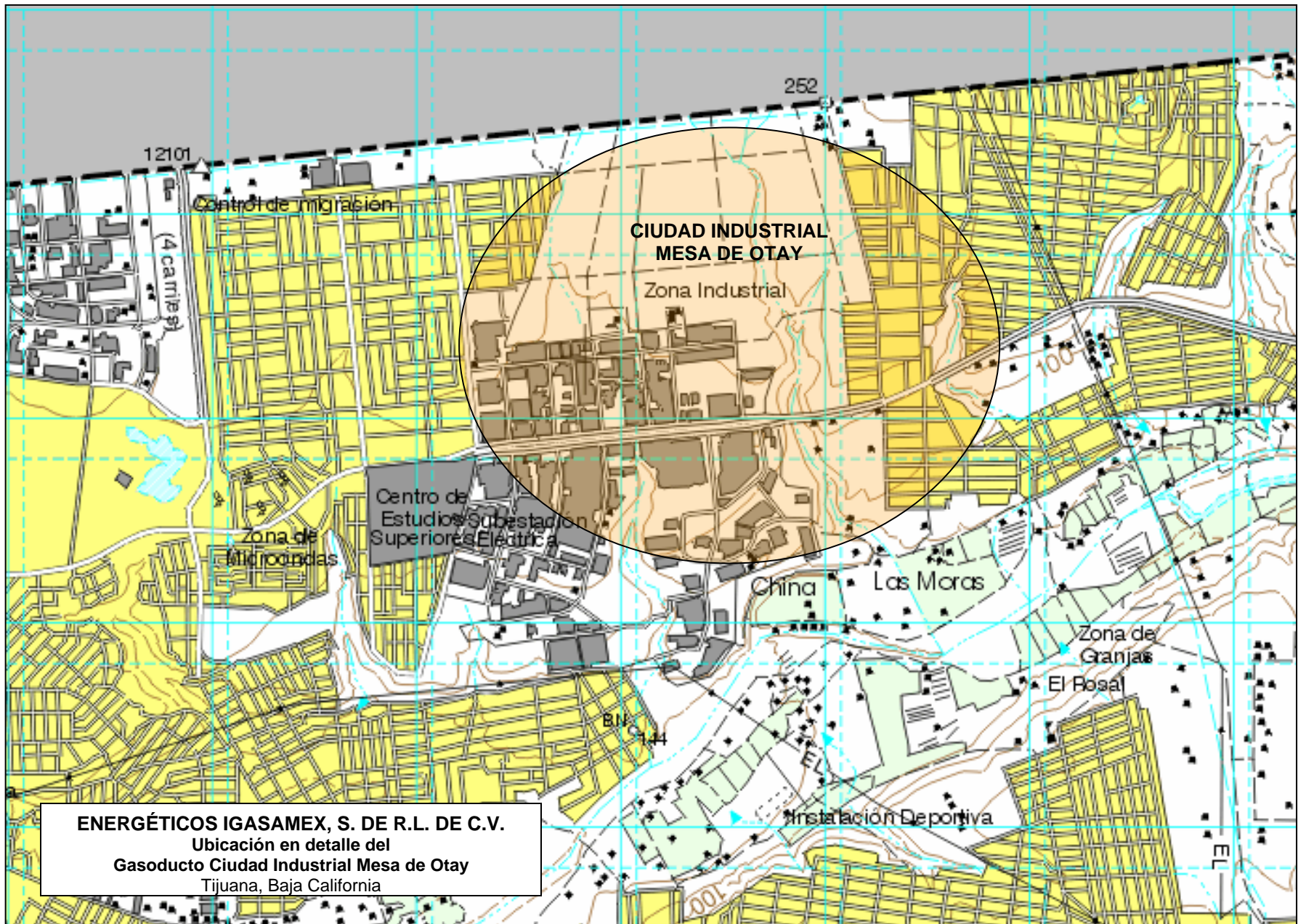
Image U.S. Geological Survey

ESCALA APROXIMADA
 1 CM EQUIVALE A 32 METROS

©2009 Google



IGASAMEX BAJIO, S. DE R.L. DE C.V.
Ubicación Gasoducto Ciudad Industrial Mesa de Otay
Tijuana, Baja California



ENERGÉTICOS IGASAMEX, S. DE R.L. DE C.V.
Ubicación en detalle del
Gasoducto Ciudad Industrial Mesa de Otay
Tijuana, Baja California



IGASAMEX BAJIO, S. DE R.L. DE C.V.
GASODUCTO GAS NATURAL DE OTAY

Fotografía aérea No. 2 Puerto Fronterizo Otay II
 Tijuana, Baja California



HAYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL
 TIJUANA B. C.

IMPLAN
 INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACION
 TIJUANA

SIMBOLOGIA

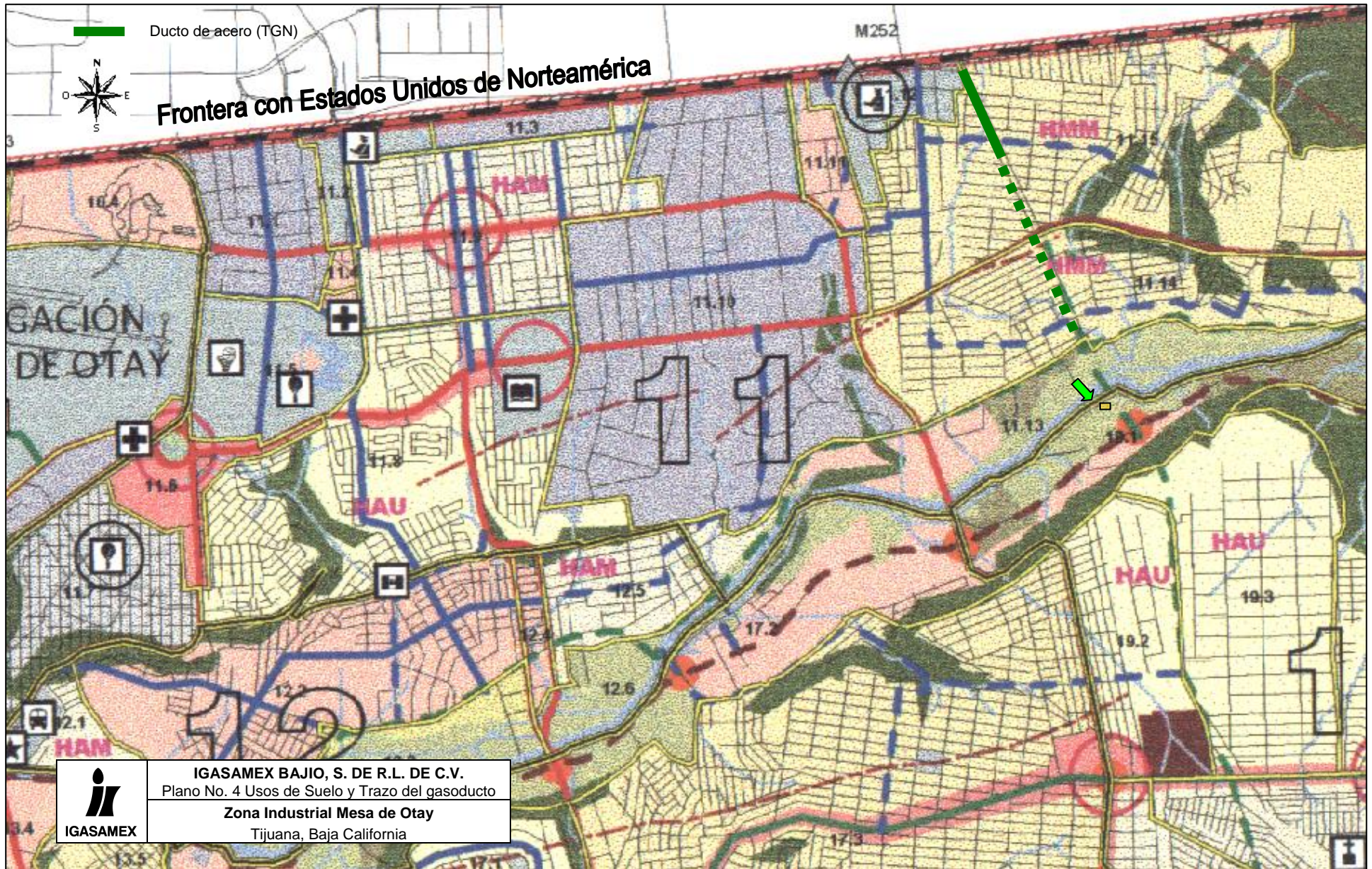
-  Límite Inter municipal
-  Límite Municipal
-  Límite de Centro de Población
-  Límites de Delegaciones
-  Límites de Colonias
-  Traza Urbana



