

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS INDUSTRIALES**



**“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE EMERGENCIA BASADO EN EL
ESTUDIO DEL ACUMULADOR DE PROPANO PARA LA PLANTA DE
EXTRACCIÓN SANTA BÁRBARA, EN EL ESTADO MONAGAS”.**

**Realizado por:
Luis Jesús Quinán Sánchez**

**Trabajo de Grado presentado como requisito
parcial para optar al título de:
Ingeniero Industrial**

Barcelona, Octubre de 2009.

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS INDUSTRIALES**



**“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE EMERGENCIA BASADO EN EL
ESTUDIO DEL ACUMULADOR DE PROPANO PARA LA PLANTA DE
EXTRACCIÓN SANTA BÁRBARA, EN EL ESTADO MONAGAS”.**

Realizado por:

Luis Jesús Quinán Sánchez

Ing. Melina Laya
Asesor Académico

Ing. Charbil Soto
Asesor Industrial

Barcelona, Octubre de 2009.

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS INDUSTRIALES**



**“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE EMERGENCIA BASADO EN EL
ESTUDIO DEL ACUMULADOR DE PROPANO PARA LA PLANTA DE
EXTRACCIÓN SANTA BÁRBARA, EN EL ESTADO MONAGAS”.**

**Jurado Calificador:
El Jurado hace constar que asignó a esta Tesis la calificación de:**

EXCELENTE

**Ing. Melina Laya
Asesor académico**

**Prof. Yanitza Rodríguez
Jurado Principal**

**Prof. José Moy
Jurado Principal**

Barcelona, Octubre de 2009.

RESOLUCIÓN

De acuerdo con el artículo 44 del Reglamento de Trabajos de Grado de la Universidad de Oriente:

“Los trabajos de grado son de exclusiva propiedad de la universidad, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participará al Consejo Universitario”.

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso, por concederme la dicha de la vida y llenarla de muchos deseos de superación.

A mi madre y mi padre, Carmen Senaida Sánchez y Luis Quinán, por darme el ser y tener confianza y fe en mí, guiándome en el desarrollo de mi vida y en especial en este proyecto.

A mis hermanos, Anairivis, Nairovi, Viannyris, Naireli, Dairo, Darío, Alexis, Oscaly, Faider y Luis Manuel, por ser parte elemental en mi vida, además del apoyo que me brindan.

A mis tías, Alida y Mileydi, a quienes quiero mucho, por su gran amor y sus palabras alentadoras, siempre estando allí ayudándome en la realización y logro de mis objetivos.

Al resto de mi familia, que es numerosa, por ser partícipes en mi vida con todo su cariño.

A todos mis amigos, por compartir tristezas y alegrías, llenando mi vida de momentos muy agradables y marcándola con vivencias llenas de gratitud.

Luis Quinán

AGRADECIMIENTOS

A Dios Todopoderoso, por iluminarme el camino a seguir para el logro de mis metas.

A mi madre y mi padre, Carmen Senaida Sánchez y Luis Quinán, por su amor, esfuerzo y apoyo incondicional, dándome todo lo posible para triunfar en la vida.

A mis hermanos, Anairivis, Nairovi, Viannyris, Naireli, Dairo, Darío, Alexis, Oscaly, Faider y Luis Manuel, por estar conmigo en las buenas y en las malas y brindarme apoyo para seguir adelante.

A mis tías, Alida y Mileydi, a quienes quiero mucho, por darme todo lo que han podido para que pueda llegar a ser quien soy, siempre guiándome con sus palabras de aliento en los momentos difíciles.

A mi tío, Sandro Andrade, por su apoyo incondicional, siempre brindando una mano amiga y cooperando en mi formación como persona y como profesional.

A mi tío, José Quinán, por tenderme una mano y apoyarme en la ejecución de este proyecto.

A Vanessa Sterling, por todo el amor que me brinda, por apoyarme y estar ahí en todo momento, ya sean buenos o malos, pero siempre haciéndome entender el lado bueno de las cosas.

A la señora Concha, por el gran aporte que ha hecho para ayudar a formarme como persona y como profesional, y por sus sabias palabras que me han guiado en cada paso que doy.

A Leonardo Martínez, mi hermano del alma, ejemplo de fiel amistad y compañero de toda una vida de estudios, y a Carlos Ortíz gran amigo y compañero desde nuestro inicio en la universidad.

A Isabel Idrogo, Víctor Antabi, Yactany Estaba, Jorge Tawil, Alejandra Stolzembach, Lorena Muñoz, María Gabriela Herrera, Marysabel Larrochelle, Efraín Delgado, Norelvis Rodríguez, y a todos los que no he nombrado pero no por eso dejan de ser importantes, mis más profundas gratitudes.

A la casa más alta, la Universidad de Oriente, por darme la oportunidad de cursar mis estudios en ella.

A todos los profesores de la Universidad de Oriente, por transmitir todos sus conocimientos a sus alumnos y lograr hacer de éstos unos profesionales bien preparados, luchadores y perseverantes.

A la Ingeniero Melina Laya, asesora académica, por su comprensión y paciencia, además de guiarme y darme las herramientas necesarias para la realización de este proyecto.

Al Ingeniero Charbil Soto, asesor industrial, por hacer de este proyecto un trabajo muy grato y ayudarme en la elaboración del mismo, además de compartir sus conocimientos conmigo.

A la empresa Energía y Construcciones de Venezuela C.A., por prestarme el apoyo para realizar mis pasantías.

A la Planta de Extracción Santa Bárbara y a todo su personal, por permitir hacer mis pasantías en sus instalaciones y hacer de ellas una gran experiencia.

Luis Quinán

ÍNDICE GENERAL

RESOLUCIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	ix
INDICE DE TABLAS	xiii
INDICE DE FIGURAS.....	xiv
INDICE DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
RESUMEN.....	xv
INTRODUCCIÓN	xvi
LISTA DE FIGURAS	xix
LISTA DE TABLAS	xxi
CAPITULO I.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. IMPORTANCIA	3
1.3. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.4. OBJETIVOS.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA.....	5
1.6. MISIÓN	7
1.7. VISIÓN.....	7
1.8. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	8
CAPITULO II.....	10
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
2.2. BASES TEÓRICAS.....	12

2.2.1 Gas natural	12
2.2.2 Gas pobre	13
2.2.3 Gas rico.....	13
2.2.4 Inflamabilidad	14
2.2.5 Límites de inflamabilidad.....	14
2.2.6 Trabajo.....	16
2.2.7 Riesgo.....	16
2.2.8 Clasificación de riesgos	16
2.2.9 Peligro.....	18
2.2.10 Accidente	18
2.2.11 Accidente de trabajo	18
2.2.12 Acciones subestándares	18
2.2.13 Condiciones subestándares.....	19
2.2.14 Emergencia	19
2.2.15 Emergencia menor.....	19
2.2.16 Emergencia seria	19
2.2.17 Emergencia mayor o contingencia	20
2.2.18 Fogonazo	20
2.2.19 Blevé	20
2.2.20 Fuego.....	20
2.2.21 Chorro de fuego	21
2.2.22 Explosión	21
2.2.23 Radiación térmica	21
2.2.24 Piscina incendiada	22
2.2.25 Cálculos de consecuencias.....	23
2.2.26 Criterios de niveles de daños por efectos tóxicos para planes de emergencia	24
2.2.27 Prevención	25
2.2.28 Plan de emergencia	25

CAPITULO III	31
3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	31
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	31
3.3. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
3.4. POBLACIÓN	32
3.5. MUESTRA.....	33
3.6. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	33
3.7. TÉCNICAS DE ANÁLISIS	35
CAPÍTULO IV.....	31
4.1. PROCESO PRODUCTIVO	31
4.2. FASES PARA LA OBTENCIÓN DE LGN.....	35
4.3. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	36
4.4. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN CUANTO A LOS PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIAS Y LOS ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS DESARROLLADOS EN LA PLANTA DE EXTRACCIÓN SANTA BÁRBARA.....	39
4.5. CONDICIONES AMBIENTALES	40
4.6. CONDICIONES DE DISEÑO Y OPERACIÓN DEL EQUIPO	42
4.7. ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE OCURRENCIA DE EVENTOS NO DESEADOS A TRAVÉS DEL DIAGRAMA CAUSA-EFECTO	42
4.7.1. Mano de obra.....	44
4.7.2. Procesos y métodos de trabajo.....	45
4.7.3. Mantenimiento	45
CAPÍTULO V.....	47
5.1. CONSECUENCIAS DE LA OCURRENCIA DE EVENTOS NO DESEADOS	47
5.1.1. Exposición a gases y/o vapores tóxicos.....	48
5.1.2. Exposición a radiación térmica	49
5.1.3. Exposición a explosiones.....	49

5.2. SELECCIÓN DE LOS TAMAÑOS DE ORIFICIOS DE FUGAS.....	50
5.3. ESCENARIOS EVALUADOS.....	51
5.4. CÁLCULOS DE CONSECUENCIAS HACIENDO USO DEL PROGRAMA CANARY.....	52
CAPÍTULO VI.....	60
6.1. PLAN DE EMERGENCIA BASADO EN EKL DEL ACUMULADOR DE PROPANO.....	60
CONCLUSIONES	90
RECOMENDACIONES.....	92
BIBLIOGRAFÍA.....	93
ANEXOS.....	96
METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:.....	229

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.2. Limites de inflamabilidad de algunas sustancias.	15
Tabla 2.3. Efectos de radiación térmica y explosiones.	22
Tabla 4.1. Condiciones ambientales.	41
Tabla 4.2. Condiciones de diseño del equipo.	42
Tabla 4.3. Condiciones de operación del equipo.	42
Tabla 5.1. Accidentes con gran impacto a escala mundial.	48
Tabla 5.2. Niveles de radiación térmica considerados.	49
Tabla 5.3. Niveles de sobrepresión considerados.	50
Tabla 5.4. Magnitud y potencialidad de afectación.	59

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Ubicación geográfica de la planta.	6
Figura 1.2. Cadena del gas natural.	7
Figura 1.3. Superintendencia de Seguridad Industrial.	8
Figura 1.4. Estructura gerencial de la organización.	9
Figura 2.1. Rango de inflamabilidad.	15
Figura 3.1. Diagrama causa- efecto.	31
Figura 4.1. Proceso general de producción.	34
Figura 4.2. Fases para la obtención de LGN.	36
Figura 4.3. Sistema de refrigeración con propano.	38
Figura 4.4. Diagrama causa-efecto de eventos no deseados.	43
Figura 5.1. Presentación de CANARY by Quest®.	52
Figura 5.2. Pantalla principal del CANARY.	53
Figura 5.3. Pantalla de inicio de descripción del caso.	54
Figura 5.4. Selección del componente, temperatura y presión.	55
Figura 5.5. Introducción de datos ambientales.	56
Figura 5.6. Descripción de la emisión.	57
Figura 5.7. Tipo de confinamiento del lugar donde se encuentra la fuga.	58
Figura 5.8. Información del tipo de análisis a realizar.	58

RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolló un plan de emergencia basado en el estudio del acumulador de propano para la Planta de Extracción Santa Bárbara, en el Estado Monagas, orientado en el establecimiento de un conjunto de acciones a implementar ante la ocurrencia de un evento no deseado, como fuga de gases inflamables que pueda causar incendios o explosiones, logrando con la aplicación de éstas controlar y minimizar las posibles pérdidas. También se fijan las estrategias comunicacionales que se deben seguir en casos de emergencia. Dicho plan está basado en el establecimiento de la magnitud y potencialidad de afectación que puede resultar de un evento no deseado, mediante los cálculos de consecuencias realizados mediante el programa simulador Canary, con el cual se predice la extensión y severidad resultante de la liberación a la atmósfera de fluidos inflamables o tóxicos, obteniendo una visión del impacto que produciría y de esta manera optimizar las estrategias de ataque ante una emergencia, usando los recursos disponibles y delegando responsabilidades, para preservar la integridad física de los trabajadores, las instalaciones de la empresa y el medio ambiente.

INTRODUCCIÓN

La seguridad en las operaciones industriales ha sido, desde hace varios años, tema de discusión y preocupación para las grandes empresas, ya que la introducción de nuevas tecnologías en todas las áreas de la industria ha traído consigo un aumento significativo de incidentes y accidentes de trabajo.

Un punto indispensable en la concepción de la seguridad industrial como herramienta para mejorar la competitividad es que la percepción de la misma debe ser integral en toda la empresa, desde el trabajador de menor rango hasta el gerente y en cualquier área de la empresa, ya que salta a la vista que en la mayoría de las organizaciones la concepción de la seguridad industrial se divide en dos grandes grupos de trabajadores: el trabajo de oficina y el trabajo de planta. Generalmente, un trabajador de oficina considera la seguridad industrial como una política más de la empresa que deben conocer mas no generan compromiso con la misma, mientras que para el personal de planta la seguridad industrial es parte de su trabajo y una responsabilidad a cumplir dentro de sus funciones. Si embargo, la seguridad industrial debe ser prioridad en toda empresa, debe ser un compromiso de la gerencia y el personal de trabajo.

A niveles mundiales las plantas que procesan hidrocarburos se deben operar dentro de unos marcos de seguridad muy exigentes, debido a que son consideradas instalaciones de muy alto riesgo por las características de los productos que en éstas se manejan, además de trabajar con altas presiones, altas y bajas temperaturas donde los riesgos presentes pueden traducirse en accidentes como los ocurridos en instalaciones similares, de allí la

importancia de la elaboración y aplicación de los planes de emergencia en estas empresas.

Un plan de emergencia es aquel procedimiento escrito que permite responder adecuada y oportunamente con criterios de seguridad, eficiencia y rapidez, ante los casos de emergencia que se puedan presentar, preservando de esa manera la integridad física de los trabajadores y las instalaciones de la empresa, además de resguardar el medio ambiente.

El presente proyecto fue realizado con la finalidad de establecer un plan de emergencia para la Planta de Extracción Santa Bárbara, tomando como objeto de estudio al Acumulador de Propano.

El proyecto esta estructurado en capítulos, identificados de la siguiente manera:

Capítulo 1. Generalidades: este presenta el planteamiento del problema, la importancia y el alcance de la investigación, así como los objetivos de la misma, estructura organizacional de la empresa.

Capítulo 2. Marco teórico: contiene los antecedentes y la teoría referente a la investigación, la cual sustenta a la misma y ayuda a una mejor comprensión del tema objeto de estudio.

Capítulo 3. Marco metodológico: se establece el diseño, tipo y nivel de la investigación, así como la población y la muestra objeto de estudio y las técnicas de recolección de datos.

Capítulo 4. Situación actual: se describe la situación en la actualidad de la planta en cuanto al proceso productivo y los procedimientos de emergencia.

Capítulo 5. Cálculos de consecuencias: abarca los cálculos de consecuencias y los análisis de las zonas de afectación que puedan generar la ocurrencia de eventos no deseados.

Capítulo 6. Propuesta del plan de emergencia: en este capítulo se presenta el plan de emergencia basado en el estudio del acumulador de propano.

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Ubicación geográfica de la planta.....	6
Figura 1.2. Cadena del gas natural.....	7
Figura 1.3. Estructura gerencial de la organización.....	9
Figura 1.4. Superintendencia de seguridad industrial.....	10
Figura 2.1. Rango de inflamabilidad.....	17
Figura 3.1. Diagrama causa-efecto.....	33
Figura 4.1. Proceso general de producción.....	38
Figura 4.2. Fases para la obtención de LGN.....	40
Figura 4.3. Sistema de refrigeración con propano.....	42
Figura 4.4. Diagrama causa-efecto de eventos no deseados.....	47
Figura 5.1. Presentación de CANARY by Quest.....	57
Figura 5.2. Pantalla principal del CANARY.....	58
Figura 5.3. Pantalla de inicio de descripción del caso.....	59

Figura 5.4. Selección del componente, temperatura y presión.....	60
Figura 5.5. Introducción de datos ambientales.....	61
Figura 5.6. Descripción de la emisión.....	62
Figura 5.7. Tipo de confinamiento del lugar donde se encuentra la fuga...	63
Figura 5.8. Información del tipo de análisis a realizar.....	63

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1. Componentes orgánicos del gas natural.....	15
Tabla 2.2. Límites de inflamabilidad de algunas sustancias.....	17
Tabla 2.3. Efectos de radiación térmica y explosiones.....	24
Tabla 4.1. Condiciones ambientales.....	45
Tabla 4.2. Condiciones de diseño del equipo.....	46
Tabla 4.3. Condiciones de operación del equipo.....	46
Tabla 5.1. Accidentes con gran impacto a escala mundial.....	53
Tabla 5.2. Niveles de radiación térmica considerados.....	54
Tabla 5.3. Niveles de sobrepresión considerados.....	55
Tabla 5.4. Magnitud y potencialidad de afectación.....	64

CAPITULO I

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Un plan de emergencia es el procedimiento escrito que permite responder adecuada y oportunamente con criterios de seguridad, eficiencia y rapidez, ante los casos de emergencia que se puedan presentar, mediante una acción colectiva y coordinada de los diferentes entes participantes, que permite controlar y minimizar las posibles pérdidas, preservando de esa manera la integridad física de los trabajadores y las instalaciones de la empresa.

Toda empresa requiere de gran atención en cuanto a materia de seguridad se refiere, tanto de su recurso humano como sus instalaciones, medio ambiente y comunidades vecinas.

Atendiendo los requerimientos en materia de seguridad, en Venezuela existen leyes, normas y reglamentos que regulan todo lo relacionado a esa materia, por ejemplo:

❖ **Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999)**

Donde en el artículo 55, hace referencia: “Los derechos civiles son un derecho social fundamental, obligación del Estado”.

❖ **Ley Orgánica de Prevención, Control y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT, 2005)**

Donde en el artículo 59 numeral 3, hace referencia: “A los efectos de la protección de los trabajadores y trabajadoras”.

En materia de elaboración de planes de emergencia podemos citar la **Norma COVENIN 2226-90** "Guía para la elaboración de planes para el control de emergencias".

El Complejo Criogénico de Oriente (CCO) contaba con una planta de extracción en San Joaquín y una planta de fraccionamiento y despacho en el Complejo Industrial Petroquímico y Petrolero "General José Antonio Anzoátegui" (Jose). Luego de la ejecución del proyecto "Ampliación del Complejo Criogénico de Oriente" (ACCRO), el Complejo Criogénico de Oriente queda comprendido por tres plantas de extracción ubicadas en San Joaquín, Santa Bárbara y Jusepín, y una planta de fraccionamiento y despacho en Jose.

La Planta de Extracción Santa Bárbara se encarga de extraer los líquidos del gas natural proveniente de los diferentes pozos del Distrito Norte del Estado Monagas. Los líquidos allí obtenidos son enviados a través de líneas de tuberías (poliductos) hasta la planta de fraccionamiento y despacho en Jose. Por otro lado, el gas residual es enviado a través de gasoductos al mercado interno como las empresas básicas de Guayana y a la reinyección de pozos del Distrito Norte.

La Planta de Extracción Santa Bárbara cuenta con dos trenes de procesos, tren "A" y tren "B", donde se trabaja con presiones de hasta 1200 psig, igualmente con bajas y altas temperaturas que van desde -40°C hasta 350°C. Debido a estas características se pueden generar eventos no deseados, como incendios, fugas, derrames y explosiones de grandes magnitudes, traduciéndose en accidentes que atentan contra la integridad física de los trabajadores, las instalaciones, el medio ambiente y terceros.

En dicha planta los planes de emergencias no están actualizados desde el año 1999 y en ellos no se consideran estudios de ingeniería de riesgos donde se analicen las consecuencias de posibles eventos. Sin embargo, para la construcción de la instalación si se realizaron los estudios de ingeniería de riesgos correspondientes, cumpliendo con lo establecido en el manual PDVSA IR-S-02 “Criterios para el Análisis Cuantitativo de Riesgos”.

El objeto de este proyecto es hacer un plan de emergencia para la Planta de Extracción Santa Bárbara, en el que se defina y especifique las salidas de emergencia, puesto de bomberos, lineamientos y sistemas de comunicación, entre otros, siendo objeto de estudio el Acumulador de Propano (D8-11.1002). Para ello se recopilará la información necesaria para realizar el respectivo análisis de consecuencias, apoyándose en el programa de simulación Canary.

Ese plan se realizará para ser aplicado a todo el personal que forma parte de la respuesta y control de emergencias, con el objeto de darles protección a los empleados frente a posibles situaciones que constituyan amenaza, vulnerabilidad o riesgos para la integridad física de las personas, las instalaciones y el medio ambiente.

1.2. IMPORTANCIA

Los planes de emergencia deben ser elementos de gran valor para toda empresa, y más aún para aquellas industrias que procesan hidrocarburos, bien sean empresas nacionales o internacionales, como lo es el caso de PDVSA, donde se está consciente de que los trabajadores corren peligros y riesgos asociados a todas y cada una de las operaciones que se

realizan dentro de sus instalaciones, y por ello se debe buscar la preservación en primera instancia del factor humano, así como de los bienes materiales y ambientales. Los procesos de ampliación, las actividades que se realizan y los productos que se manejan en PDVSA son aspectos que han modificado las magnitudes y dimensiones de los riesgos, por lo tanto, las actividades de trabajo deben ser efectuadas siguiendo los lineamientos, normas, políticas, leyes y reglamentos, los cuales deben ser cumplidos por todo el personal que labore dentro de sus instalaciones y de este modo garantizar su seguridad.

1.3. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

El plan de emergencia se realizará para ser aplicado al personal que forma parte de la respuesta y control de emergencias y todo el resto del personal que hace vida en la empresa, con el objeto de brindarles protección en caso de presentarse eventos no deseados o situaciones que constituyan amenaza, vulnerabilidad o riesgos para la integridad física de las personas, las instalaciones y el medio ambiente.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Elaborar un plan de emergencia basado en el estudio del Acumulador de Propano para la Planta de Extracción Santa Bárbara, en el estado Monagas.

1.4.2. Objetivos específicos

- ❖ Describir la situación actual en cuanto a los procedimientos de emergencias y los análisis de consecuencias desarrollados en la Planta de Extracción Santa Bárbara.

- ❖ Realizar cálculos de consecuencias haciendo uso y aplicación del programa Canary by Quest, versión 4.0.
- ❖ Establecer la magnitud y potencialidad de afectación de la ocurrencia de un evento no deseado en la Planta de Extracción Santa Bárbara.
- ❖ Proponer un plan de emergencia, que contemple salidas de emergencia, puesto de bomberos, lineamientos y estrategias comunicacionales, entre otros.

1.5. RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA

La Planta de Extracción Santa Bárbara, pertenece a la Gerencia General de Procesamiento de Gas de PDVSA Gas, fue fundada en el año 1.992 con la ejecución del proyecto “Ampliación del Complejo Criogénico de Oriente” (ACCRO), ver figura 1.1. Se encuentra ubicada al Noroeste de la población de Santa Bárbara, en la carretera que conduce de esa población hacia la de Aguasay como se muestra en el anexo A, a 80 km. de la ciudad de Maturín, en el Estado Monagas. Entra en operación en el año 1.994 con un primer tren de procesos denominado “Tren A”, y al año siguiente opera con su segundo tren denominado “Tren B”, quedando comprendida hasta la actualidad por dos trenes de procesos, donde se maneja un volumen de 800 MMPCND (millones de pies cúbicos diariamente) entre ambos trenes y se trabaja con presiones de hasta 1200 psig, igualmente con bajas y altas temperaturas que van desde -40°C hasta 350°C.

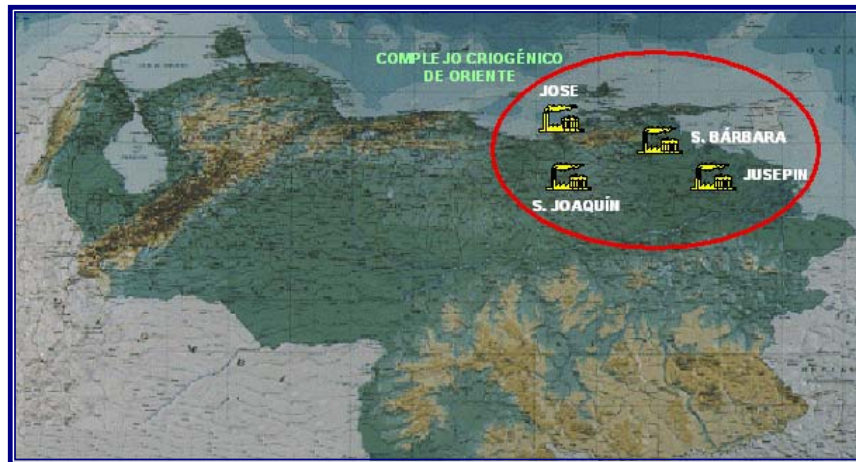


Figura 1.1. Ubicación geográfica de la planta.

Fuente: Biblioteca de planta.

Su principal función es extraer los líquidos del gas natural proveniente de los diferentes pozos del Distrito Norte del Estado Monagas, el cual es acondicionado y suministrado por el Complejo Operativo Muscar. La extracción se hace mediante los procesos de deshidratación, enfriamiento, turboexpansión, compresión y control de procesos. Los líquidos obtenidos son enviados a través de líneas de tuberías (poliductos) hasta la Planta de Fraccionamiento y Despacho Jose. Por otro lado, el gas residual es enviado a través de gasoductos al mercado interno como las empresas básicas de Guayana y a la reinyección de pozos del Distrito Norte, como se muestra en la figura 1.2.

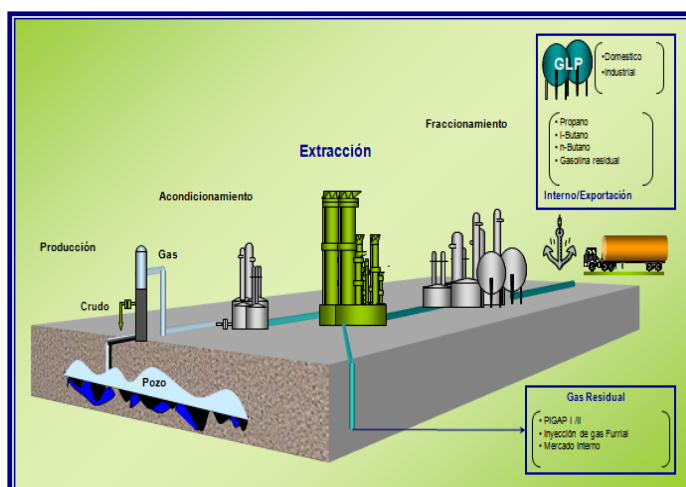


Figura 1.2. Cadena del gas natural.

Fuente: Biblioteca de Planta.

1.6. MISIÓN

Extraer y suministrar Líquidos de Gas Natural (LGN) y Gas Residual en forma confiable y segura, garantizando la protección de las instalaciones, del personal y del ambiente, mediante el uso de tecnología actualizada y mejores prácticas mundiales, con un recurso humano competente, con responsabilidad social empresarial y una organización alineada con los objetivos estratégicos de la Gerencia General de Procesamiento de Gas, con el fin de dar cumplimiento al Plan de Negocio y aportar el máximo valor a la Nación.

1.7. VISIÓN

Ser líderes en la extracción y suministro confiables de Líquidos de Gas Natural y Gas Residual con niveles óptimos de desempeño, aplicando modelos de excelencia y asegurando una eficiente ejecución de las

estrategias del Negocio de LGN, maximizando el desarrollo social y económico de la Nación.

1.8. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La estructura organizacional actual de la Planta de Extracción Santa Bárbara se muestra en las figuras 1.3 y 1.4.

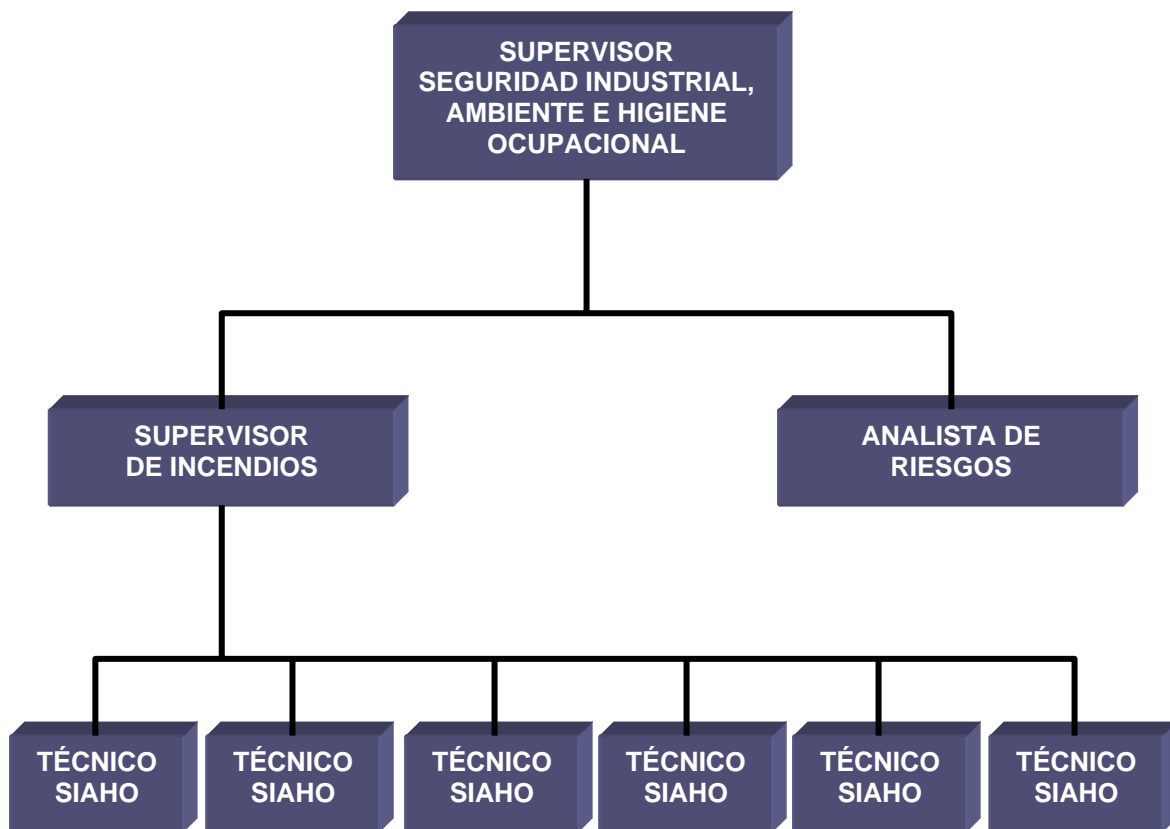


Figura 1.3. Superintendencia de Seguridad Industrial.



Figura 1.4. Estructura gerencial de la organización.

CAPITULO II

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Mendoza, J. (2007). **“Propuesta para la realización de análisis cuantitativo de riesgos en las salas de control y edificios adyacentes a las áreas de procesos de la Planta de Fraccionamiento y Despacho PDVSA GAS. Estado Anzoátegui”**. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial en el Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño. En este trabajo se diagnostica la situación de los riesgos de las salas de control y edificaciones adyacentes a las áreas de proceso de la Planta de Fraccionamiento para conocer los elementos que caracterizan o permiten medir los riesgos (consecuencias, probabilidades y exposición). Se analizan los riesgos con la finalidad de establecer medidas preventivas. De acuerdo a los resultados de los análisis se establecen los planes de emergencia, que deben ser adecuados a las nuevas condiciones de operabilidad existente.

Figuroa, M. (2005). **“Plan de respuesta y control para emergencias mayores, que involucre el Complejo de Mejoramiento de Crudo-Petrozuata, empresas adyacentes ubicadas en el Complejo Industrial Petroquímico y Petrolero de Jose “General José Antonio Anzoátegui”, terceros y medio ambiente”**. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial en la Universidad de Oriente, núcleo de Anzoátegui. Se desarrolla un plan de respuesta y control para emergencias mayores, enfocado en acciones de respuestas efectivas y oportunas para controlar y mitigar los eventos mayores. El plan se basa en los Análisis Cuantitativos de Riesgos (ACR) existentes en las instalaciones y

la actualización de los mismos, apoyándose en el programa de simulación Canary el cual tiene como objetivo el cálculo de consecuencias de escenarios mayores y el impacto producido, lo que permite establecer roles y responsabilidades, con el fin de optimizar las comunicaciones y preservar los recursos de las empresas involucradas.

Ponce, R. (2003). **“Análisis cualitativo de riesgos y plan de respuesta y control de emergencias para estaciones de flujo”**. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial en la Universidad de Oriente, núcleo de Anzoátegui. En dicho trabajo se plantea el desarrollo del plan de respuesta y control de emergencias (RCE) y el Estudio de Peligros y Operabilidad (HAZOP), para cinco estaciones de flujo de la UEY Mediano, PDVSA- Distrito San Tome, con el objeto de establecer las áreas específicas en las cuales se concentran los riesgos potenciales, evaluando las condiciones en todos los aspectos de cada una de las instalaciones realizando entrevistas informales con el personal operario y supervisor de las mismas para utilizar esa información en el análisis. Posteriormente se realiza el HAZOP, haciendo uso del PHA-PRO, que es un software de gran utilidad en el desarrollo de las técnicas de análisis de riesgos, permitiendo la elaboración del Plan RCE.

Flores, J. (2002). **“Propuesta para el diseño de una metodología para aplicar el análisis de riesgos de los procesos en la Planta de Fraccionamiento, Almacenaje y Despacho de líquido de gas natural en Jose”**. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial en la Universidad de Oriente, núcleo de Anzoátegui. Se plantea primeramente revisar estudios previos de riesgos, con el objeto de verificar si se han cumplido las recomendaciones que pudieran contener dichos estudios y la efectividad de las mismas. Luego se desarrolla la matriz

de información de la Planta de Fraccionamiento, Almacenaje y Despacho Jose. Posteriormente se jerarquiza las instalaciones a nivel de riesgo por orden de prioridades, seguidamente se definen los métodos de análisis de riesgos aplicables a cada bloque del proceso. Se realiza un análisis de consecuencia de aquella instalación que resulte la más crítica utilizando el modelo matemático Canary y las normas PDVSA. Para finalmente establecer un formato estándar para la realización de los reportes de los análisis de riesgo de los procesos.

Guevara, L. (1998). **“Propuesta para la elaboración de un plan de respuesta y control de emergencia en el Patio de Tanques Anaco (P.T.A.) Estado Anzoátegui”**. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial en el Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño. Se analizan los escenarios probables de accidentes a través de la identificación y cuantificación de los riesgos mayores en cada una de las instalaciones pertenecientes al P.T.A. para establecer acciones y procedimientos necesarios para el control de accidentes. Con los resultados obtenidos se van a actualizar los planes de emergencias, disminuyendo considerablemente la incertidumbre ante una situación de emergencias convirtiéndose a su vez en una excelente herramienta para la optimización de los tiempos de respuesta.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1 Gas natural

Es una mezcla en proporciones variables de compuestos gaseosos que pueden ser orgánicos e inorgánicos, más del 90% en porcentaje molar es ocupado por los compuestos orgánicos de tipo parafínicos, entre los cuales se pueden nombrar los siguientes: metano, etano, propano, normal

butano, iso butano, normal pentano, iso pentano y C6+. Dentro de la denominación C6+ se incluyen los componentes más pesados y cuyas concentraciones son más pequeñas, físicamente los componentes son incoloros e insípidos, además son buenos combustibles, ya que al reaccionar con el oxígeno generan abundante calor.

Los componentes orgánicos del gas natural varían en los rangos como se muestra en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Componentes orgánicos del gas natural.

Componentes	Rango
Metano	70% - 90%
Etano	3% - 10%
Propano	1.5% - 5%
Butano	0.5% - 2%
Otros	0.5%

Fuente: Manual de Operaciones Planta de Extracción Santa Bárbara.

2.2.2 Gas pobre

Gas natural con poco contenido de compuestos pesados. También se le llama gas seco.

2.2.3 Gas rico

Aquel que contiene una buena cantidad de productos condensables. Usualmente, alimenta una planta de procesamiento para la extracción de productos condensables (C3+), a esa propiedad se le conoce como GPM

(galones de líquido que se pueden extraer de cada mil pies cúbicos de gas natural). Una corriente de gas con un GPM = 3,0 se considera muy rentable a los propósitos de la inversión, dependiendo del caudal disponible para este propósito. **(Manual de Ingeniería de riesgos PDVSA IR-S-00)**.

2.2.4 Inflamabilidad

La Inflamabilidad es la medida de la facilidad que presenta un gas, líquido o sólido para encenderse y de la rapidez con que, una vez encendido, se diseminarán sus llamas.

Hay dos propiedades físicas de los materiales que indican su inflamabilidad: el punto de inflamación y la volatilidad (determinada por el punto de ebullición).

El punto de inflamación de un material es la temperatura a la cual un líquido (o sólido volátil) desprende vapor, en cantidades suficientemente significativas, para formar una mezcla que puede encenderse en contacto con el aire.

La volatilidad de un material es un indicativo de la facilidad con que un líquido o sólido pasa al estado de vapor.

2.2.5 Límites de inflamabilidad

Son los extremos de concentración de un combustible dentro de un medio oxidante, a través del cual la llama, una vez iniciada, continúa propagándose a las presiones y temperatura específicas. La mezcla no arderá cuando la composición sea menor que el límite inferior de

inflamabilidad (LII); la mezcla tampoco arderá cuando la composición sea mayor que el límite superior de inflamabilidad (LSI). Ver figura 2.1.

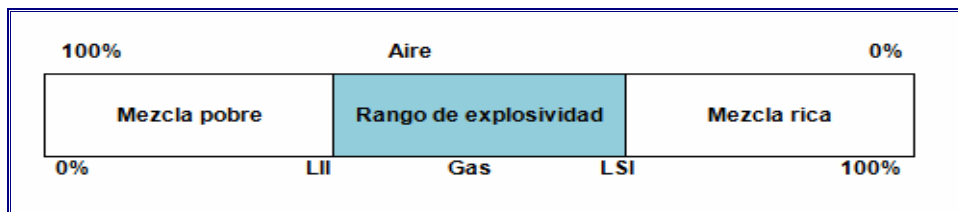


Figura 2.1. Rango de inflamabilidad.

Fuente: Manual de Operaciones.

Los límites inferior y superior de inflamabilidad de ciertas sustancias químicas se muestran en la tabla 2.2.

Tabla 2.2. Límites de inflamabilidad de algunas sustancias.

Límites de inflamabilidad de sustancias químicas más comunes			
Compuesto	Formula empírica	Límites de inflamabilidad	
		Inferior	Superior
Hidrocarburos parafinados			
Metano	CH ₄	5.00 %	15.00 %
Etano	C ₂ H ₆	3.00 %	12.50 %
Propano	C ₃ H ₈	2.12 %	9.35 %
Butano	C ₄ H ₁₀	1.86 %	8.41 %
Iso Butano	C ₄ H ₁₀	1.80 %	8.44 %
Pentano	C ₅ H ₁₂	1.40 %	7.80 %
Olefinas			
Etileno	C ₂ H ₄	2.75 %	28.60 %
Propileno	C ₃ H ₆	2.00 %	11.10 %
Butano-1	C ₄ H ₈	1.65 %	9.95 %
Butano-2	C ₄ H ₈	1.75 %	9.90 %
Acetileno			
Acetileno	C ₂ H ₂	2.50 %	80.00 %

Fuente: Manual de Operaciones

2.2.6 Trabajo

El “trabajo” puede definirse como toda actividad de transformación de la naturaleza, para satisfacer las necesidades humanas. Es una actividad humana a través de la cual el individuo, con su fuerza y su inteligencia, transforma la realidad. La ejecución de un trabajo implica el desarrollo de operaciones motoras y operaciones cognoscitivas. El grado de movilización que el individuo debe realizar para ejecutar la tarea, los mecanismos físicos y mentales que debe poner en juego, determinará la carga de trabajo. **(Mulders, 1993).**

2.2.7 Riesgo

Se entiende por riesgo la medida de pérdidas económicas, daños ambientales o lesiones humana, en términos de la probabilidad de ocurrencia de un accidente (frecuencia) y magnitud de las pérdidas, daños al ambiente o de las lesiones (consecuencias). **(Ramírez, 1998).**

2.2.8 Clasificación de riesgos

- ❖ **Riesgos mecánicos:** son aquellos que son observables y que se presentan de manera mecánica, en su mayoría son circunstanciales, ya que pueden ser corregidos inmediatamente.

- ❖ **Riesgos físicos:** son todos aquellos factores ambientales de naturaleza física que al ser percibidos por las personas pueden llegar a tener efectos nocivos según la intensidad, concentración y exposición. Estos son: ruidos, vibraciones, presiones anormales, iluminación, temperatura y humedad, radiaciones ionizantes y no ionizantes.

- ❖ **Riesgos químicos:** son los riesgos que abarcan todos aquellos elementos y sustancias que al entrar en contacto con el organismo por cualquier vía de ingreso puedan provocar intoxicación. Las sustancias de los factores de riesgo químico se clasifican según su estado físico y los efectos que causen en el organismo. Éstos son: gases y vapores, aerosoles, partículas sólidas (polvos, humos, fibras), partículas líquidas (nieblas, rocíos), líquidos y sólidos.

- ❖ **Riesgos biológicos:** son aquellos que son determinados por la realización de exámenes biológicos o por la subsistencia del origen en el medio que pueden ser producidos por mordedura de serpiente, picaduras de avispa abejas o insectos, hongos, virus y bacterias.

- ❖ **Riesgos ergonómicos:** son todos aquellos factores de riesgos que involucran objetos, puestos de trabajo, máquinas y equipos debido a sobre esfuerzo físico, manejo de cargas, posturas y entorno de trabajo.

- ❖ **Riesgos psicosociales:** consiste en interacciones entre el trabajo, su medio ambiente, la satisfacción del trabajo y las condiciones de su organización y las capacidades del trabajador, sus necesidades, su cultura, su situación personal fuera del trabajo, todo lo cual, a través de percepciones y experiencias, puede influir en la salud, rendimiento y la satisfacción en el trabajo. **(Ramírez, 1998).**

2.2.9 Peligro

Es una condición física o química intrínseca de una sustancia o material con capacidad para ocasionar daños a las personas, a la propiedad (instalaciones, productos, terceros), o al medio ambiente. **(Ramírez, 1998).**

2.2.10 Accidente

Se entiende por accidente, todo suceso que produzca a la persona una lesión funcional o corporal permanente o temporal, inmediata o posterior, o la muerte, resultante de una acción que pueda ser determinada o sobrevenida. **(Denton, 1998).**

2.2.11 Accidente de trabajo

Desde el punto de vista de higiene y seguridad industrial se define como todo hecho o acontecimiento imprevisto que al ocurrir, interrumpe o interfiere el proceso normal del trabajo y por ende la producción, causando daños corporales, materiales o ambos. **(Denton, 1998).**

2.2.12 Acciones subestándares

Las causas humanas de los accidentes se llaman también acciones subestándares. En general, las acciones subestándares se definen como cualquier acción (cosas que se hacen) o falta de acción (cosas que no se hacen) que pueden llevar a un accidente. Es la actuación personal indebida, que se desvía de los procedimientos o metodología de trabajo aceptados como correctos, ya sean escritos o entregados en forma de instrucción verbal por la supervisión. Se trata de acciones comunes, que muchas veces se hacen sin pensar que éstas nos pueden llevar a un accidente.

2.2.13 Condiciones subestándares

Las causas ambientales de los accidentes se llaman condiciones subestándares. En general, las condiciones subestándares se definen como cualquier condición del ambiente de trabajo que puede contribuir a un accidente. Estas condiciones del ambiente de trabajo están conformadas por el espacio físico, herramientas, estructuras, equipos y materiales en general, que no cumplen con los requisitos mínimos para garantizar la protección de las personas y los recursos físicos del trabajo.

2.2.14 Emergencia

Es una serie de circunstancias irregulares que se producen súbita e imprevistamente, que podrían generar daños a las personas, propiedad y medio ambiente y que demandan acciones inmediatas. **(Manual de Ingeniería de riesgos PDVSA IR-S-00).**

2.2.15 Emergencia menor

Cualquier acontecimiento que sin poner en peligro la vida de las personas, representa un riesgo de daños a la propiedad o al ambiente y que está dentro de la capacidad de control de la Empresa. **(Manual de Ingeniería de riesgos PDVSA IR-S-00).**

2.2.16 Emergencia seria

Cualquier condición que ponga en peligro la vida de las personas y representa riesgos de daños a la propiedad y/o ambiente, estando dentro de la capacidad de control de la Empresa. **(Manual de Ingeniería de riesgos PDVSA IR-S-00).**

2.2.17 Emergencia mayor o contingencia

Situación de emergencia en la cual se produce significativa pérdida de materiales, lesiones a las personas, daños considerables al ambiente y a terceros que puedan paralizar o disminuir la capacidad operativa de la(s) instalación(es) e impactar negativamente en la imagen de la empresa, requiere ayuda externa y/o movilización completa de los recursos. **(Manual de Ingeniería de riesgos PDVSA IR-S-00).**

2.2.18 Fogonazo

Es la combustión no explosiva de una nube de vapor que resulta de un escape de gas a la atmósfera. Los peligros mayores derivados de los fogonazos provienen de la radiación y del contacto directo de las llamas. **(Manual de Ingeniería de riesgos PDVSA IR-S-00).**

2.2.19 Blevé

Es la pérdida súbita de contención de un líquido sobrecalentado a condiciones atmosféricas. Este fenómeno conlleva la ebullición vigorosa y súbita del líquido, con la producción de una onda de sobrepresión. La explosión del vapor en expansión de un líquido en ebullición (BLEVE) es un tipo especial de accidente que puede descargar gran cantidades de materiales al ambiente. **(Manual de Ingeniería de riesgos PDVSA IR-S-00).**

2.2.20 Fuego

Es una reacción química que involucra la oxidación o combustión rápida de un elemento. Se necesitan cuatro elementos para que ocurra: combustible, oxígeno, calor, reacción química. **(Manual de Ingeniería de riesgos PDVSA IR-S-00).**

2.2.21 Chorro de fuego

Resulta de la combustión de un material a medida que escapa a presión de una unidad de proceso o almacenamiento. Al igual que para las piscinas incendiadas, el mayor punto de preocupación esta en los efectos locales debido a la radiación. **(Manual de Ingeniería de riesgos PDVSA IR-S-00).**

2.2.22 Explosión

Como una liberación repentina de energía, que genera una onda de presión que se desplaza alejándose de la fuente mientras va disipando energía. Esta liberación tiene que ser, no obstante, bastante rápida y concentrada para que la onda que se genera sea audible. No es necesario, pues, que se produzcan daños para poder considerar este fenómeno como explosión. La energía liberada puede haber sido almacenada inicialmente bajo una gran variedad de formas: nuclear, química, eléctrica o de presión. **(Manual de Ingeniería de riesgos PDVSA IR-S-00).**

2.2.23 Radiación térmica

Los efectos fisiológicos de radiaciones térmicas sobre los humanos dependen de la tasa a la cual el calor es transferido de la fuente emisora a la persona y el tiempo de exposición al mismo. Muy poco tiempo de exposición a altos niveles de radiación pueden resultar en consecuencias fatales. El tiempo de reacción y escape de la persona dependerá de su condición física, su destreza y conocimiento del entorno. **(Manual de Ingeniería de riesgos PDVSA IR-S-00).**

En cuantos a los efectos de la radiación y las explosiones, se debe ver la tabla 2.3, donde son definidos.

Tabla 2.3. Efectos de radiación térmica y explosiones.