Escala: Sin Escala
 Metros
 Fecha: Septiembre 2005









Contenido:
ORTOFOTO
 DE LA CIUDAD DE TIJUANA

No. Plano:
s/n



SIMBOLOGIA





Habitacional

 Hab. Baja Unifamiliar	 Hab. Baja Multifamiliar
 Hab. Medio Unifamiliar	 Hab. Medio Multifamiliar
 Hab. Alta Unifamiliar	 Hab. Alta Multifamiliar
 Campestre	

Zonificación, Usos y Destinos

 Comercio y Servicios	 Preservación
 Industria	 Conservación
 Mixto	 Uso especial
 Equipamiento	 Ordenamiento territorial futuro
 Turístico	 Zona especial de desarrollo controlado
 Agropecuario	 Cuerpos de agua
 Area Verde	













Infraestructura Vial

 Primaria de acceso controlado	 Primaria de acceso controlado propuesta
 Primaria	 Primaria propuesta
 Secundaria de 1er.orden	 Secundaria de 1er.orden propuesta
 Secundaria de 2do.orden	 Secundaria de 2do.orden propuesta
 Via de ferrocarril	 Nodos Viales propuestos

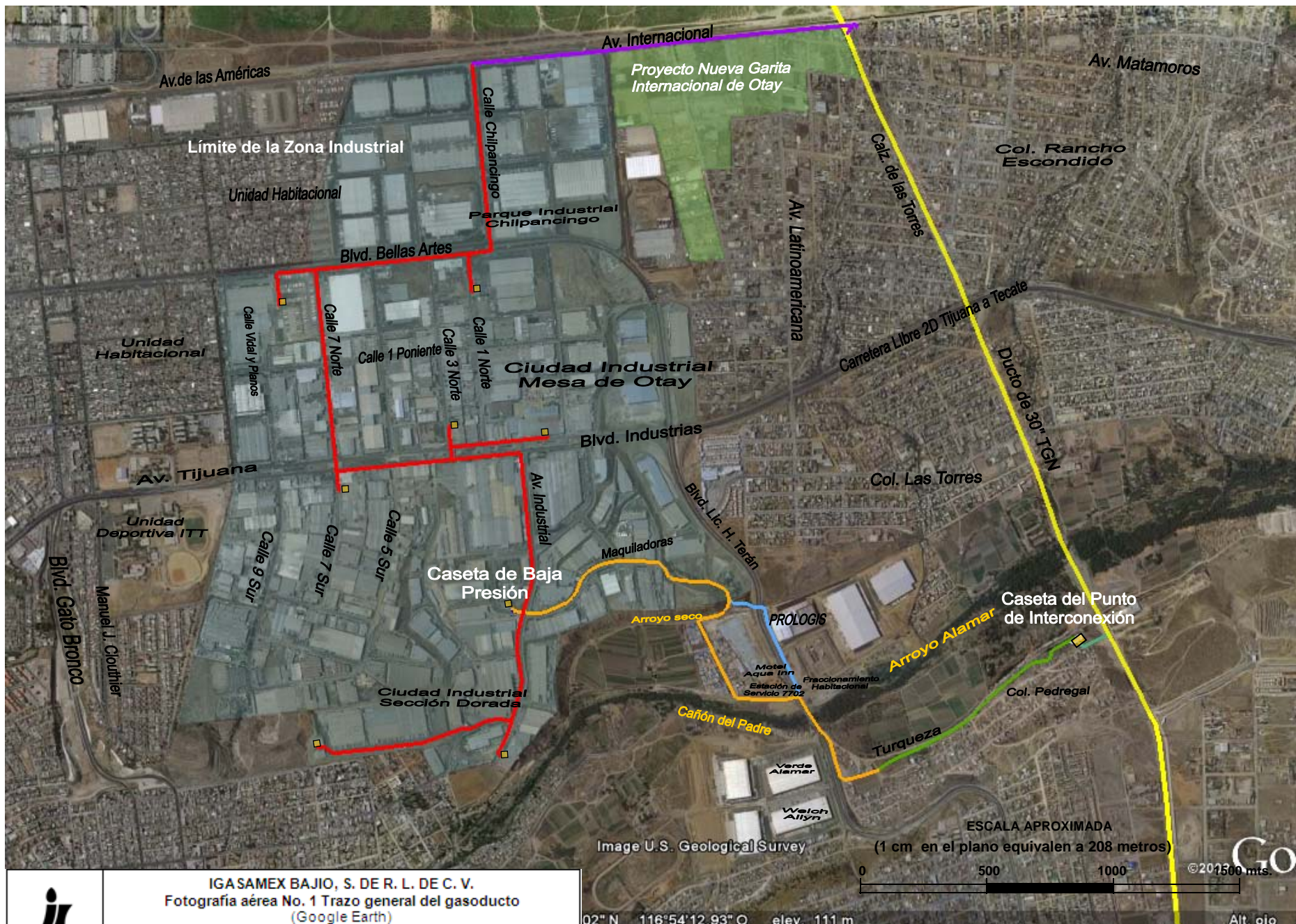
Equipamiento

 Abastos	 Comunicación
 Admon. Publica	 Deporte
 Aduana	 Educación
 Aeropuerto	 Mercado
 Asistencia Social	 Recreación
 Transporte	 Seguridad Publica
 Cultura	 Bomberos
 Salud	 Cementerio
	 Equipamiento propuesto

Límites

 Límite Internacional	 Sectores
 Límite Municipal	 Sub sectores
 Límite del Centro de Población	
 Traza Urbana	 Rellenos sanitarios
 Fallas	 Subcentro Urbano
 Arroyos	 Subcentro Urbano [propuesto]
 Mojoneras	

Fuente: Carta Urbana de Usos de Suelo 2002-2025 (Delegación Mesa de Otay) Plano No. 77. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tijuana 2002-2025. Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN), H. Ayuntamiento Constitucional de Tijuana, Baja California.