EVENTO	CRITERIO	OBSERVACIONES
Chorro de fuego, piscina incendiada y bola de fuego (Bleve).	1,6 Kw/m ² (440 BTU/hr-pie ²)	Máximo flujo de calor radiante permisible para exposición continua de personas, sin ofrecer peligro significativo.
	5,0 Kw/m ² (1600 BTU/hr-pie ²)	Flujo de calor radiante en el cual podrían ocurrir quemaduras de segundo grado en la piel humana expuesta por 30 segundos.
Chorro de fuego y piscina incendiada	7,27 Kw/m ² (2700 BTU/hr-pie ²)	Nivel de radiación para 1 % de fatalidad a personas expuestas durante 30 segundos.
Bola de fuego (Bleve)	Dependiente del tiempo de duración (volumen almacenado)	Nivel de radiación para 1 % de fatalidad a personas expuestas.
Explosiones	0,3 Psig	5% de vidrios rotos. Nivel límite para lesiones por fragmentos de vidrio.
	1,0 Psig	Demolición parcial de estructuras convencionales.
	2,4 Psig	Nivel de sobrepresión para 1% de fatalidad.

Fuente: Manual de Ingeniería de Riesgos PDVSA IR-S-02.

2.2.24 Piscina incendiada

Puede originarse de distintas formas. Típicamente comienza con la descarga de un material inflamable de proceso. Si el material está en fase líquida, almacenado a una temperatura inferior a su punto de ebullición, el líquido formara una piscina cuya geometría estará determinada por los obstáculos existentes en los alrededores (diques), o se esparcirá libremente.

Los efectos de los derrames incendiados tienden a circunscribirse a sus cercanías y son considerados más bien para establecer las zonas de seguridad para los empleados y el potencial de que sucedan efectos domino, en vez de sus efectos sobre terceros. **(Manual de Ingeniería de riesgos PDVSA IR-S-00).**

2.2.25 Cálculos de consecuencias

Dado que la estimación de consecuencias implica un alto nivel de complejidad y requiere una predicción lo más exacta posible del área afectada por cada peligro, es importante usar modelos apropiados para cada escenario específico y al mismo tiempo, aquellos que hayan demostrado proveer predicciones razonablemente precisas comparadas con los resultados obtenidos en pruebas de campo, a gran escala o en accidentes previos.

Por cuanto la ejecución de un análisis cuantitativo de riesgos implica la realización de gran cantidad de operaciones matemáticas para la estimación de consecuencias, es recomendable el uso de paquetes computarizados que contengan modelos validados para este fin, como lo son:

- PHAST – Det Norske Veritas.
- CANARY – Quest Consultants Inc.

Un análisis de estimación de consecuencias usualmente consiste de los siguientes sub–estudios:

- Cálculo de descarga de sustancias inflamables/combustibles y tóxicas(cantidades, tasas, duración, etc.).
- Cálculo de niveles de radiación, sobrepresión y concentraciones inflamables y/o tóxicas.
- Estimación de afectación a la integridad física de personas y equipos.

(Manual de Ingeniería de riesgos PDVSA IR-S-02).

2.2.26 Criterios de niveles de daños por efectos tóxicos para planes de emergencia

Entre las diversas razones que dificultan evaluar en forma precisa los efectos causados por exposiciones agudas a sustancias peligrosas, se mencionan:

- Los seres humanos experimentan un amplio rango de efectos adversos a la salud cuya severidad varía con la intensidad y duración de la exposición.
- Existe un amplio grado de variación de la respuesta entre individuos de una población típica: adultos, niños, ancianos, enfermos, etc.
- No hay suficiente información sobre respuestas de seres humanos a exposición tóxica para permitir una evaluación acertada o precisa del peligro potencial de cada sustancia.
- Algunas descargas envuelven componentes múltiples haciendo más compleja la obtención de su comportamiento y efectos sobre seres humanos.

El criterio de daños para exposición de personas a productos tóxicos adoptado por la Industria Petrolera y Petroquímica Nacional para efectos de planeamiento de emergencia y contingencia es el establecido por las guías de planeamiento de respuestas a emergencias o ERPG (Emergency Response Planning Guidelines) publicadas por la Asociación Norteamericana de Higienistas Industriales (AIHA).

Tres rangos de concentración han sido definidos para consecuencias de exposición a una sustancia específica con base a las concentraciones máximas por debajo de las cuales se cree que casi todos los individuos pudieran estar expuestos hasta una (1) hora sin:

ERPG 1: Experimentar más que un efecto leve y transitorio a la salud o percibir un olor desagradable claramente definido.

ERPG 2: Experimentar o desarrollar efectos o síntomas irreversibles o serios a la salud que le impidan al individuo tomar acción.

ERPG 3: Experimentar o desarrollar efectos amenazadores a la salud.

En caso de fuga de sustancias tóxicas es recomendable evaluar el criterio de daños IDLH (Inmediatamente Peligroso para la Vida y la Salud) publicado por el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), a los fines de orientar el tipo de protección personal a utilizar durante la respuesta. **(Manual de Ingeniería de riesgos PDVSA IR-S-02).**

2.2.27 Prevención

Es el conjunto de actividades o medidas adoptadas o previstas en todas las fases de actividad de la empresa con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo. **(Cortés, 2006).**

2.2.28 Plan de emergencia

Es el procedimiento escrito que permite responder adecuada y oportunamente con criterios de seguridad, eficiencia y rapidez ante los casos de emergencias que se puedan presentar, mediante una acción colectiva y coordinada de los diferentes entes participantes que permite controlar y minimizar las posibles pérdidas. **(Norma venezolana COVENIN 2226-90).**

CAPITULO III

Marco metodológico.

3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo con Fidias G. Arias (2006)

El diseño de investigación es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado. En atención al diseño, la investigación, el diseño de aplicable para esta investigación es de **campo** ya que se realizó un análisis sistemático de problemas de la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidas o en desarrollo. Los datos de interés fueron recogidos en forma directa de la realidad, en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales o primarios

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según Fidias G. Arias (2006)

La investigación fué del tipo **documental** ya que se realiza a través de la consulta de documentos (libros, revistas, periódicos, memorias, anuarios, registros, códigos, constituciones, etc.).

3.3. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

Según Fidias G. Arias (2006)

El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio. Este se clasifica en: investigación exploratoria, investigación descriptiva e investigación explicativa.

El proyecto se realizó bajo un nivel de **investigación descriptiva y explicativa**. Descriptiva porque trata de obtener información acerca de un fenómeno o proceso, para describir sus implicaciones, es decir, está dirigida a dar una visión de cómo opera y cuáles son sus características; y explicativa porque se centra en buscar las causas o los por qué de la ocurrencia del fenómeno, de cuáles son las variables o características que presenta y de cómo se dan sus interrelaciones. Su objetivo es encontrar las relaciones de causa-efecto que se dan entre los hechos a objeto de conocerlos con mayor profundidad.

3.4. POBLACIÓN

Población es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las unidades de población poseen una característica común, la que se estudia y da origen a los datos de la investigación.

La población objeto de estudio para la realización del plan de emergencia está constituida por 105 trabajadores de la planta de extracción de líquidos de gas natural Santa Bárbara.

3.5. MUESTRA

Muestra es un subconjunto, extraído de la población y representativo de la misma, cuyo estudio sirve para inferir características de toda la población.

Ary, Jacobs y Razavieh(1989) recomiendan lo siguiente:

En investigaciones descriptivas, seleccionar entre 10 y 20% de la población accesible.

De acuerdo a ello tomamos como muestra el 20% de la totalidad de los empleados de la Planta de Extracción Santa Bárbara, es decir, 21 empleados.

3.6. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas de recolección de datos permiten la obtención sistemática de la información acerca del objeto de estudio y de su entorno. Para lograr el cumplimiento de los objetivos de la investigación se aplicarán las siguientes técnicas:

Análisis documental

Esta técnica consiste en la recolección e información mediante fuentes documentales relacionadas con el proyecto. De acuerdo a su definición se procedió a revisar la documentación existente en cuanto a seguridad industrial para localizar libros, manuales, informes, tesis, folletos, normativas, políticas y registros que puedan servir de ayuda para la elaboración del trabajo.

❖ **Observación directa o estructurada**

Esta técnica permite percibir los datos y toda la información necesaria mediante la observación detenida, detallada e individual de todo el medio objeto de estudio cuantificándose los datos fácilmente. La observación estructurada se lleva a cabo cuando se pretende probar una hipótesis, o cuando se quiere hacer una descripción sistemática de un fenómeno. En esta investigación se identificaron las condiciones en que se desarrollan las actividades, sus elementos involucrados en el proceso, maquinarias, equipos, materiales, así como el personal que lleva a cabo dichas actividades, su área y sus alrededores, con el propósito de precisar los riesgos inherentes a los mismos.

❖ **Entrevistas no estructuradas**

Esta herramienta es utilizada para profundizar y obtener una documentación objetiva y directa del proceso en particular, se fundamenta en un diálogo directo con el entrevistado donde el entrevistador trata de lograr de su interlocutor respuestas precisas sobre el caso en estudio manteniendo claros los puntos que se pretenden abarcar, pudiendo de esta manera complementar las experiencias que se tienen a través de la observación. La entrevista para lograr los objetivos deseados tuvo ciertos lineamientos como: tener claro los objetivos que se pretenden alcanzar, evitar información excesiva que haga costoso el proceso y nos llene de datos inútiles.

3.7. TÉCNICAS DE ANÁLISIS

Diagrama de Ishikawa

Se trata de un diagrama causa-efecto que por su estructura ha venido a llamarse también: diagrama de espina de pescado, el cual consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha. Luego se encuentran las líneas principales que apuntan a la línea horizontal de manera inclinada, y apuntando a las líneas principales se encuentran otras líneas representando las subcausas o causas secundarias que hacen el problema y así sucesivamente (espinas menores), según sea necesario. Tal como se muestra en la figura 3.1.

En la realización de este proyecto el diagrama de Ishikawa se utilizó para lograr identificar las causas que originan los riesgos operacionales, con el fin de buscar soluciones a los efectos negativos, estableciendo medidas de acción que hagan disminuir los riesgos presentes.

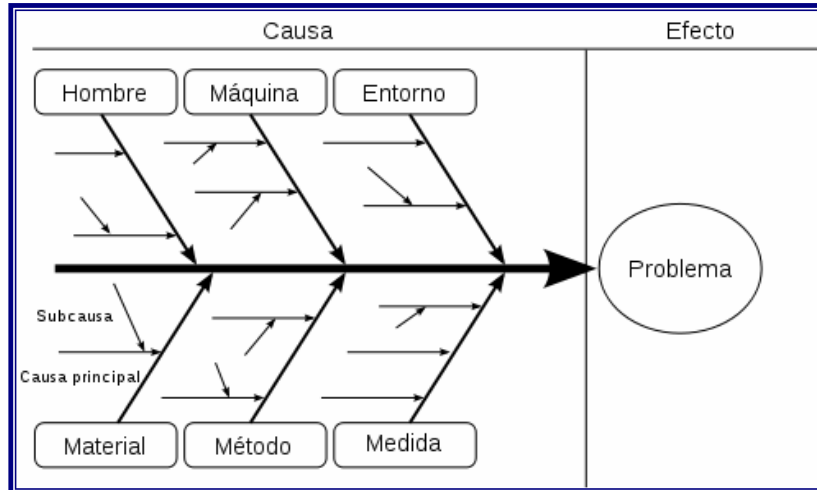


Figura 3.1. Diagrama causa- efecto.

Fuente: Lyonnet P. (1989).

CAPÍTULO IV.

Situación actual.

4.1. PROCESO PRODUCTIVO

La Planta de Extracción Santa Bárbara, fue diseñada para dos modos de operación: recuperación de etano y rechazo de etano. Actualmente se encuentra trabajando bajo la modalidad de rechazo de etano, ya que la planta de fraccionamiento Jose no cuenta con la infraestructura necesaria para recuperar etano líquido, el gas que alimenta la planta es suministrado a 1200 psig y 120 °F a través de un gasoducto de 36 plg de diámetro de los múltiples de segregación de la Planta Muscar.

El gas de alimentación entra a las trampas de líquidos donde remueve cualquier tipo de arrastres de impurezas contenidas en el mismo. Este pasa por un proceso de deshidratación con tri-etilén-glicol (TEG), para reducirle el contenido de agua, desde 90 lbs de agua/MMPCND hasta 4lbs de agua/MMPCND. Es sometido a un enfriamiento de 120 °F a 90 °F, a través de un intercambiador (chiller) de gas propano (D2-11.0301), y de allí pasa a un separador de alta presión (D8-11.0310). Luego pasa por un segundo proceso de deshidratación selectivo de adsorción a través de un sistema de tamices moleculares, cuyo objetivo es reducir el contenido de agua a 0,01ppm en volumen.

El gas deshidratado proveniente de los tamices, se divide en dos corrientes, una de las cuales (126 MMPCND) pasa a través de un intercambiador de placas o caja fría (D2-11.0304), enfriándose hasta -1 °F.

La otra corriente (274 MMPCND) pasa a través de los rehervidores laterales (D2-11.0305/06) de la columna de recobro, enfriándose hasta 30 °F. Posteriormente las corrientes antes mencionadas se mezclan y son enfriadas en un segundo intercambiador (chiller) de propano de alta presión (D2-11.0303), desde 20 °F hasta alcanzar una temperatura de -4 °F. La mezcla de gas y líquido obtenida se separa en un separador bifásico (D8-11.0320), la corriente de líquido es sometida a un proceso de expansión desde 1140 psig y -4 °F a través de una válvula Joule Thomson para alcanzar 440 psig y -47 °F que luego es alimentada al quinto plato de la columna de recobro.

La fase gaseosa compuesta por 292 MMPCND es dividida nuevamente. Una de las corrientes (173MMPCND) es alimentada al expansor (D4-11.0301) y la otra (119 MMPCND) es sometida a un nuevo enfriamiento en el intercambiador criogénico (caja fría), donde disminuye su temperatura desde -4 °F hasta -87 °F, (estas temperaturas tan bajas se alcanzan debido a las grandes áreas de intercambio de calor en la caja fría). Luego por medio de una válvula Joule Thomson se expande desde 1140 psig y -87 °F hasta 440 psig y -118 °F, esta se constituye en la corriente de reflujo de la columna de recobro.

La corriente alimentada al expansor disminuye su presión desde 1140 psig hasta 440 psig, con la consiguiente disminución de temperatura de -4 °F a -70 °F. Esta corriente es alimentada al primer plato de la columna de recobro. La columna de recobro (D8-11.0321) separa aproximadamente el 93 % de propano de la corriente de alimentación. En el fondo de ella se controla la relación C1 / C2 en 0.12 por medio de calentamiento (en los rehervidores, cuyo fluido de calentamiento es aceite térmico) del fondo de la columna a 78 °F, y obteniendo en el tope -101 °F. La corriente de tope de la

columna es la línea fría para el intercambio de calor en el intercambiador criogénico.

El líquido de fondo de la columna de recuperación entra en la torre desmetanizadora (D8-11.0322). Esta columna lleva a especificación de calidad el LGN controlando la relación C2 / C3 en 0.02 en el fondo, valor máximo requerido en la planta de fraccionamiento Jose. Opera a 40 psig en el tope y a 445 psig en el fondo para el modo rechazo de etano. El reflujo de la torre (1143GPM) es garantizado por un condensador parcial (D2-11.0308) que utiliza propano de baja presión. El producto de fondo es calentado por dos rehervidores de aceite (D2-11.0309.1 y 2) para así mantener la relación C2 / C3 del producto en especificación.

El tope de la columna de recobro (319MMPCND) a -101 °F intercambia calor con el gas de entrada, en la caja fría saliendo a 54 °F. Esta corriente se mezcla con 39.8 MMPCND proveniente del tope de la columna desmetanizadora, para pasar al compresor asociado al expansor (D4-11.0301), donde se comprime hasta 484 psig. Se toman 8.7 MMPCND para cumplir con los requerimientos de la planta de gas combustible y 11 MMPCND para ser utilizados como gas de regeneración, el gas húmedo a 120 °F se mezcla con el flujo principal para su compresión final. El flujo total (350MPCND) del gas residual, es comprimido por dos compresores de una sola etapa (D4-11.0302/03) hasta 1200 psig, luego es enfriado y distribuido al mercado interno a través de la red nacional de gasoductos, este proceso se puede visualizar en el diagrama general de producción, como se muestra en la figura 4.1.

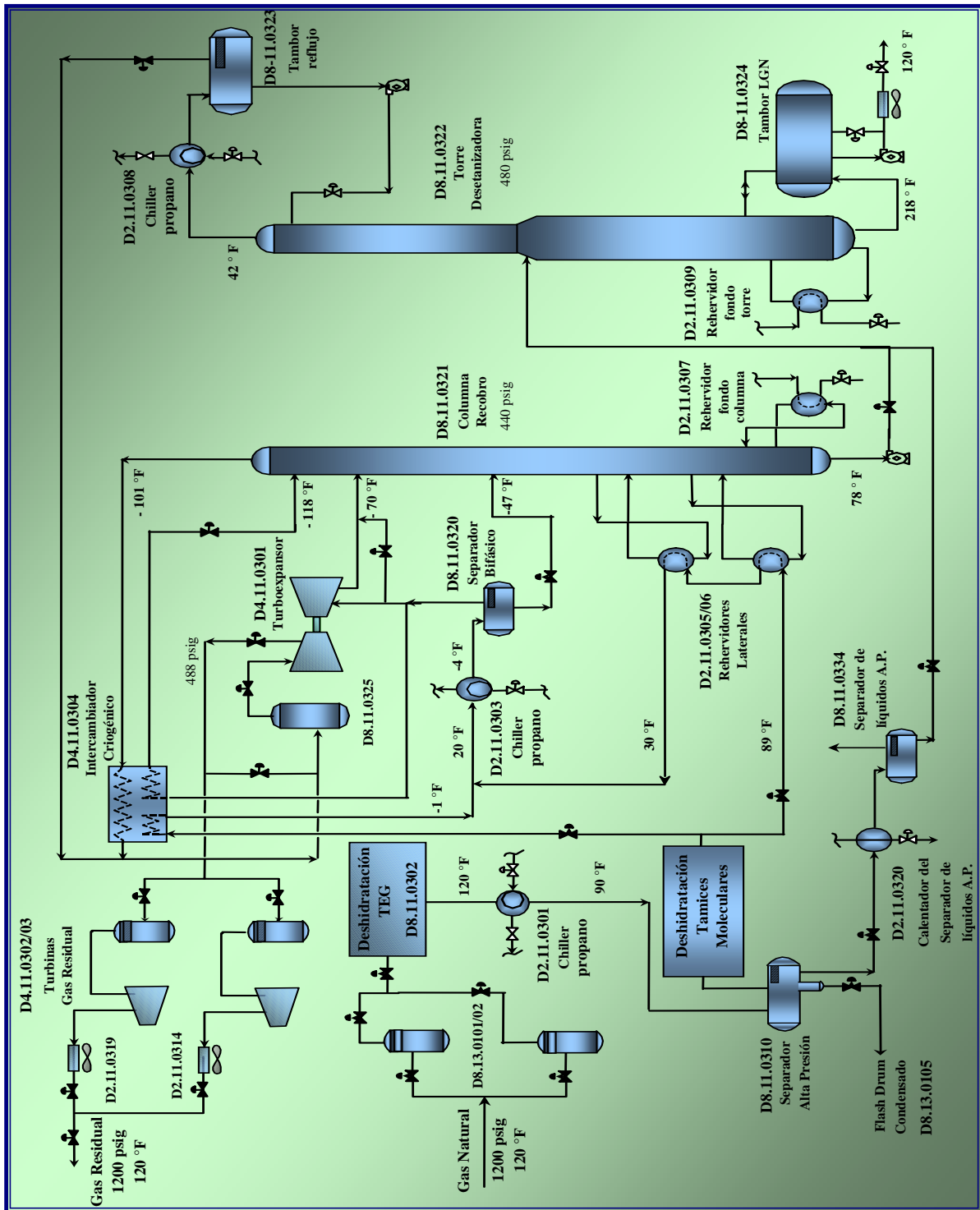


Figura 4.1. Proceso general de producción.

Fuente: Manual de Operaciones.

4.2. FASES PARA LA OBTENCIÓN DE LGN

Dentro del proceso de producción existen fases o etapas que se realizan en la planta de Extracción Santa Bárbara para la obtención de los Líquidos del gas natural (LGN), entre ellas tenemos las siguientes (ver fig. 4.2):

- ❖ **Facilidades de entrada:** cuenta con depuradores y un slug catcher, para depurar el gas a la entrada.
- ❖ **Deshidratación con glicol:** cada tren consta de un contactor de glicol con capacidad para deshidratar 400 MMPCND, en esta fase se remueve el agua (H₂O) del gas, utilizando un químico denominado glicol.
- ❖ **Deshidratación con tamices moleculares:** cada tren posee unos lechos de antracitas que remueven el agua hasta 0,01 ppm de agua, posee un sistema de regeneración con gas caliente, el cual le permite mantener dos lechos operativos y uno regenerándose.
- ❖ **Enfriamiento y expansión:** en esta etapa se encuentra un sistema de refrigeración con propano, un intercambiador criogénico y un expansor, con lo cual se reduce la presión de entrada de 1200 psi hasta 450 psi, lográndose obtener temperaturas inferiores a los -100 °F.
- ❖ **Estabilización y desetanización:** en esta etapa el líquido producto de la expansión es estabilizado y se separa los hidrocarburos livianos (gas) de los pesados (LGN).

- ❖ **Compresión:** el gas residual es comprimido desde 450 psi hasta 1200 psi, y es enviado a inyección y a ventas.

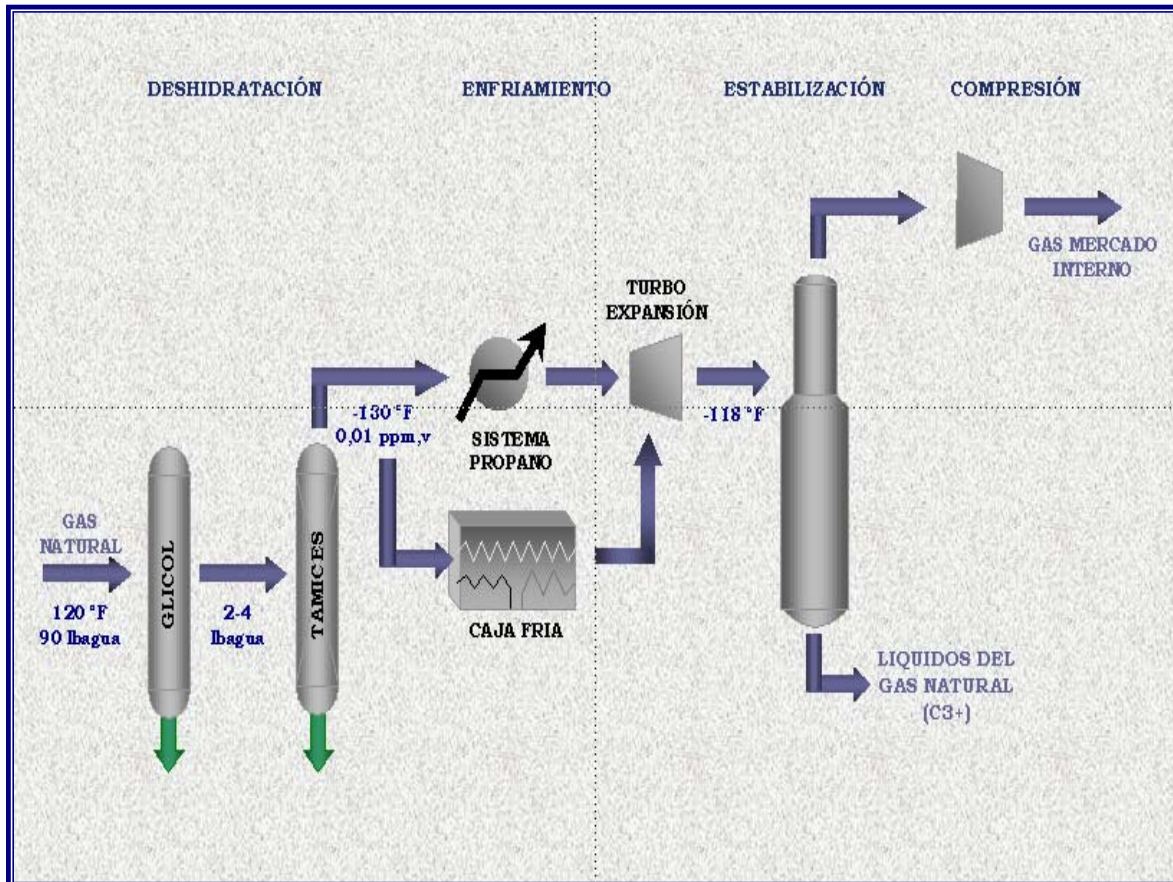


Figura 4.2. Fases para la obtención de LGN.

Fuente: Manual de Operaciones.

4.3. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

El sistema de refrigeración, ver anexo B, es una red de equipos donde el propano es utilizado como medio refrigerante. Uno de los equipos principales que lo conforman es el tanque acumulador de propano D8-

11.1002, el cual alimenta de propano líquido a los demás equipos que componen el sistema de refrigeración.

La refrigeración de propano para la planta de LGN está a cargo de un sistema de propano de tres etapas, como se muestra en la figura 4.3, el cual consta de dos compresores centrífugos (D4.11.1001 y 02), los cuales comparten el tambor de succión D8.11.1001, los enfriadores de aire D2.11.1001 y el acumulador D8.11.1002.

Tres equipos de la planta de extracción requieren refrigeración de propano: el enfriador de propano D2.11.0303, el condensador de reflujo del desmetanizador D2.11.0308 y el enfriador de propano para gas caliente D2.11.0301.

Las diferentes modalidades de operación hacen necesario que el condensador de reflujo del desmetanizador D2.11.0308 opere utilizando diferentes presiones de propano.

Durante la recuperación de etano, el reflujo del desmetanizador opera a $-5\text{ }^{\circ}\text{F}$, lo cual requiere un propano de baja presión para enfriamiento. El flujo de propano de baja presión está en su nivel máximo. Cuando se pasa a la modalidad de rechazo de etano, la temperatura de reflujo del desmetanizador aumenta a $32\text{ }^{\circ}\text{F}$, lo cual requiere un propano de presión media para enfriamiento; el flujo de este propano llega a su nivel máximo. El flujo de propano de baja presión disminuye, pues sólo el enfriador de propano D2.11.0303 requiere propano de baja presión para enfriamiento.

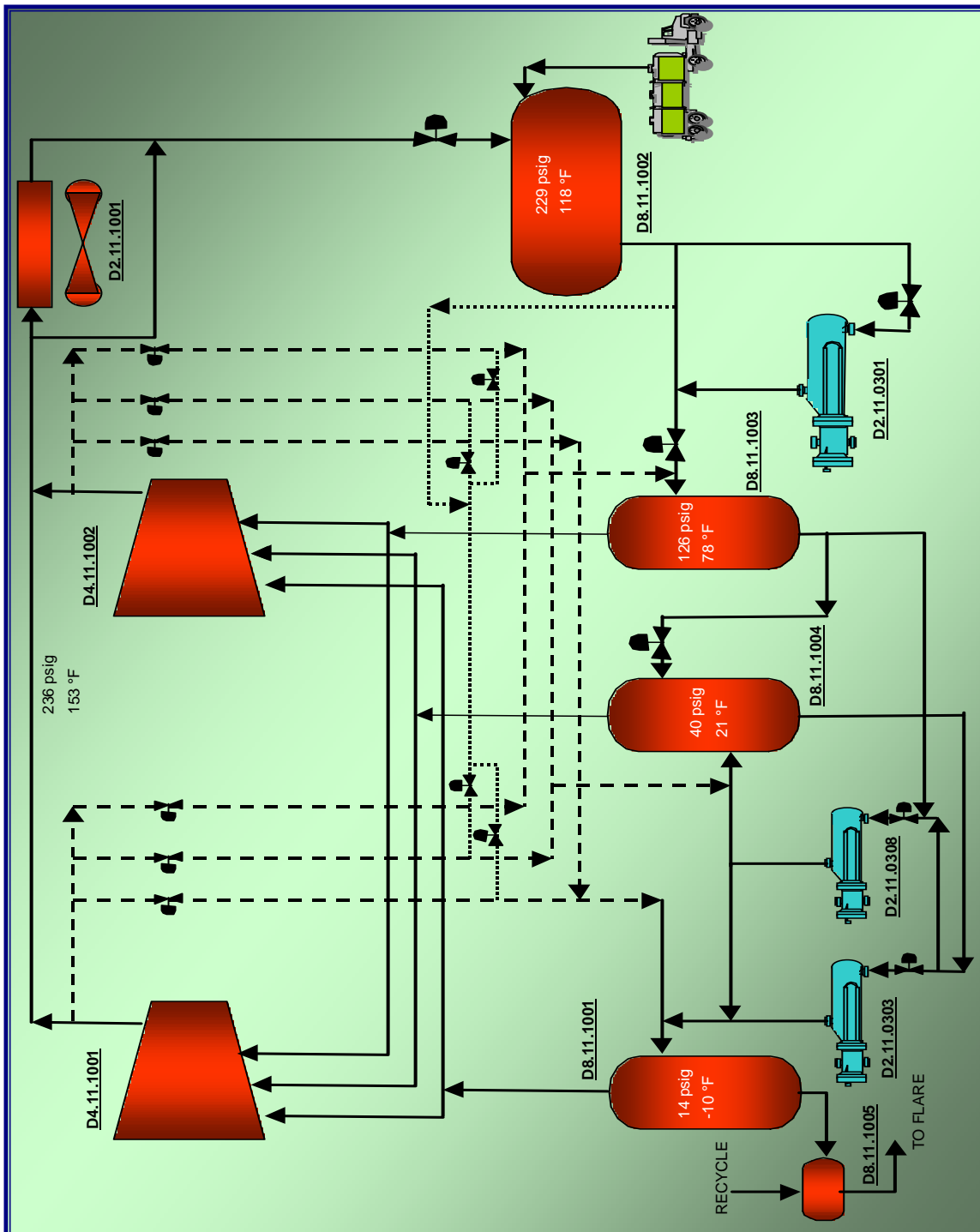


Figura 4.3. Sistema de refrigeración con propano.

Fuente: Manual de Operaciones.

4.4. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN CUANTO A LOS PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIAS Y LOS ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS DESARROLLADOS EN LA PLANTA DE EXTRACCIÓN SANTA BÁRBARA

Actualmente la Planta de Extracción Santa Bárbara cuenta con los planes de emergencias de las unidades o equipos con alto potencial de explosión, pero éstos están desactualizados, la última revisión que se les realizó data del año 1.999. También cuenta con un plan general de contingencia, que igualmente data del año 1.999, y un plan general de desalojo al cual se le realizó la última revisión en el año 2.000.

Los procedimientos de emergencias de dichos planes deben ser practicados periódicamente, realizándose simulacros de cada plan mensualmente. Los simulacros son realizados por cuatro grupos, es decir, que se deben hacer cuatro simulacros del mismo plan en un mes. Sin embargo, no se cumple a cabalidad la planificación de éstos y los que se ejecutan se hacen en los turnos donde hay la menor cantidad de trabajadores.

La brigada de emergencia está conformada por once trabajadores de los distintos departamentos o secciones existentes en planta. Estos brigadistas realizan semanalmente prácticas sobre lo concerniente a las situaciones de emergencia que pudieran presentarse. Algunas de las prácticas realizadas por ellos son: uso y manejo de extintores, equipos de aire autocontenido, rescate, espacios confinados, primeros auxilios, entre otras.

La Planta de Extracción Santa Bárbara cuenta con un sistema de alarmas al cual se le realiza una prueba semanal. Ésta prueba consiste en hacer sonar la alarma, previamente avisada vía Gaitronics por el panelista de turno desde la sala de controles, el cual debe seguir una serie de pasos estipulados en el procedimiento de prueba de alarmas de la planta. Allí se presentan tres tipos de alarmas diferentes, donde cada una advierte sobre una situación específica de emergencia.

Los tipos de alarmas son:

- ❖ Alarma de sonido continuo, la cual advierte presencia de fuga de gas.
- ❖ Alarma de sirena corta, que indica presencia de incendio.
- ❖ Alarma intermitente, que indica desalojo del área.

En la Planta de Extracción Santa Bárbara los análisis de consecuencias fueron considerados para la construcción de la instalación, para lo cual se realizaron los estudios de ingeniería de riesgos correspondientes, cumpliendo con lo establecido en el manual **PDVSA IR-S-02** "Criterios para el Análisis Cuantitativo de Riesgos". Sin embargo, luego de la construcción de la planta se desarrollaron planes de emergencias, a los cuales no se les aplicó estudios de ingeniería de riesgos donde se analicen las consecuencias de los posibles eventos que pueden suscitarse.

4.5. CONDICIONES AMBIENTALES

La forma y la conducta de la nube de los gases y/o vapores emitida a la atmósfera, depende de las condiciones ambientales presentes al momento de ocurrir el evento definido. La velocidad y la dirección del viento permiten

estimar la trayectoria y extensión de la sustancia fugada, con lo que se establece la zona de afectación.

En la tabla 4.1 se muestran los datos meteorológicos utilizados en el presente estudio, los cuales fueron suministrados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), reflejados en el anexo C.

Tabla 4.1. Condiciones ambientales.

Identificación de variables	Planta de Extracción Santa Barbara
Velocidad del viento	3.5 m/s
Temperatura del medio ambiente	27°C
Humedad relativa	68,5%
Estabilidad atmosférica	0.156
Estabilidad atmosférica	D
Precipitación	950 mm a 1100 mm
Latitud	09°35'24,7"
Longitud	63°36'3,2"
Altitud	193 msnm

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).

4.6. CONDICIONES DE DISEÑO Y OPERACIÓN DEL EQUIPO

Los parámetros de diseño y operación utilizados en los cálculos de consecuencias del presente estudio se muestran en la tabla 4.2 y tabla 4.3 respectivamente.

Tabla 4.2. Condiciones de diseño del equipo.

Acumulador de Propano (D8-11.1002)	
Presión (Psig)	320
Temperatura (°F)	168
Dimensiones	12' de diámetro x 48' de largo
Material	Acero al Carbono SA-516GB-70

Fuente: Ingeniería de Procesos.

Tabla 4.3. Condiciones de operación del equipo.

Acumulador de Propano (D8-11.1002)	
Presión (Psig)	229
Temperatura (°F)	118
Volumen normal de operación	250 barriles

Fuente: Ingeniería de Procesos.

4.7. ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE OCURRENCIA DE EVENTOS NO DESEADOS A TRAVÉS DEL DIAGRAMA CAUSA-EFECTO

Como lo hemos dicho en el capítulo I, cuando hablamos de “eventos no deseados” nos referimos a accidentes como incendios, fugas, derrames y explosiones, entre otros.

En el caso del tanque acumulador de propano, se pueden presentar eventos no deseados tales como:

- ❖ Dispersión de vapor,
- ❖ Explosión de nube de vapor, y
- ❖ Antorcha de fuego.

Estos eventos ocurren por acciones subestándares o condiciones subestándares, ya que la gente comete actos incorrectos y los equipos, herramientas, maquinarias o lugares de trabajo no se encuentran en condiciones adecuadas.

Las causas que generan eventos no deseados se muestran en la figura 4.4.

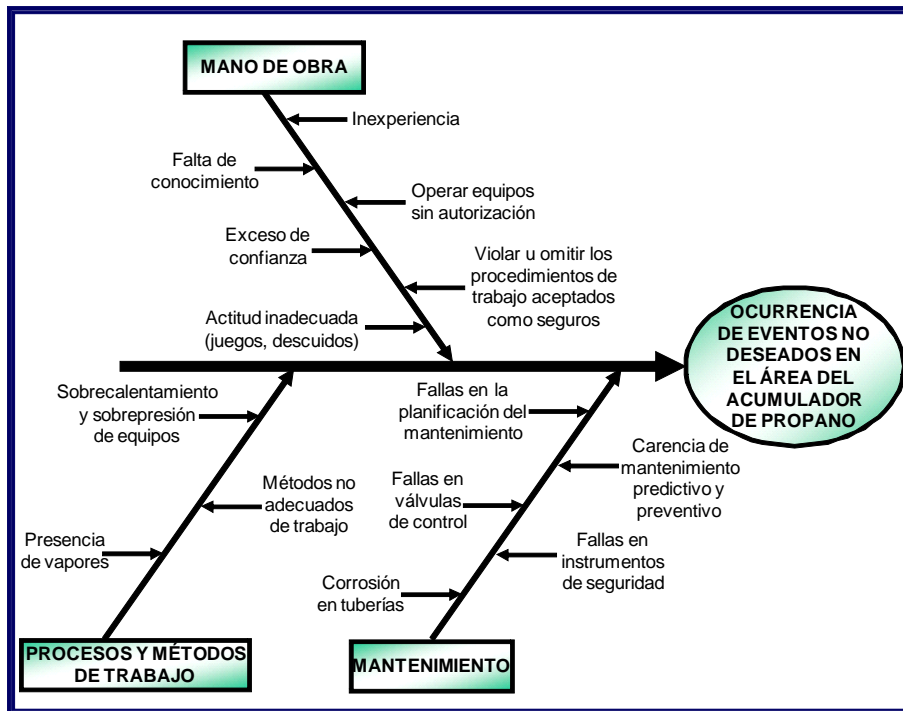


Figura 4.4. Diagrama causa-efecto de eventos no deseados.

Fuente: Lyonnet P. (1989). Modificado por el autor, 2009.

4.7.1. Mano de obra

Inexperiencia

Los trabajadores no tienen suficiente experiencia para desempeñarse con eficiencia y eficacia en el cargo que están desempeñando.

Falta de conocimiento

No se posee el conocimiento necesario para realizar las actividades de manera correcta en el campo de trabajo.

Operar equipos sin autorización

Los trabajadores manipulan equipos sin previa autorización para realizarla.

Exceso de confianza

Realizan actividades que para ellos son una rutina y se confían de su experiencia sin darle la importancia que requiere llevar a cabo dicha actividad.

Violar u omitir los procedimientos de trabajo aceptados como seguros

Los trabajadores incumplen la correcta ejecución de los procedimientos de trabajo aceptados como seguros, y en vez de éstos aplican procedimientos que no son los más idóneos.

Actitud inadecuada

Los trabajadores al momento de realizar alguna actividad en el campo de trabajo adoptan actitudes inadecuadas, como juegos o descuidos del trabajo, que repercuten en el riesgo de equivocarse y provocar un evento no deseado.

4.7.2. Procesos y métodos de trabajo

Sobrecalentamiento y sobrepresión de equipos

Los equipos sufren excesos de temperatura y presión, debido a las condiciones propias del proceso, lo cual los debilita y provoca la ocurrencia de un evento no deseado.

Métodos no adecuados de trabajo

Los métodos o procedimientos para llevar a cabo los trabajos no son los más eficaces, permitiendo incurrir en errores que pueden generar eventos no deseados.

Presencia de vapores

En el sistema de refrigeración con propano existen pequeñas fugas, lo cual genera la presencia de vapores inflamables en esa área, aumentando el riesgo de ocurrir un incendio o una explosión.

4.7.3. Mantenimiento

Fallas en la planificación del mantenimiento

El mantenimiento no lleva una programación adecuada a los requerimientos de cada equipo.

Carencia de mantenimiento predictivo y preventivo

La falta de mantenimiento tanto predictivo como preventivo, hacen que la vida útil de los equipos sea más corta y éstos fallen inesperadamente.

Fallas en válvulas de control

A raíz del mantenimiento inadecuado, las válvulas de control de paso de fluidos presentan fallas de funcionamiento y colapsan.

Fallas en instrumentos de seguridad

Si los instrumentos de seguridad, como paneles de control o activación de alarmas, no funcionan al momento de que colapse alguna válvula aumenta el riesgo de que no pueda solventarse la situación y que ocurra una ruptura en una tubería o un equipo y se produzca una fuga de gas, un incendio o una explosión.

Corrosión en tuberías

Las tuberías se van corroyendo con el paso del tiempo, y si no se les aplica el mantenimiento apropiado y necesario, éstas van a presentar rupturas generando fugas, ocurriendo con ello eventos no deseados.

CAPÍTULO V

Cálculos de consecuencias.

5.1. CONSECUENCIAS DE LA OCURRENCIA DE EVENTOS NO

DESEADOS

El efecto que puede generar la ocurrencia de cualquiera de los eventos antes mencionados será de mayor o menor magnitud de acuerdo al área de ruptura que se presente en los distintos diámetros de tuberías conectadas a los equipos existentes en las instalaciones.

Las consecuencias están directamente relacionadas con los criterios de daños que pueden generar los eventos no deseados. Estos criterios de daños son: exposición a gases y/o vapores tóxicos, exposición a radiación térmica y exposición a explosiones.

Los accidentes ocurridos en instalaciones industriales tienen un gran impacto a escala mundial en cuanto a pérdidas humanas y pérdidas económicas, y sobre todo en las instalaciones donde están presentes sustancias altamente explosivas y/o tóxicas, que son las que generan mayores daños. En la tabla 5.1 se muestran los principales accidentes con mayor impacto desde el año 1.944 hasta el año 2.004.

Tabla 5.1. Accidentes con gran impacto a escala mundial.

Año	Lugar	Sustancia involucrada	Tipo de Accidente	Daños	
				Muertos	Lesionados
2004	Ryongchon, Corea del Norte	Gasolina y Nitrato de Amonio	Explosión	161	+1.300
2003	Veracruz, México	GLP	Explosión	4	62
2003	Puertollano, España	Gasolina	Explosión	8	3
2001	Toulouse, Francia.	Fertilizantes	Explosión	39	2.500
1992	Guadalajara, México.	Combustible	Explosión	200	1.500
1988	Mar del Norte	Petróleo	Explosión	167	59
1984	Bhopal, India.	Isocianato de metilo	Escape	3.500	200.000
1984	San Juan de Ixhuatepec, México.	GLP	BLEVE	1.500	+ 4.200
1982	Tocoa, Venezuela	Fuel-Oil	Boilover	180	+ 150
1979	Good Hope, EE.UU.	Butano	BLEVE	12	--
1978	Santa Cruz, México.	Metano	Incendio	52	--
1978	Waverly, EE.UU.	Propano	BLEVE	12	--
1977	Cartagena, Colombia	Amoníaco	BLEVE	30	25
1974	Flixborough, Reino Unido.	Ciclohexano	Explosión	28	89
1973	Kingman, EE.UU.	Propano	BLEVE	13	--
1972	Río de Janeiro, Brasil	Propano	BLEVE	37	--
1967	Louisiana, EE.UU.	Isobutano	Explosión	7	13
1966	Feyzin, Francia.	GLP	BLEVE	18	90
1959	Weldria, EE.UU.	Propano	BLEVE	23	s/d
1948	Ludwigshafen, Alemania.	Eterdimetílico	BLEVE	245	3.800
1947	Texas City, EE.UU.	Nitrato amónico	Explosión	468	--
1944	Cleveland, Ohio, EE.UU.	Metano	Incendio	136	77

Fuente: Ercilla 2.005.

5.1.1. Exposición a gases y/o vapores tóxicos

El efecto de los gases y/o vapores tóxicos depende del tiempo y de la concentración a la que las personas pueden estar expuestas.

En el caso a evaluar, donde el componente es el propano, no existe riesgo de afectación tóxica debido a las características de dicho componente,

y el peligro para la salud asociado con escapes de este gas es asfixia por desplazamiento de oxígeno.

5.1.2. Exposición a radiación térmica

Para los cálculos de consecuencias de los escenarios que pueden presentarse en el acumulador de propano, se considerarán tres niveles de radiación térmica, tal como se muestra en la tabla 5.2, tomando en cuenta los criterios establecidos en la norma **PDVSA IR-S-02** sobre los efectos de radiación.

Tabla 5.2. Niveles de radiación térmica considerados.

Intensidad de radiación	Observaciones
1,6 Kw/m ² (440 BTU/hr-pie ²)	Máximo flujo de calor radiante permisible para exposición continua de personas, sin ofrecer peligro significativo.
5,0 Kw/m ² (1600 BTU/hr-pie ²)	Flujo de calor radiante en el cual podrían ocurrir quemaduras de segundo grado en la piel humana expuesta por 30 segundos.
7,27 Kw/m ² (2700 BTU/hr-pie ²)	Nivel de radiación para 1 % de fatalidad a personas expuestas durante 30 segundos.

Fuente: Manual de Ingeniería de Riesgos PDVSA IR-S-02.

5.1.3. Exposición a explosiones

Para los efectos de explosiones se considerarán tres niveles de sobrepresión, mostrados en la tabla 5.3, tomando en cuenta los criterios

establecidos en la norma **PDVSA IR-S-02** sobre efectos a instalaciones y personas.

Tabla 5.3. Niveles de sobrepresión considerados.

Niveles de sobrepresión	Observaciones
0,3 Psig	5% de vidrios rotos. Nivel límite para lesiones por fragmentos de vidrio.
1,0 Psig	Demolición parcial de estructuras convencionales.
2,4 Psig	Nivel de sobrepresión para 1% de fatalidad.

Fuente: Manual de Ingeniería de Riesgos PDVSA IR-S-02.

5.2. SELECCIÓN DE LOS TAMAÑOS DE ORIFICIOS DE FUGAS

Debido a la fuerte influencia de los diámetros de orificios de fuga en los resultados de las consecuencias finales, es recomendable establecer tamaño de agujeros que representen casos o fugas menores, medianas y mayores, donde el rango de tamaños permita evaluar las consecuencias dentro de la planta.

Según lo contemplado en la norma **PDVSA IR-S-02** “Criterios para el Análisis Cuantitativo de Riesgos”, se recomienda seleccionar los diámetros equivalentes de orificios de fuga dentro de los siguientes rangos:

❖ **Fuga menor:**

Orificios de 1/4” hasta 1” de diámetro (6,25–25 mm)

Asociadas a fuga a través de empaaduras, uniones, estoperas de equipos rotativos, corrosión, pinchazos, y otros.

❖ **Fuga mediana:**

Orificios de 1" hasta 2" de diámetro (25 –50 mm)

Asociada a perforación de tuberías o equipos, defectos de fabricación, y otros.

❖ **Fuga mayor:**

Orificios de 2" hasta 6". (Dentro de la instalación, rotura total hasta diámetros de tuberías de 6" y fuera de la instalación rotura total del diámetro de tubería).

Para el caso del acumulador de propano consideraremos los siguientes diámetros de orificios de fuga:

- ❖ Fuga menor: 1/4" de diámetro.
- ❖ Fuga mediana: 1" de diámetro.
- ❖ Fuga mayor: 6" de diámetro.

5.3. ESCENARIOS EVALUADOS

Están compuestos por las líneas de tuberías asociadas al tanque acumulador de propano, los tipos de casos a evaluar y los diámetros de orificios de fuga.

Las líneas de tuberías son de 12" y 16"; cada una tendrá una combinación con los casos de dispersión de vapor, explosión y antorcha de fuego, y con los diámetros de orificios de fuga de 1/4", 1" y 6".

Típicamente los escenarios que se presentan en una instalación que procese hidrocarburos son: fugas de fluidos tóxicos o inflamables de equipos de proceso, tuberías y tanques de almacenamiento, y explosiones de nubes de vapor.

5.4. CÁLCULOS DE CONSECUENCIAS HACIENDO USO DEL PROGRAMA CANARY

El programa **CANARY by Quest[®]** es utilizado para predecir la extensión y severidad de las consecuencias peligrosas que pueden presentarse cuando son liberados a la atmósfera fluidos inflamables o tóxicos. En la figura 5.1 se muestra la presentación del programa.