IGASAMEX BAJIO, S. DE R. L. DE C. V.
 Fotografía aérea No. 1 Trazo general del gasoducto
 (Google Earth)
 Proyecto Modificación Gasoducto Zona Industrial Mesa de Otay
 Tijuana, Estado de Baja California


Image U.S. Geological Survey
 ESCALA APROXIMADA
 (1 cm en el plano equivalen a 208 metros)
 0 500 1000
 ©201500 mts. Alt. 111 m

- Límite de la zona industrial
- Límite proyecto nueva Garita Internacional Otay II
- Casetas de Regulación
- Red construida hasta la fecha
- Ducto de acero
- Ramal fronterizo desactivado



- Límite de la zona industrial
- Límite proyecto nueva Garita Internacional Otay II
- Casetas de Regulación
- Red construida hasta la fecha
- — Ducto de acero
- Ramal fronterizo desactivado

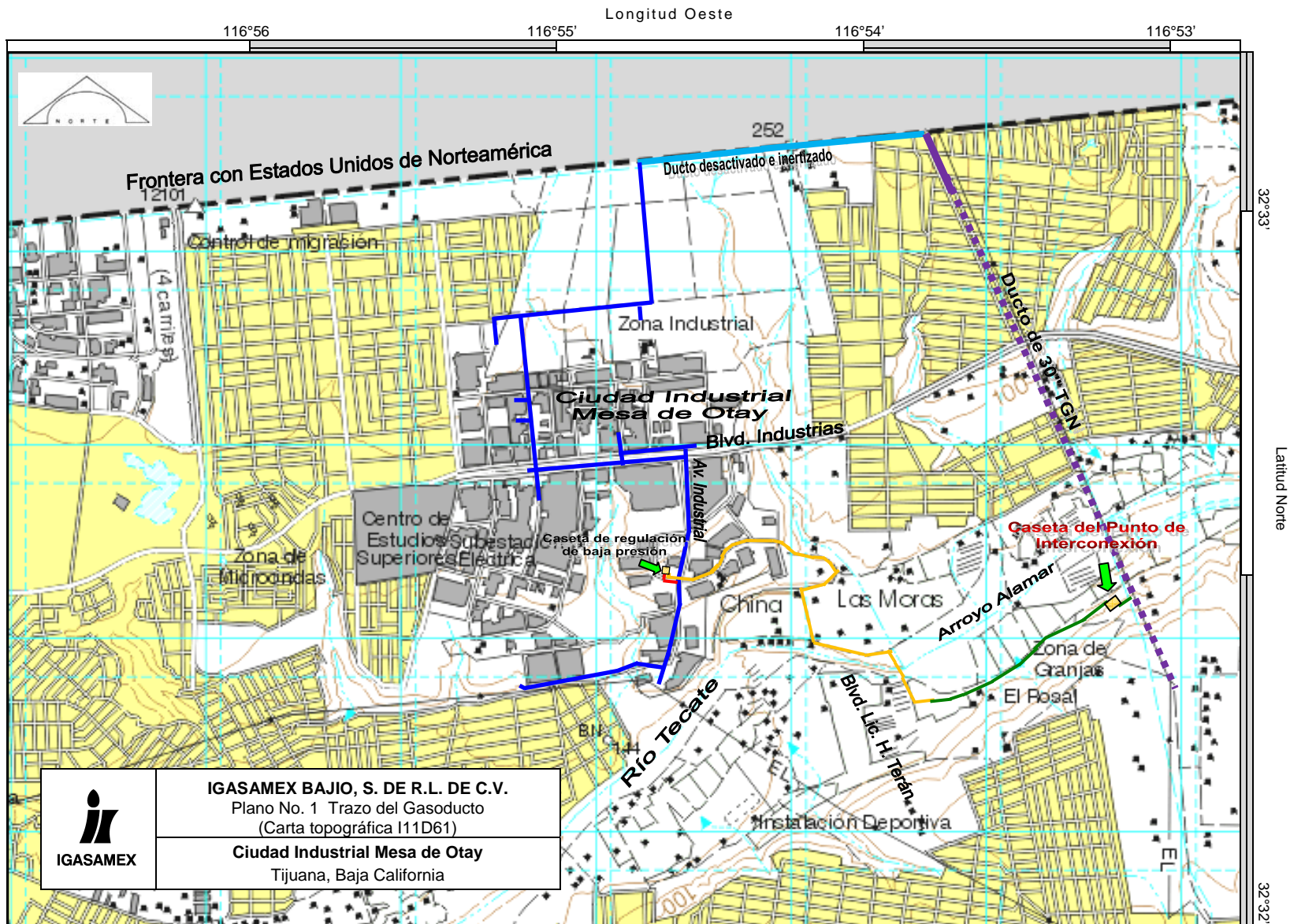
ESCALA APROXIMADA
 (1 cm en el plano equivalen a 155 metros)

 IGASAMEX	IGASAMEX BAJIO, S. DE R. L. DE C. V. Fotografía aérea No. 1 Trazo general del gasoducto (Google Earth)
	Proyecto Modificación Gasoducto Zona Industrial Mesa de Otay Tijuana, Estado de Baja California

1394 m

32°32'17.02" N 116°54'12.93" O elev. 111 m

Alt. elev



 IGASAMEX	IGASAMEX BAJIO, S. DE R.L. DE C.V. Plano No. 1 Trazo del Gasoducto (Carta topográfica I11D61)
	Ciudad Industrial Mesa de Otay Tijuana, Baja California

- Ducto construido hasta la fecha
- Ducto desactivado e inertizado
- Ducto de acero de 6"
- Ducto de acero de 4"
- Ducto de polietileno de 4"



MACROLOCALIZACIÓN:

El **Estado de Baja California** se localiza en la parte Noroeste del territorio nacional y ocupa la porción Norte de la península del mismo nombre. Geográficamente se ubica entre los paralelos 32°43' y 28°00' de Latitud Norte y entre los meridianos 112°47' y 117°07' de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich.

La extensión territorial del **Estado de Baja California** es de 71,546 kilómetros cuadrados (INEGI, 2001), cifra que representa el 3.6% del total del país, ocupando el undécimo lugar entre las entidades federativas del país en cuanto a extensión territorial. Colinda por el Norte con los Estados Unidos de América, Sonora y el Golfo de California, al Sur con el estado de Baja California Sur y el Océano Pacífico, al Este con el Golfo de California y al Oeste con el Océano Pacífico.



Sus litorales miden 1,280 kms: 720 en el océano Pacífico y 560 en el mar de Cortés; y la plataforma continental (fondo marino entre 0 y 200 metros. de profundidad) comprende 24,832 kms².

Marca la frontera internacional la línea trazada del monumento 206 (32.0 43' 19" de Latitud y 114.0 43' 19" de Longitud Oeste), en la margen derecha del río Colorado, hasta el monumento 258 (32.0 32' 04" de Latitud y 117.0 07' 19" de Longitud Oeste), en la playa de Tijuana.

Comparte con Estados Unidos una frontera de 265 km de los cuales 233 corresponden al Estado de California y 32 km al Estado de Arizona.

El paralelo 28, límite meridional del Estado, va de 112.0 45' 15" a 114.0 12' 30" de Longitud, que la extensión de sus litorales es de 720 km en el Océano Pacífico y 560 km en el Golfo de California, lo cual, sumando los 176 km de litorales en las Islas de ambas vertientes, hace un total de 1,556 km; y la plataforma continental - fondo marino entre 0 y 200 metros de profundidad - comprende 24,832 kms².

Políticamente el **Estado de Baja California** está dividido en 5 municipios, Mexicali que constituye la Capital del Estado, Tijuana, Tecate, Ensenada y Playas de Rosarito. En los 5 municipios se asientan un total de 4,086 localidades con 2'487,367 habitantes en el año 2000 (INEGI, 2002) Como localidad, sólo la ciudad de Tijuana rebasa el 1'000,000 de habitantes. Le

siguen en importancia en cuanto a número de habitantes, la capital del estado (Mexicali) con 549,873 habitantes y Ensenada, con 223,492 habitantes. Ya muy lejos se ubican las ciudades de Tecate y Playas de Rosarito con 52,394 y 49,178 habitantes, respectivamente (INEGI, 2003 a) Sólo 87 localidades más rebasan los 1,000 habitantes por localidad. El resto son localidades pequeñas, con menos de 1,000 habitantes cada una. Más aún, 3,583 localidades (87.69 %) presentan de 1 a 49 habitantes.

Lo anterior da como resultado que el 72.37 % de la población se concentre en la zona Norte del Estado, en ciudades ubicadas muy cerca de la frontera con los Estados Unidos de América (Tijuana, Mexicali, Playas de Rosarito y Tecate) A su vez, esto ocasiona que en la mayor parte del territorio de Baja California, la densidad de población sea sumamente baja. De esta manera y en la actualidad, vastas extensiones de su territorio están prácticamente deshabitadas.

Definitivamente, **Tijuana** es el municipio que concentra la mayor población del Estado, con 1'210,820 habitantes (INEGI, 2002) Dicha cifra representaba al 48.67% de la población de Baja California en el año 2000. Si a esto se añade que el municipio de Tijuana sólo representa el 1.53% de la superficie del estado (INEGI, 2003 b), nos encontramos que es en esta zona donde se presentan las densidades de población más altas de todo el Estado.





Regionalización

El 8 de septiembre de 1995 se publicó en el Periódico Oficial del Estado de Baja California el Acuerdo por el que se aprueba el **Plan de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California** (PO, 1995) El Plan divide el territorio del Estado en 10 Unidades de Gestión Ambiental (UGA) De acuerdo con este instrumento de planeación, el proyecto se ubica en la UGA 1 "Tijuana", subsistema 1.2.Ti.3.10.A-2, para el cual se marca una **POLÍTICA DE APROVECHAMIENTO CON CONSOLIDACIÓN**. Esta política se aplica en áreas donde el nivel de desarrollo urbano y de las actividades productivas primarias, secundarias y terciarias requiere de un ordenamiento, con el fin de prevenir los efectos negativos al ambiente, producto de la concentración de dichas actividades, respetando las normas y criterios ecológicos aplicables.

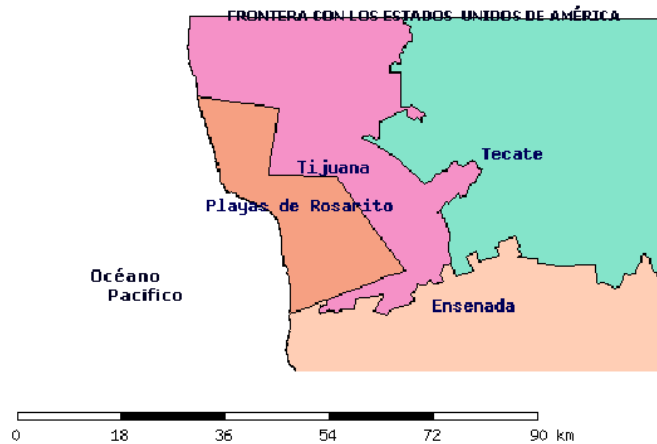
MICROLOCALIZACIÓN:

Geográficamente, el sitio del proyecto se encuentra ubicado en el municipio de **Tijuana**, Estado de Baja California.

El municipio de **Tijuana** está situado entre las siguientes coordenadas geográficas extremas: al Norte 32°34'; al Sur 32°06' de Latitud Norte; al Este 116°33'; al Oeste 117°07' de Longitud al Oeste.

Su altura sobre el nivel del mar varía entre los 0 y 1000 m.s.n.m.

El municipio de **Tijuana** colinda al Norte con los Estados Unidos de América y el municipio de Tecate, al Este con los municipios de Tecate y Ensenada, al Sur con los municipios de Ensenada y Playas de Rosarito y al Oeste con el municipio de Playas de Rosarito, el Océano Pacífico y los Estados Unidos de América (INEGI, 2003 b).



El área del territorio municipal de **Tijuana** comprende unos 1,094 kilómetros cuadrados, siendo el municipio que ocupa el cuarto lugar en extensión territorial, de los 5 municipios que conforman el estado de Baja California. El Centro de población de Tijuana tiene una superficie de 84,376.003 hectáreas, de las que 20,405.15 corresponden a la mancha urbana, que representa el 26% del área total.

Localidades principales

En el territorio municipal de **Tijuana**, aparte de la mancha urbana de la ciudad, aún es posible identificar tres localidades principales más, y son las siguientes:

- La Joya
- San Luis
- Ejido Tierra y Libertad



Sin embargo, estas localidades se ubican alrededor de la mancha urbana de la ciudad de **Tijuana**, todas ellas a menos de 10 kilómetros de los límites de la ciudad. Por lo tanto, es previsible que en un futuro cercano formen parte íntegra de la ciudad.