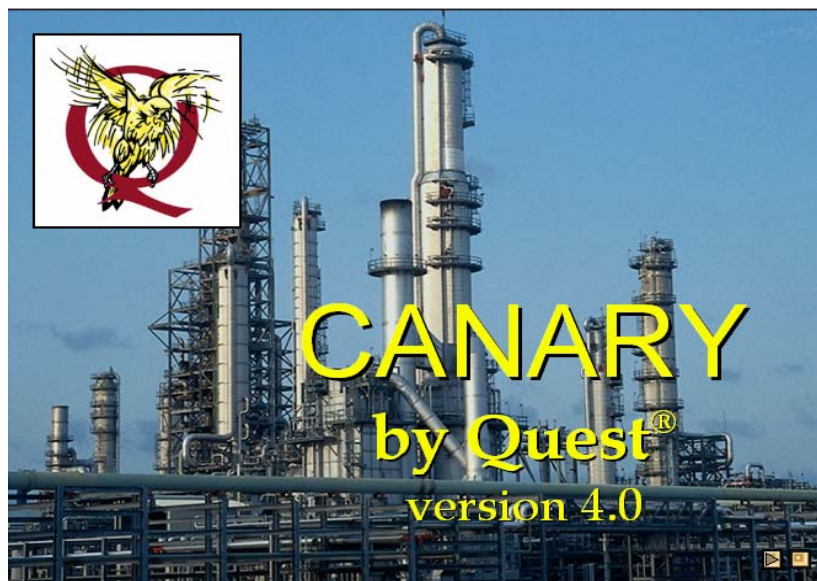


Figura 5.1. Presentación de CANARY by Quest[®].

Fuente: Programa Canary by Quest[®].

Este programa cuenta con una base de datos de 250 componentes y los cálculos pueden ser realizados tanto para un componente individual como para una mezcla de hasta diez componentes; adicionalmente dispone de una base de datos de diferentes características físicas y termodinámicas de las mezclas empleadas en los diversos productos utilizados en la industria petrolera.

En la primera pantalla que muestra el programa Canary, como se puede visualizar en la figura 5.2, se pueden apreciar las funciones descritas a continuación:

Project: permite dirigir los resultados hacia un directorio específico.

Input: permite ingresar la información para describir un nuevo caso.

Run: ejecuta uno o varios casos después de introducida la información.

Output: presenta los gráficos y tablas de resultados.

Edit: permite modificar un caso ingresado.

Delete: permite borrar registros asociados a cualquier caso individual.



Figura 5.2. Pantalla principal del CANARY.

Fuente: Programa Canary by Quest®.

Al seleccionar la opción “Input”, el programa mostrará otra pantalla, como se muestra en la figura 5.3, para describir uno de los casos que pueden presentarse en el tanque Acumulador de Propano, donde se introducen los siguientes datos: título del caso, nombre del caso, identificación del usuario, número de proyecto, tipo de caso a ser evaluado, y el tipo de unidades en que se desea desarrollar la corrida.

El caso que se presentará como ejemplo será “Fuga menor de propano”, de tipo Dispersión de Vapor/VCE (Vapor Dispersion/VCE), en tubería de 12”.



The screenshot shows a dialog box titled "Title Screen" with a close button in the top right corner. The dialog contains the following fields and options:

- Project Directory: \usr\canary\results\
 - Case Title: Fuga menor de propano.
 - Case Name: RZVP
 - User ID: Luis Quinán
 - Project Number: 01
- Case Type (radio buttons):
 - Vapor Dispersion/VCE
 - Explosions
 - Pool Fire
 - Flare/Torch Fire
 - Fireball (BLEVE)
- Units (radio buttons):
 - Metric
 - English
- Buttons: Cancel and Next ->

Figura 5.3. Pantalla de inicio de descripción del caso.

Fuente: Programa Canary by Quest®.

Luego se deben introducir, como se muestra en la figura 5.4, los siguientes datos: nombre del componente de la sustancia, fracción molar, temperatura de almacenamiento, presión de almacenamiento; y se puede verificar la fase

en que se encuentra la sustancia a esas condiciones de presión y temperatura.

ID #	Component Name	Mole Fraction
3	3 = C3H8 Propane	1
0		0
0		0
0		0
0		0
0		0
0		0
0		0
0		0
0		0

Initial Phase
 Vapor Liquid 2-Phase

Sum of Mole Fractions: 1

Temperature: 47.78 C

Pressure: 1682.32 kPa

Buttons: Verify Phase/Renormalize, Bubble/Dew Points, < Previous, Cancel, Next >

Figura 5.4. Selección del componente, temperatura y presión.

Fuente: Programa Canary by Quest®.

Seguidamente se deben introducir datos sobre las condiciones ambientales de la zona donde está ubicada la Planta de Extracción Santa Bárbara, tales como: velocidad del viento, altura de medida de velocidad del viento, clase de estabilidad, humedad relativa, temperatura del aire, temperatura de la superficie, tipo de superficie, y terreno circundante. Ver figura 5.5.

Reference wind speed:	3.5	m/s
Wind speed measurement height	10	m
Stability class (Pasquill-Gifford, A-F)	D	
Relative humidity	68.5	%
Air temperature	27	C
Spill surface temperature	25	C
Spill surface	Dike material - high density concrete	
Surrounding terrain (Zr)	Forest, dense urban, or process area, [1.0 m]	
Surrounding surface roughness	1	m

< Previous Cancel Next >

Figura 5.5. Introducción de datos ambientales.

Fuente: Programa Canary by Quest®.

Los siguientes datos que deben introducirse son: tipo de emisión, flujo normal en la tubería, volumen del recipiente (del acumulador de propano), porcentaje de líquido en el recipiente, altura del líquido con respecto al punto de emisión, diámetro de la tubería, área de la emisión (tamaño del orificio de fuga), altura del punto de emisión, y ángulo de emisión con respecto a la horizontal. Ver figura 5.6.

R2VP: Release Description

Type of Release

Instantaneous Release Mass Released: 0 kg

Continuous Release Release Duration: 60 minutes

Regulated Unregulated

Regulated flow: 20512.9 kg/s

Normal flow rate: 20512.9 kg/s

Duration of normal flow: 0 min

Volume of vessel: 39.7468 cu. m

Percent of vessel filled with liquid: 50 %

Liquid head above release point: 2.83 m

Pipe diameter: 0.3048 m

Release area (hole size): 3.16692e-00 sq. m

Pipe length upstream of break: 0 m

Pipe length downstream of break: 0 m

Height of release point: 1 m

Angle of release from horizontal: 0 deg.

<- Previous Cancel Next >

Figura 5.6. Descripción de la emisión.

Fuente: Programa Canary by Quest®.

En la siguiente pantalla mostrada por el Canary, ver figura 5.7, se describe el tipo de confinamiento del lugar donde se encuentra la fuga, seleccionando entre: no confinado, confinado ó confinado con subacorralamiento.

En la última pantalla, ver figura 5.8, se especifica el tipo de análisis que se desea realizar; en este caso se selecciona dispersión de vapor/VCE (Vapor Dispersion/VCE). De igual manera, se selecciona el tipo de descarga, bien sea tóxica o inflamable; como el propano no es tóxico, en este caso se escoge la opción descarga inflamable (Flammable Release). Se deben introducir los datos de nivel de reactividad, densidad de obstáculos y expansión de la llama, así como los niveles de concentración y sobrepresión. Y por último, se selecciona la opción “Done” para guardar la información del caso en estudio.

R2VP: Liquid Impoundment

Type of Impoundment

Unconfined Confined Confined with subimpoundment

Impoundment Description			Subimpoundment Description		
Volume	50000	cu. m	Volume	200	cu. m
Diameter	1.00	m	Diameter	10	m
Slope of floor	0.01	rise/run	Slope of floor	0.01	rise/run
Vapor release area	100000	sq. m	Vapor release area	100	sq. m
Floor area	100000	sq. m	Floor area	100	sq. m
Wall area	2000	sq. m	Wall area	80	sq. m

<- Previous Cancel Next ->

Figura 5.7. Tipo de confinamiento del lugar donde se encuentra la fuga.

Fuente: Programa Canary by Quest®.

R2VP: Vapor Dispersion Endpoints

Type of Analysis

Vapor Generation only Vapor Dispersion Vapor Dispersion/VCE

Type of Endpoint

Toxic Release Flammable Release

Track Mixture

Track Component: 3 = C3H8 Propane

Baker-Strehlow VCE

Fuel Reactivity	Obstacle Density	Flame Expansion
<input type="radio"/> Low	<input type="radio"/> Low	<input type="radio"/> 1-D
<input checked="" type="radio"/> Medium	<input checked="" type="radio"/> Medium	<input type="radio"/> 2-D
<input type="radio"/> High	<input type="radio"/> High	<input checked="" type="radio"/> 3-D

Reflection factor: 2

Concentration Endpoints

ppmv mole %

UFL mole %

LFL mole %

1/2 LFL mole %

Dispersion coefficient averaging time: 1 min

Overpressure Endpoints

13.789 kPag

4.826 kPag

1.034 kPag

<- Previous Cancel Done

Figura 5.8. Información del tipo de análisis a realizar.

Fuente: Programa Canary by Quest®.

Para realizar los cálculos de los demás escenarios evaluados se siguen los mismos pasos que se ejecutaron en el anteriormente descrito.

5.5. ESTABLECIMIENTO DE LA MAGNITUD Y POTENCIALIDAD DE AFECTACIÓN DE LA OCURRENCIA DE UN EVENTO NO DESEADO

Los resultados obtenidos, ver anexo D, luego de realizados todos los cálculos de los distintos escenarios están reflejados en la tabla 5.4, donde las consecuencias o la afectación de los mismos se expresan en metros (m).

Tabla 5.4. Magnitud y potencialidad de afectación.

Código del escenario	Descripción del escenario	Tamaño de orificio (pulg)	Consecuencias (m)							
			Dispersión de nubes Inflamables		Radiación Térmica (Kw/m ²).			Sobrepresión (psig).		
			LII	LSI	7.27	5	1.6	2.4	1	0.3
R2	Ruptura de la línea de tubería de 12" de salida del acumulador hacia el equipo D8-11.1003.	1/4	2.12	3.83	13.7	14.6	18.8	0.0	3.7	18.4
		1	8.37	56.6	39.6	43.1	58.1	0.0	39.7	196.6
		6	160.87	429.33	204.3	215.6	306.5	0.0	218.7	1081.9
R3	Ruptura de la línea de tubería de 16" de retorno al acumulador de propano.	1/4	1.64	2.93	13.3	14.5	19.0	0.0	3.1	15.2
		1	6.54	11.68	38.6	42.8	57.8	0.0	12.3	60.8
		6	39.43	371.09	204.1	215.4	306.4	0.0	209.3	1035.4

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO VI

Propuesta del plan de emergencia.

6.1. PLAN DE EMERGENCIA BASADO EN EKL DEL ACUMULADOR DE PROPANO

En este se establecen las acciones necesarias a tomar por todo el personal que hace vida en la Planta de Extracción Santa Bárbara ante la ocurrencia de un evento no deseado, como incendio o explosión en el área del acumulador de propano, con la finalidad de salvaguardar la vida de los trabajadores involucrados en la emergencia, proteger instalaciones, bienes materiales y el ambiente, además de evitar consecuencias mayores y minimizar las posibles pérdidas.

FUGA, FUEGO O EXPLOSIÓN
EN EL ACUMULADOR
DE PROPANO (D8-11.1002).



ÍNDICE

	Pág.
1. Objetivo	4
2. Campo de aplicación	4
3. Definición de términos	4
4. Condiciones del equipo	7
5. Elementos del plan de emergencia	8
5.1. Sistema de Comando de Incidentes (SCI)	8
5.1.1. Grupo de Gerencia	10
5.1.2. Grupo de Control	10
5.1.2.1. Tareas del supervisor de guardia por operaciones	11
5.1.2.1.1. Tareas de los panelistas	12
5.1.2.1.2. Tareas de los operadores del "Tren A"	13
5.1.2.2. Tareas del líder de seguridad industrial	14
5.1.2.3. Tareas del líder de PCP	14
5.1.2.4. Tareas de la brigada de emergencias	15
5.2. Grupo de apoyo de primeros auxilios	15
5.3. Grupo de apoyo logístico	16
5.4. Requerimiento de comunicaciones	17
5.4.1. Comunicación vía teléfono	18
5.4.2. Comunicación vía radio	18
5.4.3. Comunicación vía Gaitronics	19
5.4.4. Comunicación vía alarma de emergencia	19
5.5. Peligros identificados y sus consecuencias	20
5.6. Equipos de protección personal para emergencias	22

5.7. Equipos contra incendios	22
5.8. Evacuación o desalojo	24
5.9. Actualización	27
5.10. Teléfonos	27
5.10.1. Departamento de operaciones	27
5.10.2. Departamento de seguridad industrial	27
5.10.3. Sala de controles	28
5.10.4. Departamento de mantenimiento	28
5.10.5. Gerencia General de Procesamiento de Gas	29
5.10.6. Otros de interés	29
ANEXOS	30

1. OBJETIVO

Establecer las acciones necesarias a tomar por el personal que integra la Respuesta y Control de Emergencias (RCE), constituido principalmente por operadores, bomberos industriales, vigilantes, entre otros, de la Planta de Extracción Santa Bárbara ante la ocurrencia de un evento no deseado, con la finalidad de salvaguardar la vida de los trabajadores involucrados en la emergencia, proteger instalaciones, bienes materiales y el ambiente, además de evitar consecuencias mayores.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

Aplica al personal que forma parte de la respuesta y control de emergencias suscitadas en el equipo Acumulador de Propano D8-11.1002, del “Tren A” de procesos, de la Planta de Extracción Santa Bárbara, y a todo el personal que hace vida en ésta planta.

3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Amenaza: Peligro latente asociado a un fenómeno físico de origen natural, de origen tecnológico o provocado por el hombre que puede manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado, produciendo efectos adversos en las personas, los bienes, servicios y el medio ambiente. Técnicamente se refiere a la probabilidad de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad, en un sitio específico y en un período de tiempo determinado.

Emergencia: Es una serie de circunstancias irregulares que se producen súbita e imprevistamente, que podrían originar daños a las personas, propiedad y/o ambiente y que demanda acciones inmediatas.

Emergencia menor: Cualquier acontecimiento que sin poner en peligro la vida de las personas, representa un riesgo de daños a la propiedad o al ambiente y que están dentro de la capacidad de control de la empresa.

Emergencia seria: Cualquier condición que ponga en peligro la vida de las personas y representa riesgos de daños a la propiedad y/o ambiente, estando dentro de la capacidad de control de la empresa.

Emergencia mayor o contingencia: Situación de emergencia en la cual se produce significativa pérdida de materiales, lesiones a las personas, daños considerables al ambiente y a terceros, que puedan paralizar o disminuir la capacidad operativa de las instalaciones e impactar negativamente en la imagen de la empresa. En caso de emergencia seria se requiere de ayuda externa y/o movilización completa de los recursos.

Fin de la contingencia: Es cuando la condición irregular es controlada y la situación regresa a la normalidad. Esta es decretada por el líder del grupo operacional o regional.

Niveles de alarma: Consiste en llamadas de emergencia que agrupa al personal de las organizaciones involucradas en equipos multidisciplinarios del trabajo, cada uno con funciones claramente definidas.

Nivel de alarma I: Será activada por el supervisor de mayor jerarquía de la organización, presente en la instalación al momento de la emergencia.

Nivel de alarma II: Será activada por el Gerente responsable de las operaciones, Superintendente afectado o custodio de la instalación, se hará posteriormente a la activación de la del nivel I, o en forma directa.

Nivel de alarma III: Será activada por el responsable por la operación, el gerente o superintendente de la región.

Prevención: Conjunto de medidas y acciones dispuestas con anticipación con el fin de evitar la ocurrencia de un evento o de reducir sus consecuencias sobre la población, los bienes, servicios y medio ambiente.

Simulacro: Ejercicio de juego de roles que se lleva a cabo en un escenario real o construcción en la forma posible para asemejarlo.

Sistema de Comando de Incidentes (SCI): Es la estructura organizada de funciones, responsabilidades y procedimientos estandarizados utilizados para manejar y dirigir operaciones de emergencia.

4. CONDICIONES DEL EQUIPO

Condiciones de diseño.

Acumulador de Propano (D8-11.1002)	
Presión (Psig)	320
Temperatura (°F)	168
Dimensiones	12' de diámetro x 48' de largo

Material	Acero al Carbono SA-516GB-70
----------	------------------------------

Condiciones de operación.

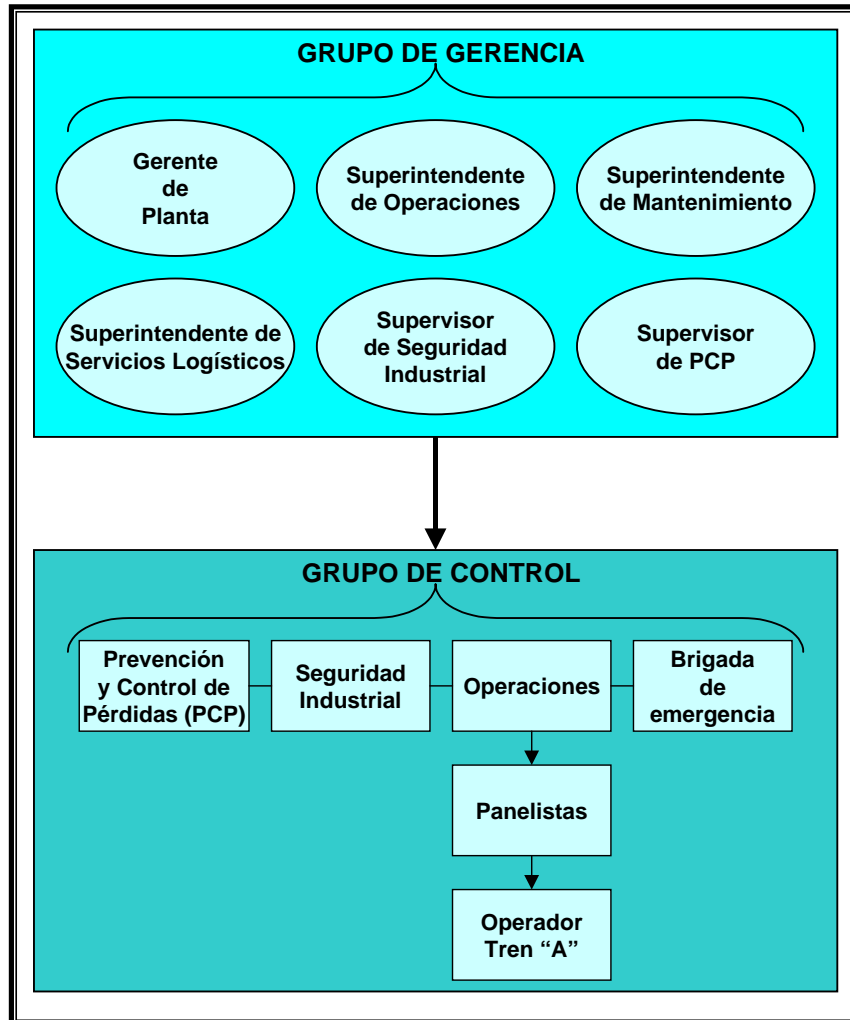
Acumulador de Propano (D8-11.1002)	
Presión (Psig)	229
Temperatura (°F)	118
Volumen normal de operación	250 barriles

5. ELEMENTOS DEL PLAN DE EMERGENCIA

5.1. Sistema de Comando de Incidentes (SCI)

Es la estructura organizada de funciones, responsabilidades y procedimientos estandarizados utilizados para manejar y dirigir operaciones de emergencia. El SCI está conformado por: Grupo de Gerencia y Grupo de Control.

Organigrama del SCI.



5.1.1. Grupo de Gerencia

Tiene como función básica la toma de decisiones mayores, es el responsable de planificar, organizar y dirigir las acciones que deben ser desarrolladas para el control de la emergencia. Estará conformado por el Gerente de Planta, Superintendente de Operaciones, Superintendente de

Mantenimiento, Superintendente de Servicios Logístico, Supervisor de Seguridad Industrial, Supervisor de PCP.

5.1.2. Grupo de Control

Se encarga de ejecutar efectivamente las labores para el control de la emergencia, haciendo cumplir las estrategias establecidas por el grupo gerencial, llevando a cabo las funciones de seguridad, planificación, operaciones de control y logística.

Para ejecutar dichas labores se han establecido grupos líderes, nombrados a continuación:

- ❖ Operaciones.
- ❖ Seguridad Industrial.
- ❖ Prevención y Control de Pérdidas (PCP).
- ❖ Brigada de emergencia.

5.1.2.1. Tareas del supervisor de guardia por operaciones

1. Notificar a los grupos de protección y combate y a vigilancia de la emergencia por radio transmisor o Gaitronic.
2. Verificar la dirección del viento y determinar hacia dónde se dirige la nube de gas, y tomar las medidas necesarias para controlar las fuentes de ignición que pudiera encontrar dicha nube.
3. Llamar al panelista por radio transmisor para:
 - Evaluar la magnitud de la emergencia.

4. Ordena al panelista:
 - .- Parar el sistema de refrigeración.
 - .- Parar el tren ó los trenes de procesos.
 - .- Aislar el tanque acumulador D8-11.1002.

5. Activar el sistema de Blow Down, a través del swicht HS-11.1032 ó manualmente a través del operador.

6. Pedir constantemente información al panelista sobre los parámetros operacionales de presión y temperatura del tanque acumulador D8-11.1002.

7. Verificar que la fuga y/o fuego ha sido controlado y notificar por radio transmisor a los grupos involucrados la finalización de la emergencia. En caso contrario evaluar la situación y decidir si es necesario activar el plan general de contingencia.

8. Autorizar al panelista para que anuncie por radio y Gai-tronic el fin de la emergencia.

5.1.2.1.1. Tareas de los panelistas

1. Activar la alarma de emergencia una (1) vez para suspender los trabajos en caliente.

2. Informar a las Plantas de Jose, San Joaquín, Muscar y Jusepin de la emergencia.

3. Espera instrucciones del jefe de guardia para:

- .- Ordenar al operador del tren "A" parar los compresores de refrigeración con propano desde el cuarto de control local.
- .- Aislar el tanque acumulador de propano D8-11.1002.
- .- Activar el swicht HS-11.1032 para desalojar los líquidos del acumulador D8-11.1002.
- .- Abrir la válvula PV-11.1032.1 para controlar la fuga.

4. Notificar al líder de operaciones de las acciones ejecutadas.
5. Notificar al líder de operaciones de las condiciones operacionales del tanque acumulador de propano D8-11.1002.

5.1.2.1.2. Tareas de los operadores del tren "A"

1. Llamar al panelista por Gai-tronic y radio transmisor e informarle de la emergencia.
2. Activar, desde cuarto de control local, paro de los compresores de refrigeración de propano D4-11.1001 y D4-11.1002.
3. Activar los monitores 11 y 12 ubicados en el área de los compresores de propano.
4. Apoyar al Técnico de Seguridad Industrial en los trabajos de conexión de mangueras en el hidrante 14 y en las labores de enfriamiento del acumulador de propano D8-11.1002 y equipos adyacentes.
5. Verificar que el acumulador D8-11.1002 esté aislado.

5.1.2.2. Tareas del líder de Seguridad Industrial

1. Trasladarse al sitio para el combate y control de la emergencia.
2. Realizar junto con el supervisor de guardia las estrategias de combate para el control de la emergencia y ubicar los recursos que se tengan para mitigar y controlar la fuga/ruptura de la línea afectada del D8-11.1002.
3. Verificar que los monitores 08, 09, 10, 11 y 12 estén activados y realizando cortinas de agua en forma efectiva.
4. Permanecer en el sitio hasta que se controle la fuga y/o fuego.

5.1.2.3. Tareas del líder de PCP

1. Notificar sobre la emergencia al guardia nacional o personal del ejercito de turno.
2. Abrir los portones para el desalojo del personal.
3. Apoya al auxiliar de vigilancia en las labores de acceso del personal a la planta.

5.1.2.4. Tareas de la brigada de emergencias

1. Colocarse a la orden del líder de respuesta control de emergencia y contingencia.

2. Apoyar al técnico de Seguridad industrial en los trabajos de mitigación y protección durante la emergencia.
3. Colaborar con los grupos de apoyo evacuación, atención de lesionados, traslados, entre otros.

5.2. Grupo de apoyo de primeros auxilios

Su misión es la de prestar los primeros auxilios a los lesionados. Sus funciones básicas son las siguientes:

1. Aplicar los protocolos específicos para la prestación de primeros auxilios, según las lesiones que se hayan presentado y la situación general que se este presentando.
2. Recibir y orientar al personal de ayuda.
3. Tener el registro e información acerca de las personas que se trasladen a hospitales o que a causa de la emergencia hayan fallecido.

Nota: Si se considera que algún lesionado requiera de atención especial, el líder debe llamar a la Clínica Industrial de Punta de Mata, perteneciente a PDVSA, para informar la situación y autorizar el traslado hasta allá.

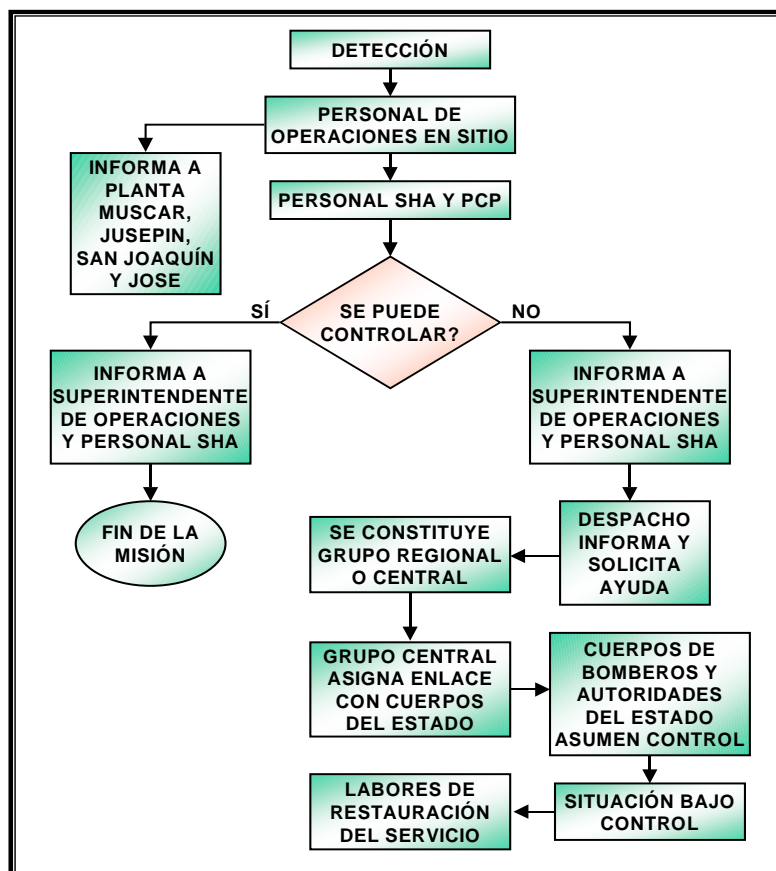
5.3. Grupo de apoyo logístico

Este grupo es coordinado por el Superintendente de Servicios. Las funciones de este grupo son:

1. Coordinar el suministro de personal, equipos, materiales, unidades de transporte, vehículos, maquinaria, mobiliario, alimentos, bebidas, alojamiento, etc., a solicitud del líder de operaciones.
2. Establecer el control de acceso hacia y desde la instalación, conjuntamente con el personal de PCP.

5.4. Requerimiento de comunicaciones

Flujograma de comunicación y acción.



Durante la situación de emergencia se utilizarán cuatro vías de comunicación, que son:

- ❖ Comunicación vía teléfono.
- ❖ Comunicación vía radio.
- ❖ Comunicación vía Gaitronics.
- ❖ Comunicación vía alarma de emergencia.

5.4.1. Comunicación vía teléfono

Este es el principal medio de comunicación dentro de planta, el mismo es utilizado por todo el personal durante las operaciones normales para transmitir información a los líderes de guardia y otras instalaciones, así como durante una emergencia.

5.4.2. Comunicación vía radio

El uso de radios durante la emergencia se limitará al personal directamente involucrado en la misma. El personal del grupo operacional y el grupo regional en sitio utilizarán el canal 1. los demás grupos y personal se comunicarán por el canal 2 de radio y Gaitronics.

Canal (1 - H). Operaciones.

Canal (2 - I). Servicios.

5.4.3. Comunicación vía Gaitronics

El sistema de comunicaciones interno (gaitronics) tendrá durante la emergencia la siguiente asignación de uso:

Canal uno (1)

Operaciones

Canal dos (2)	Mantenimiento
Canal tres (3)	Seguridad, Higiene y Ambiente
Canal cuatro (4)	Servicios y Vigilancia
Canal cuatro (4)	General.

5.4.4. Comunicación vía alarma de emergencia

Dentro de la instalación existe un sistema de alarmas que se describen a continuación:

UBICACIÓN	LUGAR DE ACTIVACIÓN	SONIDO	SIGNIFICADO
En todos los edificios y áreas de proceso	Sala de control	Contínuo	Presencia fugas de gas
En todos los edificios y áreas de proceso	Sala de control	Sirena corta	Presencia de incendio
En todos los edificios y áreas de proceso	Sala de control	Intermitente	Desalojo del área

Nota: Las alarmas son probadas todos los miércoles a las 10:00 a.m., previamente desde sala de control avisan vía radio que se le realizará la prueba semanal de las alarmas.

Al escuchar el aviso de alarma de emergencia, el personal deberá:

- ❖ Suspender todos los trabajos, tanto en frío como en caliente.
- ❖ Desconectar o apagar todos los equipos que generen calor, chispas y/o produzcan ignición.
- ❖ Proceder al desalojo de los trenes de proceso y áreas de servicios, de acuerdo al plan general de desalojo.

- ❖ Estacionar el vehículo a un lado de la vía, apagar el motor y dirigirse a pie por las vías de escape hacia el área de concentración.

5.5. Peligros identificados y sus consecuencias

Las líneas de tuberías asociadas al tanque acumulador de propano son de 3", 12" y 16"; y los diámetros de orificios de fuga son de 1/4", 1" y 6", es decir, se simularon los tres diámetros de orificios de fuga para cada diámetro de tubería, excepto el orificio de 6" en la tubería de 3" de diámetro, por ser éste mayor que la tubería.

Magnitud y potencialidad de afectación.

Código del escenario	Descripción del escenario	Tamaño de orificio (pulg)	Consecuencias (m)							
			Dispersión de nubes Inflamables		Radiación Térmica (Kw/m ²).			Sobrepresión (psig).		
			LII	LSI	7.27	5	1.6	2.4	1	0.3
R2	Ruptura de la línea de tubería de 12" de salida del acumulador hacia el equipo D8-11.1003.	1/4	2.12	3.83	13.7	14.6	18.8	0.0	3.7	18.4
		1	8.37	56.6	39.6	43.1	58.1	0.0	39.7	196.6
		6	160.87	429.33	204.3	215.6	306.5	0.0	218.7	1081.9
R3	Ruptura de la línea de tubería de 16" de retorno al acumulador de propano.	1/4	1.64	2.93	13.3	14.5	19.0	0.0	3.1	15.2
		1	6.54	11.68	38.6	42.8	57.8	0.0	12.3	60.8
		6	39.43	371.09	204.1	215.4	306.4	0.0	209.3	1035.4

5.6 Equipos de protección personal para emergencias

Los equipos de protección personal a ser usados para el combate de incendios deben estar disponibles en óptimas condiciones y en cantidad suficiente para el personal que enfrenta la emergencia. Estos equipos son: cascos, chaquetones, botas y guantes de neopreno.

5.7 Equipos contra incendios

Son los que ayudan a combatir y controlar los focos de incendios que pudieran presentarse. Estos equipos deben estar totalmente libres de obstáculos.

Descripción de los equipos.

EQUIPOS	NÚMERO	UBICACIÓN
ESTACIONES MANUALES DE ALARMA	MPS 11-01	Suroeste del D4-11.1002
	MPS 11-04	Oeste del D2-11.1001
	MPS 11-05	Noroeste del D8-11.0320
CARRETE DE MANGUERA	01	Norte de los compresores D4-11.1001/02
UNIDAD BOMBERIL	01	Edificio SIAHO
AMBULANCIA	01	Edificio SIAHO
HIDRANTES	12	Sur del D2-11.1001
	13	Oeste del D2-11.1001
	14	Este del D8-11.1001
	15	Noreste del D8-11.1002
CARROS PORTA MANGUERAS	05	Suroeste del D8-11.1002
	07	Noroeste del D8-11.1002
	08	Este de los D4-11.1001/02
DETECTORES DE GAS	GD 11-01/02/03	Compresores de refrigeración con propano
	GD 11-04/05/06	
	GD 11-15/16	Expansor D4-11.0301
MANTAS DE EMERGENCIA	01	Lado oeste del pasillo central (área del sistema de refrigeración)

Descripción de los equipos (continuación).

EXTINTORES DE POLVO QUÍMICO SECO DE 30 Lbs.	01	Norte del D8-11.1002
	02	Norte del D8-11.1002
	03	Norte del D4-11.1001/02
	04	Norte de D8-11.1001/03/04
SISTEMA DE DILUVIO	DS-11.03	Protege al D4-11.1001
	DS-11.04	Protege al D4-11.1002
	DS-11.11	Protege al D8-11.1002

Además se cuenta con un tanque de agua contra incendios con capacidad de 45.320 Barriles, interconectado con el tanque de agua cruda de 4.000 Barriles , y una red de tubería de agua contra incendios de 16” de diámetro, 2500 G.P.M. a 125 Psi.

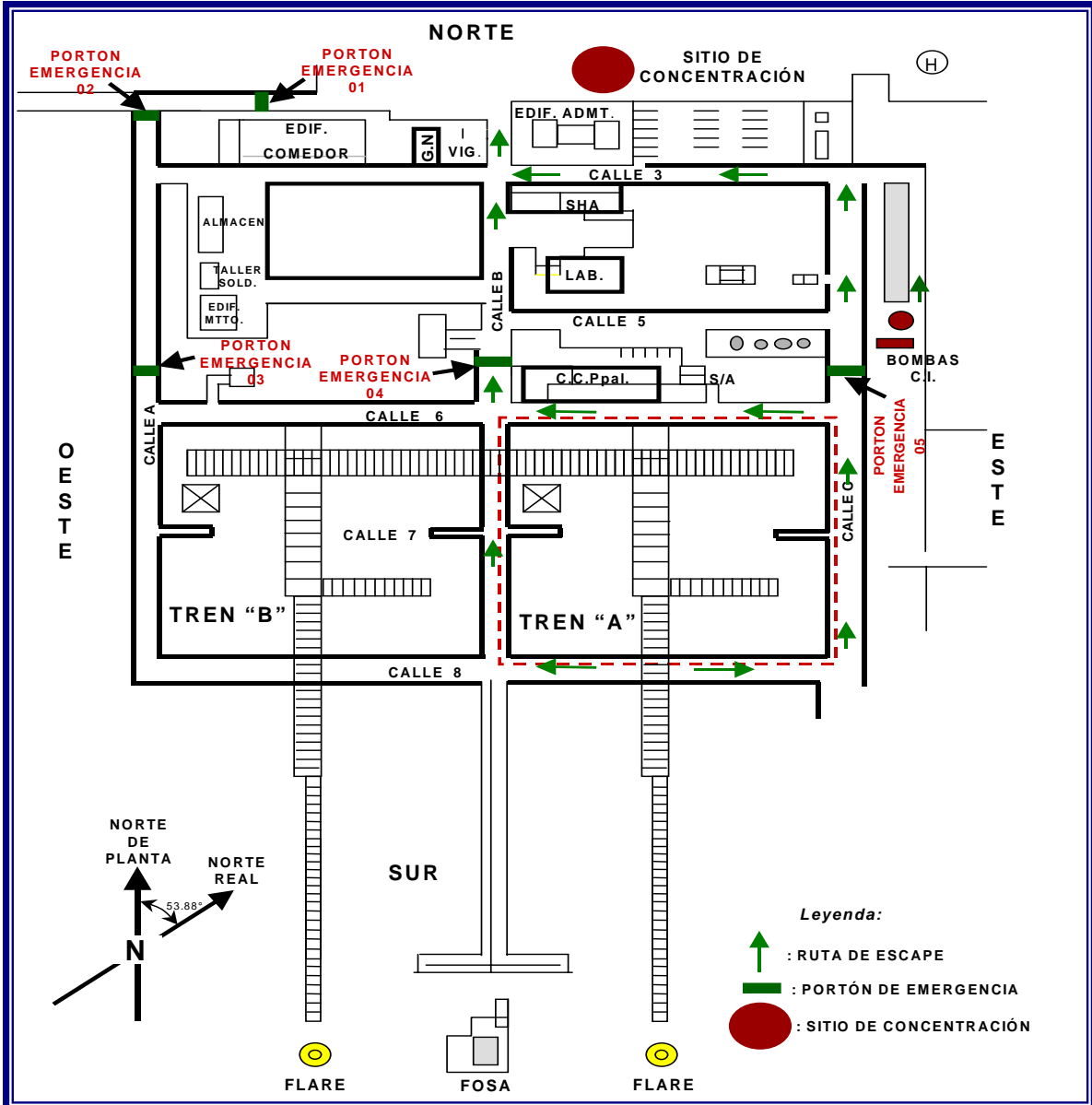
5.8 Evacuación o desalojo

Las vías o rutas de desalojo, igualmente los portones de emergencias deben estar libres de obstáculos, el jefe de guardia debe informar al líder de desalojo cuál vía escoger dependiendo del escenario y variables presentes en ese momento. El líder de desalojo tendrá las siguientes responsabilidades:

- ❖ Indicar a los trabajadores y visitantes las rutas de escape a seguir, según las rutas de desalojo de cada departamento o área.
- ❖ Ubicar al principio del grupo a desalojar a su asistente (donde esté asignado).
- ❖ Dar la orden de salida a todo el personal de su área.

- ❖ Ubicarse al final del grupo, una vez salida la última persona.
- ❖ Guiar a las personas en forma coordinada a la zona de seguridad o punto de concentración designado, sin incurrir en pánico.
- ❖ Realizar un censo del personal desalojado.
- ❖ Reunirse con los miembros de los otros grupos.
- ❖ No permitir el regreso al área evacuada hasta que no se declare como zona en condiciones normales.

Rutas de desalojo del Tren "A".



5.9. Actualización

Esta etapa permite que el plan de emergencia esté actualizado y acorde con los cambios realizados en la instalación, asegurando su funcionalidad en el momento de su aplicación.

5.10. Teléfonos

5.10.1. Departamento de operaciones

Unidad	Teléfonos
Suptte. De la Sección de Operaciones	28401/ 02
Supv. de Guardia	28471
Ing. Operacional.	28448
Supv. Mayor	28501

5.10.2. Departamento de seguridad industrial

Unidad	Teléfonos
Supv. De la Sección de Seguridad Industrial	28405/ 02
Supv. de la Unidad de Respuesta Control de Emergencia y Contingencia	28444
Central de Bomberos	28454
Analista de Prevención de Accidentes.	28455

5.10.3. Sala de controles

Unidad	Teléfonos
Sala de Control Santa Bárbara	28464/27
Sala de Control San Joaquín	64003
Sala de Control Jusepín	35464/35461
Sala de Control Jose	71341/342/343/344
Sala de Control Muscar	28873/ 51
Sala de Control Sub-Estación Senda	28451
Sala de Control Turbo Generador	28502
Sala de Control Acroven	284501

5.10.4. Departamento de mantenimiento

Unidad	Teléfonos
Supte. de Mantenimiento	28405/ 02
Supv. de Mecánica	28440/ 78
Supv. de Electricidad	28431
Supv. de Instrumentación	28461
Supv. de Programación y Control	28437

5.10.5. Gerencia General de Procesamiento de Gas

Unidad	Teléfonos
Gerente de Procesamiento Oriente	71001/ 02
Gerencia de Extracción Santa Bárbara	28400
Gerencia de Extracción San Joaquín	64001
Gerencia de Extracción Jusepín	35498
Gerencia de Fraccionamiento y Despacho Jose	71003/ 02

5.10.6. Otros de interés

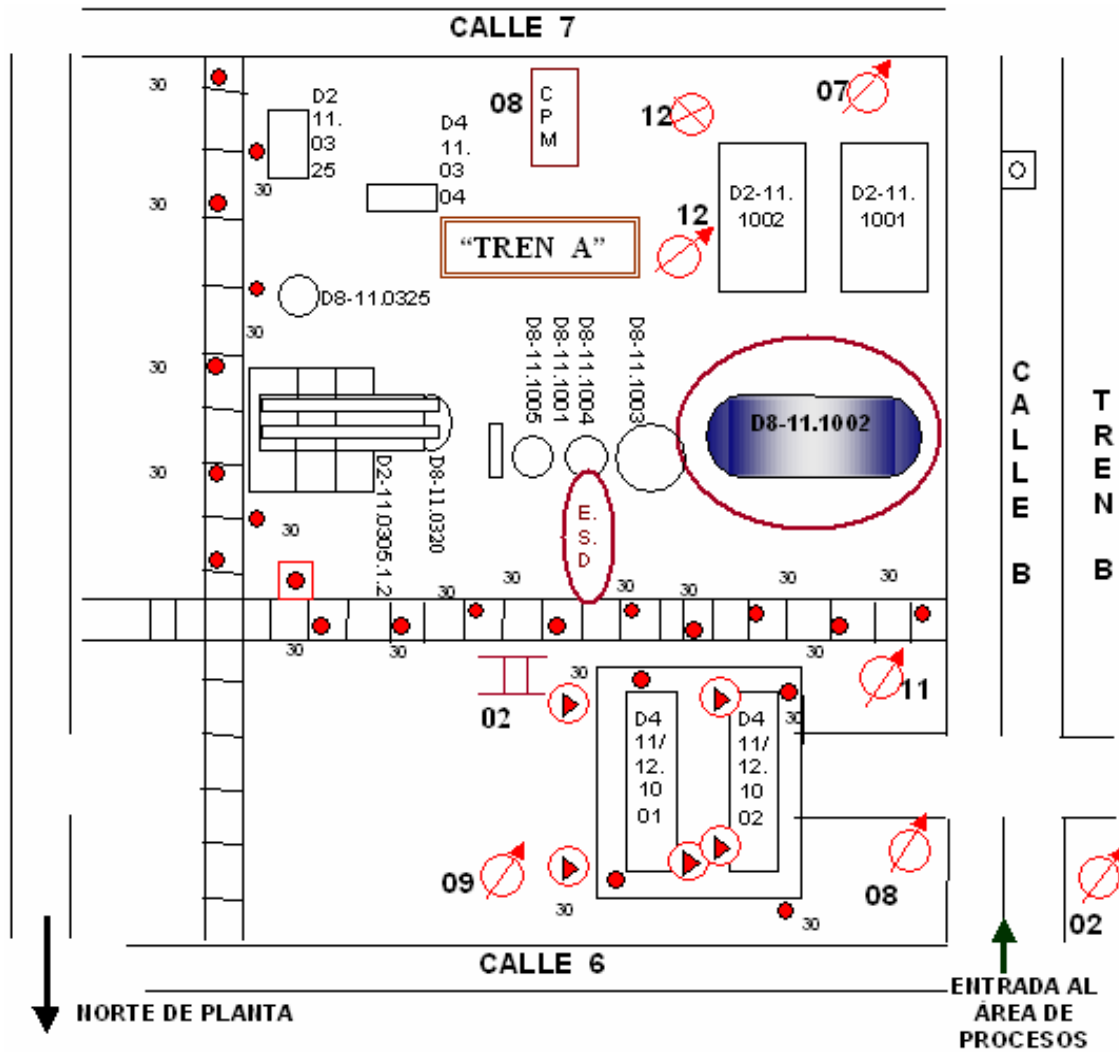
Unidad	Teléfonos
Clínica de PDVSA	67019/ 67745/ 67757
Tránsito	28005
Bomberos de Maturín	425383/ 426591
Bomberos del Tejero	67990

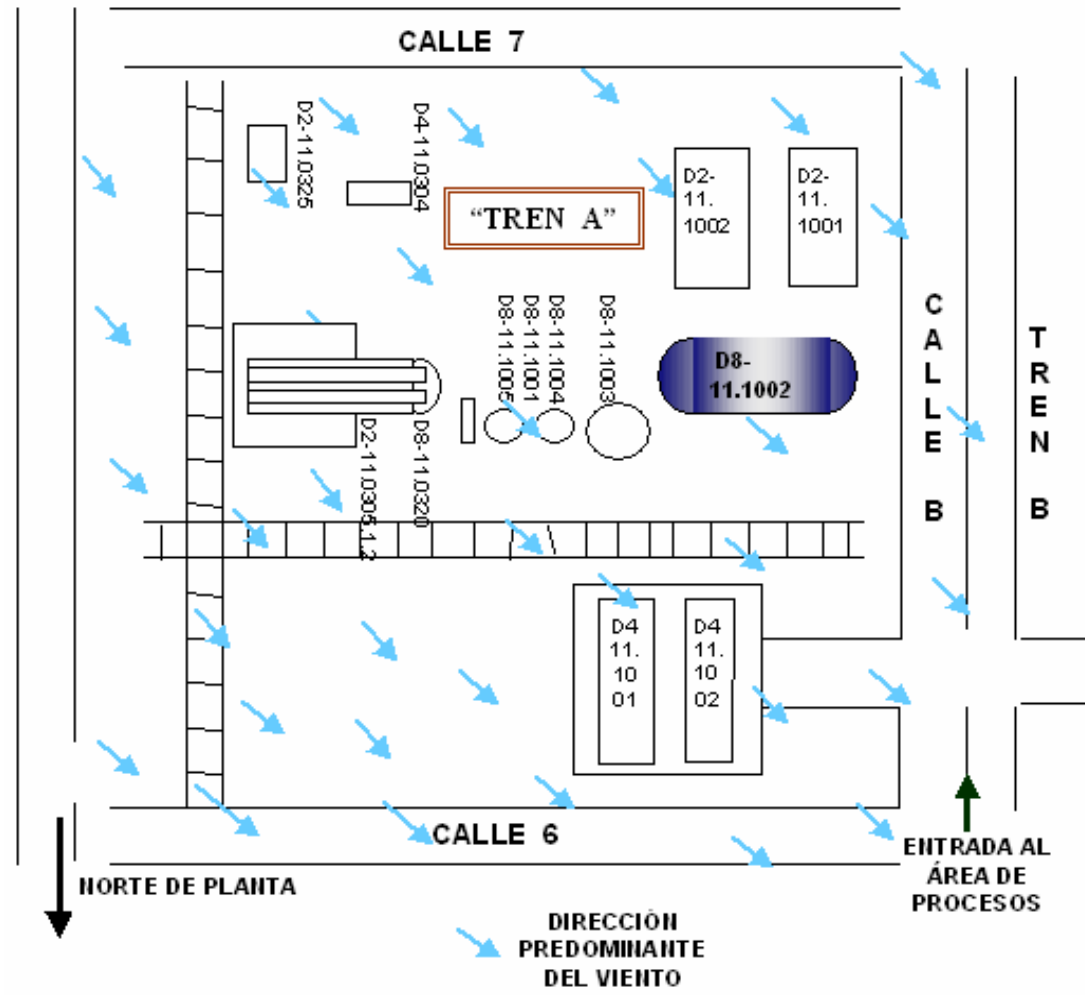
ANEXOS

Anexo N° 1. Codificación de los equipos de control de incendios.

	SISTEMA DE ROCIADORES		COMUNICACIÓN GAI-TRONIC
	MONITORES		MANTA PARA FUEGO
	EXTINTORES DE 30 LBS		CAJETIN DE FUEGO
	EXTINTORES DE 150 LBS		BOTÓN DE E.S.D
	DETECTOR DE GAS		CARRO PORTAMANGUERA
	DETECTOR U.V		ESTACIÓN MANUAL DE ALARMA
	HIDRANTES		VÁLVULA DE SEGURIDAD
	VÁLVULA		MONITOR MANUAL ELEVADO
	SISTEMA DE DILUVIO		ESTACIÓN MANUAL DE DILUVIO
	SIRENA		CARRETE DE MANGUERA
	UNIDAD AMBULANCIA		

**Anexo N° 2. Ubicación de los equipos de control de incendios.
(Parte del "Tren A").**



Anexo N° 3 Dirección predominante del viento.

CONCLUSIONES

- ◆ La Planta de Extracción Santa Bárbara cuenta con planes de emergencia de las unidades o equipos con alto potencial de explosión, y se llevan a cabo simulacros sobre los mismos, pero a éstos no se les realiza revisión periódica para tenerlos actualizados.
- ◆ La ocurrencia de eventos no deseados viene dada mayormente por las causas humanas de los accidentes, por la actuación personal indebida, que se desvía de los procedimientos o metodología de trabajo aceptados como correctos, ya sean escritos o entregados en forma de instrucción verbal por la supervisión. Las acciones comunes que más influencia tienen son: la inexperiencia, el exceso de confianza, violar u omitir procedimientos de trabajo aceptados como seguros.
- ◆ Las condiciones subestándares de gran peso para la ocurrencia de incendios y explosiones son: la presencia de vapores y el sobrecalentamiento y sobrepresión de equipos, siendo éstas condiciones propias del proceso y que pueden ser controladas.
- ◆ La nube de vapor con el mayor rango de inflamabilidad se presenta en el escenario de ruptura de tubería de 16" con orificio de fuga de 6", la cual tiene mayor distancia del límite inferior de inflamabilidad (LII) al límite superior de inflamabilidad (LSI).
- ◆ Las antorchas de fuego originadas por las fugas menores, medianas y mayores, producen la misma afectación por radiación térmica variando

sólo unos centímetros en cuanto a las consecuencias (expresadas en metros), generando como máximas consecuencias: hasta 204,3 m fatalidad a personas expuestas durante 30 segundos, hasta 215,6 m quemaduras de segundo grado a personas expuestas por 30 segundos; siendo 306,5 m la distancia en la cual las personas pueden estar expuestas sin presentar peligro significativo.

- ◆ Se puede destacar que la mayor afectación se evidencia cuando ocurre una explosión de nube de vapor originada por una fuga mayor en la tubería de 12", teniendo un alcance de 1081,9 metros, provocando hasta esta distancia rotura de vidrios y causando lesiones por fragmentos de vidrio.

RECOMENDACIONES

- ◆ Todos los planes de emergencia de los equipos con alto potencial de explosión de la Planta de Extracción Santa Bárbara deben ser elaborados y actualizados aplicándole cálculos de consecuencias, y de esta manera tener aproximaciones sobre la afectación que puede generar la ocurrencia de un evento en esos equipos.
- ◆ Divulgar a todo el personal las actualizaciones o las modificaciones realizadas a los planes, con la finalidad de informarles sobre los riesgos existentes y el impacto que pueden tener, así como también de las estrategias comunicacionales orientadas a controlar, minimizar y mitigar las consecuencias.
- ◆ Planificar la realización de los simulacros de dichos planes en los turnos diurnos, con el objeto de involucrar el mayor número de personas y adiestrarlas sobre sus roles y responsabilidades para hacer el plan lo más efectivo posible ante la ocurrencia de un evento.
- ◆ Involucrar a más persona en la conformación de la brigada de emergencia, implementando mecanismos de incentivo para que los trabajadores se sientan a gusto realizando dicha actividad.

BIBLIOGRAFÍA

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. (1999).

Cortés, J (2006). **“Técnicas de prevención de riesgos laborales: Seguridad e higiene en el trabajo”**. (Primera Edición) Madrid.

Denton, K. (1998). **“Seguridad industrial administración y métodos”**. (Primera Edición). Mc Graw Hill. México.

Fidias, A. (2006). **“El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica”**. (Quinta Edición). Editorial Episteme. Caracas – Venezuela.

Figuroa, M. (2005). **“Plan de respuesta y control para emergencias mayores, que involucre el Complejo de Mejoramiento de Crudo-Petrozuata, empresas adyacentes ubicadas en el Complejo Industrial Petroquímico y Petrolero de Jose “General José Antonio Anzoátegui”, terceros y medio ambiente”**. Trabajo de grado, ingeniería industrial, Universidad de Oriente, Anzoátegui, Venezuela.

Flores, J. (2002). **“Propuesta para el diseño de una metodología para aplicar el análisis de riesgos de los procesos en la Planta de Fraccionamiento, Almacenaje y Despacho de líquido de gas natural en Jose”**. Trabajo de grado, ingeniería industrial, Universidad de Oriente, Anzoátegui, Venezuela.

Guevara, L. (1998). **“Propuesta para la elaboración de un plan de respuesta y control de emergencia en el Patio de Tanques Anaco (P.T.A.) Estado Anzoátegui”**. Trabajo de grado, ingeniero industrial, Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño, Anzoátegui, Venezuela.

Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 38.236. (2005).

Lyonnet, P. (1989). **“Los métodos de la calidad total”**. Editorial Díaz de Santos. Madrid.

Manual de Ingeniería de Riesgos. **“Criterio para el Análisis Cuantitativo de Riesgos”**. PDVSA IR-S-02. Volumen 1. (2004).

Manual de Ingeniería de Riesgos. **“Definiciones”**. PDVSA IR-S-00. Volumen 1. (1996).

Manual de Operación de la Planta de Extracción Santa Bárbara. Proyecto ACCRO, Documentación técnica. (1994).

Mendoza, J. (2007). **“Propuesta para la realización de análisis cuantitativo de riesgos en las salas de control y edificios adyacentes a las áreas de procesos de la Planta de Fraccionamiento y Despacho PDVSA GAS. Estado Anzoátegui”**. Trabajo de grado, ingeniero industrial, Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño, Anzoátegui, Venezuela.

Mulders, J. (1993). **“Evaluación y prevención de estrés en la empresa”**. Bogotá.

Norma venezolana COVENIN 2226-90. **“Guía para la elaboración de planes para el control de emergencias”**. (1990).

Ramirez, C. (1998). **“Seguridad Industrial. Un enfoque integral”**. (Segunda Edición). México.

Ponce, R. (2003). **“Análisis cualitativo de riesgos y plan de respuesta y control de emergencias para estaciones de flujo”**. Trabajo de grado, ingeniería industrial, Universidad de Oriente, Anzoátegui, Venezuela.

ANEXOS

ANEXO A.

Resultados de las simulaciones.

ANEXO A.1.

*Resultados de la simulación de fuga
menor de propano en tubería de 12", y
explosión de la nube de vapor formada.*

```

+-----+
|                                     |
|           CANARY by Quest - Version 4.0           |
|           CANARY Case Input                       |
|           Case Name - R2VP                       |
|           Thu Sep 10 13:41:27 2009              |
|           Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
|           www.questconsult.com   canary@questconsult.com |
|           telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734 |
|                                     |
+-----+

```

TITLE: Fuga menor de propano.

Type of calculation is vapor dispersion.

TITLE MENU

Title for this run : Fuga menor de propano.
 User id : Luis Quinán
 Project number : 01
 Filename : R2VP
 Type of units : Metric units

MATERIAL MENU

Materials Released	number	formula	name	fraction
Component number 1	3	C3H8	Propane	1.000000
Component number 2				
Component number 3				
Component number 4				
Component number 5				
Component number 6				
Component number 7				
Component number 8				
Component number 9				
Component number 10				
Temperature (deg C)		47.78		
Pressure (kPa)		1682.32		

The material is LIQUID

ENVIRONMENT MENU

Wind speed (m/s)	3.5
Wind speed reference height (meters)	10
Stability class <A-F>	D
Percent relative humidity	68.5
Air temperature (deg C)	27
Surface temperature (deg. C)	25
Spill surface	Dike material - high density concrete
Surrounding terrain	Forest, dense urban, or process area

RELEASE MENU

Type of release: Unregulated, Continuous release

Release duration (minutes)	60
Normal flow rate (kg / sec.)	20512.9
Duration of normal flow (minutes)	0
Volume of vessel (cu. meters)	39.7468
Percent of vessel volume filled with liquid	50
Liquid head above release point (meters)	2.83
Pipe diameter (meters)	0.3048
Release area (hole size) (sq. meters)	3.16692e-005
Pipe length upstream of break (meters)	0
Height of release point (meters)	1
Angle of release from horizontal (deg.)	0

```
+-----+
|                CANARY by Quest - Version 4.0                |
|                CANARY Case Input                            |
|                Case Name - R2VP                            |
|                Thu Sep 10 13:41:27 2009                    |
|                Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA  |
|                www.questconsult.com    canary@questconsult.com |
|                telephone (405) 329-7475    fax (405) 329-7734 |
+-----+
```

TITLE: Fuga menor de propano.

IMPOUNDMENT MENU

Unconfined

VDVE MENU

Vapor generation and dispersion and cloud explosion - Flammable
calculation

Tracking the mixture

Concentration limit (mole %)	UFL
Concentration limit (mole %)	LFL
Concentration limit (mole %)	1/2 LFL
Dispersion coefficient averaging time (min)	1

Baker-Strehlow parameters

Fuel reactivity: Medium	Obstacle density: Medium
Flame expansion: 3-D	Reflection factor: 2

Overpressure values

Overpressure (kPa gauge)	13.789
Overpressure (kPa gauge)	4.826
Overpressure (kPa gauge)	1.034

```

+-----+
|               CANARY by Quest - Version 4.0               |
|       General Release Model 4.0 UPSTREAM                   |
|             Case Name - R2VP                               |
|           Thu Sep 10 13:41:27 2009                       |
|   Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA           |
| www.questconsult.com      canary@questconsult.com         |
| telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734           |
+-----+

```

TITLE: Fuga menor de propano.

Time (sec)	Vapor (kg/sec)	Aerosol Rate (kg/sec)	Liquid Rate (kg/sec)	Total Rate (kg/sec)
.0000000	.387597	.324242	.000000	.711839
.1000000E-01	.387597	.324242	.000000	.711839
.3000000E-01	.387597	.324242	.000000	.711839
.5000000E-01	.387597	.324242	.000000	.711839
.7000000E-01	.387597	.324242	.000000	.711839
.1000000	.387597	.324242	.000000	.711839
.3000000	.387597	.324242	.000000	.711839
.5000000	.387597	.324242	.000000	.711839
.7000000	.387597	.324242	.000000	.711839
1.000000	.387597	.324242	.000000	.711839
3.000000	.387597	.324242	.000000	.711839
5.000000	.387597	.324242	.000000	.711839
7.000000	.387597	.324242	.000000	.711839
10.00000	.387597	.324242	.000000	.711839
30.00000	.387597	.324242	.000000	.711839
50.00000	.387298	.323991	.000000	.711289
70.00000	.387298	.323991	.000000	.711289
100.0000	.387298	.323991	.000000	.711289
300.0000	.387298	.323991	.000000	.711289
500.0000	.387298	.323991	.000000	.711289
700.0000	.387298	.323991	.000000	.711289
1000.000	.387298	.323991	.000000	.711289
3000.000	.387298	.323991	.000000	.711289
3600.000	.387298	.323991	.000000	.711289

Flowrate for Torch Fire [immediate ignition] = .7 kg/sec.
Torch Fire [delayed ignition] = .7 kg/sec.

Reason for Ending: Reached Stop Time

```

+-----+
|          CANARY by Quest - Version 4.0          |
|          Release Stream Compositions           |
|          Case Name - R2VP                     |
|          Thu Sep 10 13:41:27 2009            |
|          Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
|          www.questconsult.com   canary@questconsult.com |
|          telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734 |
+-----+

```

TITLE: Fuga menor de propano.

Component Number	Component Name, Formula
---------------------	-------------------------

3	Propane, C3H8
---	---------------

Composition (Mole Fraction) of Fluid Streams

Comp. No.	Feed Stream	Momentum Jet Stream			Liquid Pool Stream	
		Flashed Vapor	Evaporated Vapor	Aerosol Liquid	Total Stream	Liquid to Ground
3	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000	0.000000

Flammable Limits (Mole %) of Fluid Streams

Limit	Feed Stream	Momentum Jet Stream	Liquid Pool Stream
LFL	2.10	2.10	
UFL	9.50	9.50	

```

+-----+
|                                     |
|           CANARY by Quest - Version 4.0           |
|           Momentum Jet Vapor Dispersion Model     |
|                   Case Name - R2VP               |
|                   Thu Sep 10 13:41:27 2009       |
|           Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
| www.questconsult.com       canary@questconsult.com |
| telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734   |
|                                     |
+-----+

```

TITLE: Fuga menor de propano.

concentration limits

```

concentration 3 (highest) = 0.095000 mole fraction
concentration 2 (middle)  = 0.021000 mole fraction
concentration 1 (lowest)  = 0.010500 mole fraction

```

downwind distance x(m)	centerline conc. c(mole frac.)	ground conc. 1/2 width c(mole frac.)	y(c1) 1/2 width (m)	y(c2) 1/2 width (m)	y(c3) 1/2 width (m)	centerline height (m)
0	1.000000	0.000000	0.0	0.0	0.0	1.0
0.1	0.916062	0.000000	0.1	0.1	0.0	1.0
0.2	0.831161	0.000000	0.1	0.1	0.0	1.0
0.3	0.747783	0.000000	0.1	0.1	0.1	1.0
0.4	0.668763	0.000000	0.1	0.1	0.1	1.0
0.5	0.594059	0.000000	0.1	0.1	0.1	1.0
0.6	0.526864	0.000000	0.1	0.1	0.1	1.0
0.7	0.464377	0.000000	0.1	0.1	0.1	1.0
0.8	0.409996	0.000000	0.2	0.1	0.1	1.0
0.9	0.363003	0.000000	0.2	0.2	0.1	1.0
1.0	0.326981	0.000000	0.2	0.2	0.1	1.1
1.1	0.295267	0.000000	0.2	0.2	0.1	1.1
1.2	0.265711	0.000000	0.2	0.2	0.1	1.1
1.3	0.238809	0.000000	0.3	0.2	0.2	1.1
1.4	0.214202	0.000000	0.3	0.3	0.2	1.1
1.5	0.191662	0.000000	0.3	0.3	0.2	1.1
1.6	0.171473	0.000000	0.4	0.3	0.2	1.1
1.7	0.153268	0.000000	0.4	0.3	0.2	1.1
1.8	0.136777	0.000000	0.4	0.4	0.2	1.1
1.9	0.121775	0.000000	0.5	0.4	0.2	1.1
2.0	0.108848	0.000002	0.5	0.4	0.1	1.1
2.1	0.097612	0.000013	0.6	0.5	0.1	1.1
2.2	0.087735	0.000053	0.6	0.5	0.0	1.1
2.3	0.079109	0.000157	0.6	0.5	0.0	1.1
2.4	0.071639	0.000373	0.7	0.5	0.0	1.1
2.5	0.065216	0.000742	0.7	0.6	0.0	1.1
2.6	0.059384	0.001281	0.7	0.6	0.0	1.1
2.7	0.053944	0.001994	0.8	0.6	0.0	1.1
2.8	0.049078	0.002799	0.8	0.6	0.0	1.1
2.9	0.044684	0.003692	0.8	0.6	0.0	1.1

downwind distance x(m)	centerline conc. c(mole frac.)	ground conc. c(mole frac.)	y(c1) 1/2 width (m)	y(c2) 1/2 width (m)	y(c3) 1/2 width (m)	centerline height (m)
3.0	0.040810	0.004572	0.9	0.6	0.0	1.1
3.1	0.037355	0.005452	0.9	0.6	0.0	1.1
3.2	0.034291	0.006221	0.9	0.6	0.0	1.1
3.3	0.031545	0.006912	0.9	0.6	0.0	1.1
3.4	0.029092	0.007488	0.9	0.5	0.0	1.1
3.5	0.026885	0.007931	1.0	0.5	0.0	1.1
3.6	0.024900	0.008294	1.0	0.4	0.0	1.1
3.7	0.023110	0.008538	1.0	0.3	0.0	1.1
3.8	0.021492	0.008697	1.0	0.2	0.0	1.1
3.9	0.020026	0.008780	1.0	0.0	0.0	1.1
4.0	0.018692	0.008789	0.9	0.0	0.0	1.1
4.1	0.017477	0.008757	0.9	0.0	0.0	1.1
4.2	0.016367	0.008663	0.9	0.0	0.0	1.1
4.3	0.015346	0.008539	0.9	0.0	0.0	1.1
4.4	0.014421	0.008385	0.8	0.0	0.0	1.1
4.5	0.013565	0.008208	0.8	0.0	0.0	1.1
4.6	0.012780	0.008019	0.7	0.0	0.0	1.1
4.7	0.012059	0.007808	0.6	0.0	0.0	1.1
4.8	0.011392	0.007596	0.5	0.0	0.0	1.1
4.9	0.010775	0.007381	0.3	0.0	0.0	1.1

The downwind distance to c3 is 2.12 m after about 0 seconds
The downwind distance to c2 is 3.83 m after about 0 seconds
The downwind distance to c1 is 4.95 m after about 1 seconds


```

CANARY by Quest - Version 4.0
Momentum Jet Vapor Cloud Explosion
Case Name - R2VP
Thu Sep 10 13:41:27 2009
Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA
www.questconsult.com    canary@questconsult.com
telephone (405) 329-7475    fax (405) 329-7734

```

```

TITLE: Fuga menor de propano.
Fuel Reactivity: Medium      Obstacle Density: Medium
Flame Expansion: 3-D        Reflection Factor: 2.0

```

Overpressure levels:

```

-----
dp3 =    13.79 kPa gauge
dp2 =     4.83 kPa gauge
dp1 =     1.03 kPa gauge

```

Total mass in explosive range: 0.364441 kg

Distance from Release Point

or Center of Confined Volume (meters)	Overpressure (kPa gauge)	Impulse (Pa-s)
1.0	7.54	133.48
2.3	7.54	114.62
2.6	6.90	105.20
2.8	6.32	96.56
3.1	5.78	88.62
3.4	5.29	81.34
3.7	4.84	74.66
4.1	4.43	68.52
4.4	4.06	62.89
4.9	3.71	57.73
5.3	3.40	52.98
5.9	3.11	48.63
6.4	2.85	44.63
7.0	2.60	40.97
7.7	2.38	37.60
8.5	2.18	34.51
9.3	2.00	31.67
10.2	1.83	29.07
11.2	1.67	26.68
12.2	1.53	24.49
13.4	1.40	22.48
14.7	1.28	20.63
16.1	1.17	18.94
17.7	1.07	17.38
19.4	0.98	15.95

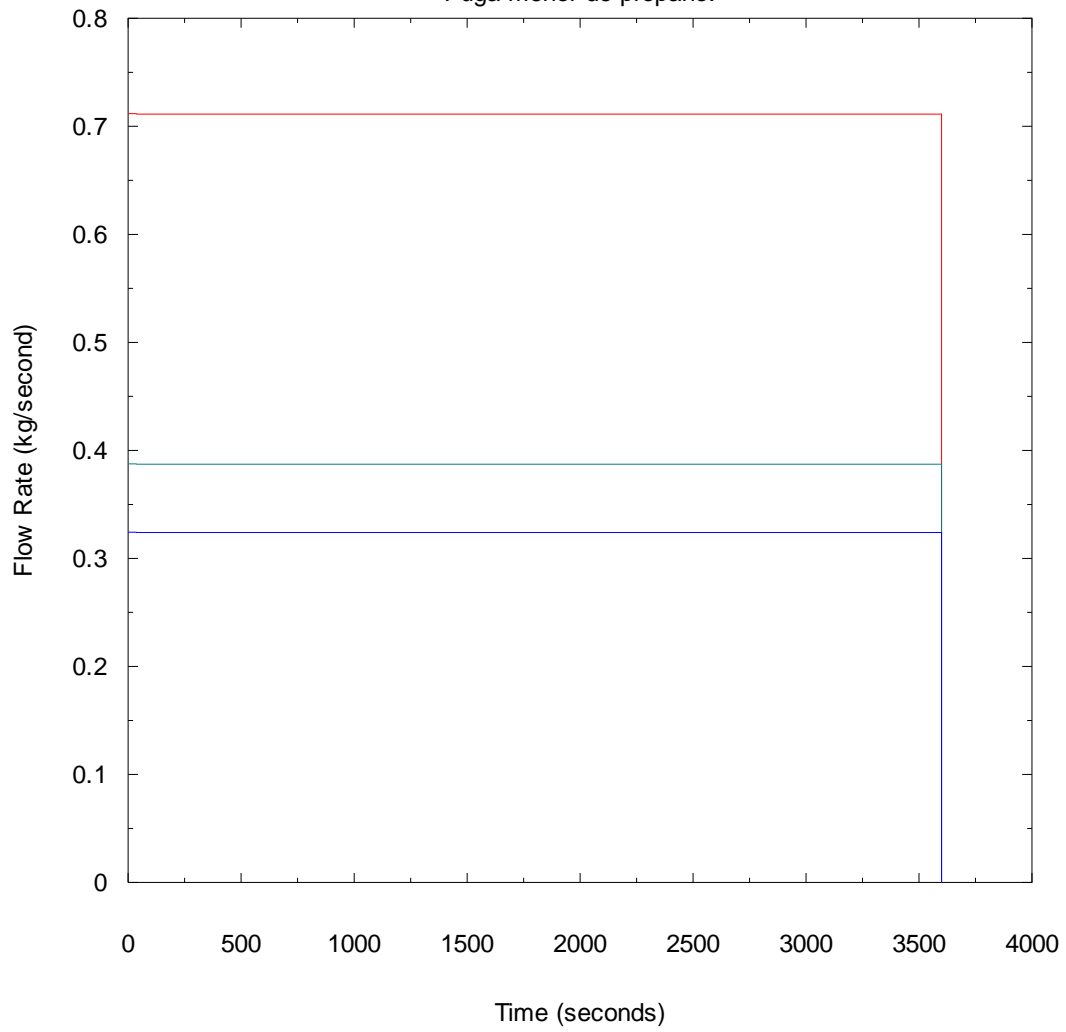
```

The downwind distance to dp3 is    0.0 meters
The downwind distance to dp2 is    3.7 meters
The downwind distance to dp1 is   18.4 meters

```

MASS RELEASE RATE

Fuga menor de propano.



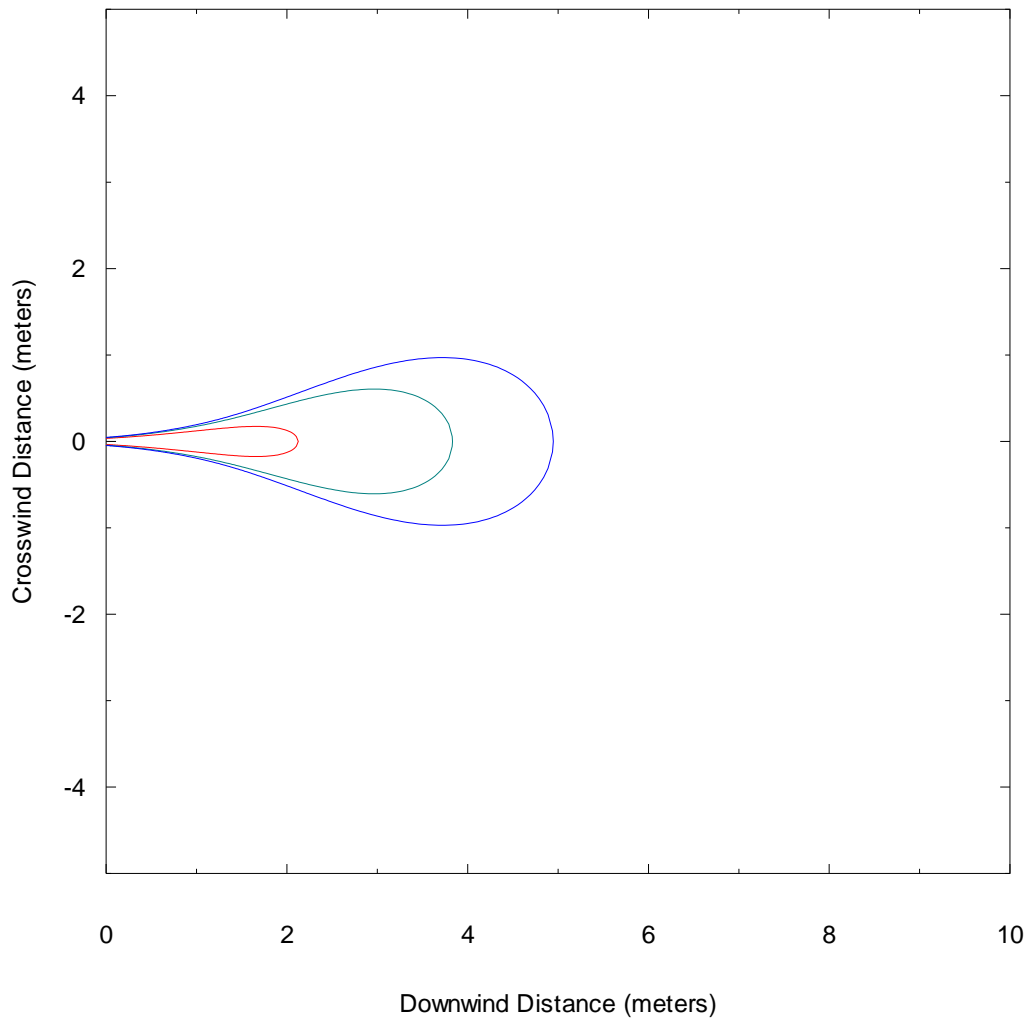
- Total
- Vapor
- Aerosol Liquid

casename=R2VP

CONCENTRATION CONTOURS: OVERHEAD VIEW

Momentum Jet Cloud

Fuga menor de propano.



— 9.50 mole percent
— 2.10 mole percent
— 1.05 mole percent

casename=R2VP

w.s. = 3.5 m/s

D stability

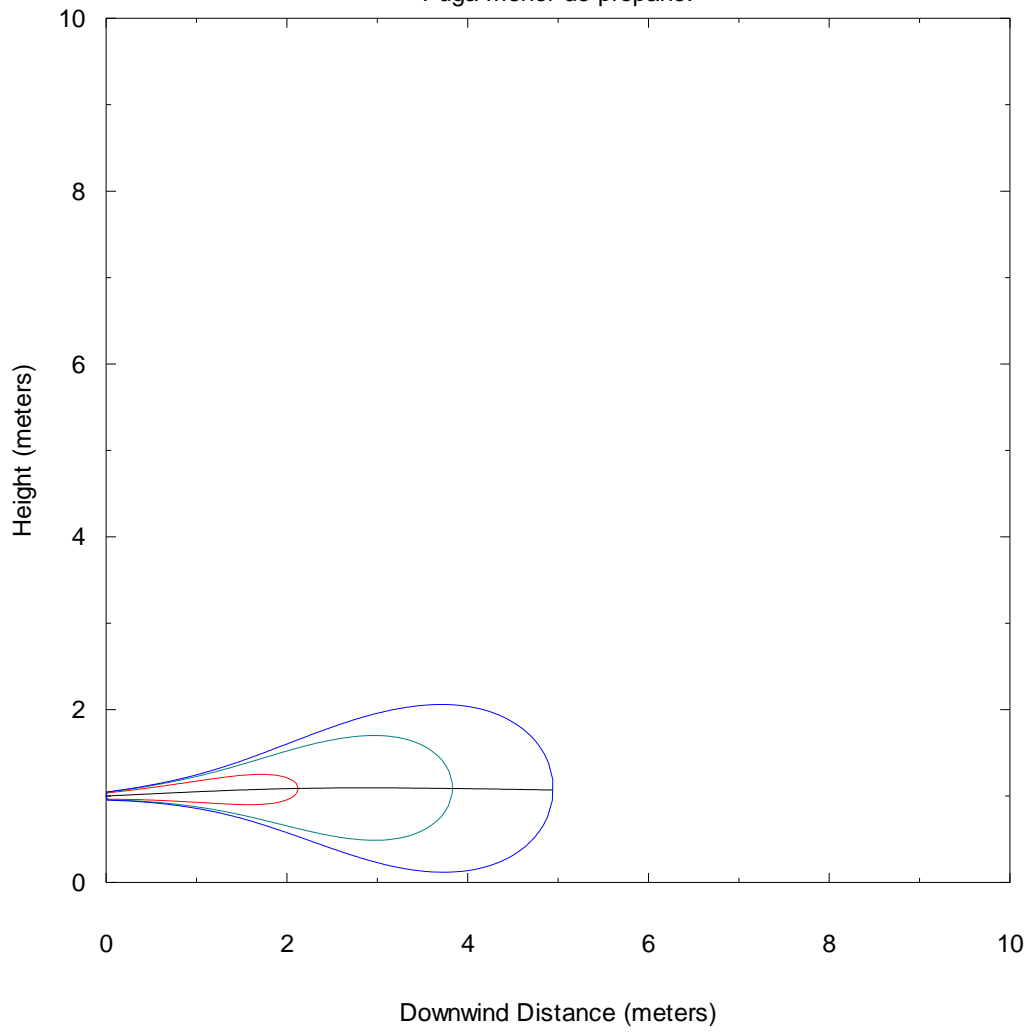
CANARY by Quest

Thu Sep 10 13:41:27 2009

CONCENTRATION CONTOURS: SIDE VIEW

Momentum Jet Cloud

Fuga menor de propano.



- 9.50 mole percent
- 2.10 mole percent
- 1.05 mole percent

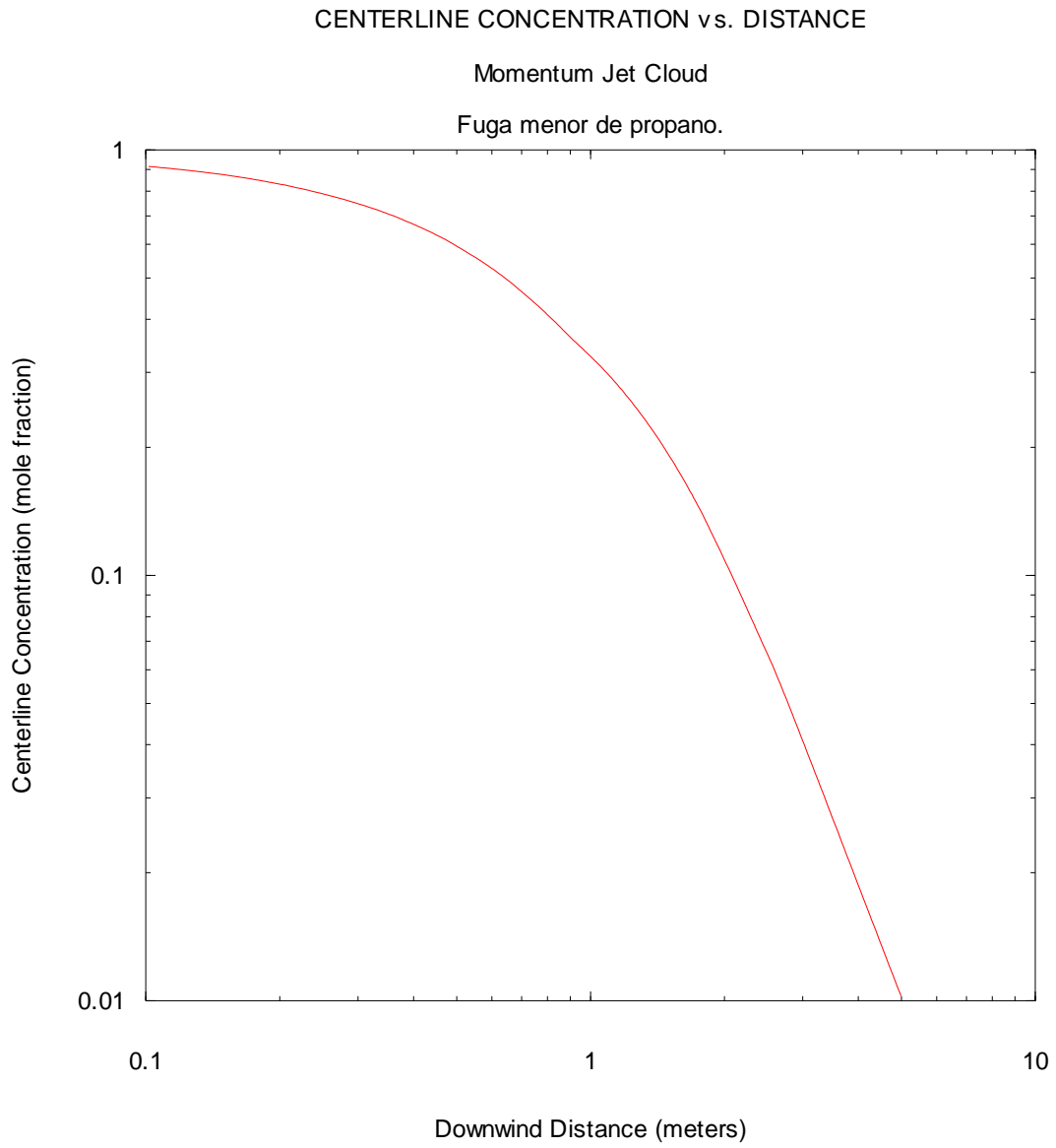
casename=R2VP

w.s. = 3.5 m/s

D stability

CANARY by Quest

Thu Sep 10 13:41:27 2009



casename=R2VP

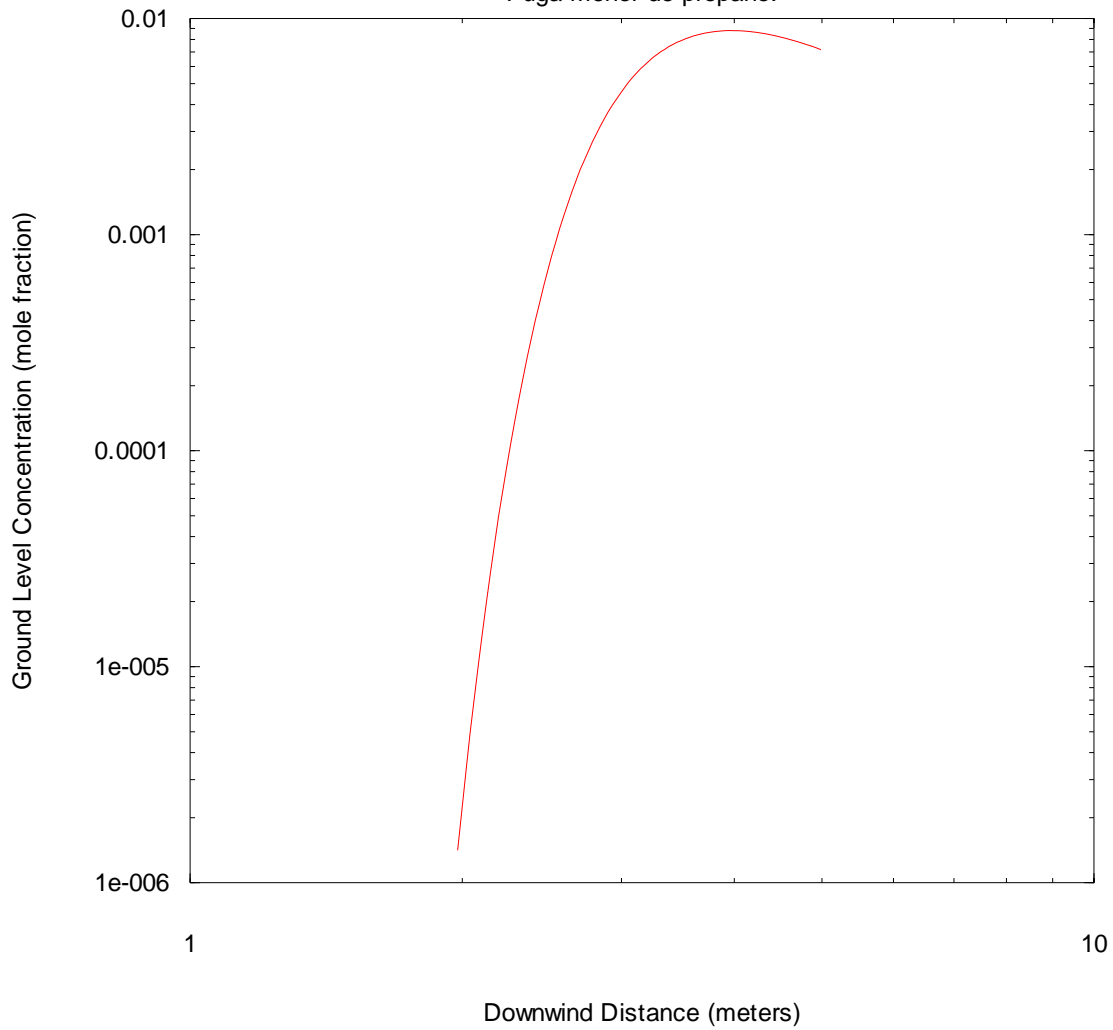
w.s. = 3.5 m/s

D stability

GROUND LEVEL CONCENTRATION vs. DISTANCE

Momentum Jet Cloud

Fuga menor de propano.



casename=R2VP

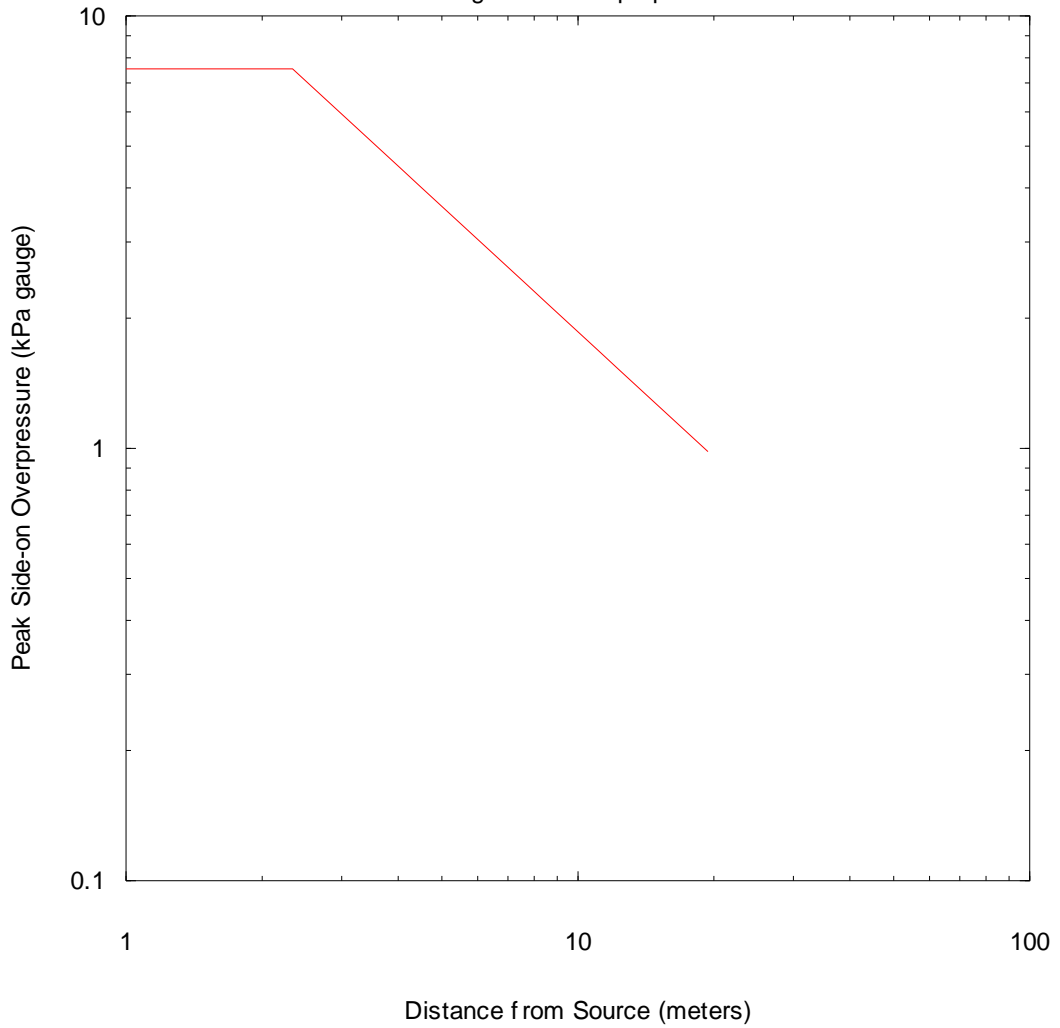
w.s. = 3.5 m/s

D stability

BAKER-STREHLOW EXPLOSION OVERPRESSURE vs. DISTANCE

Momentum Jet VCE

Fuga menor de propano.



casename=R2VP

ANEXO A.2.

*Resultados de la simulación de fuga
mediana de propano en tubería de 12”, y
explosión de la nube de vapor formada.*


```

+-----+
|               CANARY by Quest - Version 4.0               |
|               CANARY Case Input                         |
|               Case Name - R2VM                          |
|               Thu Sep 10 13:42:22 2009                  |
|               Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
|               www.questconsult.com   canary@questconsult.com |
|               telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734 |
+-----+

```

TITLE: Fuga mediana de propano.

Type of calculation is vapor dispersion.

TITLE MENU

Title for this run : Fuga mediana de propano.
 User id : Luis Quinán
 Project number : 01
 Filename : R2VM
 Type of units : Metric units

MATERIAL MENU

Materials Released	number	formula	name	fraction
Component number 1	:	3 = C3H8	Propane	1.000000
Component number 2	:			
Component number 3	:			
Component number 4	:			
Component number 5	:			
Component number 6	:			
Component number 7	:			
Component number 8	:			
Component number 9	:			
Component number 10	:			
Temperature (deg C)	:	47.78		
Pressure (kPa)	:	1682.32		

The material is LIQUID

ENVIRONMENT MENU

Wind speed (m/s)	3.5
Wind speed reference height (meters)	10
Stability class <A-F>	D
Percent relative humidity	68.5
Air temperature (deg C)	27
Surface temperature (deg. C)	25
Spill surface	Dike material - high density concrete
Surrounding terrain	Forest, dense urban, or process area

RELEASE MENU

Type of release: Unregulated, Continuous release

Release duration (minutes)	40
Normal flow rate (kg / sec.)	20512.9
Duration of normal flow (minutes)	0
Volume of vessel (cu. meters)	39.7468
Percent of vessel volume filled with liquid	50
Liquid head above release point (meters)	2.83
Pipe diameter (meters)	0.3048
Release area (hole size) (sq. meters)	0.000506707
Pipe length upstream of break (meters)	0
Height of release point (meters)	1
Angle of release from horizontal (deg.)	0

```

+-----+
|               CANARY by Quest - Version 4.0               |
|               CANARY Case Input                           |
|               Case Name - R2VM                            |
|               Thu Sep 10 13:42:22 2009                   |
|               Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
|               www.questconsult.com   canary@questconsult.com |
|               telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734 |
+-----+

```

TITLE: Fuga mediana de propano.

IMPOUNDMENT MENU

Unconfined

VDVE MENU

Vapor generation and dispersion and cloud explosion - Flammable calculation

Tracking the mixture

Concentration limit (mole %)	UFL
Concentration limit (mole %)	LFL
Concentration limit (mole %)	1/2 LFL
Dispersion coefficient averaging time (min)	1

Baker-Strehlow parameters

Fuel reactivity: Medium	Obstacle density: Medium
Flame expansion: 3-D	Reflection factor: 2

Overpressure values

Overpressure (kPa gauge)	13.789
Overpressure (kPa gauge)	4.826
Overpressure (kPa gauge)	1.034

```

+-----+
|               CANARY by Quest - Version 4.0               |
|       General Release Model 4.0 UPSTREAM                   |
|             Case Name - R2VM                               |
|           Thu Sep 10 13:42:22 2009                       |
|   Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA           |
| www.questconsult.com      canary@questconsult.com         |
| telephone (405) 329-7475    fax (405) 329-7734          |
+-----+

```

TITLE: Fuga mediana de propano.

Time (sec)	Vapor (kg/sec)	Aerosol Rate (kg/sec)	Liquid Rate (kg/sec)	Total Rate (kg/sec)
.0000000	6.20156	5.18787	.000000	11.3894
.1000000E-01	6.20156	5.18787	.000000	11.3894
.3000000E-01	6.20156	5.18787	.000000	11.3894
.5000000E-01	6.20156	5.18787	.000000	11.3894
.7000000E-01	6.20156	5.18787	.000000	11.3894
.1000000	6.20156	5.18787	.000000	11.3894
.3000000	6.20156	5.18787	.000000	11.3894
.5000000	6.20156	5.18787	.000000	11.3894
.7000000	6.20156	5.18787	.000000	11.3894
1.000000	6.20156	5.18787	.000000	11.3894
3.000000	6.20156	5.18787	.000000	11.3894
5.000000	6.20156	5.18787	.000000	11.3894
7.000000	6.20156	5.18787	.000000	11.3894
10.00000	6.18379	5.17300	.000000	11.3568
30.00000	6.18379	5.17300	.000000	11.3568
50.00000	6.18379	5.17300	.000000	11.3568
70.00000	6.18379	5.17300	.000000	11.3568
100.0000	6.18379	5.17300	.000000	11.3568
300.0000	6.18379	5.17300	.000000	11.3568
500.0000	6.18379	5.17300	.000000	11.3568
700.0000	6.18379	5.17300	.000000	11.3568
1000.000	6.18379	5.17300	.000000	11.3568
2400.000	6.18379	5.17300	.000000	11.3568

```

Flowrate for Torch Fire [immediate ignition] =      11.4 kg/sec.
Torch Fire [delayed ignition] =                  11.4 kg/sec.

```

Reason for Ending: Reached Stop Time

```

+-----+
|          CANARY by Quest - Version 4.0          |
|          Release Stream Compositions           |
|          Case Name - R2VM                     |
|          Thu Sep 10 13:42:22 2009            |
|          Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
|          www.questconsult.com   canary@questconsult.com |
|          telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734 |
+-----+

```

TITLE: Fuga mediana de propano.