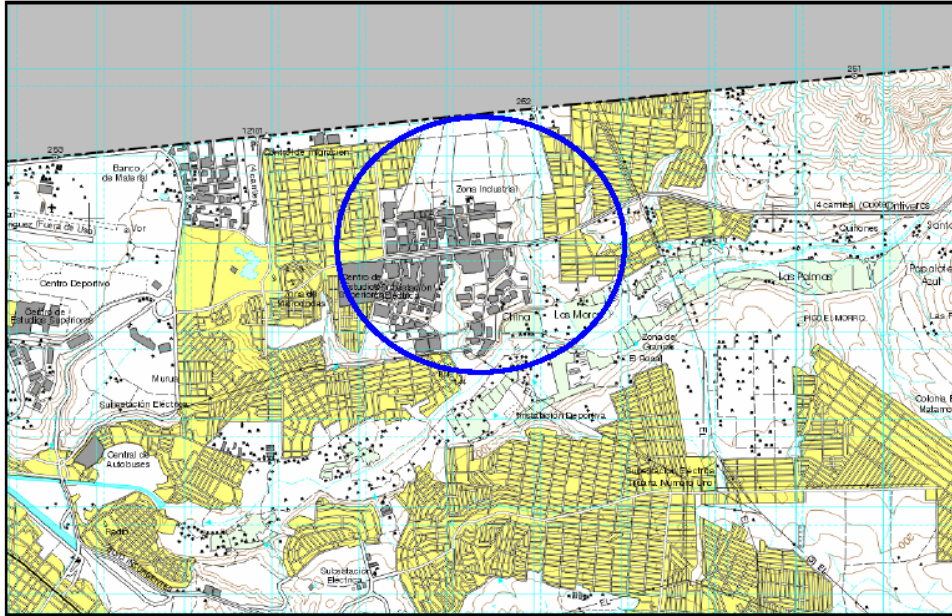
Distancias desde Tijuana a otras ciudades del Estado

Distancias	Ensenada		Mexicali		San Felipe		Tecate		Tijuana	
	Kms.	Miles	Kms.	Miles	Kms.	Miles	Kms.	Miles	Kms.	Miles
Bahía de los Angeles	540	336	797	495	791	492	657	408	648	403
Ensenada	0	0	258	160	252	157	113	70	109	68
Mexicali	258	160	0	0	197	122	141	88	190	118
Rosarito	79	49	208	129	334	208	68	42	27	17
San Felipe	252	157	197	122	0	0	331	206	360	224
Tecate	113	70	141	88	331	206	0	0	50	31
Tijuana	109	68	190	118	360	224	50	31	0	0

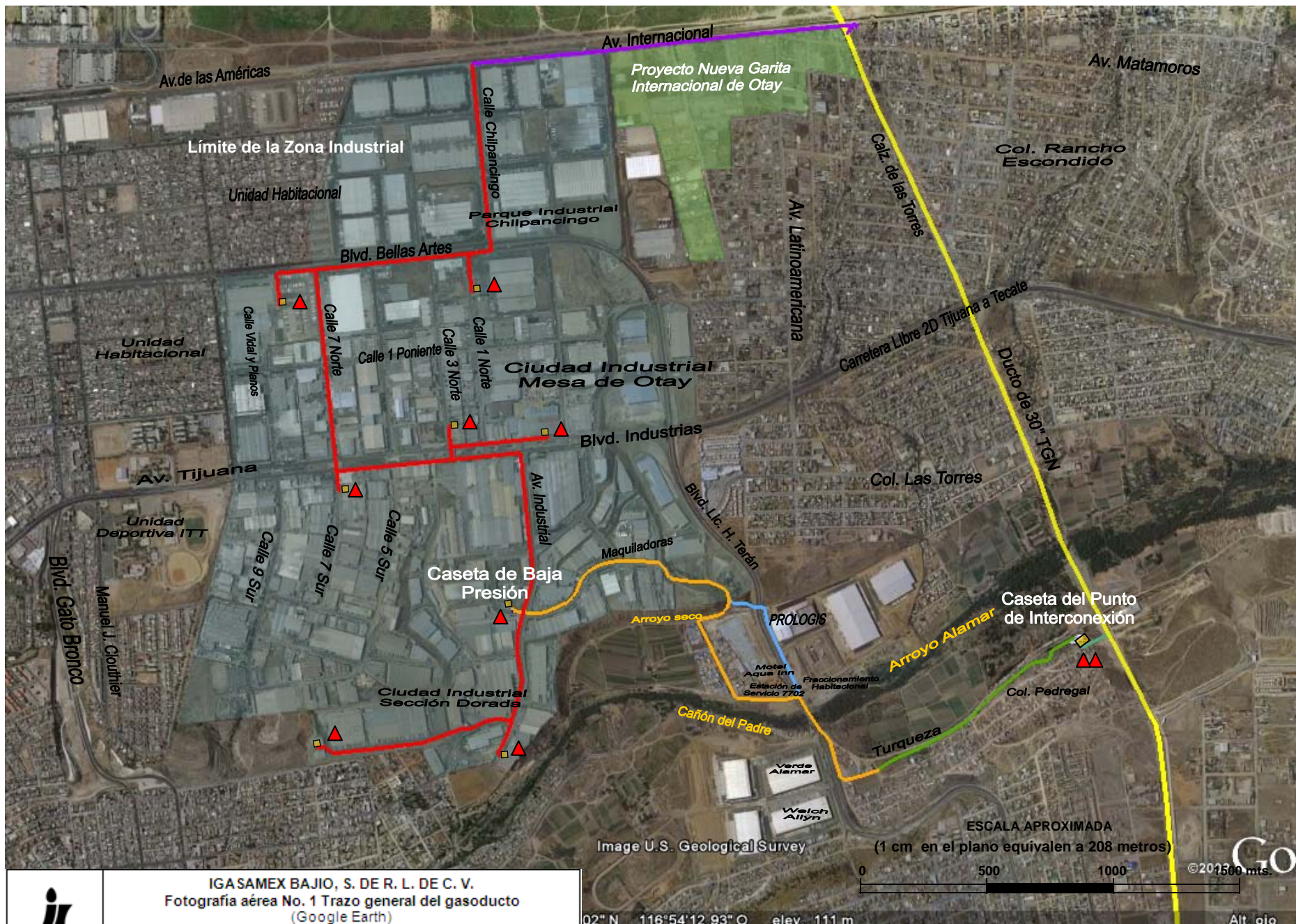
Tijuana favorecida por su posición geográfica, es la ciudad más visitada del estado. Cuenta con una infraestructura hotelera con establecimientos de hospedaje - Gran turismo de cinco estrellas de primer nivel.

UBICACIÓN:

El lugar del proyecto se ubica en el municipio de **Tijuana**, Estado de Baja California, dentro de los predios de la **Ciudad Industrial Mesa de Otay** y vialidades internas de la zona industrial.



Como ya se indicó, de acuerdo con el **Plan de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California**, el proyecto se ubica en la UGA 1 "Tijuana", subsistema 1.2.Ti.3.10.A-2, para el cual se marca una **POLÍTICA DE APROVECHAMIENTO CON CONSOLIDACIÓN**. Como se observa en la figura anterior, el Parque Industrial se ubica en los límites de la mancha urbana de la ciudad de **Tijuana**, donde el ambiente original hace tiempo que fue transformado. Por ello, como área de estudio se eligió la ciudad de Tijuana y zonas conurbanas cercanas, todos ellos incluidos en la UGA 1 "Tijuana".



IGASAMEX BAJIO, S. DE R. L. DE C. V.
 Fotografía aérea No. 1 Trazo general del gasoducto
 (Google Earth)
 Proyecto Modificación Gasoducto Zona Industrial Mesa de Otay
 Tijuana, Estado de Baja California

- Límite de la zona industrial
- Límite proyecto nueva Garita Internacional Otay II
- Casetas de Regulación
- Red construida hasta la fecha
- Ducto de acero por construir (Ampliación)
- Ramal fronterizo desactivado
- Extintor PQS

02°N 116°54'12.93"O elev. 111 m

ESCALA APROXIMADA
 (1 cm en el plano equivalen a 208 metros)

©201500 mts. Alt. glo



<p><i>Integrated Gas Services de México, S. de R.L. de C.V.</i></p> <p><i>Procedimiento del Sistema de Calidad</i></p>	Número de Procedimiento:
	Página: 1 de 12
<p>Tema:</p> <p>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

HISTORIA DE REVISIÓN						
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						
FIRMAS EN ARCHIVO DE COPIA MAESTRA.						
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 atmosferas 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	

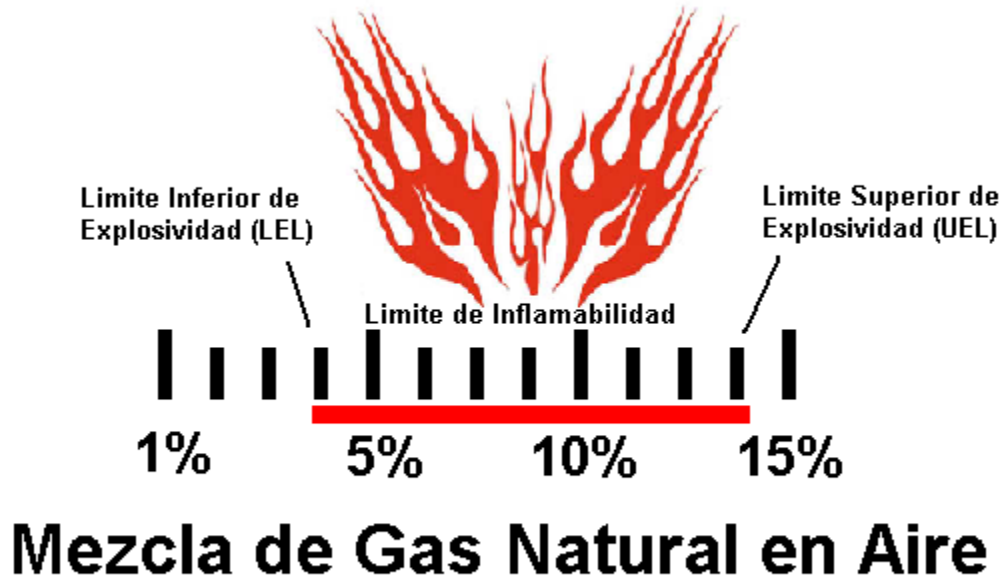


Fig. 2

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, se presentará con ellos y preguntara “¿Quién está 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 pondrá 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.

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 está 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. [\[Revisar procedimiento “Fuga y/o Derrame”\]](#).

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.

Revisión:	Fecha de edición:	Página:	No. de Procedimiento
1	12/01/09	7 de 12	

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 Gerente de Desarrollo de Negocios, 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 area 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 area 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.

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 \(Espacios Confinados, Trabajos en Alturas, Trabajos con Circuitos Energizados, Manejo e Identificación de Sustancias Peligrosas, Trabajos en Caliente\)"\]](#).

Revisión:	Fecha de edición:	Página:	No. de Procedimiento
1	12/01/09	8 de 12	

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. [\[Revisar procedimiento "Incendio y/o Explosion"\]](#).

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 adquiera 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. [\[Revisar procedimiento "Primeros Auxilios" y "Busqueda, Rescate, Triage"\]](#).

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. [\[Revisar procedimiento "Evacuacion"\]](#).

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.

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 deba 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).

Revisión:	Fecha de edición:	Página:	No. de Procedimiento
1	12/01/09	9 de 12	

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 entregara una copia al departamento de Operación y otra al de Seguridad.

8.0 DEFINICIONES

Accidente: 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.

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 mas 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.

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.

Revisión:	Fecha de edición:	Página:	No. de Procedimiento
1	12/01/09	10 de 12	

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 periodos 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.

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.

IGASAMEX: Integrated Gas Services de México, S. de R.L. de C.V. y todas sus subsidiarias.

Revisión:	Fecha de edición:	Página:	No. de Procedimiento
1	12/01/09	11 de 12	

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 prevencion 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.

Zona de riesgo: Es una zona de restricción total, en la que no se debe permitir ningun tipo de actividad incluyendo los asentamientos humanos y la agricultura, con excepcion de actividades de forestación, el cercamiento y señalamiento de la misma, así como el mantenimiento y vigilancia.

Revisión:	Fecha de edición:	Página:	No. de Procedimiento
1	12/01/09	12 de 12	

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 ...