Component Number	Component Name, Formula
---------------------	-------------------------

3	Propane, C3H8
---	---------------

Composition (Mole Fraction) of Fluid Streams

Comp. No.	Feed Stream	Momentum Jet Stream			Liquid Pool Stream	
		Flashed Vapor	Evaporated Vapor	Aerosol Liquid	Total Stream	Liquid to Ground
3	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000	0.000000

Flammable Limits (Mole %) of Fluid Streams

Limit	Feed Stream	Momentum Jet Stream	Liquid Pool Stream
LFL	2.10	2.10	
UFL	9.50	9.50	

```

+-----+
|               CANARY by Quest - Version 4.0               |
|      Momentum Jet Vapor Dispersion Model                  |
|              Case Name - R2VM                             |
|              Thu Sep 10 13:42:22 2009                    |
|      Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA        |
|      www.questconsult.com      canary@questconsult.com    |
|      telephone (405) 329-7475      fax (405) 329-7734    |
+-----+

```

TITLE: Fuga mediana de propano.

concentration limits

```

concentration 3 (highest) = 0.095000 mole fraction
concentration 2 (middle)  = 0.021000 mole fraction
concentration 1 (lowest)  = 0.010500 mole fraction

```

downwind distance x(m)	centerline conc. c(mole frac.)	ground conc. 1/2 width c(mole frac.) (m)	y(c1) 1/2 width (m)	y(c2) 1/2 width (m)	y(c3) 1/2 width (m)	centerline height (m)
0	1.000000	0.000000	0.2	0.2	0.1	1.0
2	0.592233	0.000000	0.4	0.4	0.3	1.1
4	0.324108	0.000081	0.8	0.7	0.5	1.2
6	0.186936	0.017048	1.4	1.2	0.7	1.2
8	0.105580	0.048542	2.1	1.8	0.5	1.2
10	0.061930	0.046881	2.8	2.2	0.0	1.2
12	0.038826	0.034826	3.5	2.4	0.0	1.0
14	0.036818	0.036818	9.9	7.1	0.0	0.0
16	0.036817	0.036817	16.0	11.7	0.0	0.0
18	0.036817	0.036817	18.2	13.1	0.0	0.0
20	0.036817	0.036817	20.4	14.6	0.0	0.0
22	0.036817	0.036817	22.5	16.0	0.0	0.0
24	0.036817	0.036817	24.6	17.4	0.0	0.0
26	0.036804	0.036804	26.7	18.8	0.0	0.0
28	0.035882	0.035882	28.2	19.6	0.0	0.0
30	0.035045	0.035045	29.7	20.4	0.0	0.0
32	0.034279	0.034279	31.3	21.2	0.0	0.0
34	0.033574	0.033574	32.8	22.0	0.0	0.0
36	0.032345	0.032345	33.8	22.1	0.0	0.0
38	0.030920	0.030920	34.6	21.8	0.0	0.0
40	0.029627	0.029627	35.4	21.4	0.0	0.0
42	0.028447	0.028447	36.2	21.1	0.0	0.0
44	0.027239	0.027239	36.7	20.1	0.0	0.0
46	0.026077	0.026077	37.0	18.7	0.0	0.0
48	0.025010	0.025010	37.4	17.4	0.0	0.0
50	0.024029	0.024029	37.7	16.0	0.0	0.0
52	0.023048	0.023048	37.7	12.0	0.0	0.0
54	0.022112	0.022112	37.6	6.8	0.0	0.0
56	0.021246	0.021246	37.5	1.6	0.0	0.0
58	0.020442	0.020442	37.4	0.0	0.0	0.0

downwind distance x(m)	centerline conc. c(mole frac.)	ground conc. c(mole frac.)	y(c1) 1/2 width (m)	y(c2) 1/2 width (m)	y(c3) 1/2 width (m)	centerline height (m)
60	0.019695	0.019695	37.3	0.0	0.0	0.0
62	0.018945	0.018945	36.8	0.0	0.0	0.0
64	0.018235	0.018235	36.2	0.0	0.0	0.0
66	0.017572	0.017572	35.6	0.0	0.0	0.0
68	0.016952	0.016952	35.0	0.0	0.0	0.0
70	0.016371	0.016371	34.3	0.0	0.0	0.0
72	0.015826	0.015826	33.7	0.0	0.0	0.0
74	0.015290	0.015290	32.7	0.0	0.0	0.0
76	0.014774	0.014774	31.3	0.0	0.0	0.0
78	0.014287	0.014287	30.0	0.0	0.0	0.0
80	0.013829	0.013829	28.6	0.0	0.0	0.0
82	0.013396	0.013396	27.3	0.0	0.0	0.0
84	0.012986	0.012986	25.9	0.0	0.0	0.0
86	0.012598	0.012598	24.6	0.0	0.0	0.0
88	0.012228	0.012228	22.8	0.0	0.0	0.0
90	0.011864	0.011864	18.5	0.0	0.0	0.0
92	0.011518	0.011518	14.2	0.0	0.0	0.0
94	0.011189	0.011189	9.8	0.0	0.0	0.0
96	0.010877	0.010877	5.5	0.0	0.0	0.0
98	0.010579	0.010579	1.2	0.0	0.0	0.0
100	0.010295	0.010295	0.0	0.0	0.0	0.0

The momentum jet model coupled to the heavy gas model at 12.23 m in
1 sec

The downwind distance to c3 is 8.37 m after about 0 seconds
The downwind distance to c2 is 56.60 m after about 39 seconds
The downwind distance to c1 is 98.55 m after about 63 seconds

```

CANARY by Quest - Version 4.0
Momentum Jet Vapor Cloud Explosion
Case Name - R2VM
Thu Sep 10 13:42:22 2009
Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA
www.questconsult.com    canary@questconsult.com
telephone (405) 329-7475    fax (405) 329-7734

```

```

TITLE: Fuga mediana de propano.
Fuel Reactivity: Medium      Obstacle Density: Medium
Flame Expansion: 3-D        Reflection Factor: 2.0

```

Overpressure levels:

```

-----
dp3 =    13.79 kPa gauge
dp2 =     4.83 kPa gauge
dp1 =     1.03 kPa gauge

```

Total mass in explosive range: 387.153 kg

Distance from Release Point

or Center of Confined Volume (meters)	Overpressure (kPa gauge)	Impulse (Pa-s)
1.0	7.54	1478.48
23.8	7.54	1169.55
26.1	6.92	1075.52
28.5	6.34	989.05
31.2	5.82	909.54
34.2	5.33	836.41
37.4	4.89	769.17
40.9	4.49	707.33
44.7	4.11	650.46
49.0	3.77	598.17
53.6	3.46	550.08
58.6	3.17	505.85
64.1	2.91	465.18
70.2	2.67	427.78
76.8	2.45	393.39
84.0	2.24	361.76
91.9	2.06	332.68
100.5	1.89	305.93
110.0	1.73	281.34
120.4	1.59	258.72
131.7	1.45	237.92
144.1	1.33	218.79
157.6	1.22	201.20
172.5	1.12	185.02
188.7	1.03	170.15

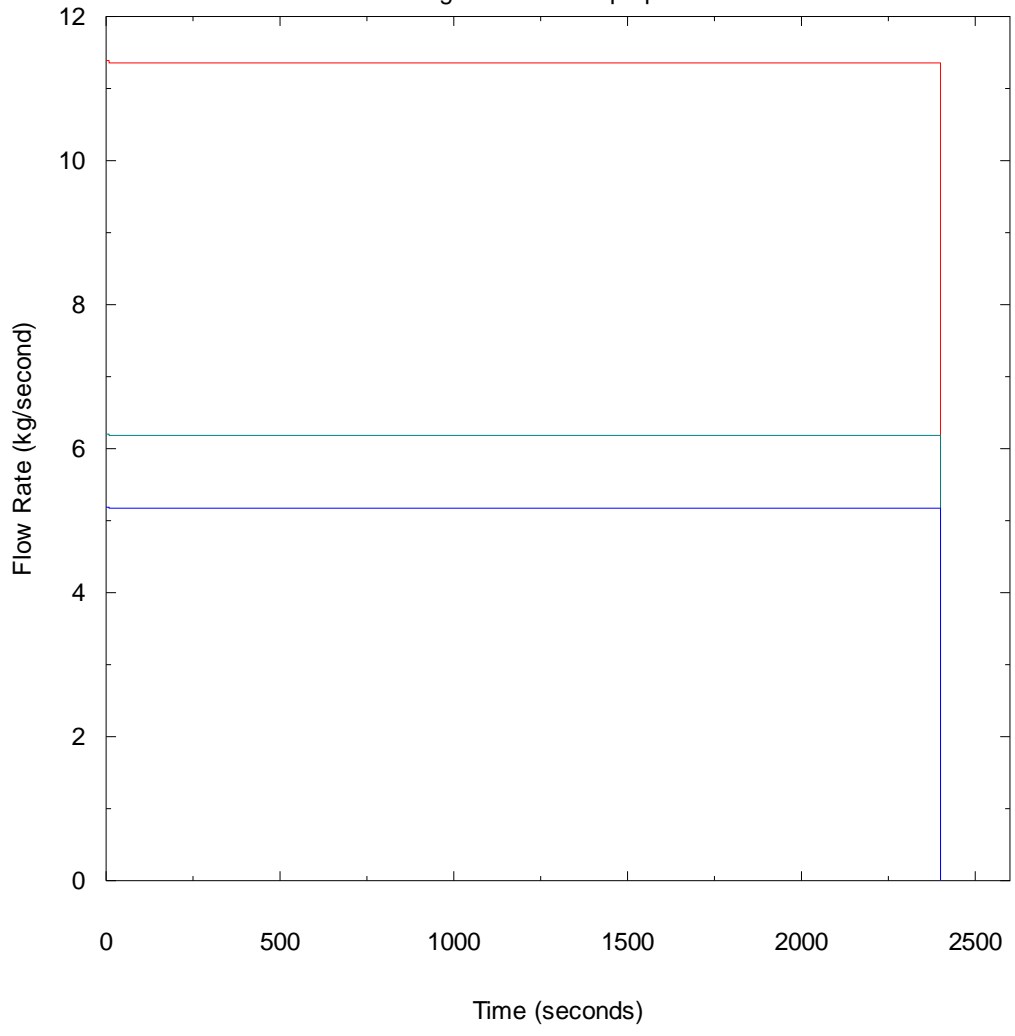
```

The downwind distance to dp3 is    0.0 meters
The downwind distance to dp2 is    37.9 meters
The downwind distance to dp1 is    187.8 meters

```


MASS RELEASE RATE

Fuga mediana de propano.



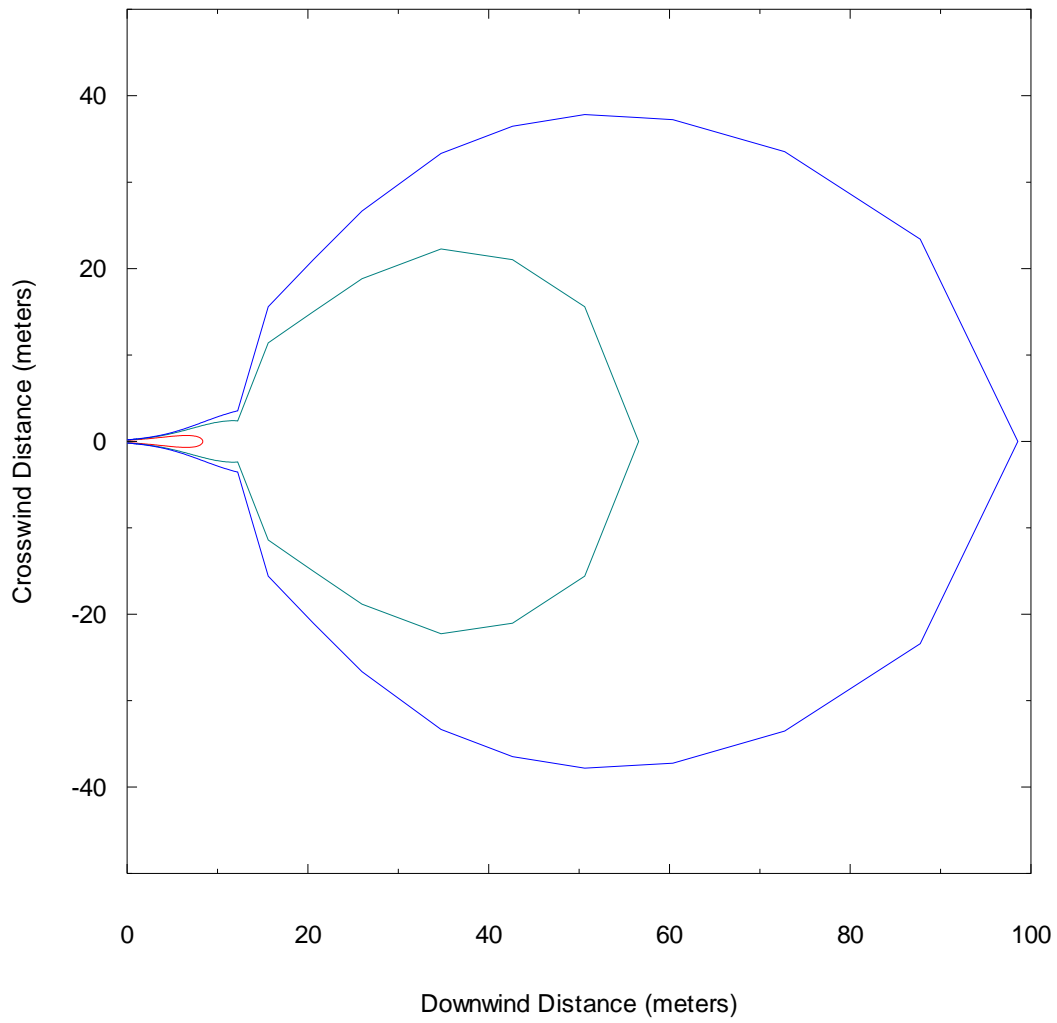
- Total
- Vapor
- Aerosol Liquid

casename=R2VM

CONCENTRATION CONTOURS: OVERHEAD VIEW

Momentum Jet Cloud

Fuga mediana de propano.



- 9.50 mole percent
- 2.10 mole percent
- 1.05 mole percent

casename=R2VM

w.s. = 3.5 m/s

D stability

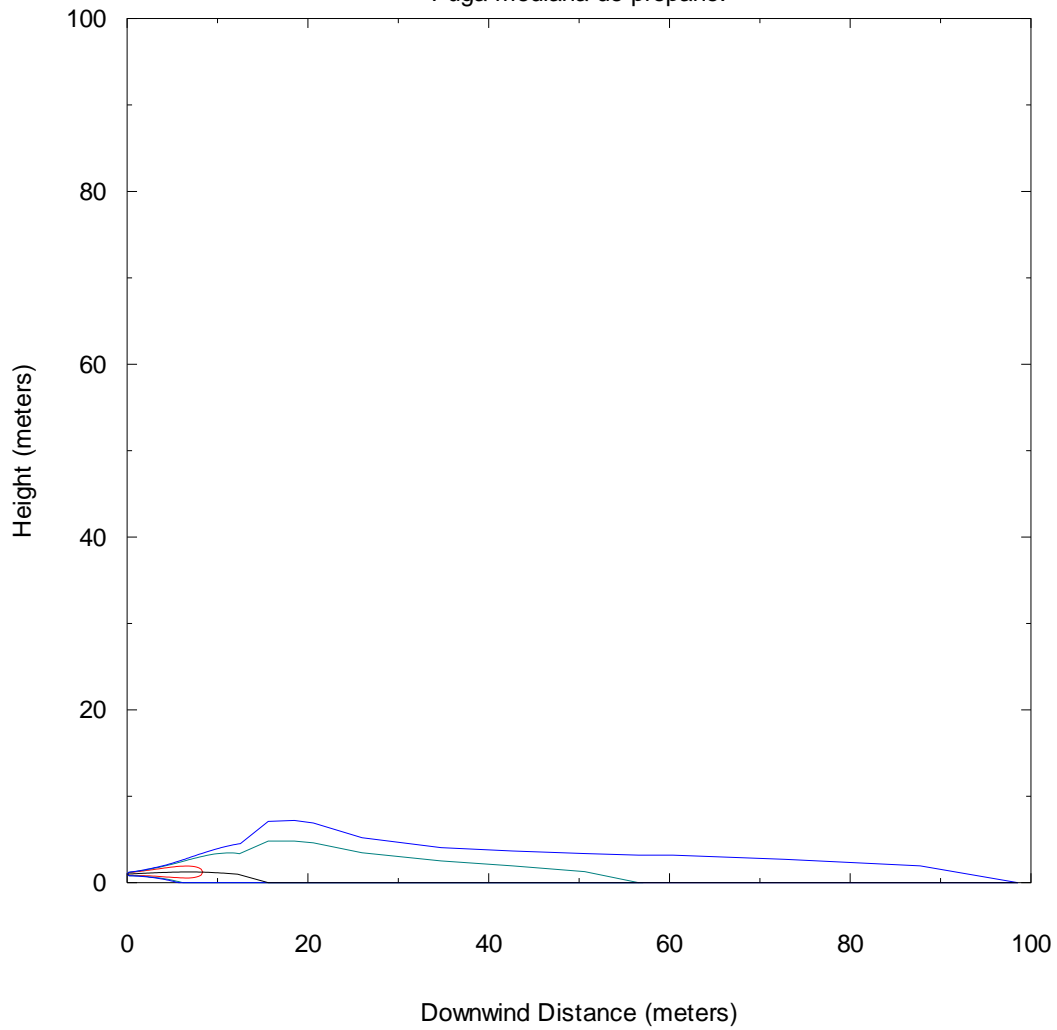
CANARY by Quest

Thu Sep 10 13:42:22 2009

CONCENTRATION CONTOURS: SIDE VIEW

Momentum Jet Cloud

Fuga mediana de propano.



- 9.50 mole percent
- 2.10 mole percent
- 1.05 mole percent

casename=R2VM

w.s. = 3.5 m/s

D stability

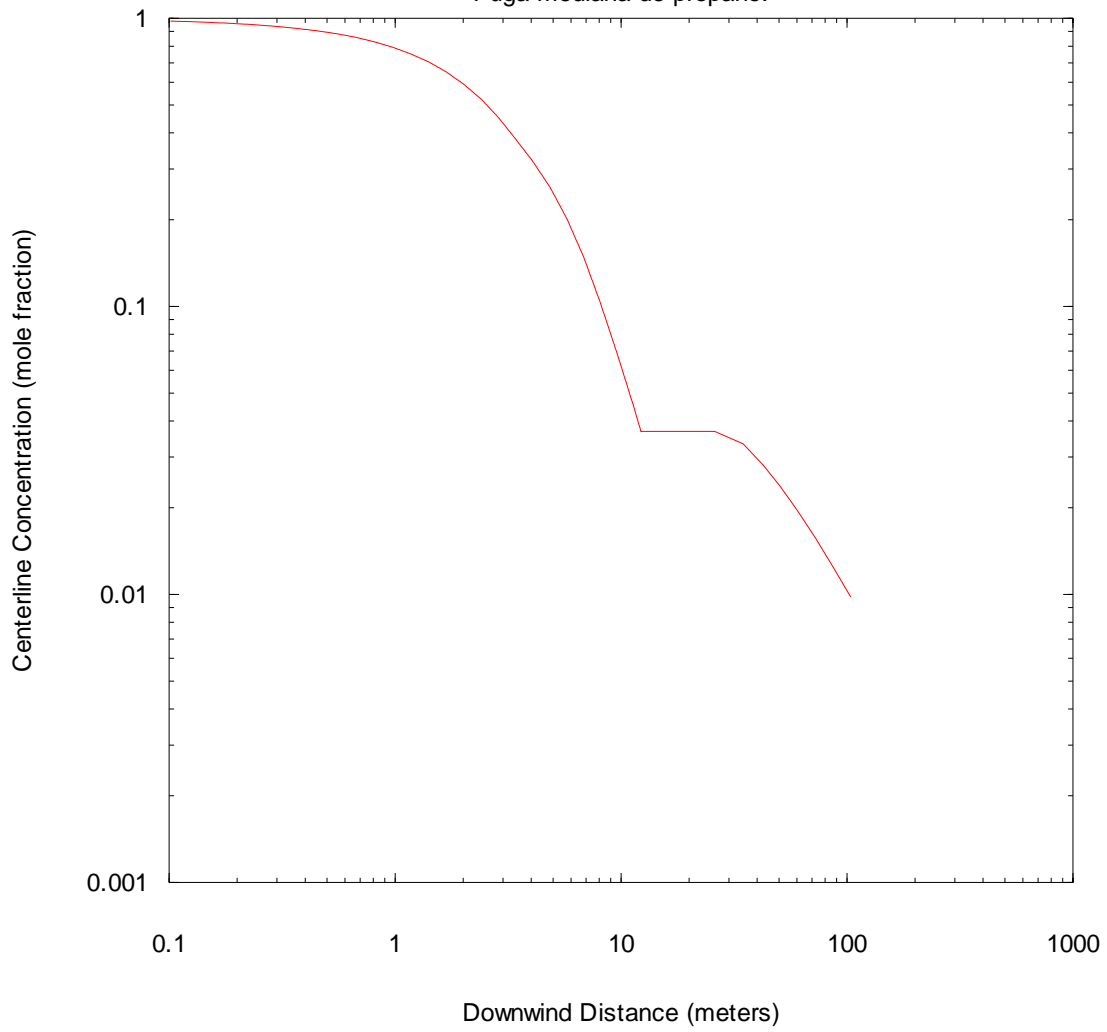
CANARY by Quest

Thu Sep 10 13:42:22 2009

CENTERLINE CONCENTRATION vs. DISTANCE

Momentum Jet Cloud

Fuga mediana de propano.



casename=R2VM

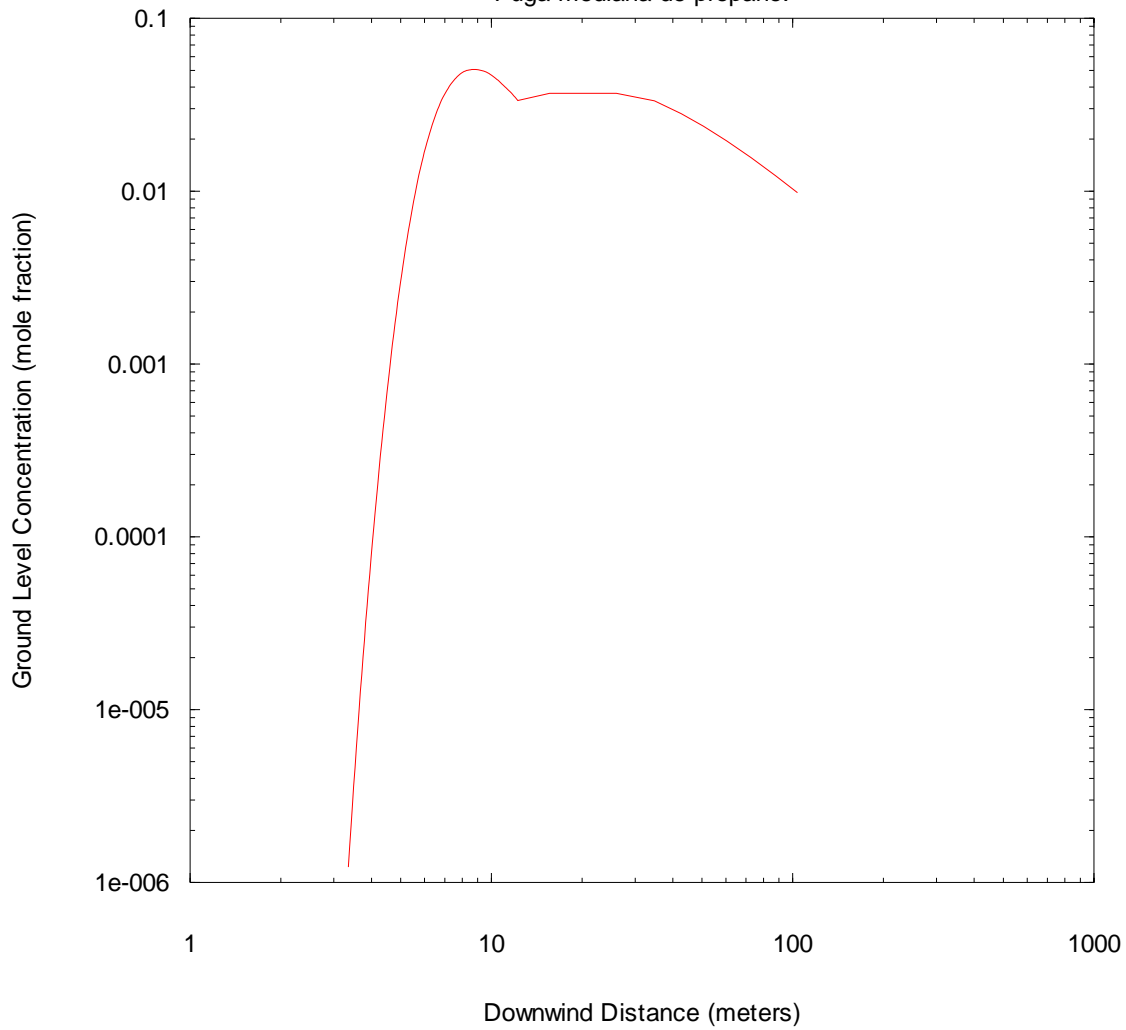
w.s. = 3.5 m/s

D stability

GROUND LEVEL CONCENTRATION vs. DISTANCE

Momentum Jet Cloud

Fuga mediana de propano.



casename=R2VM

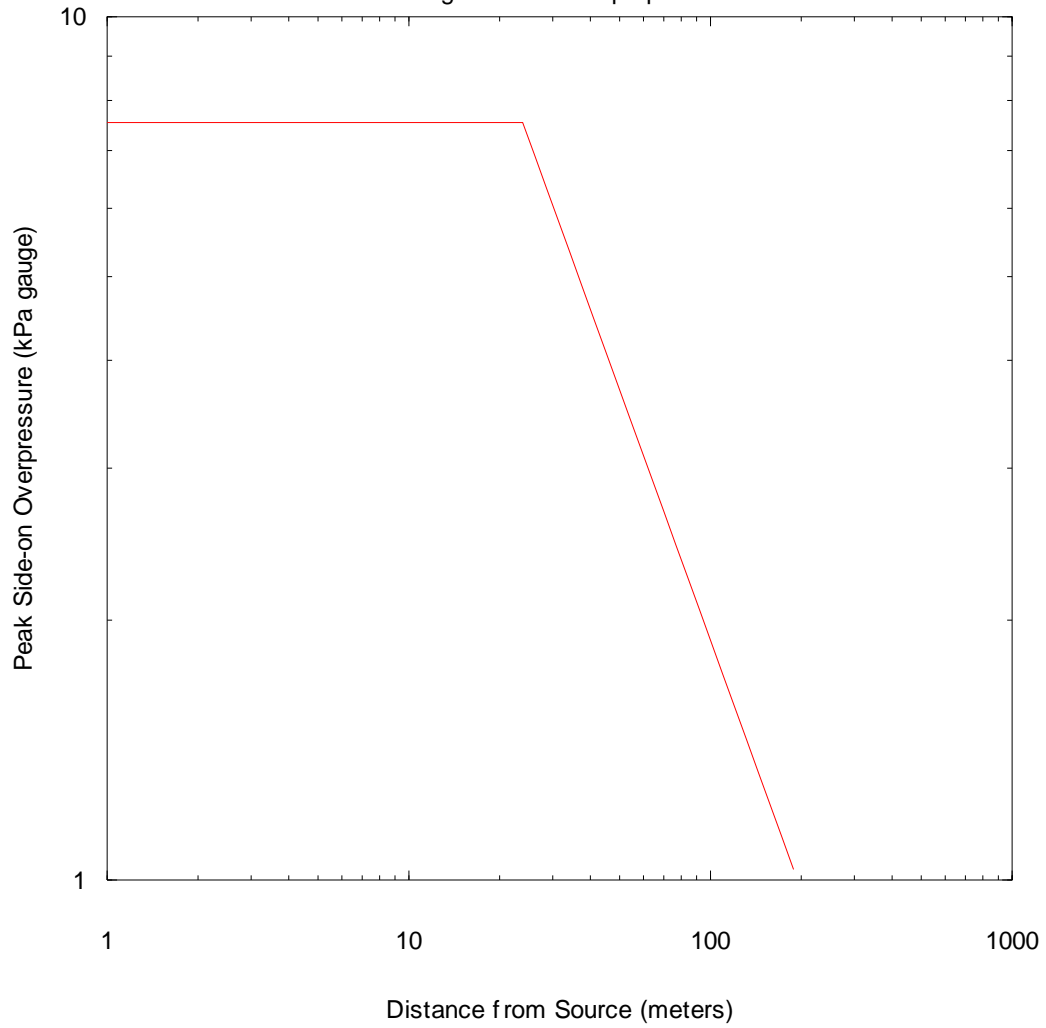
w.s. = 3.5 m/s

D stability

BAKER-STREHLOW EXPLOSION OVERPRESSURE vs. DISTANCE

Momentum Jet VCE

Fuga mediana de propano.



casename=R2VM

ANEXO A.3.

Resultados de la simulación de fuga mayor de propano en tubería de 12”, y explosión de la nube de vapor formada.

```

+-----+
|               CANARY by Quest - Version 4.0               |
|               CANARY Case Input                           |
|               Case Name - R2VG                            |
|               Thu Sep 10 13:43:57 2009                    |
|               Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
|               www.questconsult.com   canary@questconsult.com |
|               telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734 |
+-----+

```

TITLE: Fuga mayor de propano.

Type of calculation is vapor dispersion.

TITLE MENU

Title for this run : Fuga mayor de propano.
 User id : Luis Quinán
 Project number : 01
 Filename : R2VG
 Type of units : Metric units

MATERIAL MENU

Materials Released	:	number	formula	name	fraction
Component number 1	:	3	= C3H8	Propane	1.000000
Component number 2	:				
Component number 3	:				
Component number 4	:				
Component number 5	:				
Component number 6	:				
Component number 7	:				
Component number 8	:				
Component number 9	:				
Component number 10	:				
Temperature (deg C)	:		47.78		
Pressure (kPa)	:		1682.32		

The material is LIQUID

ENVIRONMENT MENU

Wind speed (m/s)		3.5
Wind speed reference height (meters)		10
Stability class <A-F>		D
Percent relative humidity		68.5
Air temperature (deg C)		27
Surface temperature (deg. C)		25
Spill surface	Dike material - high density concrete	
Surrounding terrain	Forest, dense urban, or process area	

RELEASE MENU

Type of release: Unregulated, Continuous release

Release duration (minutes)	15
Normal flow rate (kg / sec.)	20512.9
Duration of normal flow (minutes)	0
Volume of vessel (cu. meters)	39.7468
Percent of vessel volume filled with liquid	50
Liquid head above release point (meters)	2.83
Pipe diameter (meters)	0.3048
Release area (hole size) (sq. meters)	0.0182415
Pipe length upstream of break (meters)	0
Height of release point (meters)	1
Angle of release from horizontal (deg.)	0

```
+-----+
|               CANARY by Quest - Version 4.0               |
|               CANARY Case Input                           |
|               Case Name - R2VG                            |
|               Thu Sep 10 13:43:57 2009                   |
|               Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
|               www.questconsult.com   canary@questconsult.com |
|               telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734 |
+-----+
```

TITLE: Fuga mayor de propano.

IMPOUNDMENT MENU

Unconfined

VDVE MENU

Vapor generation and dispersion and cloud explosion - Flammable calculation

Tracking the mixture

Concentration limit (mole %) UFL

Concentration limit (mole %) LFL

Concentration limit (mole %) 1/2 LFL

Dispersion coefficient averaging time (min) 1

Baker-Strehlow parameters

Fuel reactivity: Medium

Obstacle density: Medium

Flame expansion: 3-D

Reflection factor: 2

Overpressure values

Overpressure (kPa gauge) 13.789

Overpressure (kPa gauge) 4.826

Overpressure (kPa gauge) 1.034

```

+-----+
|          CANARY by Quest - Version 4.0          |
|      General Release Model 4.0 UPSTREAM          |
|          Case Name - R2VG                       |
|          Thu Sep 10 13:43:57 2009              |
|      Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
| www.questconsult.com       canary@questconsult.com |
| telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734   |
+-----+

```

TITLE: Fuga mayor de propano.

Time (sec)	Vapor (kg/sec)	Aerosol Rate (kg/sec)	Liquid Rate (kg/sec)	Total Rate (kg/sec)
.0000000	223.257	186.764	.000000	410.020
.1000000E-01	223.257	186.764	.000000	410.020
.3000000E-01	223.257	186.764	.000000	410.020
.5000000E-01	223.257	186.764	.000000	410.020
.7000000E-01	223.257	186.764	.000000	410.020
.1000000	223.257	186.764	.000000	410.020
.3000000	222.617	186.229	.000000	408.846
.5000000	222.617	186.229	.000000	408.846
.7000000	222.617	186.229	.000000	408.846
1.000000	222.617	186.229	.000000	408.846
3.000000	222.617	186.229	.000000	408.846
5.000000	222.617	186.229	.000000	408.846
7.000000	222.617	186.229	.000000	408.846
10.00000	222.617	186.229	.000000	408.846
30.00000	222.617	186.229	.000000	408.846
50.00000	222.617	186.229	.000000	408.846
70.00000	222.617	186.229	.000000	408.846
100.0000	222.617	186.229	.000000	408.846
300.0000	222.617	186.229	.000000	408.846
500.0000	222.617	186.229	.000000	408.846
700.0000	222.617	186.229	.000000	408.846
900.0000	222.617	186.229	.000000	408.846

Flowrate for Torch Fire [immediate ignition] = 408.9 kg/sec.
Torch Fire [delayed ignition] = 408.8 kg/sec.

Reason for Ending: Reached Stop Time

```

+-----+
|          CANARY by Quest - Version 4.0          |
|          Release Stream Compositions           |
|          Case Name - R2VG                     |
|          Thu Sep 10 13:43:57 2009            |
|          Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
|          www.questconsult.com   canary@questconsult.com |
|          telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734 |
+-----+

```

TITLE: Fuga mayor de propano.

Component Number	Component Name, Formula
3	Propane, C3H8

Composition (Mole Fraction) of Fluid Streams

Comp. No.	Feed Stream	Momentum Jet Stream			Liquid Pool Stream	
		Flashed Vapor	Evaporated Vapor	Aerosol Liquid	Total Stream	Liquid to Ground
3	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000	0.000000

Flammable Limits (Mole %) of Fluid Streams

Limit	Feed Stream	Momentum Jet Stream	Liquid Pool Stream
LFL	2.10	2.10	
UFL	9.50	9.50	

```

+-----+
|               CANARY by Quest - Version 4.0               |
|      Momentum Jet Vapor Dispersion Model                  |
|              Case Name - R2VG                            |
|            Thu Sep 10 13:43:57 2009                      |
|  Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA           |
| www.questconsult.com      canary@questconsult.com        |
| telephone (405) 329-7475    fax (405) 329-7734         |
+-----+

```

TITLE: Fuga mayor de propano.

concentration limits

```

concentration 3 (highest) = 0.095000 mole fraction
concentration 2 (middle)  = 0.021000 mole fraction
concentration 1 (lowest)  = 0.010500 mole fraction

```

downwind distance x(m)	centerline conc. c(mole frac.)	ground conc. 1/2 width c(mole frac.)(m)	y(c1) 1/2 width (m)	y(c2) 1/2 width (m)	y(c3) 1/2 width (m)	centerline height (m)
0	1.000000	0.000000	1.1	1.0	0.9	1.0
10	0.649053	0.125105	2.2	2.0	1.6	1.5
20	0.378506	0.220798	3.9	3.6	2.6	1.7
30	0.235137	0.210519	6.5	5.8	3.7	1.3
40	0.199556	0.199556	36.0	32.9	23.1	0.0
50	0.199556	0.199556	50.7	46.2	31.7	0.0
60	0.199556	0.199556	65.6	59.6	40.3	0.0
70	0.199556	0.199556	80.5	73.0	48.8	0.0
80	0.193316	0.193316	95.1	85.9	56.2	0.0
90	0.183422	0.183422	109.1	98.2	62.3	0.0
100	0.165345	0.165345	121.7	108.8	64.8	0.0
110	0.150532	0.150532	134.3	119.5	67.4	0.0
120	0.136334	0.136334	145.1	128.3	63.9	0.0
130	0.124046	0.124046	155.5	136.5	58.8	0.0
140	0.113659	0.113659	165.8	144.7	53.7	0.0
150	0.104454	0.104454	175.5	152.2	40.4	0.0
160	0.095705	0.095705	183.0	157.3	3.2	0.0
170	0.088155	0.088155	190.5	162.5	0.0	0.0
180	0.081583	0.081583	198.0	167.6	0.0	0.0
190	0.075653	0.075653	204.4	171.5	0.0	0.0
200	0.070264	0.070264	209.5	174.1	0.0	0.0
210	0.065495	0.065495	214.7	176.6	0.0	0.0
220	0.061250	0.061250	219.9	179.2	0.0	0.0
230	0.057267	0.057267	223.1	179.3	0.0	0.0
240	0.053679	0.053679	226.1	179.1	0.0	0.0
250	0.050449	0.050449	229.1	178.9	0.0	0.0
260	0.047529	0.047529	232.1	178.8	0.0	0.0
270	0.044879	0.044879	235.0	178.6	0.0	0.0
280	0.042437	0.042437	237.5	177.6	0.0	0.0
290	0.040105	0.040105	238.0	173.4	0.0	0.0

downwind distance x(m)	centerline conc. c(mole frac.)	ground conc. c(mole frac.)	y(c1) 1/2 width (m)	y(c2) 1/2 width (m)	y(c3) 1/2 width (m)	centerline height (m)
300	0.037973	0.037973	238.4	169.2	0.0	0.0
310	0.036019	0.036019	238.9	164.9	0.0	0.0
320	0.034222	0.034222	239.3	160.7	0.0	0.0
330	0.032567	0.032567	239.8	156.4	0.0	0.0
340	0.031038	0.031038	240.3	152.2	0.0	0.0
350	0.029621	0.029621	240.7	147.9	0.0	0.0
360	0.028265	0.028265	239.5	135.3	0.0	0.0
370	0.026989	0.026989	237.5	119.3	0.0	0.0
380	0.025803	0.025803	235.6	103.2	0.0	0.0
390	0.024698	0.024698	233.7	87.2	0.0	0.0
400	0.023666	0.023666	231.7	71.2	0.0	0.0
410	0.022701	0.022701	229.8	55.2	0.0	0.0
420	0.021797	0.021797	227.8	39.1	0.0	0.0
430	0.020943	0.020943	225.2	0.0	0.0	0.0
440	0.020125	0.020125	220.5	0.0	0.0	0.0
450	0.019356	0.019356	215.9	0.0	0.0	0.0
460	0.018633	0.018633	211.2	0.0	0.0	0.0
470	0.017951	0.017951	206.6	0.0	0.0	0.0
480	0.017308	0.017308	202.0	0.0	0.0	0.0
490	0.016700	0.016700	197.3	0.0	0.0	0.0
500	0.016125	0.016125	192.7	0.0	0.0	0.0
510	0.015581	0.015581	188.1	0.0	0.0	0.0
520	0.015066	0.015066	183.4	0.0	0.0	0.0
530	0.014568	0.014568	170.7	0.0	0.0	0.0
540	0.014096	0.014096	157.1	0.0	0.0	0.0
550	0.013646	0.013646	143.4	0.0	0.0	0.0
560	0.013219	0.013219	129.8	0.0	0.0	0.0
570	0.012813	0.012813	116.1	0.0	0.0	0.0
580	0.012425	0.012425	102.5	0.0	0.0	0.0
590	0.012056	0.012056	88.8	0.0	0.0	0.0
600	0.011703	0.011703	75.1	0.0	0.0	0.0
610	0.011367	0.011367	61.5	0.0	0.0	0.0
620	0.011045	0.011045	47.8	0.0	0.0	0.0
630	0.010738	0.010738	34.2	0.0	0.0	0.0
640	0.010443	0.010443	0.0	0.0	0.0	0.0

The momentum jet model coupled to the heavy gas model at 33.59 m in
1 sec

The downwind distance to c3 is 160.87 m after about 56 seconds
The downwind distance to c2 is 429.33 m after about 161 seconds
The downwind distance to c1 is 638.03 m after about 230 seconds

```

CANARY by Quest - Version 4.0
Momentum Jet Vapor Cloud Explosion
Case Name - R2VG
Thu Sep 10 13:43:57 2009
Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA
www.questconsult.com canary@questconsult.com
telephone (405) 329-7475 fax (405) 329-7734
    
```

```

TITLE: Fuga mayor de propano.
Fuel Reactivity: Medium      Obstacle Density: Medium
Flame Expansion: 3-D        Reflection Factor: 2.0
    
```

Overpressure levels:

```

-----
dp3 = 13.79 kPa gauge
dp2 = 4.83 kPa gauge
dp1 = 1.03 kPa gauge
Total mass in explosive range: 74117.6 kg
Distance from Release Point
or Center of Confined Volume
    
```

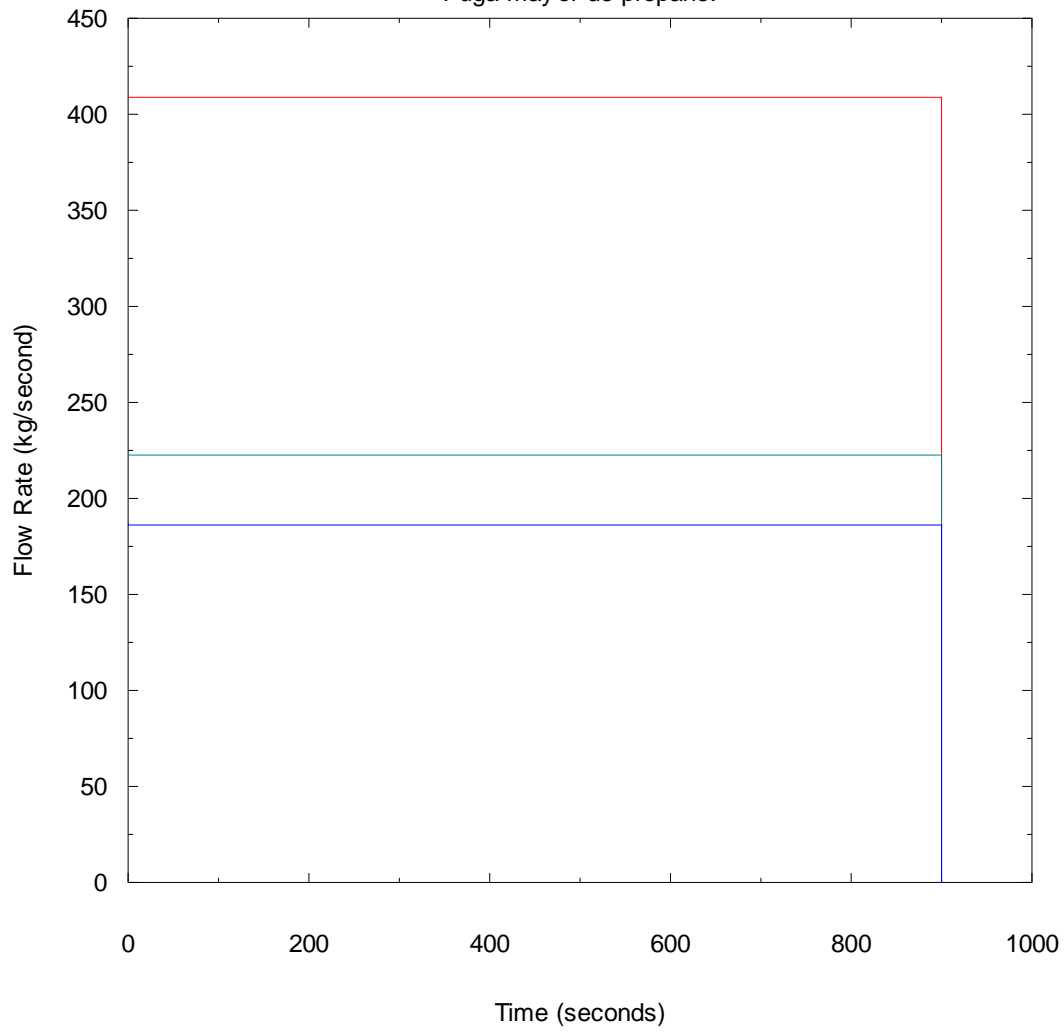
Distance (meters)	Overpressure (kPa gauge)	Impulse (Pa-s)
1.0	7.54	8536.05
137.4	7.54	6740.59
150.3	6.92	6199.77
164.4	6.35	5702.34
179.8	5.82	5244.82
196.7	5.34	4824.01
215.2	4.90	4436.97
235.4	4.49	4080.97
257.5	4.12	3753.54
281.7	3.78	3452.38
308.2	3.46	3175.39
337.1	3.18	2920.62
368.8	2.91	2686.29
403.4	2.67	2470.76
441.3	2.45	2272.52
482.7	2.25	2090.19
528.1	2.06	1922.48
577.7	1.89	1768.24
631.9	1.74	1626.37
691.3	1.59	1495.88
756.2	1.46	1375.86
827.2	1.34	1265.47
904.9	1.23	1163.93
989.8	1.13	1070.55
1082.8	1.03	984.65

```

The downwind distance to dp3 is 0.0 meters
The downwind distance to dp2 is 218.7 meters
The downwind distance to dp1 is 1081.9 meters
    
```

MASS RELEASE RATE

Fuga mayor de propano.



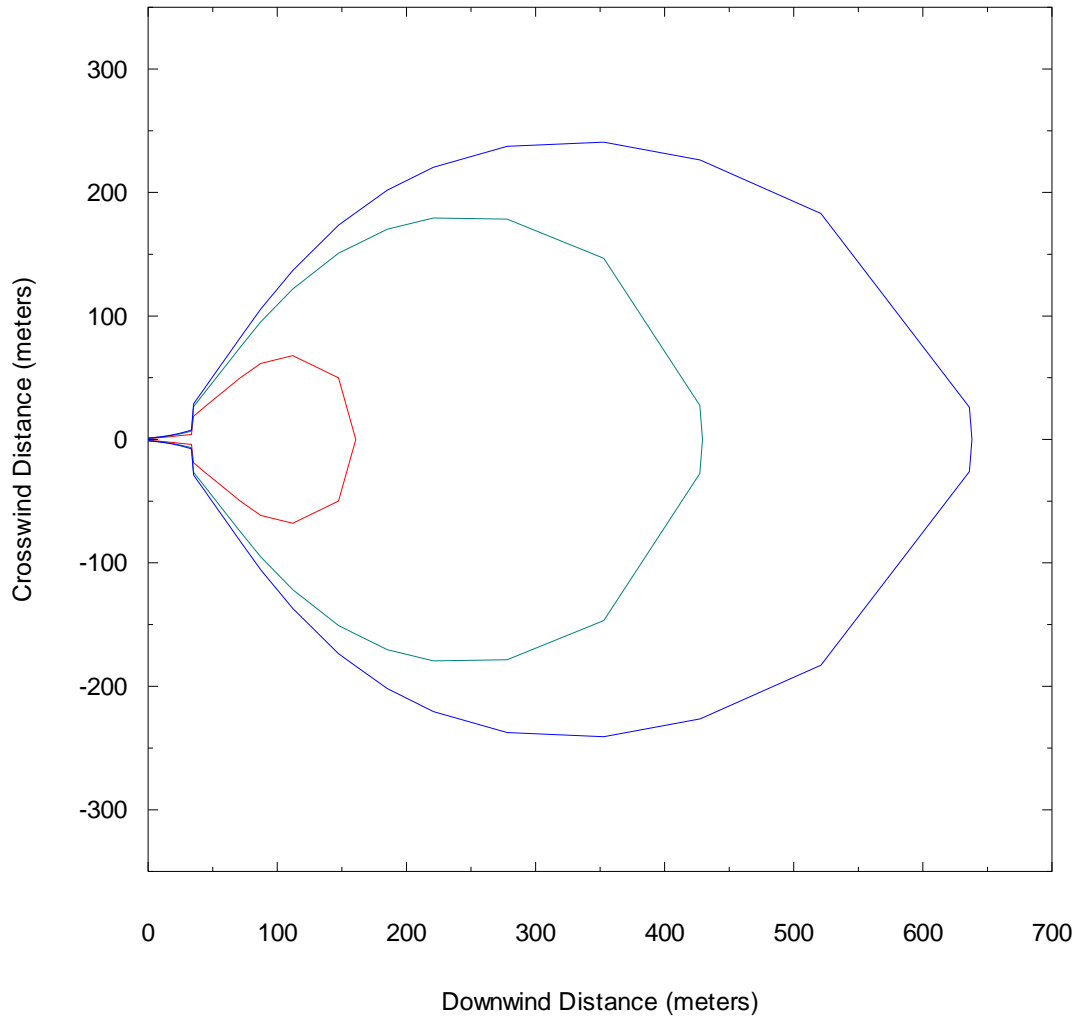
- Total
- Vapor
- Aerosol Liquid

casename=R2VG

CONCENTRATION CONTOURS: OVERHEAD VIEW

Momentum Jet Cloud

Fuga may or de propano.