- 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 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	ecruz@igasamex.net
	2. SAN JOSÉ ITURBIDE	JOSE CARLOS PEREZ LARA	OPERADOR	(045) 442343-2525	lperez@igasamex.net
	3. SAN JOSÉ ITURBIDE	CARLOS CARRANZA GUTIERREZ	JEFE DE OPERACIÓN	(045) 442230-2376	ccarranza@igasamex.net
	1. CELAYA, APASEO EL GRANDE, SALAMANCA	BERNARDO ORTEGA VIDAL	JEFE DE OPERACIÓN	(045) 442226-2251	bortega@igasamex.net
	2. CELAYA, APASEO EL GRANDE, SALAMANCA	ALEJANDRO CAMPOS HERNANDEZ	OPERADOR	(045) 461101-1637	acampos@igasamex.net
	3. CELAYA, APASEO EL GRANDE, SALAMANCA	EMMANUEL SANDOVAL LOPEZ	OPERADOR	(045) 442343-0211	esandoval@igasamex.net
	1. VILLAGRAN	ALEJANDRO CAMPOS HERNANDEZ	OPERADOR	(045) 461101-1637	acampos@igasamex.net
	2. VILLAGRAN	BERNARDO ORTEGA VIDAL	JEFE DE OPERACIÓN	(045) 442226-2251	bortega@igasamex.net
	3. VILLAGRAN	EMMANUEL SANDOVAL LOPEZ	OPERADOR	(045) 442343-0211	esandoval@igasamex.net
	1. SILAO	EMMANUEL SANDOVAL LOPEZ	OPERADOR	(045) 442343-0211	esandoval@igasamex.net
2. SILAO	ALEJANDRO CAMPOS HERNANDEZ	OPERADOR	(045) 461101-1637	acampos@igasamex.net	
3. SILAO	BERNARDO ORTEGA VIDAL	JEFE DE OPERACIÓN	(045) 442226-2251	bortega@igasamex.net	
YUCATAN	1. MÉRIDA, UMAN, ACANCEH, KANASIN	HODIN ESCALANTE ANTUNA	JEFE DE OPERACIÓN	(045) 999900-0355	hescalante@igasamex.net
	2. MÉRIDA, UMAN, ACANCEH, KANASIN	MARCELO MAGAÑA NIETO	OPERADOR	(045) 999200-7682	mmagana@igasamex.net
MICHOACAN	MORELIA, TARIMBARO	JOSE ANTONIO VILLEGAS RUIZ	OPERADOR	(045) 443395-1706	ivillegas@igasamex.net
ESTADO DE MEXICO	1. COYOTEPEC	HUGO GONZALEZ	OPERADOR	(044) 554140-7953	vgonzalez@igasamex.net
	2. COYOTEPEC	CESAR HURTADO SOTO	OPERADOR	(044) 555431-4696	cauqusto@igasamex.net
	3. COYOTEPEC	BENJAMIN ROSALES FIERRO	JEFE DE OPERACIÓN	(044) 555408-2422	brosales@igasamex.net
	1. TEOTIHUACAN	CESAR HURTADO SOTO	OPERADOR	(044) 555431-4696	cauqusto@igasamex.net
	2. TEOTIHUACAN	BENJAMIN ROSALES FIERRO	JEFE DE OPERACIÓN	(044) 555408-2422	brosales@igasamex.net
	3. TEOTIHUACAN	HUGO GONZALEZ TORRES	OPERADOR	(044) 554140-7953	vgonzalez@igasamex.net
ATLACOMULCO	KAREL CRUZ HERNANDEZ	OPERADOR	(045) 712128-0265	kcruz@igasamex.net	
QUERETARO	1. SANTA ROSA JAUREGUI,	CARLOS CARRANZA	JEFE DE	(045) 442230-2376	ccarranza@igasamex.net
	2. SANTA ROSA JAUREGUI,	ELIOENAI CRUZ	OPERADOR	(045) 442207-5535	ecruz@igasamex.net
	3. SANTA ROSA JAUREGUI,	JOSE CARLOS PEREZ	OPERADOR	(045) 442343-2525	lperez@igasamex.net
HIDALGO	1. TIZAYUCA	CESAR HURTADO SOTO	OPERADOR	(044) 555431-4696	cauqusto@igasamex.net
	2. TIZAYUCA	BENJAMIN ROSALES FIERRO	JEFE DE OPERACIÓN	(044) 555408-2422	brosales@igasamex.net
	3. TIZAYUCA	HUGO GONZALEZ TORRES	OPERADOR	(044) 554140-7953	vgonzalez@igasamex.net
	1. TEPEJI DEL RIO	HUGO GONZALEZ TORRES	OPERADOR	(044) 554140-7953	vgonzalez@igasamex.net
	2. TEPEJI DEL RIO	CESAR HURTADO SOTO	OPERADOR	(044) 555431-4696	cauqusto@igasamex.net
	3. TEPEJI DEL RIO	BENJAMIN ROSALES FIERRO	JEFE DE OPERACIÓN	(044) 555408-2422	brosales@igasamex.net
TLAXCALA	1. APIZACO, YAUHQUEMEHCAN		OPERADOR	(045) 222426-7005	
	2. APIZACO, YAUHQUEMEHCAN	EDGAR FERNANDEZ SOTO	OPERADOR	(045) 222217-5318	efernandez@igasamex.net
	3. APIZACO, YAUHQUEMEHCAN	NEFTALI LOPEZ MORALES	JEFE DE OPERACIÓN	(045) 222265-1727	nlopez@igasamex.net
	1. NATIVITAS	NEFTALI LOPEZ MORALES	JEFE DE OPERACIÓN	(045) 222265-1727	nlopez@igasamex.net

	2. NATIVITAS	EDGAR FERNANDEZ SOTO	OPERADOR	(045) 222217-5318	efernandez@iqasamex.net
	3. NATIVITAS		OPERADOR	(045) 222426-7005	
PUEBLA	1. HUEJOTZINGO	EDGAR FERNANDEZ SOTO	OPERADOR	(045) 222217-5318	efernandez@iqasamex.net
	2. HUEJOTZINGO	NEFTALI LOPEZ MORALES	JEFE DE OPERACIÓN	(045) 222265-1727	nlopez@iqasamex.net
	3. HUEJOTZINGO		OPERADOR	(045) 222426-7005	
	1. SAN MARTIN TEXMELUCAN	EDGAR FERNANDEZ SOTO	OPERADOR	(045) 222217-5318	efernandez@iqasamex.net
	2. SAN MARTIN TEXMELUCAN	NEFTALI LOPEZ MORALES	JEFE DE OPERACIÓN	(045) 222265-1727	nlopez@iqasamex.net
	3. SAN MARTIN TEXMELUCAN		OPERADOR	(045) 222426-7005	
BAJA CALIFORNIA	1. TIJUANA	JESUS MERAZ FERNANDEZ	OPERADOR	(045) 664331- 0115	imeraz@iqasamex.net
	2. TIJUANA	HERNAN ARIAS MORALES	JEFE DE OPERACIÓN	(045) 664120-5408	harias@iqasamex.net
VERACRUZ	CORDOBA, AMATLAN DE LOS REYES	JUAN PABLO LARA MANZO	OPERADOR	(045) 271134-0400	jlara@iqasamex.net
	CHINAMECA	ROLANDO VELAZQUEZ RAMIREZ	OPERADOR	(045) 922121-6083	rvelazquez@iqasamex.net
	JALTIPAN	ROLANDO VELAZQUEZ RAMIREZ	OPERADOR	(045) 922121-6083	rvelazquez@iqasamex.net
	VERACRUZ	JULIO ARTURO MORA GONZÁLEZ	OPERADOR	(045) 229207-1735	lmora@iqasamex.net
	TIERRA BLANCA	JULIO ARTURO MORA GONZÁLEZ	OPERADOR	(045) 229207-1735	lmora@iqasamex.net
NUEVO LEON	GUADALUPE	BRUNO FEDERICO GARCIA CONSUELOS	OPERADOR	(045) 818029-9038	bgarcia@iqasamex.net
	ESCOBEDO	BRUNO FEDERICO GARCIA CONSUELOS	OPERADOR	(045) 818029-9038	bgarcia@iqasamex.net
TAMAULIPAS	RÍO BRAVO	SERGIO TELLEZ GUERRA	OPERADOR	(045) 899944-1299	stellez@iqasamex.net