- 9.50 mole percent
- 2.10 mole percent
- 1.05 mole percent

casename=R2VG

w.s. = 3.5 m/s

D stability

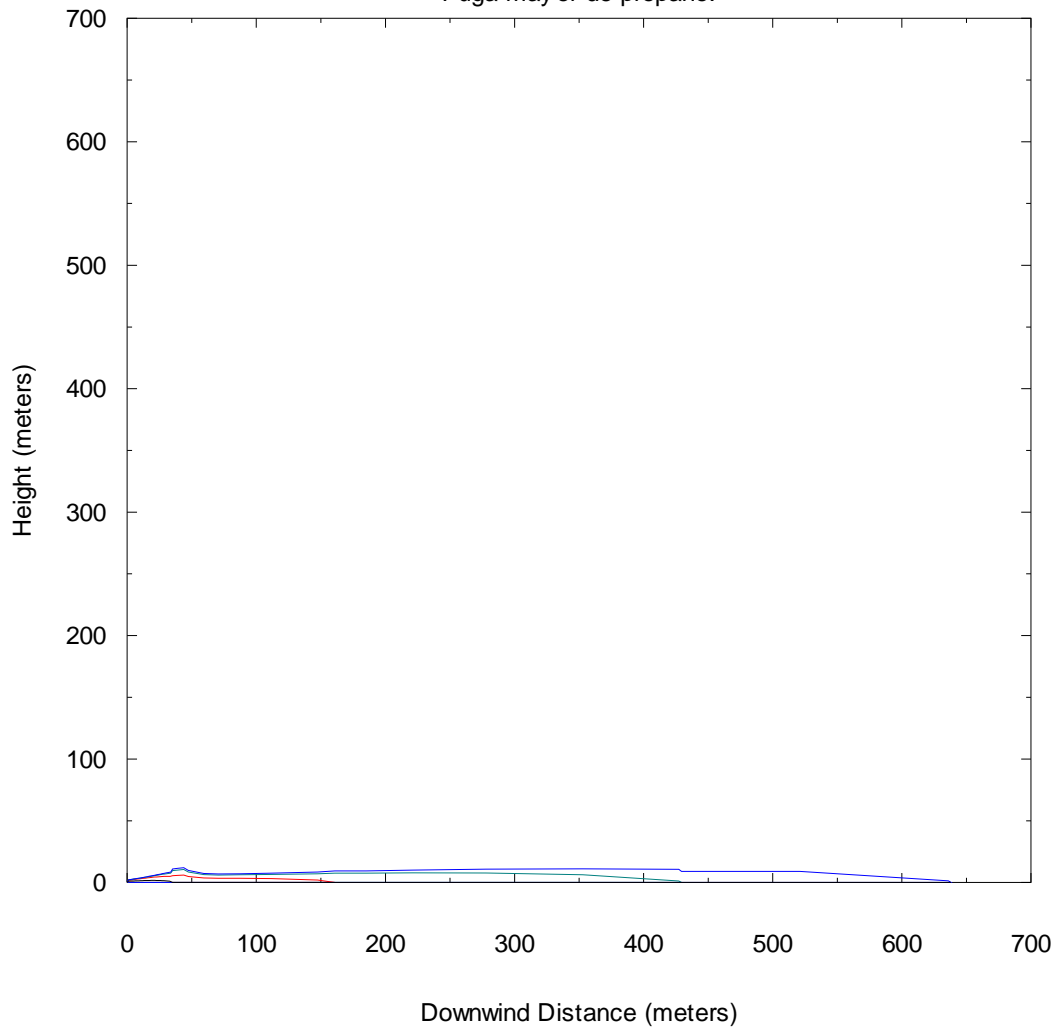
CANARY by Quest

Thu Sep 10 13:43:57 2009

CONCENTRATION CONTOURS: SIDE VIEW

Momentum Jet Cloud

Fuga may or de propano.



- 9.50 mole percent
- 2.10 mole percent
- 1.05 mole percent

casename=R2VG

w.s. = 3.5 m/s

D stability

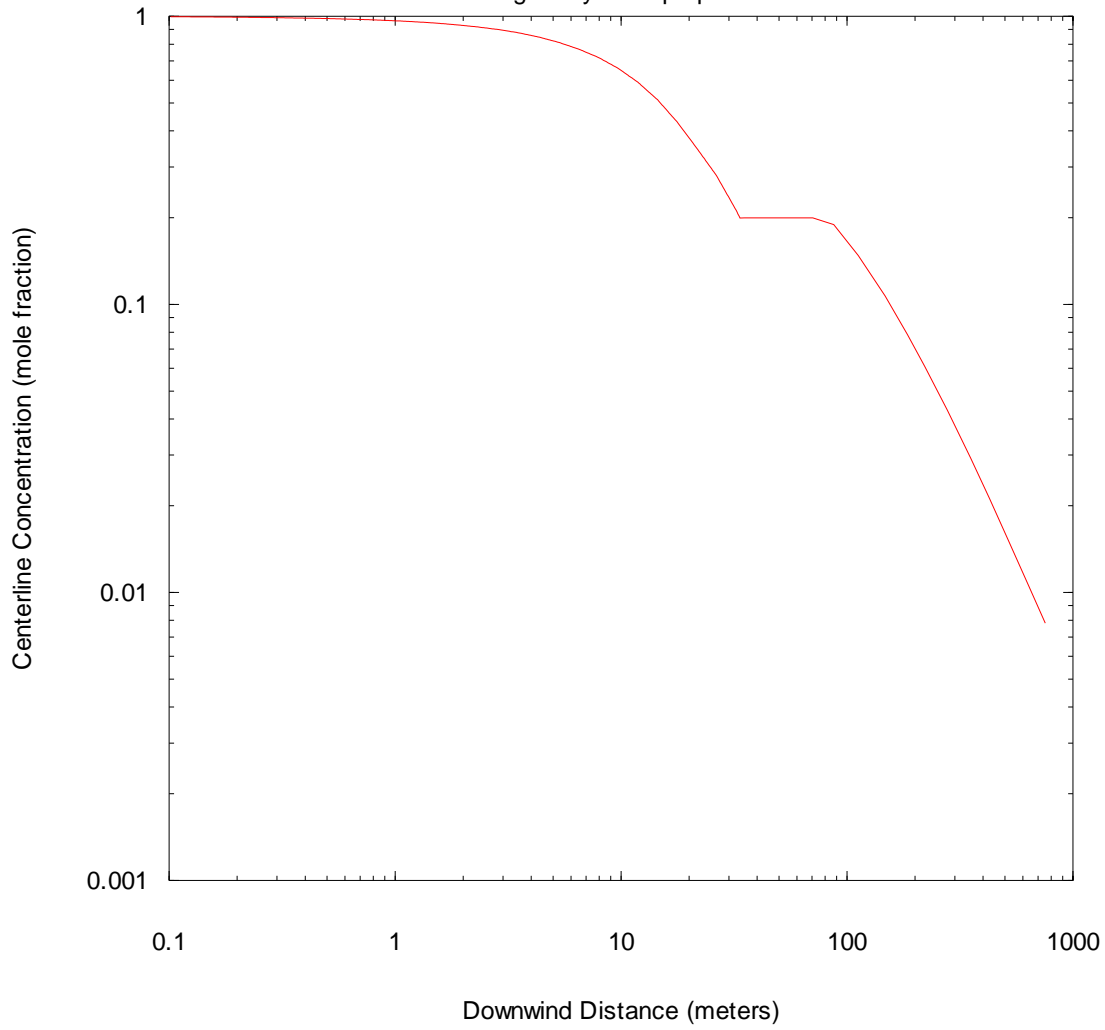
CANARY by Quest

Thu Sep 10 13:43:57 2009

CENTERLINE CONCENTRATION vs. DISTANCE

Momentum Jet Cloud

Fuga may or de propano.



casename=R2VG

w.s. = 3.5 m/s

D stability

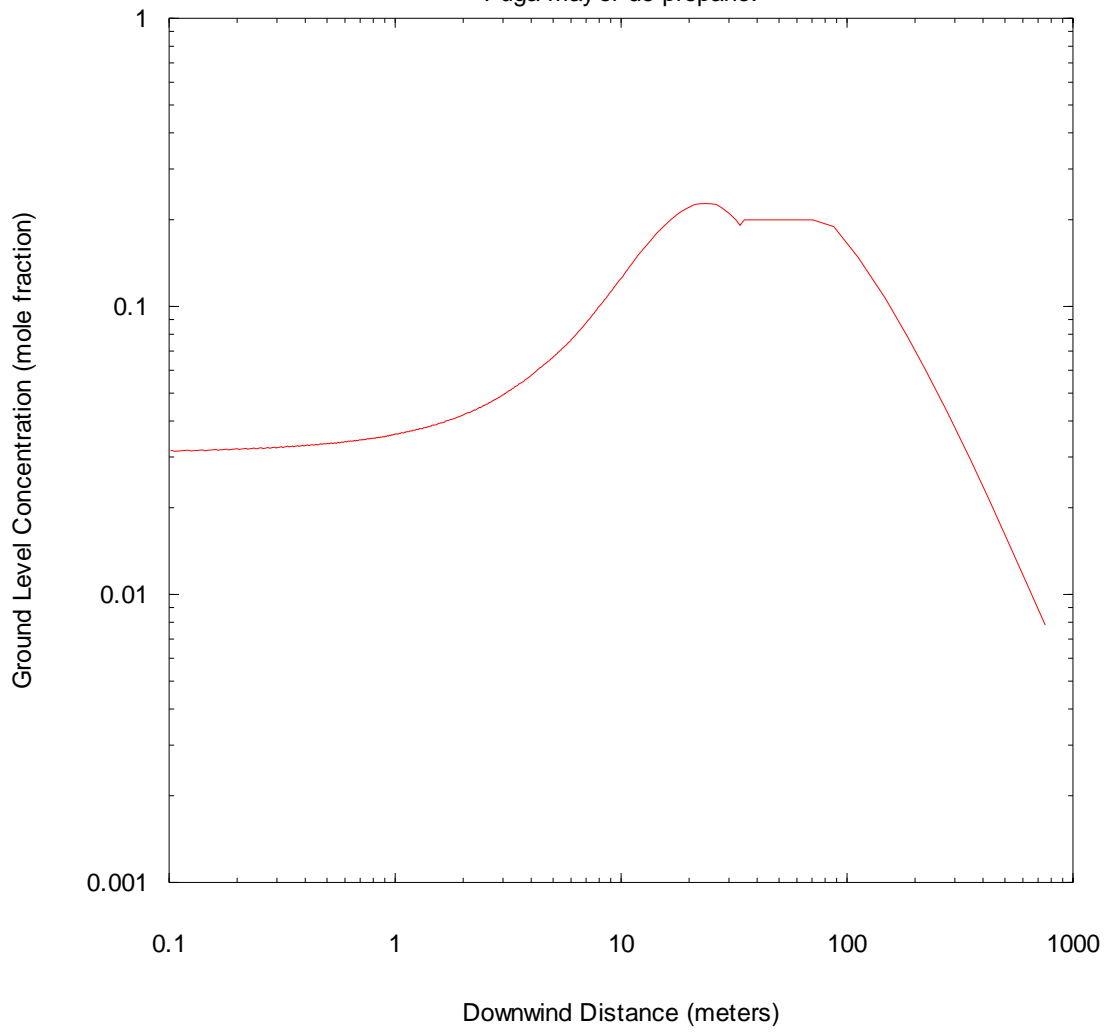
CANARY by Quest

Thu Sep 10 13:43:57 2009

GROUND LEVEL CONCENTRATION vs. DISTANCE

Momentum Jet Cloud

Fuga may or de propano.



casename=R2VG

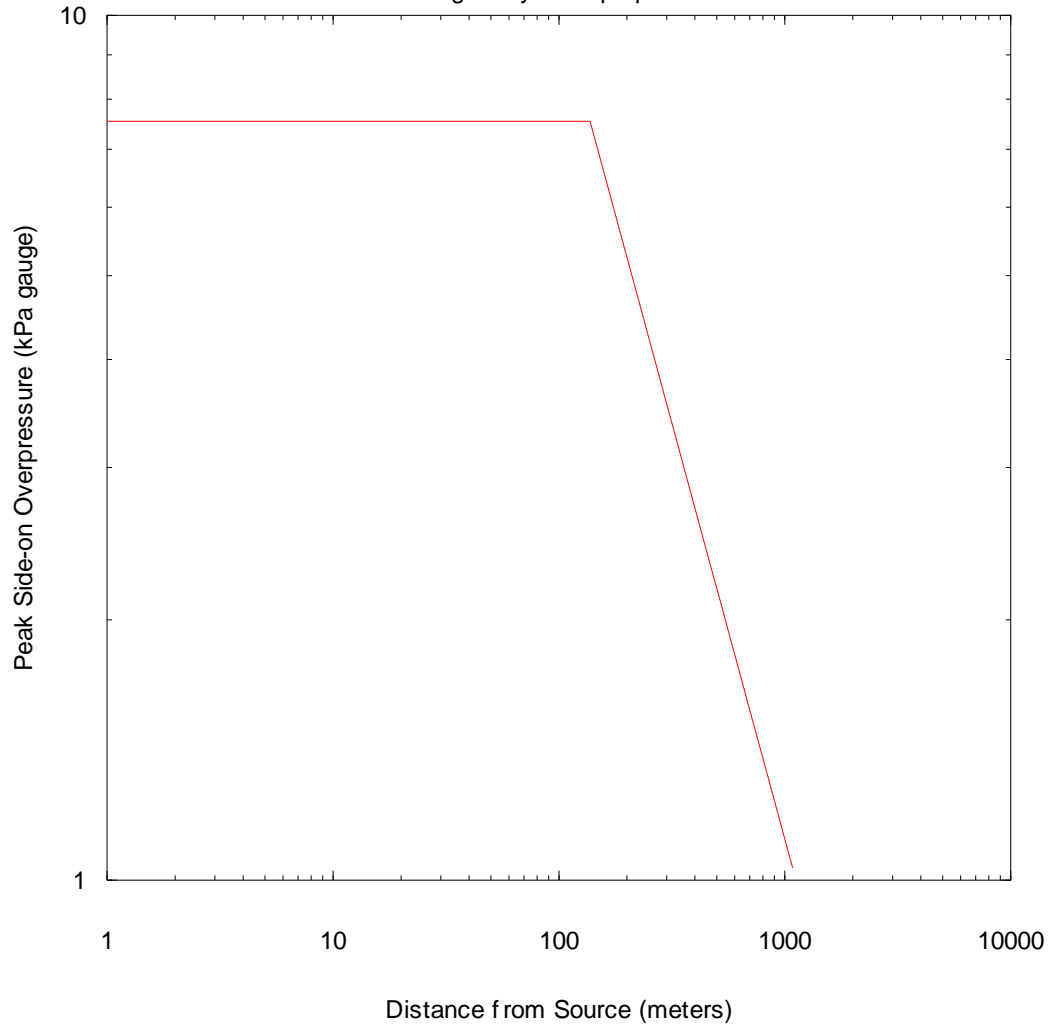
w.s. = 3.5 m/s

D stability

BAKER-STREHLOW EXPLOSION OVERPRESSURE vs. DISTANCE

Momentum Jet VCE

Fuga may or de propano.



casename=R2VG

ANEXO A.4.

***Resultados de la simulación de antorcha
de fuego originada por fuga
menor de propano en tubería de 12”.***

```

+-----+
|                                     |
|           CANARY by Quest - Version 4.0           |
|           CANARY Case Input                       |
|           Case Name - R2FP                       |
|           Fri Sep 11 13:14:45 2009               |
|           Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
|           www.questconsult.com   canary@questconsult.com |
|           telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734 |
|                                     |
+-----+

```

TITLE: Antorcha menor de fuego.
Type of calculation is fire radiation.

TITLE MENU

Title for this run : Antorcha menor de fuego.
User id : Luis Quinán
Project number : 01
Filename : R2FP
Type of units : Metric units

MATERIAL MENU

Materials Released	number	formula	name	fraction
Component number 1	:	3 = C3H8	Propane	1.000000
Component number 2	:			
Component number 3	:			
Component number 4	:			
Component number 5	:			
Component number 6	:			
Component number 7	:			
Component number 8	:			
Component number 9	:			
Component number 10	:			
Temperature (deg C)	:	47.7778		
Pressure (kPa)	:	1682.32		

The material is LIQUID

ENVIRONMENT MENU

Wind speed (m/s)	3.5
Percent relative humidity	68.5
Air temperature (deg C)	27

FIRE TYPE MENU

Fire radiation division: Flare/Torch fires	
Vertical and horizontal isopleths	
Height of flame base (from grade) (meters)	1
Height of target (from grade) (meters)	1.65
Diameter of flare/torch tip (meters)	0.00635
Flow rate (kg/sec.)	0.7
Angle of release from horizontal (deg.)	0

Fire radiation flux values

Radiation (kilowatts/sq. meter)	7.27
---------------------------------	------

Radiation (kilowatts/sq. meter)	5
Radiation (kilowatts/sq. meter)	1.6


```

+-----+
|          CANARY by Quest - Version 4.0          |
|          Flare / Torch Radiation Model          |
|          Case Name - R2FP                      |
|          Fri Sep 11 13:14:45 2009             |
|          Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
|          www.questconsult.com   canary@questconsult.com |
|          telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734 |
+-----+

```

TITLE: Antorcha menor de fuego.

```

Length of Flame           : 10.9 meters
Flame Tilt from Horizontal: 1.2 degrees
Release Angle             : 0.0 degrees
Release Point Elevation   : 1.0 meters
Target Elevation          : 1.6 meters
Wind Speed                 : 3.5 meters/second

```

-----Distance from Release Point-----			Maximum
Downwind	Crosswind	Line of Sight	Flux
(meters)	(meters)	(meters)	(kW/sq.m)
5.0	0.0	5.0	***
5.4	0.0	5.4	***
5.8	0.0	5.8	***
6.3	0.0	6.3	***
6.8	0.0	6.8	***
7.3	0.0	7.3	***
7.9	0.0	7.9	***
8.5	0.0	8.5	***
9.2	0.0	9.2	***
9.9	0.0	9.9	***
10.7	0.0	10.7	***
11.6	0.0	11.6	***
12.5	0.0	12.5	12.6
13.5	0.0	13.5	7.8
14.5	0.0	14.5	5.1
15.7	0.0	15.7	3.5
16.9	0.0	16.9	2.5
18.3	0.0	18.3	1.8
19.7	0.0	19.7	1.3
21.3	0.0	21.3	1.0

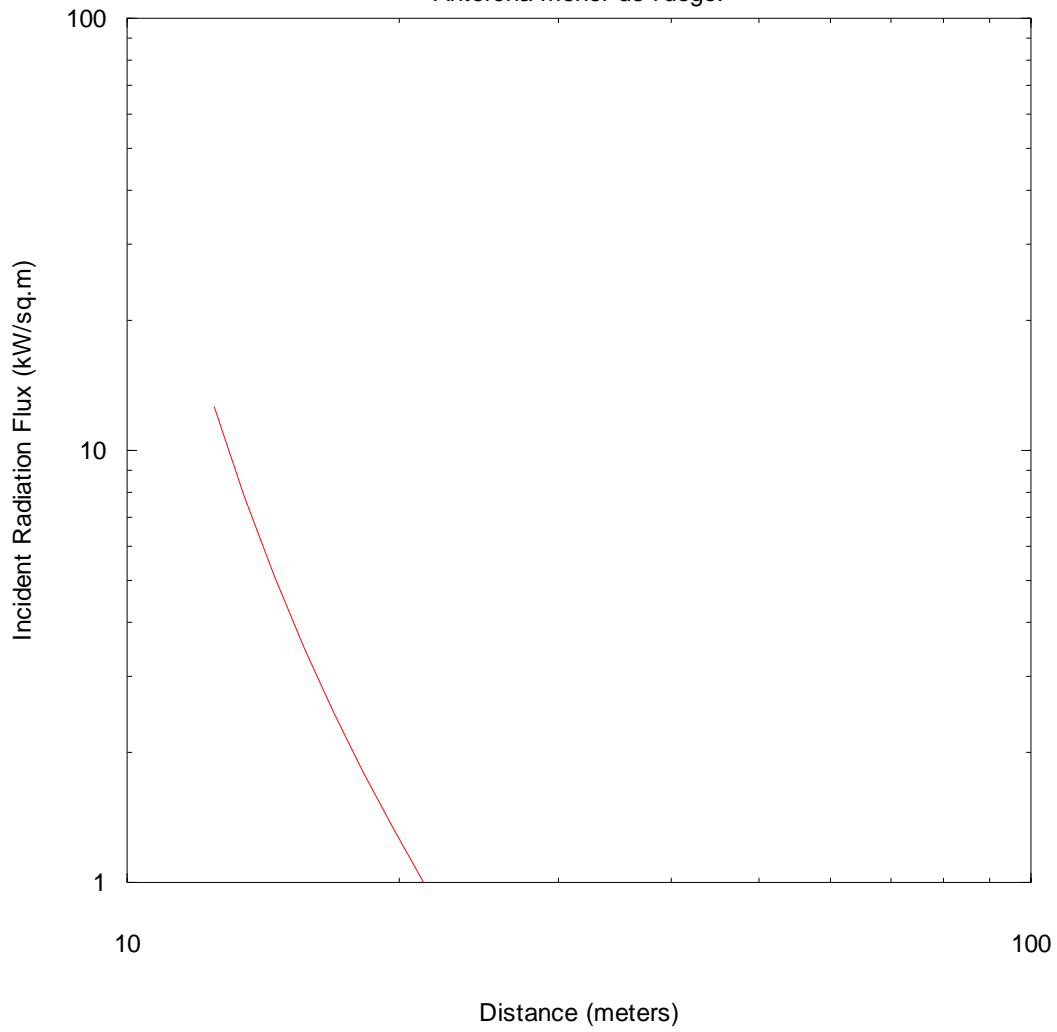
*** Target Location inside Flame

Downwind Distances to Endpoints	
Distance	Maximum Flux
(meters)	(kW/sq.m)
13.7	7.3
14.6	5.0
18.8	1.6

FLARE / TORCH RADIATION FLUX vs. DISTANCE

Target is 0.6 meters Above the Release Point

Antorcha menor de fuego.



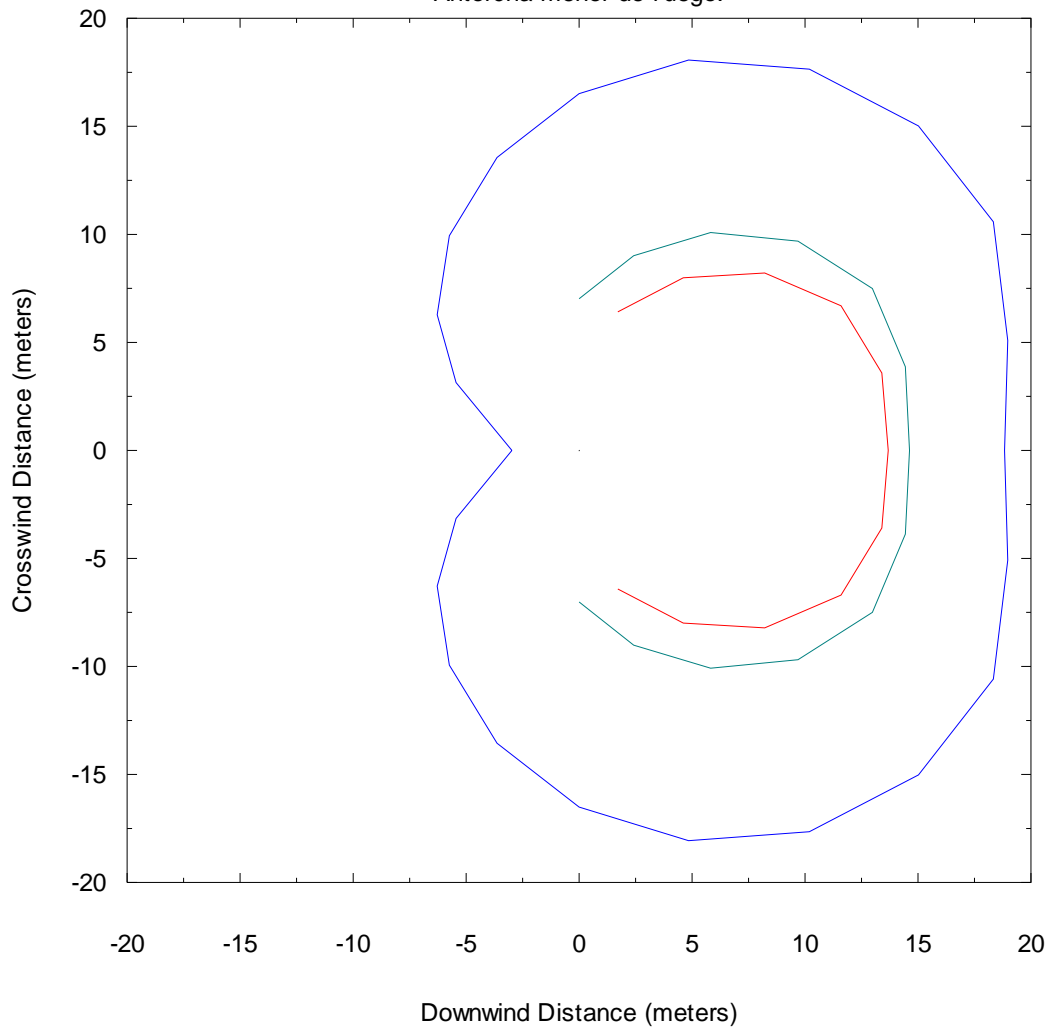
casename=R2FP

w.s. = 3.5 m/s

FLARE / TORCH RADIATION ISOPLETHS

Target is 0.6 meters Above the Release Point

Antorcha menor de fuego.

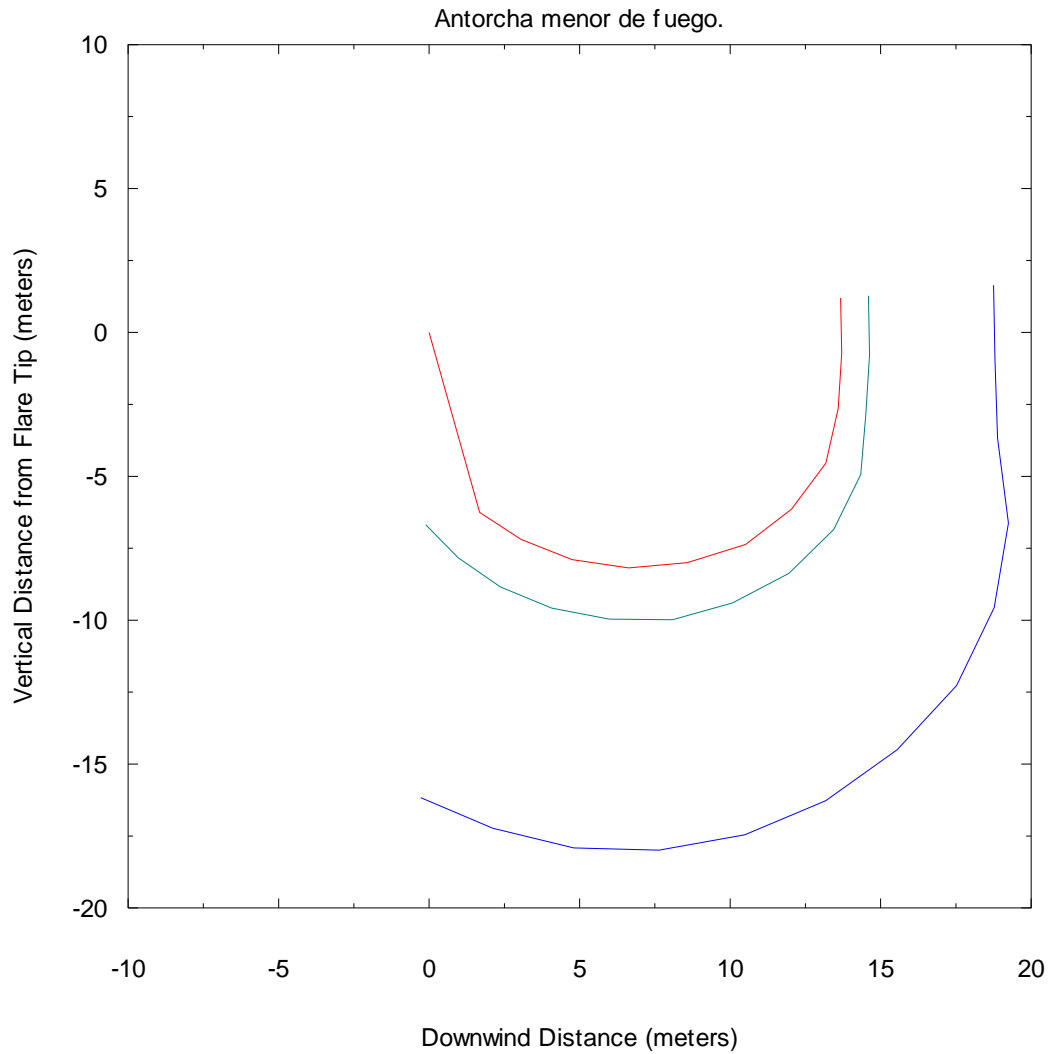


- 7.27 kW/sq.m
- 5.00 kW/sq.m
- 1.60 kW/sq.m

casename=R2FP

w.s. = 3.5 m/s

FLARE / TORCH VERTICAL RADIATION ISOPLETHS



- 7.27 kW/sq.m
- 5.00 kW/sq.m
- 1.60 kW/sq.m

casename=R2FP
w.s. = 3.5 m/s

ANEXO A.5.

***Resultados de la simulación de antorcha
de fuego originada por fuga
mediana de propano en tubería de 12”.***

```

+-----+
|                                     |
|           CANARY by Quest - Version 4.0           |
|           CANARY Case Input                       |
|           Case Name - R2FM                       |
|           Fri Sep 11 13:19:53 2009              |
|           Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
|           www.questconsult.com   canary@questconsult.com |
|           telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734 |
|                                     |
+-----+

```

TITLE: Antorcha mediana de fuego.

Type of calculation is fire radiation.

TITLE MENU

Title for this run : Antorcha mediana de fuego.
 User id : Luis Quinán
 Project number : 01
 Filename : R2FM
 Type of units : Metric units

MATERIAL MENU

Materials Released	number	formula	name	fraction
Component number 1	:	3 = C3H8	Propane	1.000000
Component number 2	:			
Component number 3	:			
Component number 4	:			
Component number 5	:			
Component number 6	:			
Component number 7	:			
Component number 8	:			
Component number 9	:			
Component number 10	:			
Temperature (deg C)	:	47.7778		
Pressure (kPa)	:	1682.32		

The material is LIQUID

ENVIRONMENT MENU

Wind speed (m/s)	3.5
Percent relative humidity	68.5
Air temperature (deg C)	27

FIRE TYPE MENU

Fire radiation division: Flare/Torch fires	
Vertical and horizontal isopleths	
Height of flame base (from grade) (meters)	1
Height of target (from grade) (meters)	1.65
Diameter of flare/torch tip (meters)	0.0254
Flow rate (kg/sec.)	11.4
Angle of release from horizontal (deg.)	0

Fire radiation flux values

Radiation (kilowatts/sq. meter)	7.27
---------------------------------	------

Radiation (kilowatts/sq. meter)	5
Radiation (kilowatts/sq. meter)	1.6

```

+-----+
|          CANARY by Quest - Version 4.0          |
|          Flare / Torch Radiation Model          |
|          Case Name - R2FM                       |
|          Fri Sep 11 13:19:53 2009              |
|          Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
|          www.questconsult.com   canary@questconsult.com |
|          telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734 |
+-----+

```

TITLE: Antorcha mediana de fuego.

```

Length of Flame      : 26.2 meters
Flame Tilt from Horizontal: 1.4 degrees
Release Angle       : 0.0 degrees
Release Point Elevation : 1.0 meters
Target Elevation    : 1.6 meters
Wind Speed          : 3.5 meters/second

```

-----Distance from Release Point-----			Maximum
Downwind	Crosswind	Line of Sight	Flux
(meters)	(meters)	(meters)	(kW/sq.m)
5.0	0.0	5.0	***
5.7	0.0	5.7	***
6.6	0.0	6.6	***
7.6	0.0	7.6	***
8.7	0.0	8.7	***
10.0	0.0	10.0	***
11.4	0.0	11.4	***
13.1	0.0	13.1	***
15.1	0.0	15.1	***
17.3	0.0	17.3	***
19.8	0.0	19.8	***
22.8	0.0	22.8	***
26.1	0.0	26.1	***
30.0	0.0	30.0	***
34.4	0.0	34.4	14.5
39.5	0.0	39.5	7.3
45.3	0.0	45.3	4.1
52.0	0.0	52.0	2.4
59.7	0.0	59.7	1.5
68.5	0.0	68.5	1.0

```

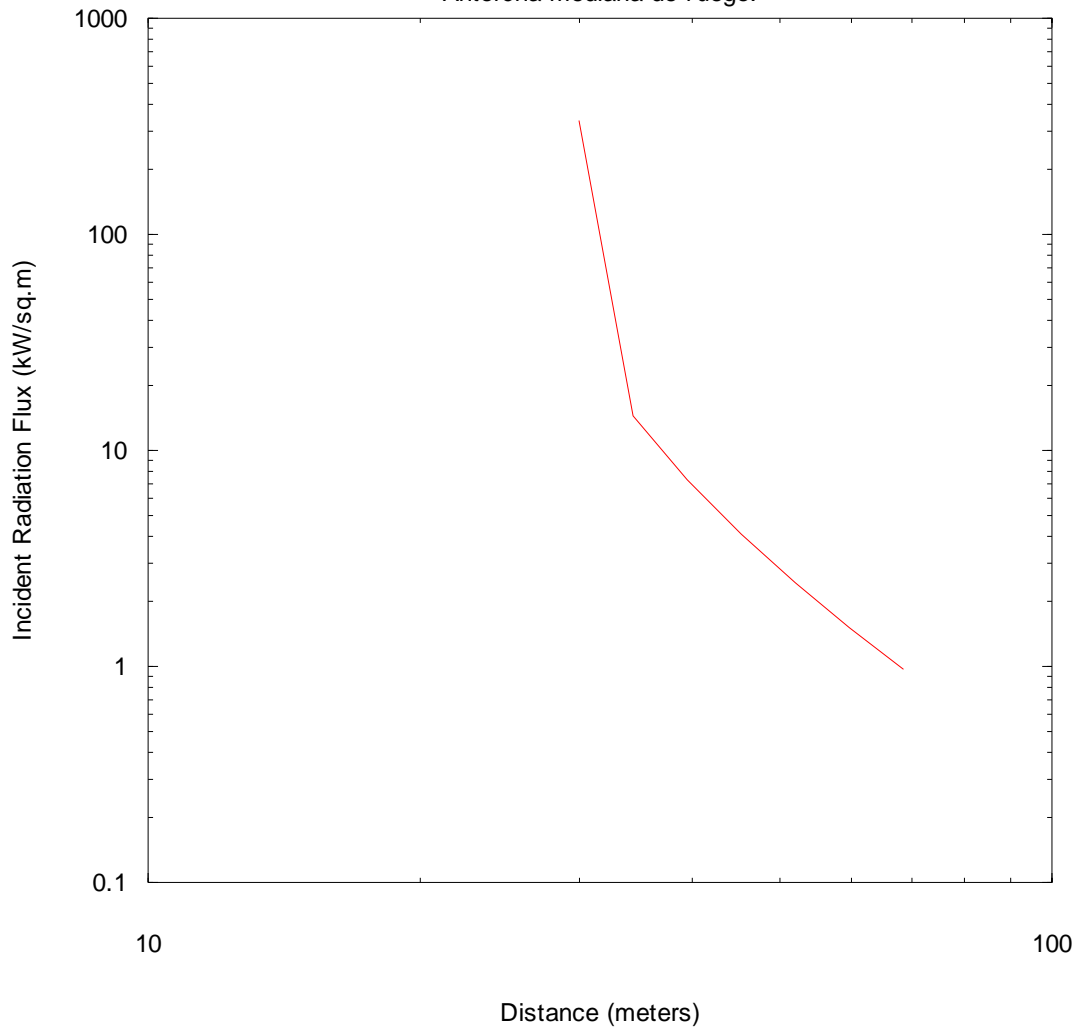
*** Target Location inside Flame
Downwind Distances to Endpoints
      Distance          Maximum Flux
      (meters)         (kW/sq.m)
      39.6             7.3
      43.1             5.0
      58.1             1.6

```


FLARE / TORCH RADIATION FLUX vs. DISTANCE

Target is 0.6 meters Above the Release Point

Antorcha mediana de fuego.



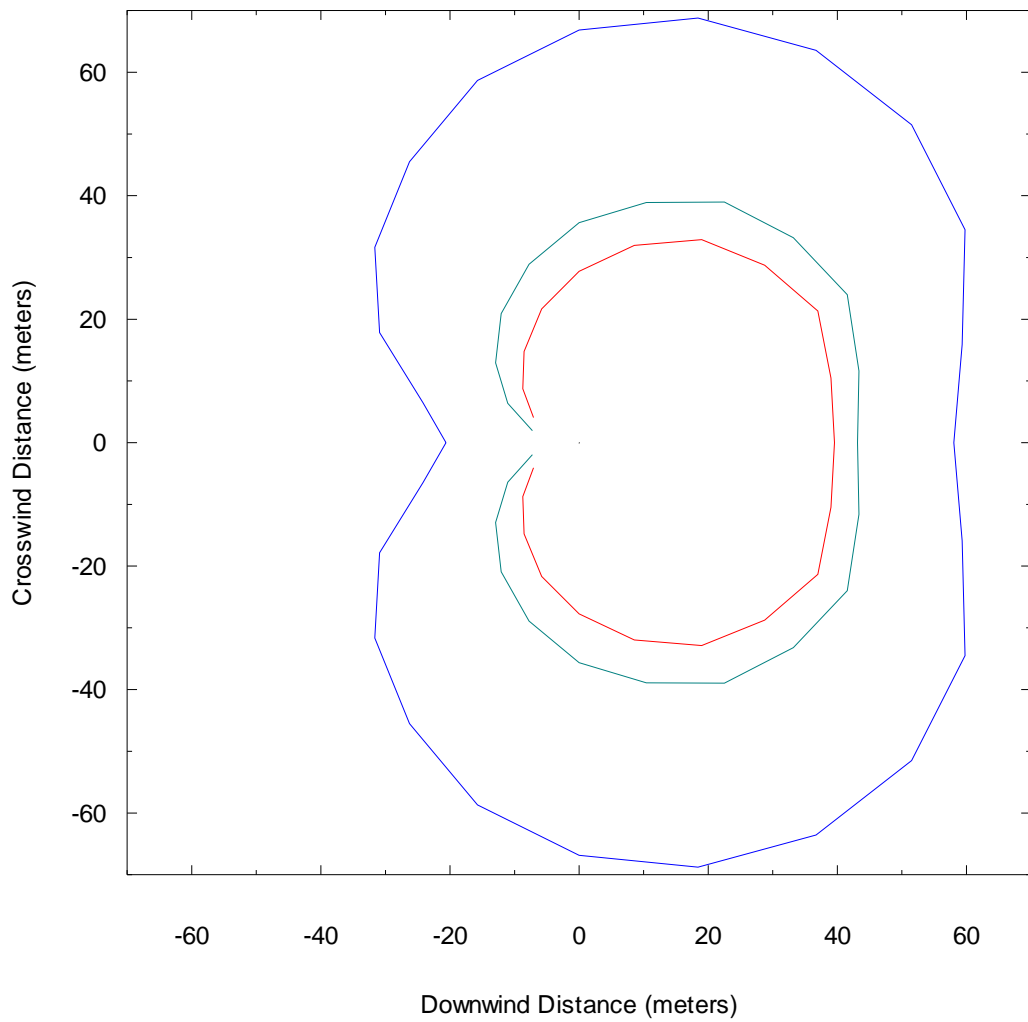
casename=R2FM

w.s. = 3.5 m/s

FLARE / TORCH RADIATION ISOPLETHS

Target is 0.6 meters Above the Release Point

Antorcha mediana de fuego.

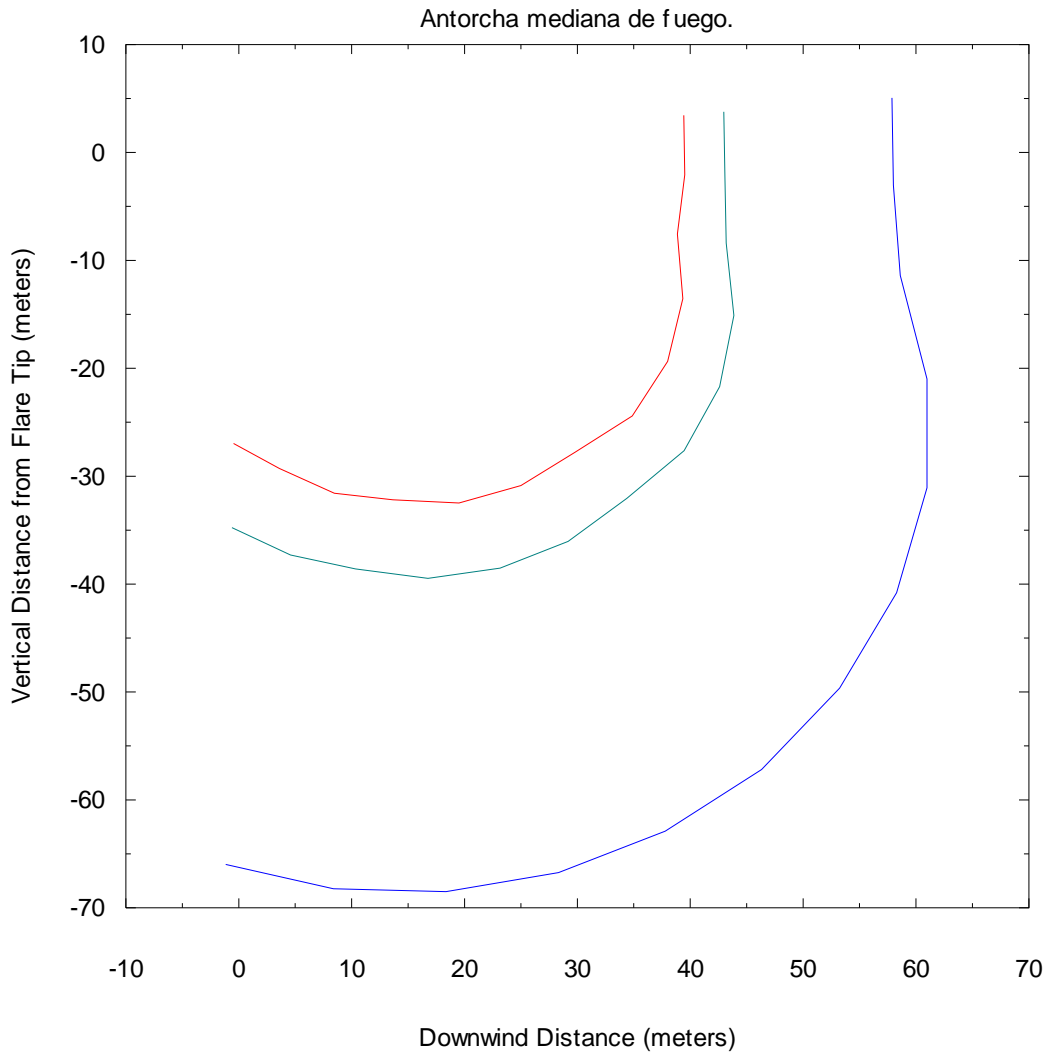


- 7.27 kW/sq.m
- 5.00 kW/sq.m
- 1.60 kW/sq.m

casename=R2FM

w.s. = 3.5 m/s

FLARE / TORCH VERTICAL RADIATION ISOPLETHS



7.27 kW/sq.m
5.00 kW/sq.m
1.60 kW/sq.m

casename=R2FM
w.s. = 3.5 m/s

ANEXO A.6.

Resultados de la simulación de antorcha

***de fuego originada por fuga
mayor de propano en tubería de 12”.***

```

+-----+
|                                     |
|           CANARY by Quest - Version 4.0           |
|           CANARY Case Input                       |
|           Case Name - R2FG                       |
|           Fri Sep 11 13:16:41 2009              |
|           Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
|           www.questconsult.com   canary@questconsult.com |
|           telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734 |
|                                     |
+-----+

```

TITLE: Antorcha mayor de fuego
Type of calculation is fire radiation.

TITLE MENU

Title for this run : Antorcha mayor de fuego
User id : Luis Quinán
Project number : 01
Filename : R2FG
Type of units : Metric units

MATERIAL MENU

Materials Released	number	formula	name	fraction
Component number 1	:	3 = C3H8	Propane	1.000000
Component number 2	:			
Component number 3	:			
Component number 4	:			
Component number 5	:			
Component number 6	:			
Component number 7	:			
Component number 8	:			
Component number 9	:			
Component number 10	:			
Temperature (deg C)	:	47.78		
Pressure (kPa)	:	1682.32		

The material is LIQUID

ENVIRONMENT MENU

Wind speed (m/s)	3.5
Percent relative humidity	68.5
Air temperature (deg C)	27

FIRE TYPE MENU

Fire radiation division: Flare/Torch fires	
Vertical and horizontal isopleths	
Height of flame base (from grade) (meters)	1
Height of target (from grade) (meters)	1.65
Diameter of flare/torch tip (meters)	0.1524
Flow rate (kg/sec.)	408.9
Angle of release from horizontal (deg.)	0

Fire radiation flux values

Radiation (kilowatts/sq. meter)	7.27
---------------------------------	------

Radiation (kilowatts/sq. meter)	5
Radiation (kilowatts/sq. meter)	1.6

```

+-----+
|          CANARY by Quest - Version 4.0          |
|          Flare / Torch Radiation Model          |
|          Case Name - R2FG                      |
|          Fri Sep 11 13:16:41 2009             |
|          Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
|          www.questconsult.com   canary@questconsult.com |
|          telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734 |
+-----+

```

TITLE: Antorcha mayor de fuego

```

Length of Flame           : 125.8 meters
Flame Tilt from Horizontal:  1.5 degrees
Release Angle             :   0.0 degrees
Release Point Elevation   :   1.0 meters
Target Elevation          :   1.6 meters
Wind Speed                 :   3.5 meters/second

```

-----Distance from Release Point-----			Maximum
Downwind	Crosswind	Line of Sight	Flux
(meters)	(meters)	(meters)	(kW/sq.m)
5.0	0.0	5.0	***
6.3	0.0	6.3	***
7.8	0.0	7.8	***
9.8	0.0	9.8	***
12.3	0.0	12.3	***
15.4	0.0	15.4	***
19.2	0.0	19.2	***
24.1	0.0	24.1	***
30.1	0.0	30.1	***
37.7	0.0	37.7	***
47.2	0.0	47.2	***
59.1	0.0	59.1	***
74.0	0.0	74.0	***
92.6	0.0	92.6	***
115.9	0.0	115.9	***
145.1	0.0	145.1	41.3
181.7	0.0	181.7	11.8
227.4	0.0	227.4	4.5
284.6	0.0	284.6	2.0
356.3	0.0	356.3	1.0

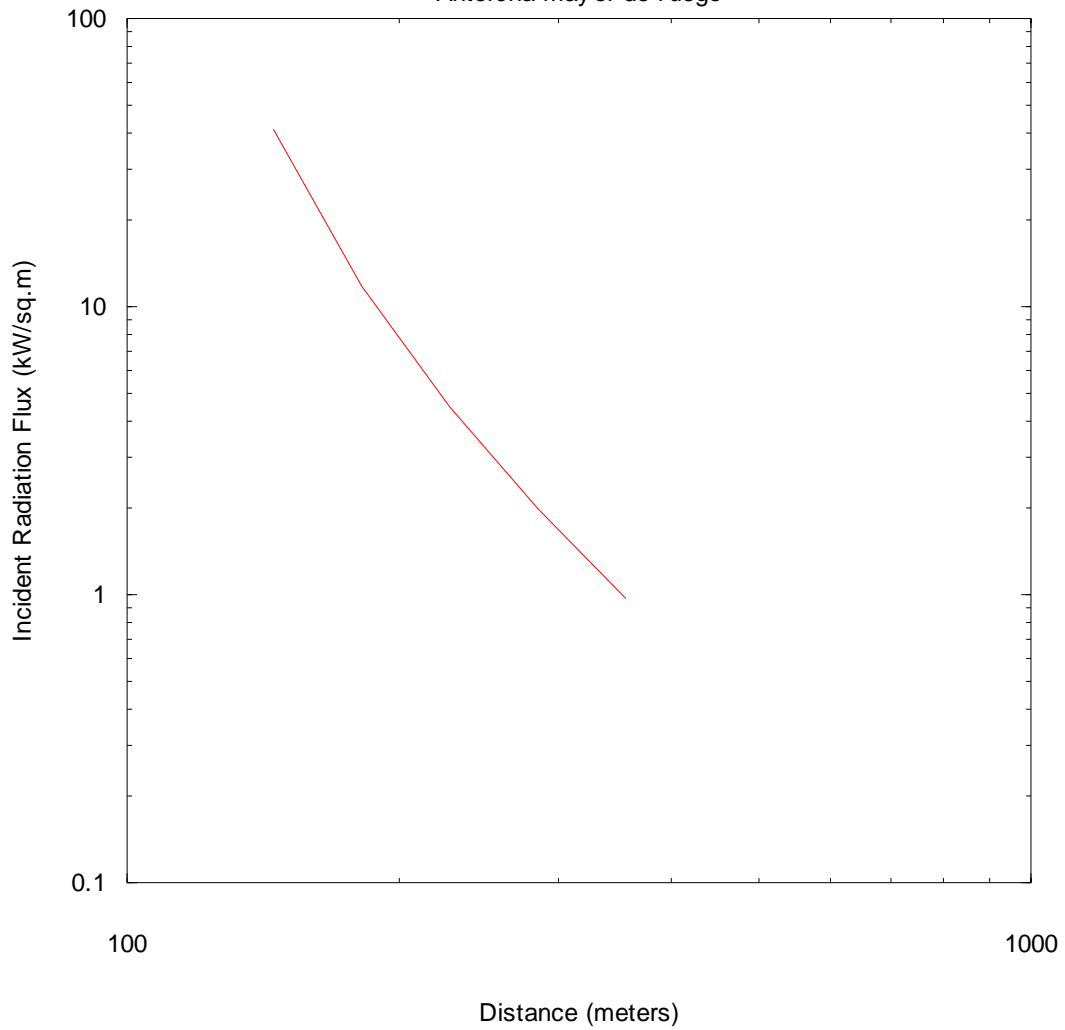
*** Target Location inside Flame
Downwind Distances to Endpoints

Distance	Maximum Flux
(meters)	(kW/sq.m)
204.3	7.3
215.6	5.0
306.5	1.6

FLARE / TORCH RADIATION FLUX vs. DISTANCE

Target is 0.6 meters Above the Release Point

Antorcha may or de fuego



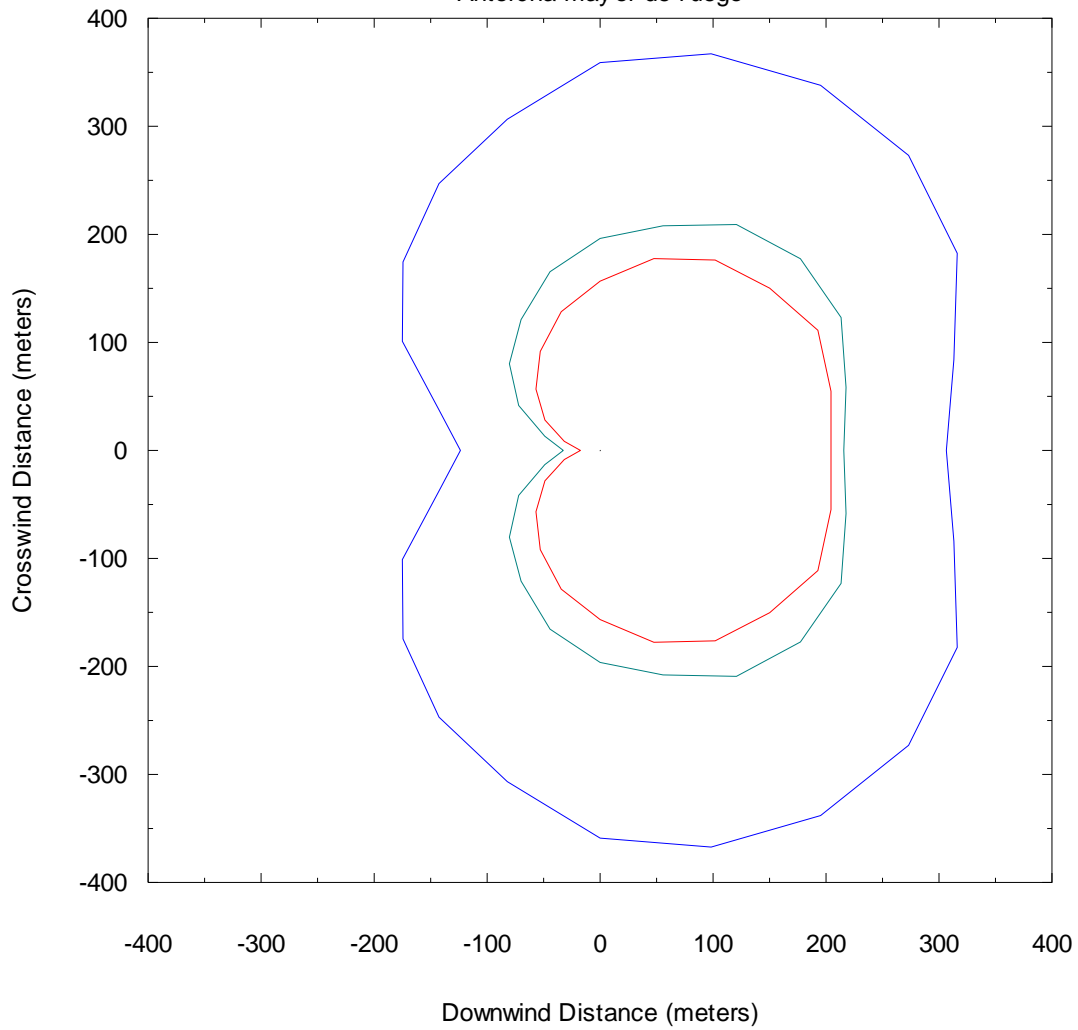
casename=R2FG

w.s. = 3.5 m/s

FLARE / TORCH RADIATION ISOPLETHS

Target is 0.6 meters Above the Release Point

Antorcha may or de fuego

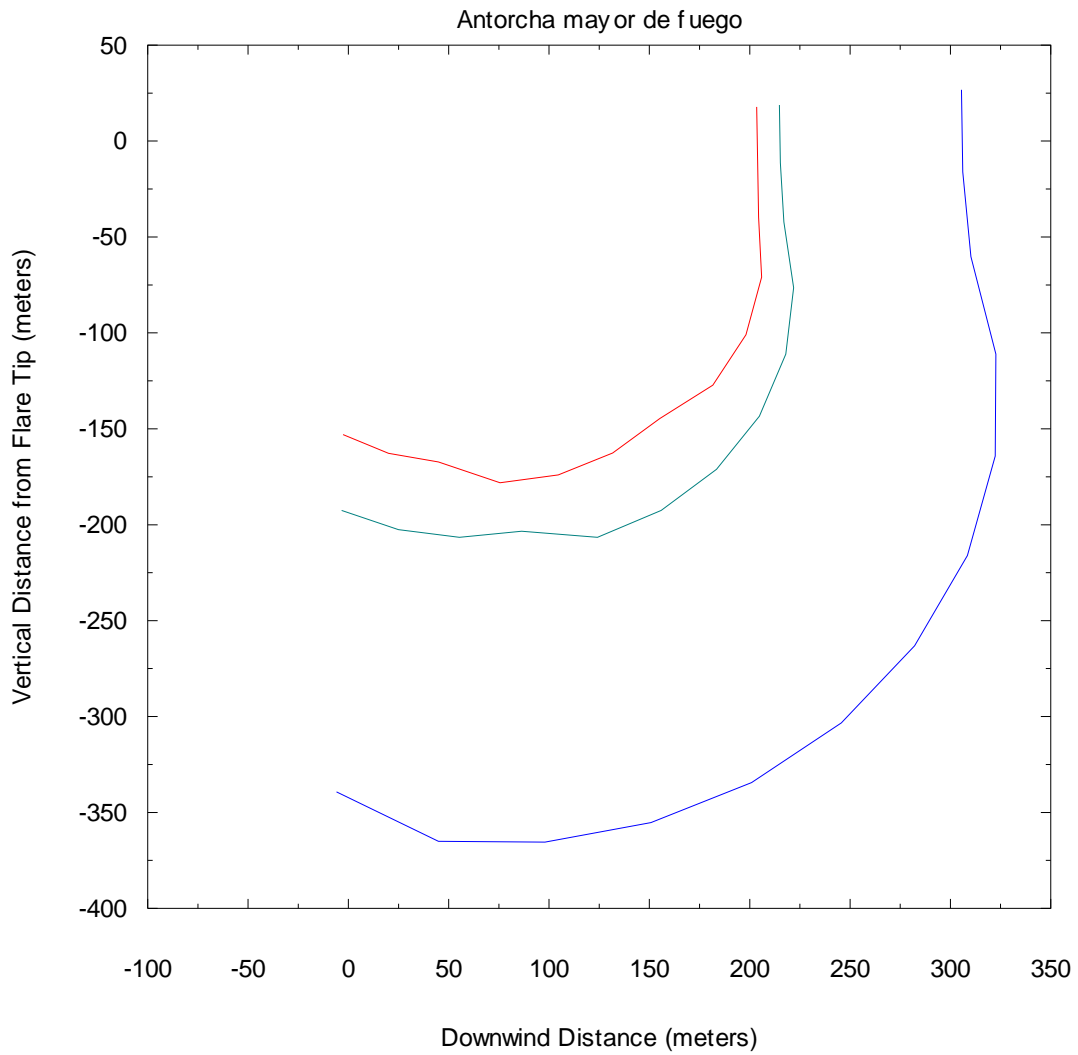


- 7.27 kW/sq.m
- 5.00 kW/sq.m
- 1.60 kW/sq.m

casename=R2FG

w.s. = 3.5 m/s

FLARE / TORCH VERTICAL RADIATION ISOPLETHS



- 7.27 kW/sq.m
- 5.00 kW/sq.m
- 1.60 kW/sq.m

casename=R2FG
w.s. = 3.5 m/s

ANEXO A.7.

Resultados de la simulación de fuga menor de propano en tubería de 16", y explosión de la nube de vapor formada.

```

+-----+
|               CANARY by Quest - Version 4.0               |
|               CANARY Case Input                           |
|               Case Name - R3VP                            |
|               Thu Sep 10 10:57:49 2009                   |
|               Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
|               www.questconsult.com   canary@questconsult.com |
|               telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734 |
+-----+

```

TITLE: Fuga menor de propano.

Type of calculation is vapor dispersion.

TITLE MENU

Title for this run : Fuga menor de propano.
 User id : Luis Quinán
 Project number : 01
 Filename : R3VP
 Type of units : Metric units

MATERIAL MENU

Materials Released	number	formula	name	fraction
Component number 1	:	3 = C3H8	Propane	1.000000
Component number 2	:			
Component number 3	:			
Component number 4	:			
Component number 5	:			
Component number 6	:			
Component number 7	:			
Component number 8	:			
Component number 9	:			
Component number 10	:			
Temperature (deg C)	:	47.7778		
Pressure (kPa)	:	1682.32		

The material is LIQUID

ENVIRONMENT MENU

Wind speed (m/s)	3.5
Wind speed reference height (meters)	10
Stability class <A-F>	D
Percent relative humidity	68.5
Air temperature (deg C)	27
Surface temperature (deg. C)	25
Spill surface	Dike material - high density concrete
Surrounding terrain	Forest, dense urban, or process area

RELEASE MENU

Type of release: Unregulated, Continuous release

Release duration (minutes)	60
Normal flow rate (kg / sec.)	20512.9
Duration of normal flow (minutes)	0
Volume of vessel (cu. meters)	39.7468
Percent of vessel volume filled with liquid	50
Liquid head above release point (meters)	1.83
Pipe diameter (meters)	0.4064
Release area (hole size) (sq. meters)	3.16692e-005
Pipe length upstream of break (meters)	0
Height of release point (meters)	5.66
Angle of release from horizontal (deg.)	0

```

+-----+
|              CANARY by Quest - Version 4.0              |
|              CANARY Case Input                          |
|              Case Name - R3VP                           |
|              Thu Sep 10 10:57:49 2009                  |
|              Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
|              www.questconsult.com    canary@questconsult.com |
|              telephone (405) 329-7475    fax (405) 329-7734 |
+-----+

```

TITLE: Fuga menor de propano.

IMPOUNDMENT MENU

Unconfined

VDVE MENU

Vapor generation and dispersion and cloud explosion - Flammable calculation

Tracking the mixture

Concentration limit (mole %)	UFL
Concentration limit (mole %)	LFL
Concentration limit (mole %)	1/2 LFL
Dispersion coefficient averaging time (min)	1

Baker-Strehlow parameters

Fuel reactivity: Medium	Obstacle density: Medium
Flame expansion: 3-D	Reflection factor: 2

Overpressure values

Overpressure (kPa gauge)	13.7886
Overpressure (kPa gauge)	4.82602
Overpressure (kPa gauge)	1.03415

```

+-----+
|               CANARY by Quest - Version 4.0               |
|       General Release Model 4.0 UPSTREAM                   |
|             Case Name - R3VP                               |
|           Thu Sep 10 10:57:49 2009                       |
|   Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA           |
| www.questconsult.com      canary@questconsult.com         |
| telephone (405) 329-7475    fax (405) 329-7734          |
+-----+

```

TITLE: Fuga menor de propano.

Time (sec)	Vapor (kg/sec)	Aerosol Rate (kg/sec)	Liquid Rate (kg/sec)	Total Rate (kg/sec)
.0000000	.387080	.323796	.000000	.710876
.1000000E-01	.387080	.323796	.000000	.710876
.3000000E-01	.387080	.323796	.000000	.710876
.5000000E-01	.387080	.323796	.000000	.710876
.7000000E-01	.387080	.323796	.000000	.710876
.1000000	.387080	.323796	.000000	.710876
.3000000	.387080	.323796	.000000	.710876
.5000000	.387080	.323796	.000000	.710876
.7000000	.387080	.323796	.000000	.710876
1.000000	.387080	.323796	.000000	.710876
3.000000	.387080	.323796	.000000	.710876
5.000000	.387080	.323796	.000000	.710876
7.000000	.387080	.323796	.000000	.710876
10.00000	.387080	.323796	.000000	.710876
30.00000	.387080	.323796	.000000	.710876
50.00000	.386781	.323546	.000000	.710327
70.00000	.386781	.323546	.000000	.710327
100.0000	.386781	.323546	.000000	.710327
300.0000	.386781	.323546	.000000	.710327
500.0000	.386781	.323546	.000000	.710327
700.0000	.386781	.323546	.000000	.710327
1000.000	.386781	.323546	.000000	.710327
3000.000	.386781	.323546	.000000	.710327
3600.000	.386781	.323546	.000000	.710327

Flowrate for Torch Fire [immediate ignition] = .7 kg/sec.
Torch Fire [delayed ignition] = .7 kg/sec.

Reason for Ending: Reached Stop Time

```

+-----+
|          CANARY by Quest - Version 4.0          |
|          Release Stream Compositions           |
|          Case Name - R3VP                     |
|          Thu Sep 10 10:57:49 2009            |
|          Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
|          www.questconsult.com   canary@questconsult.com |
|          telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734 |
+-----+

```

TITLE: Fuga menor de propano.

Component Number	Component Name, Formula
---------------------	-------------------------

3	Propane, C3H8
---	---------------

Composition (Mole Fraction) of Fluid Streams

Comp. No.	Feed Stream	Momentum Jet Stream			Liquid Pool Stream	
		Flashed Vapor	Evaporated Vapor	Aerosol Liquid	Total Stream	Liquid to Ground
3	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000	0.000000

Flammable Limits (Mole %) of Fluid Streams

Limit	Feed Stream	Momentum Jet Stream	Liquid Pool Stream
LFL	2.10	2.10	
UFL	9.50	9.50	


```

+-----+
|               CANARY by Quest - Version 4.0               |
|      Momentum Jet Vapor Dispersion Model                  |
|              Case Name - R3VP                            |
|              Thu Sep 10 10:57:49 2009                    |
|      Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA        |
|      www.questconsult.com      canary@questconsult.com    |
|      telephone (405) 329-7475      fax (405) 329-7734    |
+-----+

```

TITLE: Fuga menor de propano.

concentration limits

```

concentration 3 (highest) = 0.095000 mole fraction
concentration 2 (middle)  = 0.021000 mole fraction
concentration 1 (lowest)  = 0.010500 mole fraction

```

downwind distance	centerline conc.	ground conc.	y(c1) 1/2 width	y(c2) 1/2 width	y(c3) 1/2 width	centerline height
x(m)	c(mole frac.)	c(mole frac.)	(m)	(m)	(m)	(m)
0	1.000000	0.000000	0.0	0.0	0.0	5.7
0.05	0.951490	0.000000	0.1	0.0	0.0	5.7
0.10	0.902243	0.000000	0.1	0.1	0.0	5.7
0.15	0.852179	0.000000	0.1	0.1	0.0	5.7
0.20	0.800793	0.000000	0.1	0.1	0.1	5.7
0.25	0.751000	0.000000	0.1	0.1	0.1	5.7
0.30	0.702292	0.000000	0.1	0.1	0.1	5.7
0.35	0.654454	0.000000	0.1	0.1	0.1	5.7
0.40	0.608759	0.000000	0.1	0.1	0.1	5.7
0.45	0.563122	0.000000	0.1	0.1	0.1	5.7
0.50	0.521943	0.000000	0.1	0.1	0.1	5.7
0.55	0.481654	0.000000	0.1	0.1	0.1	5.7
0.60	0.444346	0.000000	0.1	0.1	0.1	5.7
0.65	0.409528	0.000000	0.1	0.1	0.1	5.7
0.70	0.378127	0.000000	0.2	0.1	0.1	5.7
0.75	0.351086	0.000000	0.2	0.2	0.1	5.7
0.80	0.327611	0.000000	0.2	0.2	0.1	5.7
0.85	0.306391	0.000000	0.2	0.2	0.1	5.7
0.90	0.286152	0.000000	0.2	0.2	0.1	5.7
0.95	0.266513	0.000000	0.2	0.2	0.1	5.7
1.00	0.248135	0.000000	0.3	0.2	0.1	5.7
1.05	0.230817	0.000000	0.3	0.2	0.1	5.7
1.10	0.214291	0.000000	0.3	0.3	0.2	5.7
1.15	0.199148	0.000000	0.3	0.3	0.2	5.7
1.20	0.184556	0.000000	0.3	0.3	0.2	5.7
1.25	0.171093	0.000000	0.3	0.3	0.2	5.7
1.30	0.158537	0.000000	0.4	0.3	0.2	5.7
1.35	0.146782	0.000000	0.4	0.3	0.2	5.7
1.40	0.135824	0.000000	0.4	0.4	0.2	5.7
1.45	0.125784	0.000000	0.4	0.4	0.1	5.7
1.50	0.116529	0.000000	0.5	0.4	0.1	5.7
1.55	0.108145	0.000000	0.5	0.4	0.1	5.7

downwind distance	centerline conc.	ground conc.	y(c1) 1/2 width	y(c2) 1/2 width	y(c3) 1/2 width	centerline height
x(m)	c(mole frac.)	c(mole frac.)	(m)	(m)	(m)	(m)
1.60	0.100393	0.000000	0.5	0.4	0.1	5.7
1.65	0.093410	0.000000	0.5	0.4	0.0	5.7
1.70	0.086894	0.000000	0.5	0.4	0.0	5.7
1.75	0.080980	0.000000	0.6	0.5	0.0	5.7
1.80	0.075608	0.000000	0.6	0.5	0.0	5.7
1.85	0.070706	0.000000	0.6	0.5	0.0	5.7
1.90	0.066241	0.000000	0.6	0.5	0.0	5.7
1.95	0.062003	0.000000	0.6	0.5	0.0	5.7
2.00	0.058050	0.000000	0.7	0.5	0.0	5.7
2.05	0.054438	0.000000	0.7	0.5	0.0	5.7
2.10	0.051099	0.000000	0.7	0.5	0.0	5.7
2.15	0.048026	0.000000	0.7	0.5	0.0	5.6
2.20	0.045203	0.000000	0.7	0.5	0.0	5.6
2.25	0.042593	0.000000	0.7	0.5	0.0	5.6
2.30	0.040180	0.000000	0.8	0.5	0.0	5.6
2.35	0.037951	0.000000	0.8	0.5	0.0	5.6
2.40	0.035882	0.000000	0.8	0.5	0.0	5.6
2.45	0.033944	0.000000	0.8	0.5	0.0	5.6
2.50	0.032148	0.000000	0.8	0.5	0.0	5.6
2.55	0.030479	0.000000	0.8	0.5	0.0	5.6
2.60	0.028928	0.000000	0.8	0.5	0.0	5.6
2.65	0.027483	0.000000	0.8	0.4	0.0	5.6
2.70	0.026136	0.000000	0.8	0.4	0.0	5.6
2.75	0.024860	0.000000	0.8	0.4	0.0	5.6
2.80	0.023701	0.000000	0.8	0.3	0.0	5.6
2.85	0.022600	0.000000	0.8	0.3	0.0	5.6
2.90	0.021568	0.000000	0.8	0.2	0.0	5.6
2.95	0.020599	0.000000	0.8	0.0	0.0	5.6
3.00	0.019674	0.000000	0.8	0.0	0.0	5.6
3.05	0.018834	0.000000	0.8	0.0	0.0	5.6
3.10	0.018028	0.000000	0.8	0.0	0.0	5.6
3.15	0.017269	0.000000	0.8	0.0	0.0	5.6
3.20	0.016555	0.000000	0.8	0.0	0.0	5.6
3.25	0.015884	0.000000	0.7	0.0	0.0	5.6
3.30	0.015242	0.000000	0.7	0.0	0.0	5.6
3.35	0.014649	0.000000	0.7	0.0	0.0	5.6
3.40	0.014081	0.000000	0.7	0.0	0.0	5.6
3.45	0.013545	0.000000	0.6	0.0	0.0	5.6
3.50	0.013038	0.000000	0.6	0.0	0.0	5.6
3.55	0.012557	0.000000	0.6	0.0	0.0	5.6
3.60	0.012100	0.000000	0.5	0.0	0.0	5.6
3.65	0.011666	0.000000	0.4	0.0	0.0	5.6
3.70	0.011254	0.000000	0.4	0.0	0.0	5.6
3.75	0.010865	0.000000	0.3	0.0	0.0	5.6
3.80	0.010494	0.000000	0.0	0.0	0.0	5.6

The downwind distance to c3 is 1.64 m after about 0 seconds
The downwind distance to c2 is 2.93 m after about 0 seconds
The downwind distance to c1 is 3.80 m after about 1 seconds

```

      CANARY by Quest - Version 4.0
      Momentum Jet Vapor Cloud Explosion
      Case Name - R3VP
      Thu Sep 10 10:57:49 2009
      Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA
      www.questconsult.com      canary@questconsult.com
      telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734

```

```

TITLE: Fuga menor de propano.
Fuel Reactivity: Medium      Obstacle Density: Medium
Flame Expansion: 3-D        Reflection Factor: 2.0

```

Overpressure levels:

```

-----
dp3 =    13.79 kPa gauge
dp2 =     4.83 kPa gauge
dp1 =     1.03 kPa gauge

```

Total mass in explosive range: 0.202527 kg

Distance from Release Point

or Center of Confined Volume (meters)	Overpressure (kPa gauge)	Impulse (Pa-s)
--	-----------------------------	-------------------

1.0	7.54	107.93
1.9	7.54	94.24
2.1	6.90	86.45
2.3	6.31	79.31
2.5	5.77	72.76
2.8	5.28	66.76
3.1	4.83	61.24
3.3	4.42	56.18
3.7	4.04	51.54
4.0	3.70	47.29
4.4	3.38	43.38
4.8	3.10	39.80
5.3	2.83	36.51
5.8	2.59	33.50
6.4	2.37	30.73
7.0	2.17	28.19
7.7	1.98	25.87
8.4	1.81	23.73
9.3	1.66	21.77
10.2	1.52	19.97
11.1	1.39	18.32
12.2	1.27	16.81
13.4	1.16	15.42
14.7	1.06	14.15
16.1	0.97	12.98

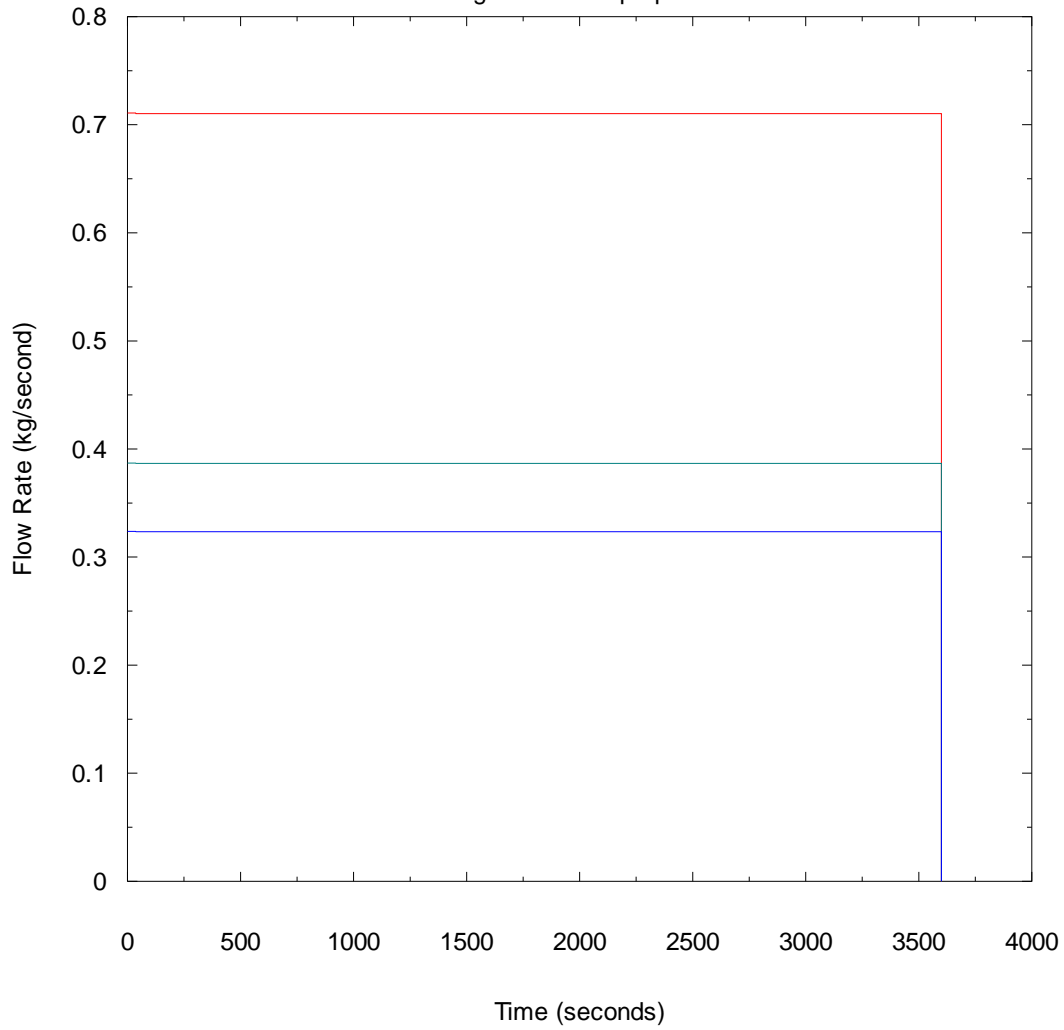
```

The downwind distance to dp3 is    0.0 meters
The downwind distance to dp2 is    3.1 meters
The downwind distance to dp1 is    15.2 meters

```

MASS RELEASE RATE

Fuga menor de propano.



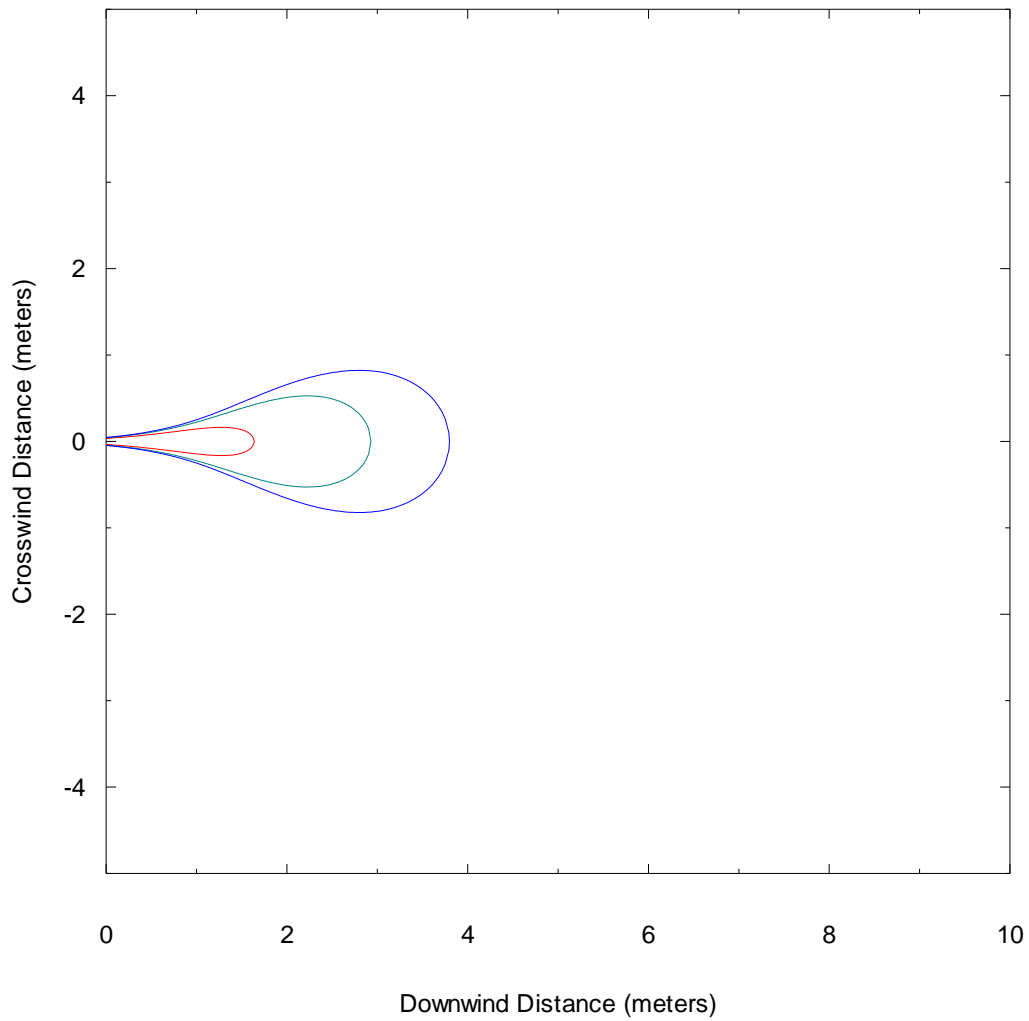
- Total
- Vapor
- Aerosol Liquid

casename=R3VP

CONCENTRATION CONTOURS: OVERHEAD VIEW

Momentum Jet Cloud

Fuga menor de propano.



— 9.50 mole percent
— 2.10 mole percent
— 1.05 mole percent

casename=R3VP

w.s. = 3.5 m/s

D stability

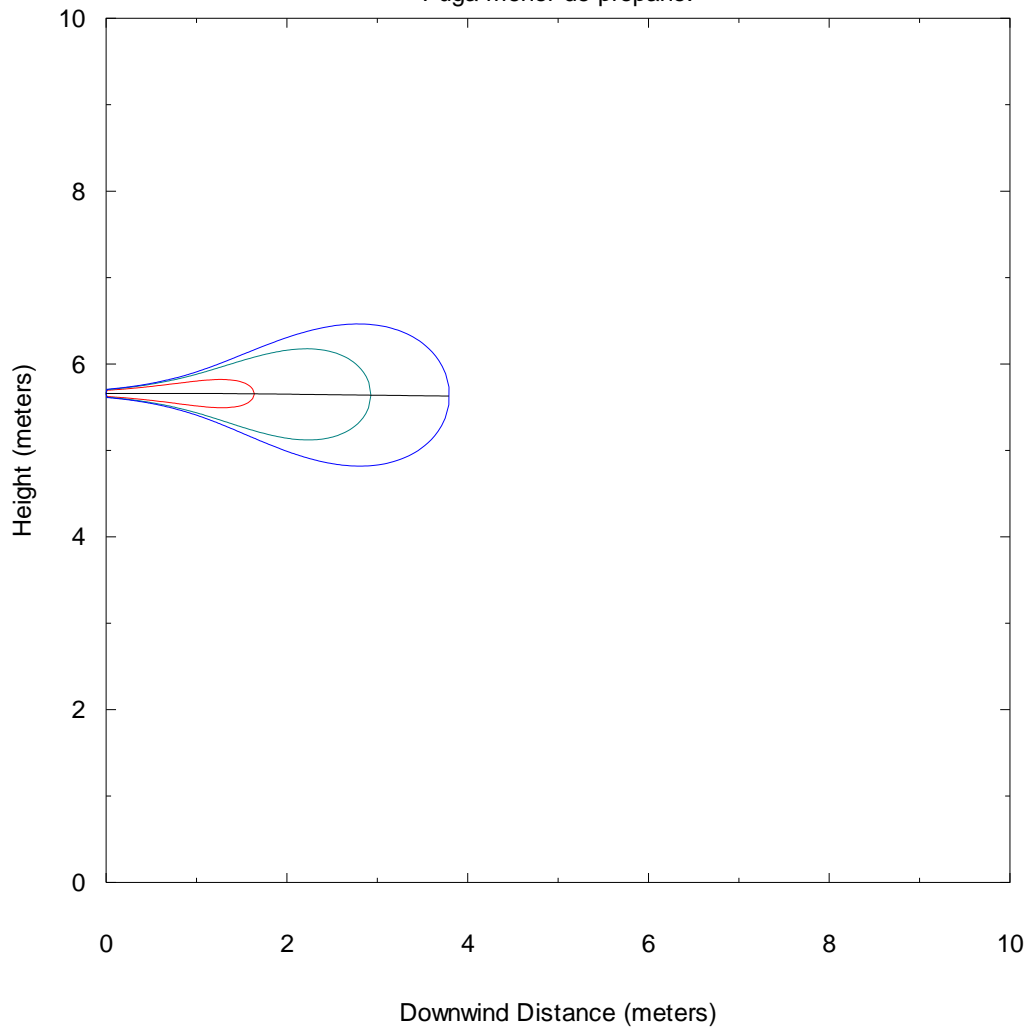
CANARY by Quest

Thu Sep 10 10:57:49 2009

CONCENTRATION CONTOURS: SIDE VIEW

Momentum Jet Cloud

Fuga menor de propano.



- 9.50 mole percent
- 2.10 mole percent
- 1.05 mole percent

casename=R3VP

w.s. = 3.5 m/s

D stability

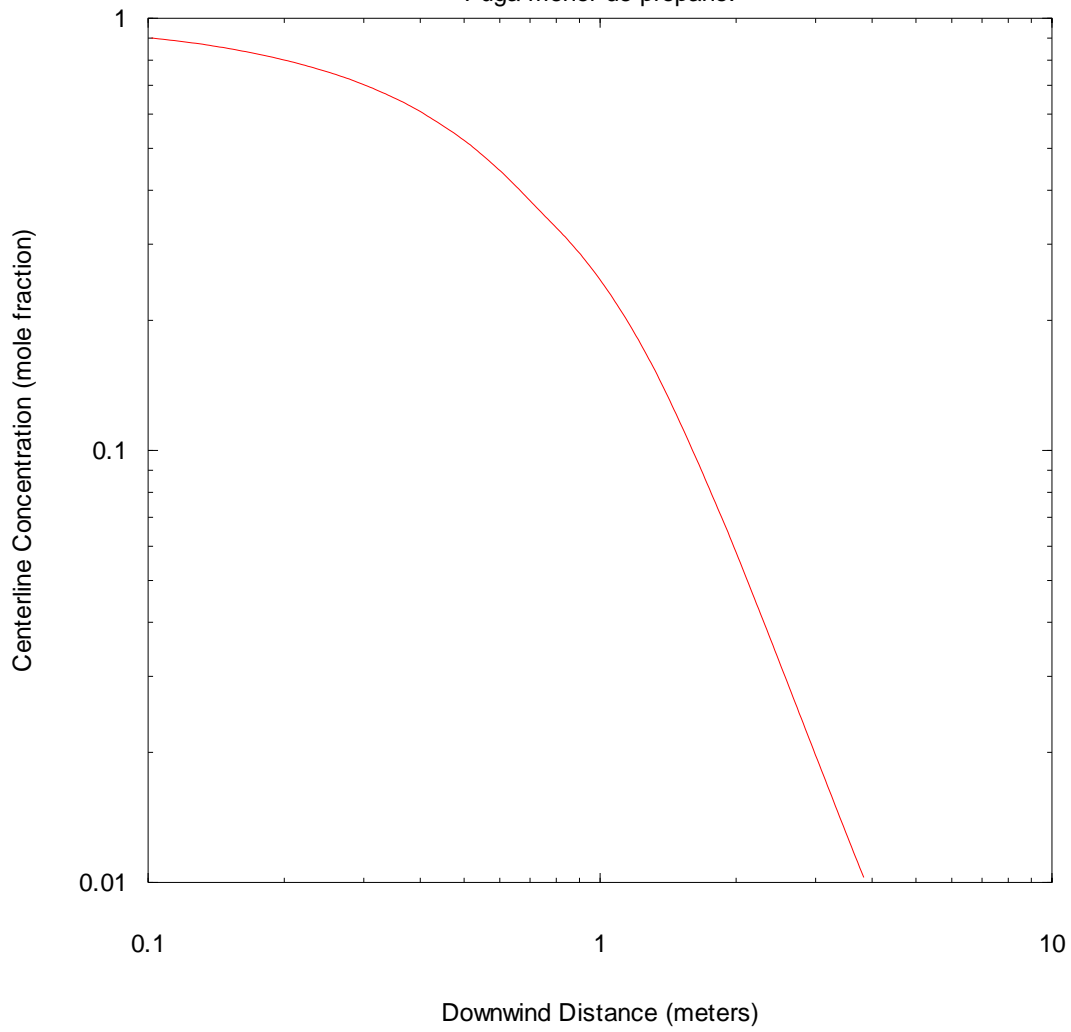
CANARY by Quest

Thu Sep 10 10:57:49 2009

CENTERLINE CONCENTRATION vs. DISTANCE

Momentum Jet Cloud

Fuga menor de propano.



casename=R3VP

w.s. = 3.5 m/s

D stability

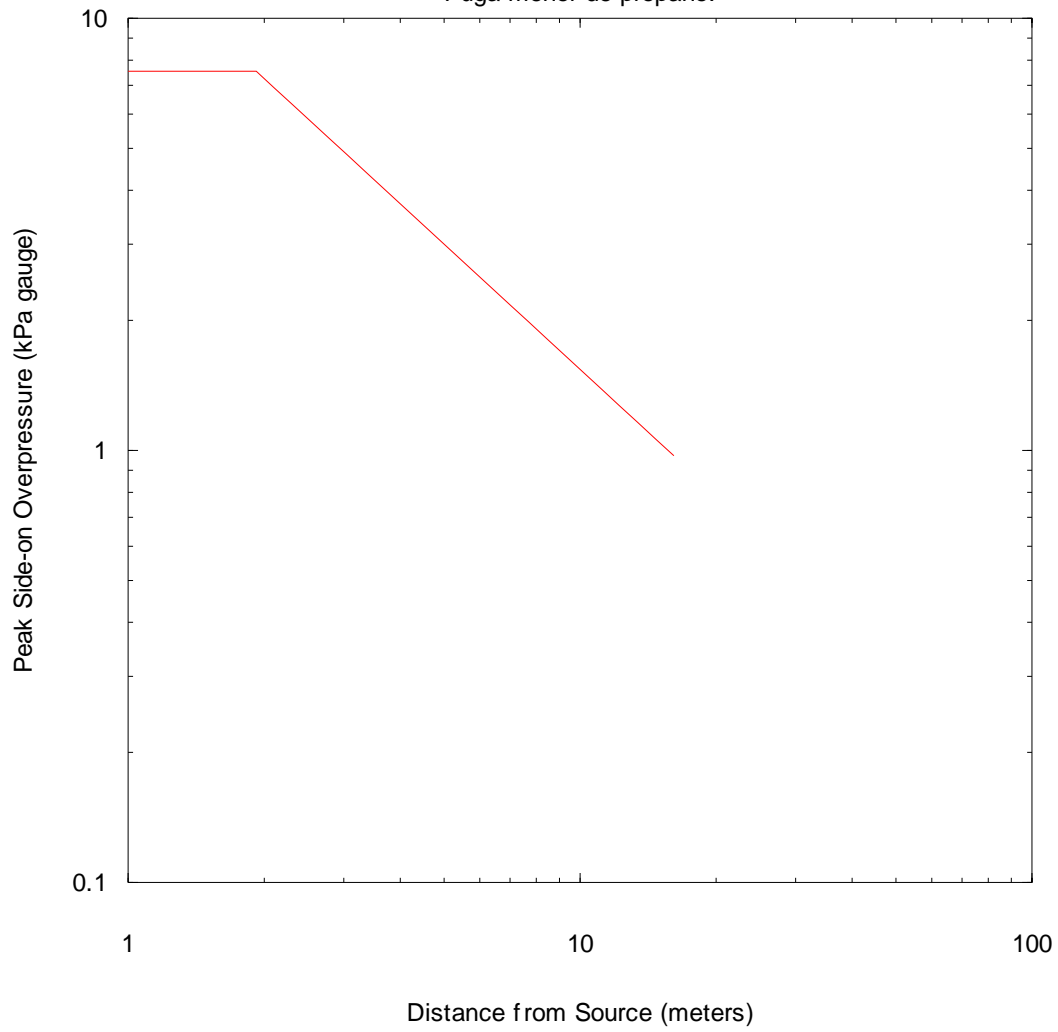
CANARY by Quest

Thu Sep 10 10:57:49 2009

BAKER-STREHLOW EXPLOSION OVERPRESSURE vs. DISTANCE

Momentum Jet VCE

Fuga menor de propano.



casename=R3VP

ANEXO A.8.

*Resultados de la simulación de fuga
mediana de propano en tubería de 16", y
explosión de la nube de vapor formada.*

```

+-----+
|                                     |
|           CANARY by Quest - Version 4.0           |
|           CANARY Case Input                       |
|           Case Name - R3VM                       |
|           Thu Sep 10 11:01:00 2009              |
|           Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
|           www.questconsult.com   canary@questconsult.com |
|           telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734 |
|                                     |
+-----+

```

TITLE: Fuga mediana de propano.

Type of calculation is vapor dispersion.

TITLE MENU

Title for this run : Fuga mediana de propano.
 User id : Luis Quinán
 Project number : 01
 Filename : R3VM
 Type of units : Metric units

MATERIAL MENU

Materials Released	number	formula	name	fraction
Component number 1	:	3 = C3H8	Propane	1.000000
Component number 2	:			
Component number 3	:			
Component number 4	:			
Component number 5	:			
Component number 6	:			
Component number 7	:			
Component number 8	:			
Component number 9	:			
Component number 10	:			
Temperature (deg C)	:	47.7778		
Pressure (kPa)	:	1682.32		

The material is LIQUID

ENVIRONMENT MENU

Wind speed (m/s)	3.5
Wind speed reference height (meters)	10
Stability class <A-F>	D
Percent relative humidity	68.5
Air temperature (deg C)	27
Surface temperature (deg. C)	25
Spill surface	Dike material - high density concrete
Surrounding terrain	Forest, dense urban, or process area

RELEASE MENU

Type of release: Unregulated, Continuous release

Release duration (minutes)	40
Normal flow rate (kg / sec.)	20512.9
Duration of normal flow (minutes)	0
Volume of vessel (cu. meters)	39.7468
Percent of vessel volume filled with liquid	50
Liquid head above release point (meters)	1.83
Pipe diameter (meters)	0.4064
Release area (hole size) (sq. meters)	0.000506707
Pipe length upstream of break (meters)	0
Height of release point (meters)	5.66
Angle of release from horizontal (deg.)	0

```

CANARY by Quest - Version 4.0
CANARY Case Input
Case Name - R3VM
Thu Sep 10 11:01:00 2009
Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA
www.questconsult.com    canary@questconsult.com
telephone (405) 329-7475    fax (405) 329-7734

```

TITLE: Fuga mediana de propano.

IMPOUNDMENT MENU

Unconfined

VDVE MENU

Vapor generation and dispersion and cloud explosion - Flammable calculation

Tracking the mixture

Concentration limit (mole %) UFL

Concentration limit (mole %) LFL

Concentration limit (mole %) 1/2 LFL

Dispersion coefficient averaging time (min) 1

Baker-Strehlow parameters

Fuel reactivity: Medium

Obstacle density: Medium

Flame expansion: 3-D

Reflection factor: 2

Overpressure values

Overpressure (kPa gauge) 13.7886

Overpressure (kPa gauge) 4.82602

Overpressure (kPa gauge) 1.03415

```

+-----+
|               CANARY by Quest - Version 4.0               |
|       General Release Model 4.0 UPSTREAM                   |
|             Case Name - R3VM                               |
|           Thu Sep 10 11:01:00 2009                        |
|   Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA           |
| www.questconsult.com      canary@questconsult.com         |
| telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734           |
+-----+

```

TITLE: Fuga mediana de propano.