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	jrui@iqasamex.net
ING. OSVALDO UGALDE LINARES	045-442359-9110	5000-5170	ougalde@iqasamex.net
ING. EDGAR MAYORGA VILLEGAS	04455-5403-4885	5000-5175	emavorga@iqasamex.net
ING. PABLO LOPEZ OLVERA	045-222536-0391	5000-5175	lolvera@iqasamex.net
ING. GUILLERMO HERNANDEZ MORALES	045-442219-7569	5000-5175	ghernandez@iqasamex.net

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	cfernandez@iqasamex.net
T.S.U. ANTONIO MOTA REYES	045-222455-3300	5000-5161	amota@iqasamex.net
ING. RAFAEL GONZÁLEZ DOMINGUEZ	04455-5406-7066	5000-5161	rgonzalezd@iqasamex.net
ARQ. ABEL MEDINA CAMACHO	04455-5418-5547	5000-5179	amedina@iqasamex.net
ING. VICTOR SANTIAGO RODRIGUEZ	04455-5403-0121	5000-5164	vsantiago@iqasamex.net

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 EI 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 ***

MOTIVO DE LA LLAMADA SI REPORTA QUE NO TIENE SUMINISTRO DE GAS, PREGUNTAR: DESDE QUE HORA NO TIENEN GAS, SI HAY OLOR O RUIDO	ACCION TOMADA / COMENTARIO



***Integrated Gas Services de México, S.
de R.L. de C.V.
Formato del Sistema de Calidad***

Número de Formato:
Página: 1 de 3
Fecha de Edición: 05 de Octubre del 2011
Sustituye a: Reporte de investigación de los accidentes o exposición a riesgos
Revisión: 1

Tema:
REPORTE DE INVESTIGACION DE INCIDENTES

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

HISTORIA DE REVISIÓN						
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.						
FIRMAS EN ARCHIVO DE COPIA MAESTRA.						
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)
1 2 3 4	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	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 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 ¿Se contaba con licencia de manejo? Si No
 Velocidad al impacto km/h m/h ¿La policía presento cargos? Si No
 ¿Monitor instalado y funcionando? Si No ¿Curso de manejo defensivo vigente? Si No
 ¿Todas las personas utilizaban cinturón? 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

VIII. Otra información de la pérdida

(Equipo, propiedades, productos, inventario, información, rentabilidad, tiempo o otros incluyendo aquellos de terceras personas)

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	
Total		Total		Total		Total	
Otros	Costo (\$)						
Repuestos							
Reparación							
Perdida de productos							
Rentabilidad							
Total							

X. Clasificación del riesgo

Categoría de riesgo (Seleccionar solo uno)	Clasificación de riesgo (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)																																																	
<input type="checkbox"/> Transporte terrestre <input type="checkbox"/> Energía <small>(Movimiento/Manejo/Levantado/Caída de objetos/Peso)</small>	<p>Exposición</p> <p>Muy Alto (Ocurre más de una vez por semana)</p> <p>Alto (Ocurre más de una vez por año)</p> <p>Medio (Puede ocurrir una vez al año)</p> <p>Bajo (Ha sucedido alguna vez)</p> <p>Muy Bajo (No sabe si ha ocurrido)</p>																																																	
<input type="checkbox"/> Transporte aéreo <input type="checkbox"/> Maquinaria/Equipo/Herramientas																																																		
<input type="checkbox"/> Transporte <input type="checkbox"/> Toxico/Corrosivo/Sustancias Peligrosas																																																		
<input type="checkbox"/> Eléctrico <input type="checkbox"/> Fastidio/Ruido																																																		
<input type="checkbox"/> Fuego/Inflamable <input type="checkbox"/> Vibración																																																		
<input type="checkbox"/> Temperatura <input type="checkbox"/> Drogas/Alcohol																																																		
<input type="checkbox"/> Explosivos <input type="checkbox"/> Fenómenos naturales																																																		
<input type="checkbox"/> Radiación <input type="checkbox"/> Humano <small>(Seguridad, crimen, terrorismo)</small>																																																		
<input type="checkbox"/> Presión <input type="checkbox"/> Peligros biológicos/Enfermedad																																																		
		<p>Exposición</p> <table border="1"> <tr> <td>E</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td>Alto Riesgo (No tomar este riesgo)</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>C</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td>Riesgo Medio (Reducir riesgo)</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>Bajo Riesgo (Mejorar)</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Ligero</td> <td>Serio</td> <td>Mayor</td> <td>Catastrófico</td> <td>Multi-catas.</td> <td></td> </tr> </table> <p>Severidad Potencial</p>	E						Alto Riesgo (No tomar este riesgo)	D							C						Riesgo Medio (Reducir riesgo)	B							A	Bajo Riesgo (Mejorar)							1	2	3	4	5			Ligero	Serio	Mayor	Catastrófico	Multi-catas.
E						Alto Riesgo (No tomar este riesgo)																																												
D																																																		
C						Riesgo Medio (Reducir riesgo)																																												
B																																																		
A	Bajo Riesgo (Mejorar)																																																	
	1	2	3	4	5																																													
	Ligero	Serio	Mayor	Catastrófico	Multi-catas.																																													

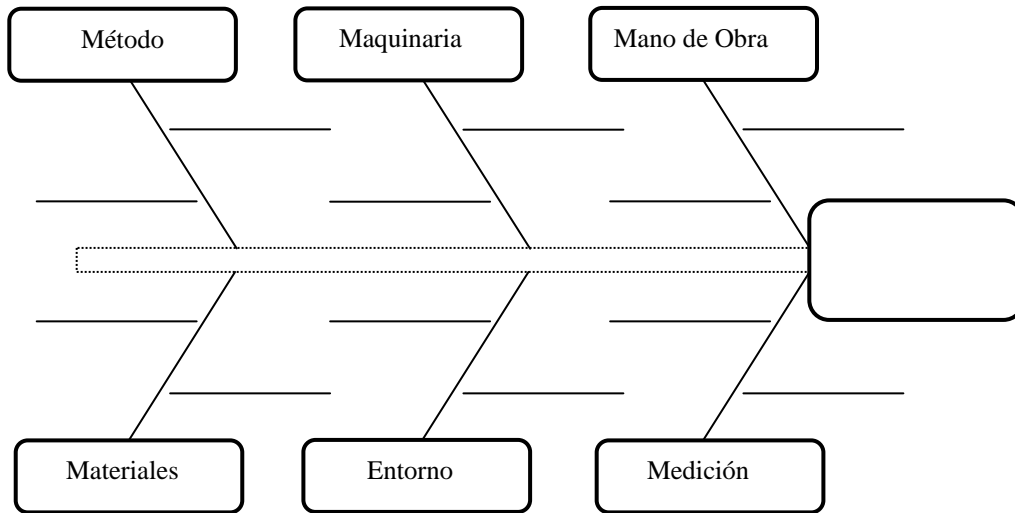


REPORTE DE INVESTIGACION DE INCIDENTES

IGASAMEX

ANALISIS DE FALLA

XI. Diagrama causa-raíz



CAUSAS	% CONTRIBUCIÓN

ACTA COMPROMISO

XII. Acciones correctivas

No.	Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha cierre