Time (sec)	Vapor (kg/sec)	Aerosol Rate (kg/sec)	Liquid Rate (kg/sec)	Total Rate (kg/sec)
.0000000	6.19327	5.18074	.000000	11.3740
.1000000E-01	6.19327	5.18074	.000000	11.3740
.3000000E-01	6.19327	5.18074	.000000	11.3740
.5000000E-01	6.19327	5.18074	.000000	11.3740
.7000000E-01	6.19327	5.18074	.000000	11.3740
.1000000	6.19327	5.18074	.000000	11.3740
.3000000	6.19327	5.18074	.000000	11.3740
.5000000	6.19327	5.18074	.000000	11.3740
.7000000	6.19327	5.18074	.000000	11.3740
1.000000	6.19327	5.18074	.000000	11.3740
3.000000	6.19327	5.18074	.000000	11.3740
5.000000	6.19327	5.18074	.000000	11.3740
7.000000	6.19327	5.18074	.000000	11.3740
10.00000	6.17553	5.16590	.000000	11.3414
30.00000	6.17553	5.16590	.000000	11.3414
50.00000	6.17553	5.16590	.000000	11.3414
70.00000	6.17553	5.16590	.000000	11.3414
100.0000	6.17553	5.16590	.000000	11.3414
300.0000	6.17553	5.16590	.000000	11.3414
500.0000	6.17553	5.16590	.000000	11.3414
700.0000	6.17553	5.16590	.000000	11.3414
1000.000	6.17553	5.16590	.000000	11.3414
2400.000	6.17553	5.16590	.000000	11.3414

Flowrate for Torch Fire [immediate ignition] = 11.3 kg/sec.
Torch Fire [delayed ignition] = 11.3 kg/sec.

Reason for Ending: Reached Stop Time

```

+-----+
|          CANARY by Quest - Version 4.0          |
|          Release Stream Compositions            |
|          Case Name - R3VM                      |
|          Thu Sep 10 11:01:00 2009             |
|          Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
|          www.questconsult.com   canary@questconsult.com |
|          telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734 |
+-----+

```

TITLE: Fuga mediana de propano.

Component Number	Component Name, Formula
---------------------	-------------------------

3	Propane, C3H8
---	---------------

Composition (Mole Fraction) of Fluid Streams

Comp. No.	Feed Stream	Momentum Jet Stream			Liquid Pool Stream	
		Flashed Vapor	Evaporated Vapor	Aerosol Liquid	Total Stream	Liquid to Ground
3	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000	0.000000

Flammable Limits (Mole %) of Fluid Streams

Limit	Feed Stream	Momentum Jet Stream	Liquid Pool Stream
LFL	2.10	2.10	
UFL	9.50	9.50	

```

+-----+
|               CANARY by Quest - Version 4.0               |
|           Momentum Jet Vapor Dispersion Model             |
|                   Case Name - R3VM                       |
|                   Thu Sep 10 11:01:00 2009              |
| Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA            |
| www.questconsult.com   canary@questconsult.com          |
| telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734          |
+-----+

```

TITLE: Fuga mediana de propano.

concentration limits

```

concentration 3 (highest) = 0.095000 mole fraction
concentration 2 (middle)  = 0.021000 mole fraction
concentration 1 (lowest)  = 0.010500 mole fraction

```

downwind distance x(m)	centerline conc. c(mole frac.)	ground conc. c(mole frac.)	y(c1) 1/2 width (m)	y(c2) 1/2 width (m)	y(c3) 1/2 width (m)	centerline height (m)
0	1.000000	0.000000	0.2	0.2	0.1	5.7
0.3	0.938878	0.000000	0.2	0.2	0.2	5.7
0.5	0.877373	0.000000	0.2	0.2	0.2	5.7
0.8	0.813252	0.000000	0.3	0.2	0.2	5.7
1.0	0.750400	0.000000	0.3	0.3	0.2	5.7
1.3	0.689754	0.000000	0.3	0.3	0.2	5.7
1.5	0.631030	0.000000	0.4	0.3	0.3	5.7
1.8	0.573697	0.000000	0.4	0.4	0.3	5.7
2.0	0.521702	0.000000	0.5	0.4	0.3	5.7
2.3	0.471423	0.000000	0.5	0.5	0.4	5.7
2.5	0.425926	0.000000	0.6	0.5	0.4	5.7
2.8	0.384991	0.000000	0.6	0.6	0.4	5.7
3.0	0.350112	0.000000	0.7	0.6	0.4	5.7
3.3	0.321938	0.000000	0.8	0.7	0.5	5.7
3.5	0.295683	0.000000	0.8	0.8	0.5	5.6
3.8	0.270662	0.000000	0.9	0.8	0.5	5.6
4.0	0.247519	0.000000	1.0	0.9	0.6	5.6
4.3	0.226378	0.000000	1.1	1.0	0.6	5.6
4.5	0.205993	0.000000	1.2	1.0	0.6	5.6
4.8	0.187610	0.000000	1.3	1.1	0.6	5.6
5.0	0.170603	0.000000	1.4	1.2	0.7	5.6
5.3	0.155068	0.000000	1.5	1.3	0.7	5.6
5.5	0.141018	0.000000	1.6	1.4	0.6	5.6
5.8	0.127872	0.000000	1.7	1.5	0.6	5.6
6.0	0.116087	0.000000	1.8	1.5	0.5	5.6
6.3	0.105637	0.000000	1.9	1.6	0.4	5.6
6.5	0.096377	0.000000	2.0	1.7	0.2	5.6
6.8	0.088141	0.000000	2.1	1.8	0.0	5.6
7.0	0.080584	0.000000	2.2	1.8	0.0	5.6

downwind distance x(m)	centerline conc. c(mole frac.)	ground conc. c(mole frac.)	y(c1) 1/2 width (m)	y(c2) 1/2 width (m)	y(c3) 1/2 width (m)	centerline height (m)
7.3	0.073907	0.000001	2.4	1.9	0.0	5.6
7.5	0.067825	0.000004	2.5	2.0	0.0	5.5
7.8	0.062345	0.000012	2.6	2.0	0.0	5.5
8.0	0.057476	0.000030	2.6	2.0	0.0	5.5
8.3	0.053032	0.000066	2.7	2.1	0.0	5.5
8.5	0.049044	0.000127	2.8	2.1	0.0	5.5
8.8	0.045449	0.000220	2.9	2.1	0.0	5.5
9.0	0.042205	0.000353	3.0	2.1	0.0	5.5
9.3	0.039269	0.000525	3.0	2.1	0.0	5.5
9.5	0.036599	0.000738	3.1	2.1	0.0	5.4
9.8	0.034152	0.000985	3.2	2.0	0.0	5.4
10.0	0.031861	0.001266	3.2	2.0	0.0	5.4
10.3	0.029861	0.001562	3.2	1.9	0.0	5.4
10.5	0.027985	0.001882	3.3	1.8	0.0	5.4
10.8	0.026217	0.002199	3.3	1.6	0.0	5.4
11.0	0.024643	0.002511	3.3	1.4	0.0	5.4
11.3	0.023196	0.002823	3.3	1.2	0.0	5.4
11.5	0.021862	0.003113	3.3	0.8	0.0	5.3
11.8	0.020681	0.003380	3.3	0.0	0.0	5.3
12.0	0.019550	0.003624	3.2	0.0	0.0	5.3
12.3	0.018458	0.003844	3.2	0.0	0.0	5.3
12.5	0.017520	0.004046	3.1	0.0	0.0	5.3
12.8	0.016586	0.004217	3.1	0.0	0.0	5.3
13.0	0.015752	0.004360	3.0	0.0	0.0	5.3
13.3	0.014974	0.004488	2.9	0.0	0.0	5.3
13.5	0.014248	0.004590	2.7	0.0	0.0	5.2
13.8	0.013570	0.004675	2.6	0.0	0.0	5.2
14.0	0.012943	0.004735	2.4	0.0	0.0	5.2
14.3	0.012357	0.004783	2.2	0.0	0.0	5.2
14.5	0.011807	0.004809	1.9	0.0	0.0	5.2
14.8	0.011278	0.004818	1.5	0.0	0.0	5.2
15.0	0.010786	0.004816	0.9	0.0	0.0	5.2
15.3	0.010345	0.004805	0.0	0.0	0.0	5.2

The downwind distance to c3 is 6.54 m after about 0 seconds
The downwind distance to c2 is 11.68 m after about 1 seconds
The downwind distance to c1 is 15.16 m after about 2 seconds


```

CANARY by Quest - Version 4.0
Momentum Jet Vapor Cloud Explosion
Case Name - R3VM
Thu Sep 10 11:01:00 2009
Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA
www.questconsult.com    canary@questconsult.com
telephone (405) 329-7475    fax (405) 329-7734

```

```

TITLE: Fuga mediana de propano.
Fuel Reactivity: Medium      Obstacle Density: Medium
Flame Expansion: 3-D        Reflection Factor: 2.0

```

Overpressure levels:

```

-----
dp3 =    13.79 kPa gauge
dp2 =     4.83 kPa gauge
dp1 =     1.03 kPa gauge

```

Total mass in explosive range: 13.0914 kg

Distance from Release Point

or Center of Confined Volume (meters)	Overpressure (kPa gauge)	Impulse (Pa-s)
--	-----------------------------	-------------------

1.0	7.54	467.87
7.7	7.54	378.20
8.4	6.91	347.64
9.2	6.34	319.55
10.1	5.81	293.72
11.1	5.32	269.99
12.1	4.88	248.17
13.3	4.47	228.12
14.5	4.10	209.68
15.9	3.76	192.74
17.4	3.44	177.17
19.0	3.16	162.85
20.8	2.89	149.69
22.8	2.65	137.59
25.0	2.43	126.48
27.3	2.23	116.25
29.9	2.04	106.86
32.8	1.87	98.23
35.9	1.72	90.29
39.3	1.57	82.99
43.0	1.44	76.29
47.0	1.32	70.12
51.5	1.21	64.46
56.4	1.11	59.25
61.7	1.02	54.46

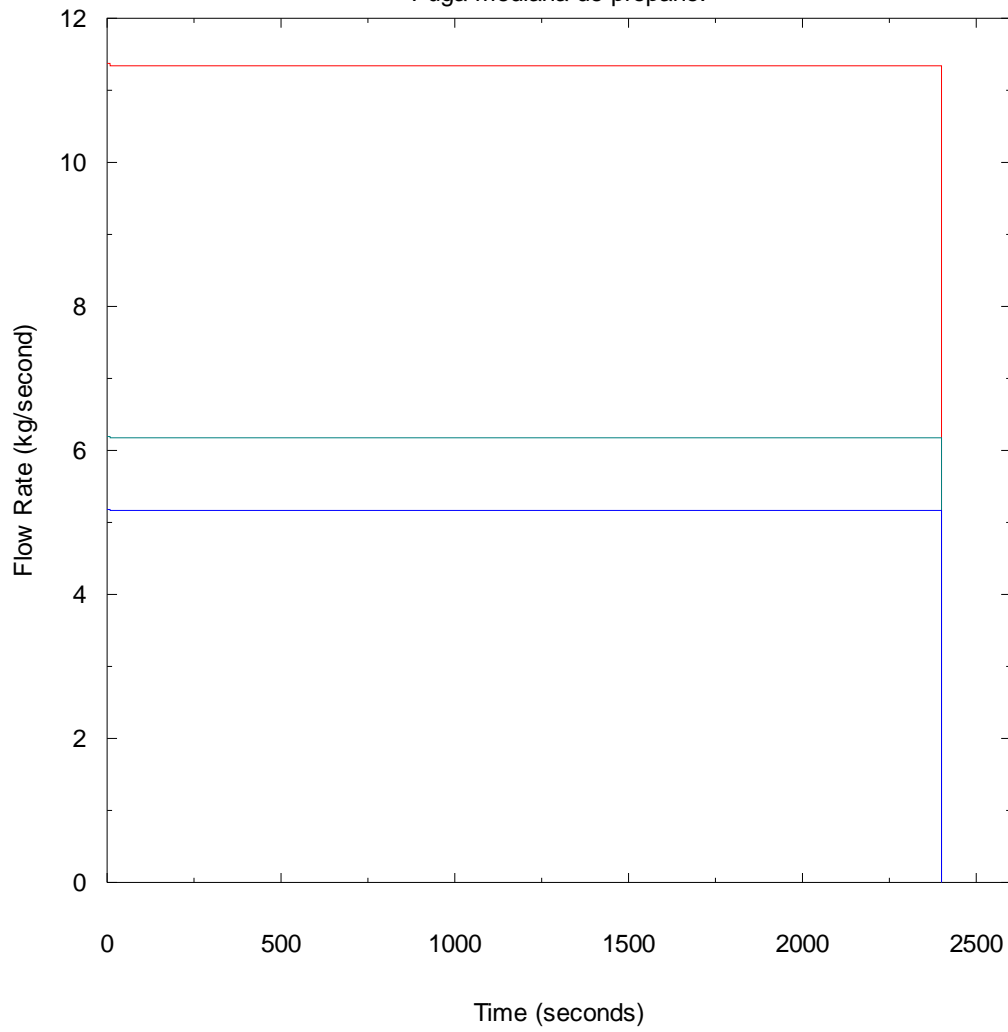
```

The downwind distance to dp3 is    0.0 meters
The downwind distance to dp2 is    12.3 meters
The downwind distance to dp1 is    60.8 meters

```

MASS RELEASE RATE

Fuga mediana de propano.



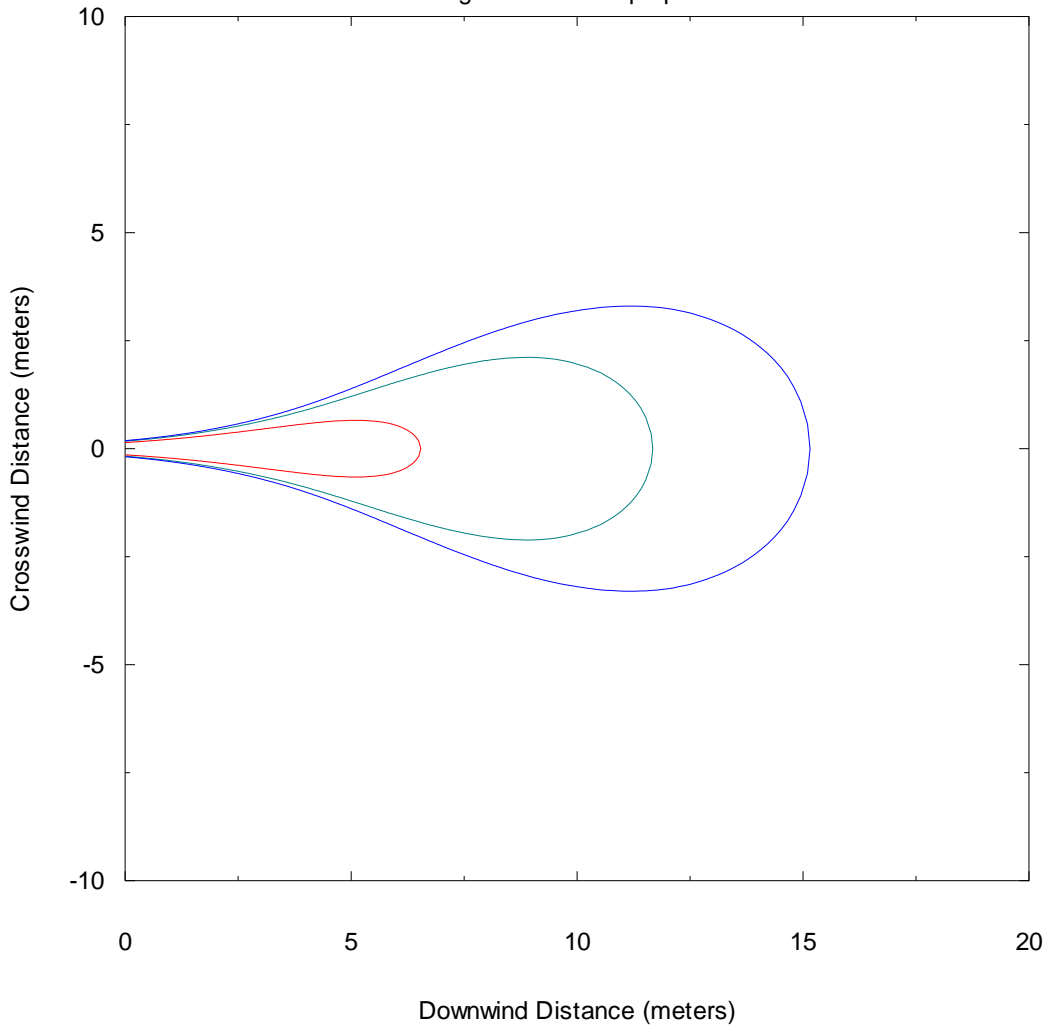
- Total
- Vapor
- Aerosol Liquid

casename=R3VM

CONCENTRATION CONTOURS: OVERHEAD VIEW

Momentum Jet Cloud

Fuga mediana de propano.



- 9.50 mole percent
- 2.10 mole percent
- 1.05 mole percent

casename=R3VM

w.s. = 3.5 m/s

D stability

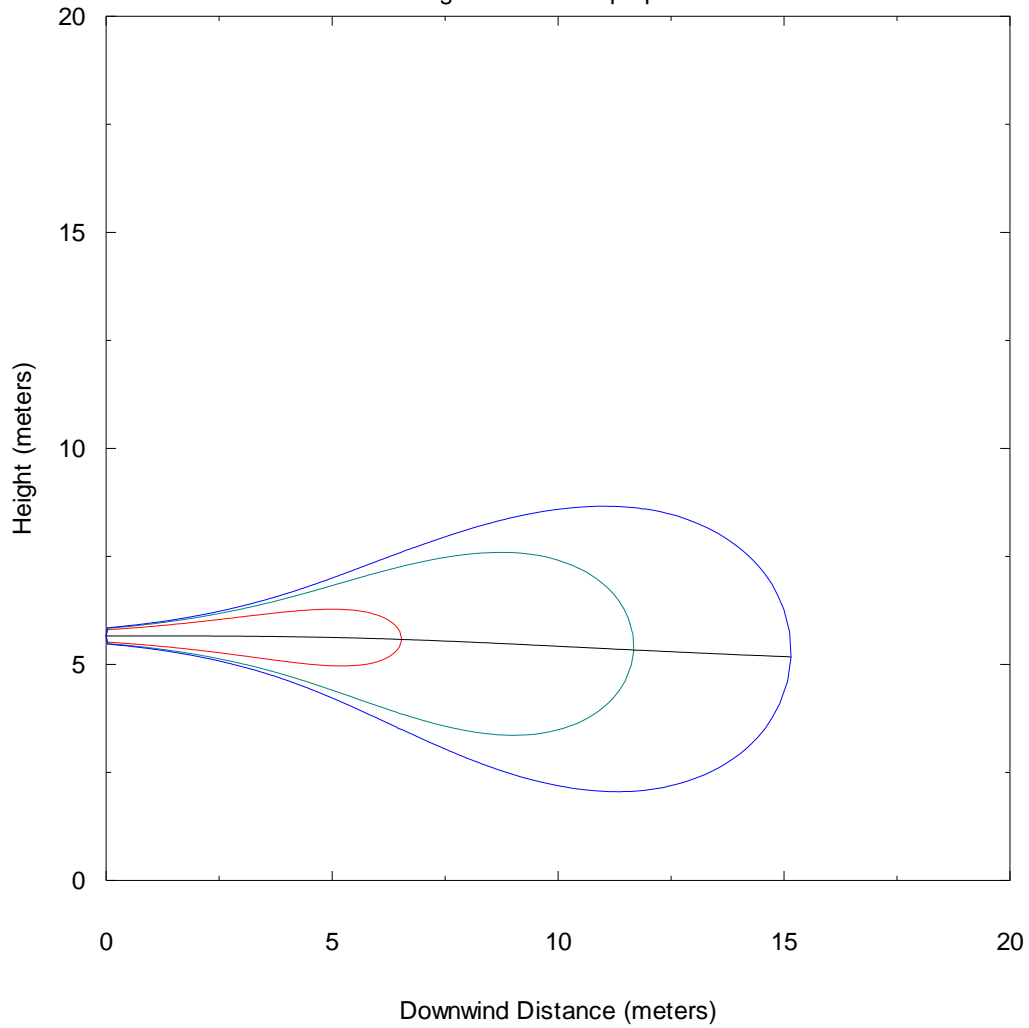
CANARY by Quest

Thu Sep 10 11:01:00 2009

CONCENTRATION CONTOURS: SIDE VIEW

Momentum Jet Cloud

Fuga mediana de propano.



- 9.50 mole percent
- 2.10 mole percent
- 1.05 mole percent

casename=R3VM

w.s. = 3.5 m/s

D stability

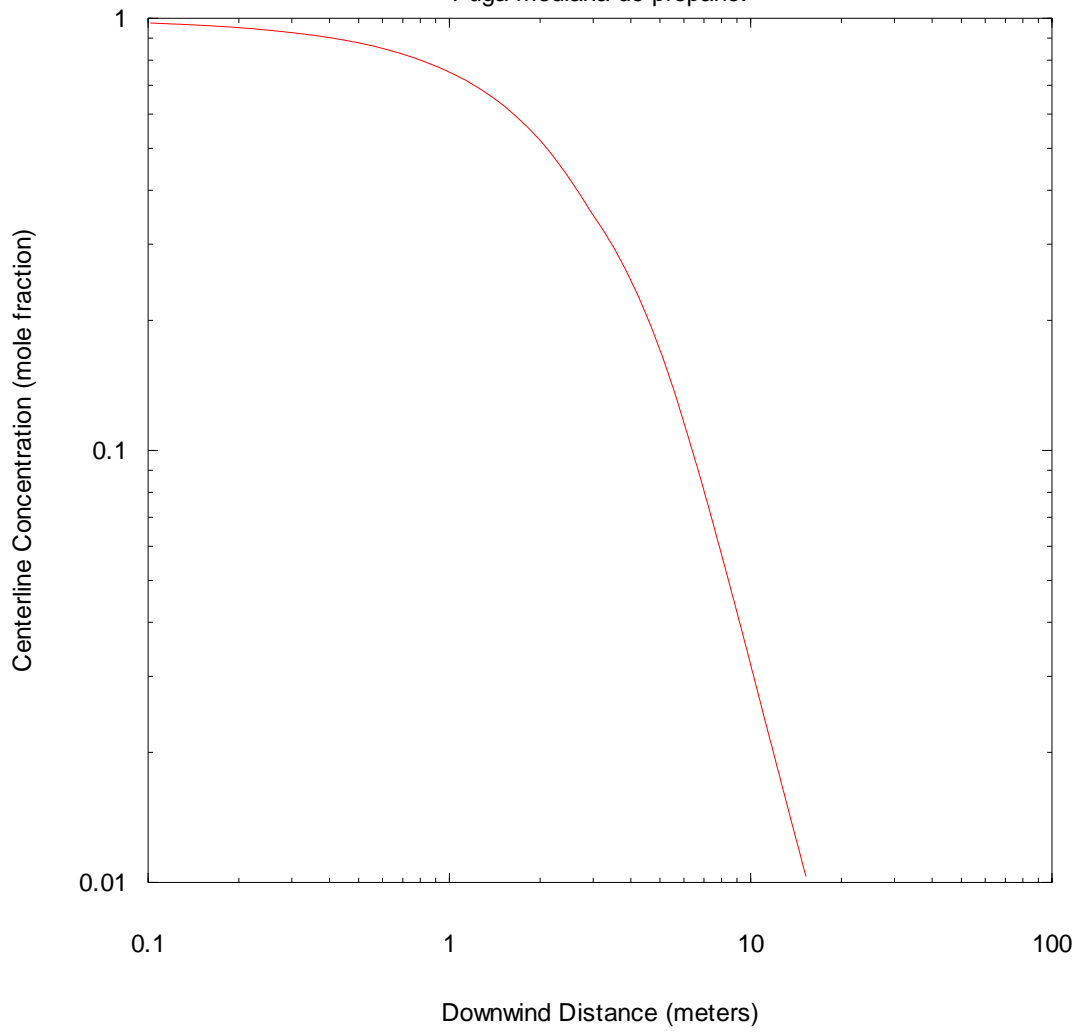
CANARY by Quest

Thu Sep 10 11:01:00 2009

CENTERLINE CONCENTRATION vs. DISTANCE

Momentum Jet Cloud

Fuga mediana de propano.



casename=R3VM

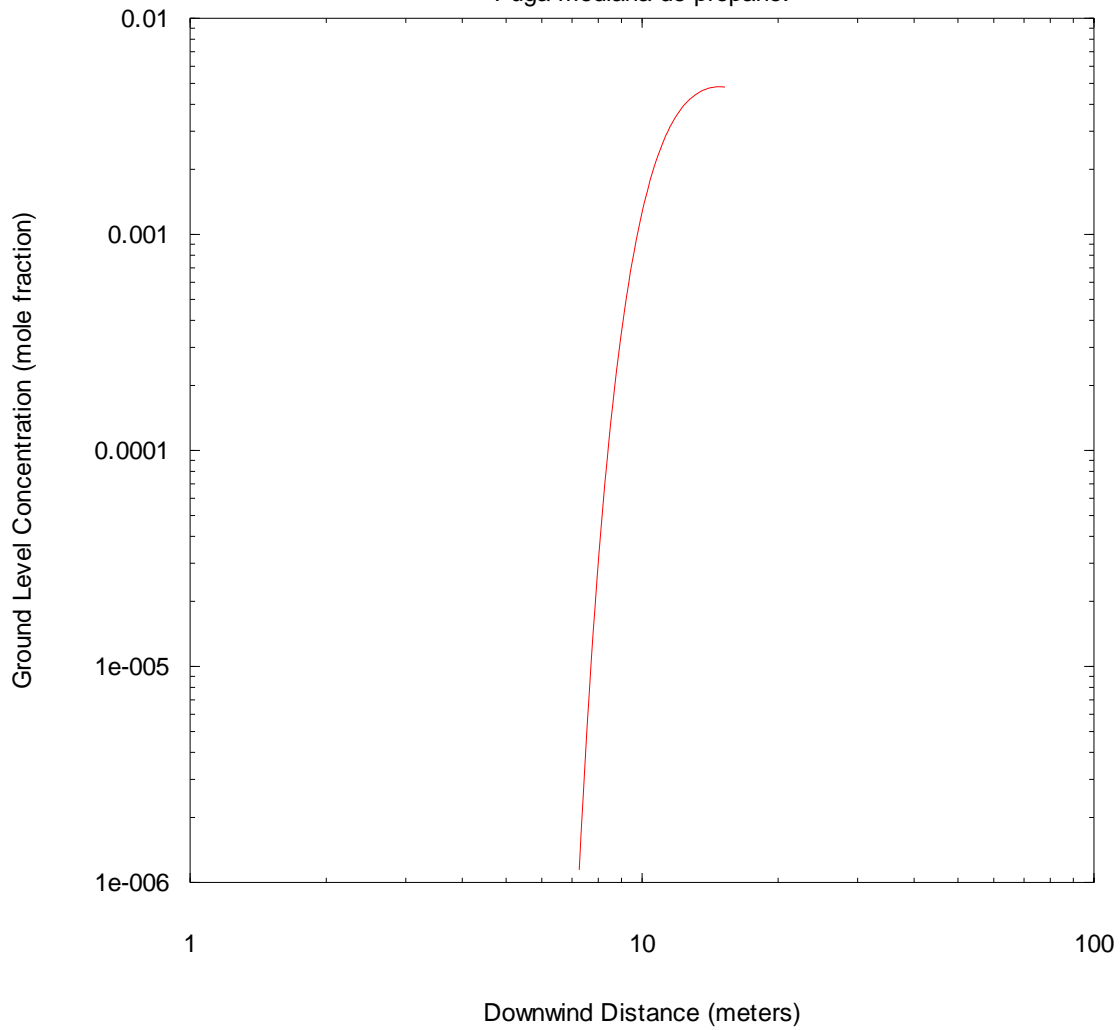
w.s. = 3.5 m/s

D stability

GROUND LEVEL CONCENTRATION vs. DISTANCE

Momentum Jet Cloud

Fuga mediana de propano.



casename=R3VM

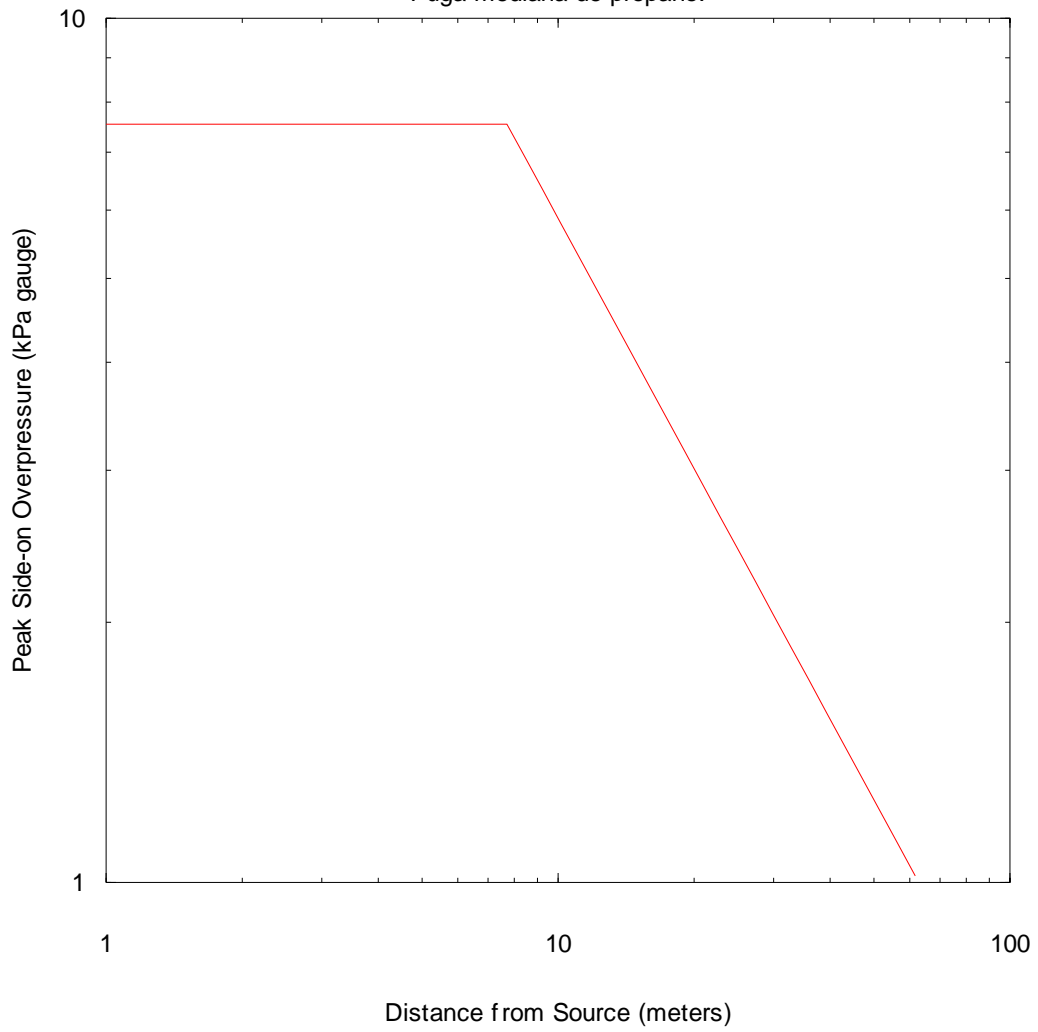
w.s. = 3.5 m/s

D stability

BAKER-STREHLOW EXPLOSION OVERPRESSURE vs. DISTANCE

Momentum Jet VCE

Fuga mediana de propano.



casename=R3VM

ANEXO A.9.

Resultados de la simulación de fuga mayor de propano en tubería de 16", y explosión de la nube de vapor formada.


```

+-----+
|               CANARY by Quest - Version 4.0               |
|               CANARY Case Input                           |
|               Case Name - R3VG                            |
|               Thu Sep 10 13:45:19 2009                   |
|               Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
|               www.questconsult.com   canary@questconsult.com |
|               telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734 |
+-----+

```

TITLE: Fuga mayor de propano.

Type of calculation is vapor dispersion.

TITLE MENU

Title for this run : Fuga mayor de propano.
 User id : Luis Quinán
 Project number : 01
 Filename : R3VG
 Type of units : Metric units

MATERIAL MENU

Materials Released	number	formula	name	fraction
Component number 1	:	3 = C3H8	Propane	1.000000
Component number 2	:			
Component number 3	:			
Component number 4	:			
Component number 5	:			
Component number 6	:			
Component number 7	:			
Component number 8	:			
Component number 9	:			
Component number 10	:			
Temperature (deg C)	:	47.78		
Pressure (kPa)	:	1682.32		

The material is LIQUID

ENVIRONMENT MENU

Wind speed (m/s)	3.5
Wind speed reference height (meters)	10
Stability class <A-F>	D
Percent relative humidity	68.5
Air temperature (deg C)	27
Surface temperature (deg. C)	25
Spill surface	Dike material - high density concrete
Surrounding terrain	Forest, dense urban, or process area

RELEASE MENU

Type of release: Unregulated, Continuous release

Release duration (minutes)	15
Normal flow rate (kg / sec.)	20512.9
Duration of normal flow (minutes)	0
Volume of vessel (cu. meters)	39.7468
Percent of vessel volume filled with liquid	50
Liquid head above release point (meters)	1.83
Pipe diameter (meters)	0.4064
Release area (hole size) (sq. meters)	0.01824
Pipe length upstream of break (meters)	0
Height of release point (meters)	5.66
Angle of release from horizontal (deg.)	0

```

+-----+
|               CANARY by Quest - Version 4.0               |
|               CANARY Case Input                           |
|               Case Name - R3VG                            |
|               Thu Sep 10 13:45:19 2009                   |
|               Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
|               www.questconsult.com   canary@questconsult.com |
|               telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734 |
+-----+

```

TITLE: Fuga mayor de propano.

IMPOUNDMENT MENU

Unconfined

VDVE MENU

Vapor generation and dispersion and cloud explosion - Flammable calculation

Tracking the mixture

Concentration limit (mole %)	UFL
Concentration limit (mole %)	LFL
Concentration limit (mole %)	1/2 LFL
Dispersion coefficient averaging time (min)	1

Baker-Strehlow parameters

Fuel reactivity: Medium	Obstacle density: Medium
Flame expansion: 3-D	Reflection factor: 2

Overpressure values

Overpressure (kPa gauge)	13.789
Overpressure (kPa gauge)	4.826
Overpressure (kPa gauge)	1.034

```

+-----+
|               CANARY by Quest - Version 4.0               |
|       General Release Model 4.0 UPSTREAM                   |
|             Case Name - R3VG                               |
|           Thu Sep 10 13:45:19 2009                       |
|   Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA           |
| www.questconsult.com           canary@questconsult.com    |
| telephone (405) 329-7475     fax (405) 329-7734         |
+-----+

```

TITLE: Fuga mayor de propano.

Time (sec)	Vapor (kg/sec)	Aerosol Rate (kg/sec)	Liquid Rate (kg/sec)	Total Rate (kg/sec)
.0000000	222.945	186.485	.000000	409.430
.1000000E-01	222.945	186.485	.000000	409.430
.3000000E-01	222.945	186.485	.000000	409.430
.5000000E-01	222.945	186.485	.000000	409.430
.7000000E-01	222.945	186.485	.000000	409.430
.1000000	222.945	186.485	.000000	409.430
.3000000	222.307	185.950	.000000	408.257
.5000000	222.307	185.950	.000000	408.257
.7000000	222.307	185.950	.000000	408.257
1.000000	222.307	185.950	.000000	408.257
3.000000	222.307	185.950	.000000	408.257
5.000000	222.307	185.950	.000000	408.257
7.000000	222.307	185.950	.000000	408.257
10.00000	222.307	185.950	.000000	408.257
30.00000	222.307	185.950	.000000	408.257
50.00000	222.307	185.950	.000000	408.257
70.00000	222.307	185.950	.000000	408.257
100.0000	222.307	185.950	.000000	408.257
300.0000	222.307	185.950	.000000	408.257
500.0000	222.307	185.950	.000000	408.257
700.0000	222.307	185.950	.000000	408.257
900.0000	222.307	185.950	.000000	408.257

Flowrate for Torch Fire [immediate ignition] = 408.3 kg/sec.
Torch Fire [delayed ignition] = 408.3 kg/sec.

Reason for Ending: Reached Stop Time

```

+-----+
|          CANARY by Quest - Version 4.0          |
|          Release Stream Compositions            |
|          Case Name - R3VG                      |
|          Thu Sep 10 13:45:19 2009             |
|          Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
|          www.questconsult.com   canary@questconsult.com |
|          telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734 |
+-----+

```

TITLE: Fuga mayor de propano.

Component Number	Component Name, Formula
3	Propane, C3H8

Composition (Mole Fraction) of Fluid Streams

Comp. No.	Feed Stream	Momentum Jet Stream			Liquid Pool Stream	
		Flashed Vapor	Evaporated Vapor	Aerosol Liquid	Total Stream	Liquid to Ground
3	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000	0.000000

Flammable Limits (Mole %) of Fluid Streams

Limit	Feed Stream	Momentum Jet Stream	Liquid Pool Stream
LFL	2.10	2.10	
UFL	9.50	9.50	

```

+-----+
|               CANARY by Quest - Version 4.0               |
|      Momentum Jet Vapor Dispersion Model                  |
|              Case Name - R3VG                             |
|              Thu Sep 10 13:45:19 2009                    |
|      Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA        |
|      www.questconsult.com      canary@questconsult.com    |
|      telephone (405) 329-7475      fax (405) 329-7734    |
+-----+

```

TITLE: Fuga mayor de propano.

concentration limits

```

concentration 3 (highest) = 0.095000 mole fraction
concentration 2 (middle)  = 0.021000 mole fraction
concentration 1 (lowest)  = 0.010500 mole fraction

```

downwind distance x(m)	centerline conc. c(mole frac.)	ground conc. 1/2 width c(mole frac.)(m)	y(c1) 1/2 width (m)	y(c2) 1/2 width (m)	y(c3) 1/2 width (m)	centerline height (m)
0	1.000000	0.000000	1.1	1.0	0.9	5.7
10	0.593758	0.000000	2.4	2.2	1.7	5.6
20	0.312077	0.004151	4.7	4.3	2.9	5.3
30	0.170442	0.082099	8.3	7.2	3.9	4.3
40	0.091993	0.085048	12.6	10.4	0.0	2.4
50	0.069097	0.069097	63.0	53.3	0.0	0.0
60	0.069097	0.069097	75.7	63.7	0.0	0.0
70	0.069097	0.069097	88.2	74.1	0.0	0.0
80	0.069097	0.069097	100.6	84.3	0.0	0.0
90	0.069097	0.069097	112.9	94.3	0.0	0.0
100	0.069097	0.069097	125.1	104.4	0.0	0.0
110	0.069097	0.069097	137.3	114.4	0.0	0.0
120	0.069097	0.069097	149.4	124.4	0.0	0.0
130	0.066927	0.066927	160.2	132.6	0.0	0.0
140	0.063506	0.063506	169.9	139.5	0.0	0.0
150	0.060478	0.060478	179.6	146.4	0.0	0.0
160	0.056957	0.056957	186.7	150.1	0.0	0.0
170	0.053645	0.053645	193.2	153.0	0.0	0.0
180	0.050700	0.050700	199.6	156.0	0.0	0.0
190	0.048062	0.048062	206.0	158.9	0.0	0.0
200	0.045687	0.045687	212.4	161.8	0.0	0.0
210	0.043537	0.043537	218.9	164.8	0.0	0.0
220	0.041581	0.041581	225.3	167.7	0.0	0.0
230	0.039441	0.039441	228.4	165.9	0.0	0.0
240	0.037415	0.037415	230.8	163.0	0.0	0.0
250	0.035570	0.035570	233.1	160.1	0.0	0.0
260	0.033883	0.033883	235.4	157.2	0.0	0.0
270	0.032335	0.032335	237.8	154.3	0.0	0.0
280	0.030911	0.030911	240.1	151.4	0.0	0.0
290	0.029596	0.029596	242.4	148.5	0.0	0.0

downwind distance x(m)	centerline conc. c(mole frac.)	ground conc. c(mole frac.)	y(c1) 1/2 width (m)	y(c2) 1/2 width (m)	y(c3) 1/2 width (m)	centerline height (m)
300	0.028314	0.028314	243.3	141.0	0.0	0.0
310	0.027051	0.027051	242.5	127.9	0.0	0.0
320	0.025882	0.025882	241.6	114.7	0.0	0.0
330	0.024797	0.024797	240.8	101.5	0.0	0.0
340	0.023787	0.023787	239.9	88.3	0.0	0.0
350	0.022847	0.022847	239.1	75.2	0.0	0.0
360	0.021968	0.021968	238.2	62.0	0.0	0.0
370	0.021093	0.021093	234.7	7.0	0.0	0.0
380	0.020263	0.020263	230.5	0.0	0.0	0.0
390	0.019486	0.019486	226.3	0.0	0.0	0.0
400	0.018757	0.018757	222.2	0.0	0.0	0.0
410	0.018073	0.018073	218.0	0.0	0.0	0.0
420	0.017429	0.017429	213.8	0.0	0.0	0.0
430	0.016822	0.016822	209.7	0.0	0.0	0.0
440	0.016250	0.016250	205.5	0.0	0.0	0.0
450	0.015710	0.015710	201.3	0.0	0.0	0.0
460	0.015196	0.015196	196.4	0.0	0.0	0.0
470	0.014684	0.014684	183.9	0.0	0.0	0.0
480	0.014199	0.014199	171.4	0.0	0.0	0.0
490	0.013740	0.013740	158.8	0.0	0.0	0.0
500	0.013304	0.013304	146.3	0.0	0.0	0.0
510	0.012891	0.012891	133.8	0.0	0.0	0.0
520	0.012498	0.012498	121.3	0.0	0.0	0.0
530	0.012124	0.012124	108.7	0.0	0.0	0.0
540	0.011768	0.011768	96.2	0.0	0.0	0.0
550	0.011428	0.011428	83.7	0.0	0.0	0.0
560	0.011105	0.011105	71.2	0.0	0.0	0.0
570	0.010796	0.010796	58.6	0.0	0.0	0.0
580	0.010493	0.010493	0.0	0.0	0.0	0.0

The momentum jet model coupled to the heavy gas model at 45.36 m in
2 sec

The downwind distance to c3 is 39.43 m after about 2 seconds
The downwind distance to c2 is 371.09 m after about 144 seconds
The downwind distance to c1 is 579.78 m after about 212 seconds

```

CANARY by Quest - Version 4.0
Momentum Jet Vapor Cloud Explosion
Case Name - R3VG
Thu Sep 10 13:45:19 2009
Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA
www.questconsult.com    canary@questconsult.com
telephone (405) 329-7475    fax (405) 329-7734

```

```

TITLE: Fuga mayor de propano.
Fuel Reactivity: Medium      Obstacle Density: Medium
Flame Expansion: 3-D        Reflection Factor: 2.0

```

Overpressure levels:

```

-----
dp3 =    13.79 kPa gauge
dp2 =     4.83 kPa gauge
dp1 =     1.03 kPa gauge

```

Total mass in explosive range: 64975.4 kg

Distance from Release Point

or Center of Confined Volume (meters)	Overpressure (kPa gauge)	Impulse (Pa-s)
1.0	7.54	8169.57
131.5	7.54	6455.97
143.8	6.92	5933.59
157.3	6.35	5457.51
172.1	5.82	5019.62
188.3	5.34	4616.88
206.0	4.90	4246.44
225.3	4.49	3905.73
246.5	4.12	3592.35
269.6	3.78	3304.12
294.9	3.46	3039.02
322.6	3.18	2795.18
352.9	2.91	2570.91
386.1	2.67	2364.63
422.4	2.45	2174.91
462.0	2.25	2000.40
505.4	2.06	1839.90
552.9	1.89	1692.28
604.8	1.74	1556.50
661.6	1.59	1431.61
723.7	1.46	1316.75
791.7	1.34	1211.10
866.0	1.23	1113.93
947.4	1.13	1024.55
1036.4	1.03	942.35

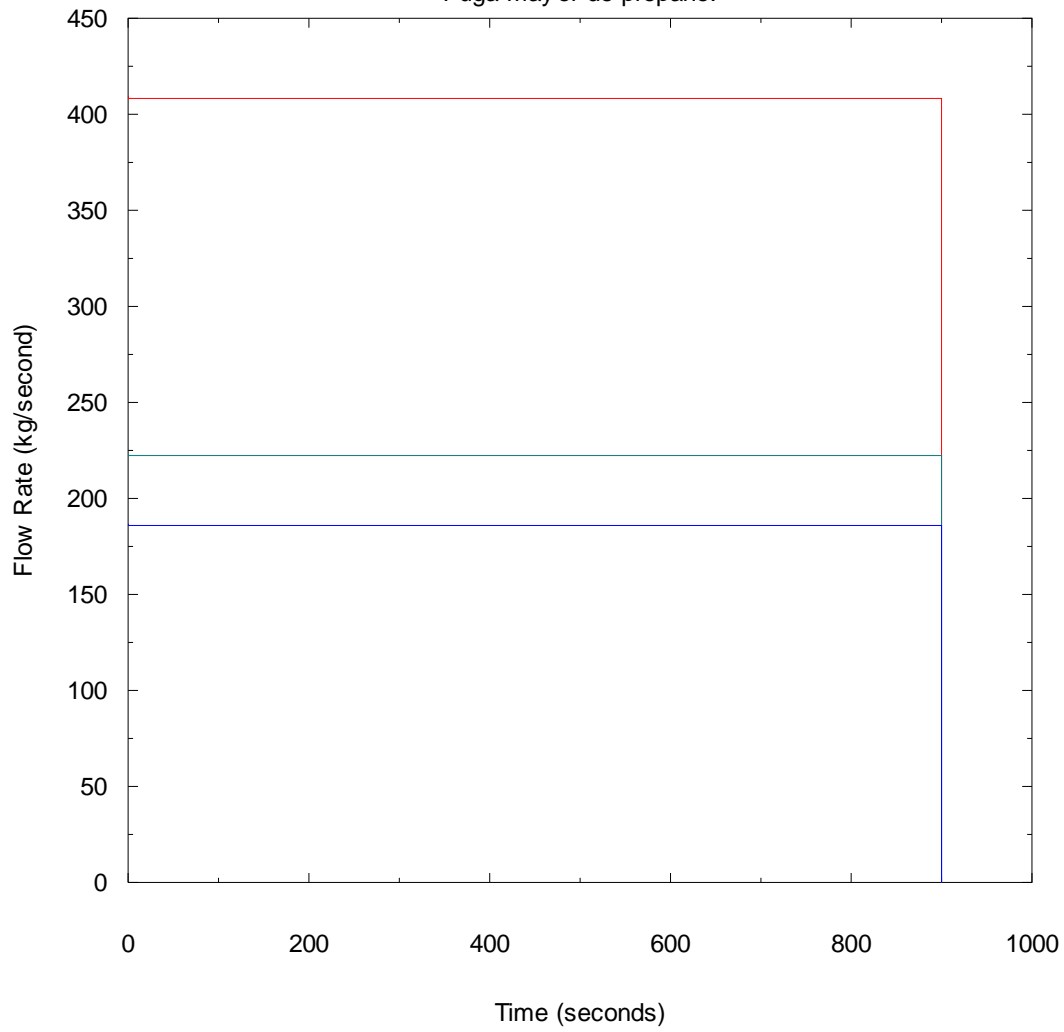
```

The downwind distance to dp3 is    0.0 meters
The downwind distance to dp2 is   209.3 meters
The downwind distance to dp1 is  1035.4 meters

```


MASS RELEASE RATE

Fuga mayor de propano.



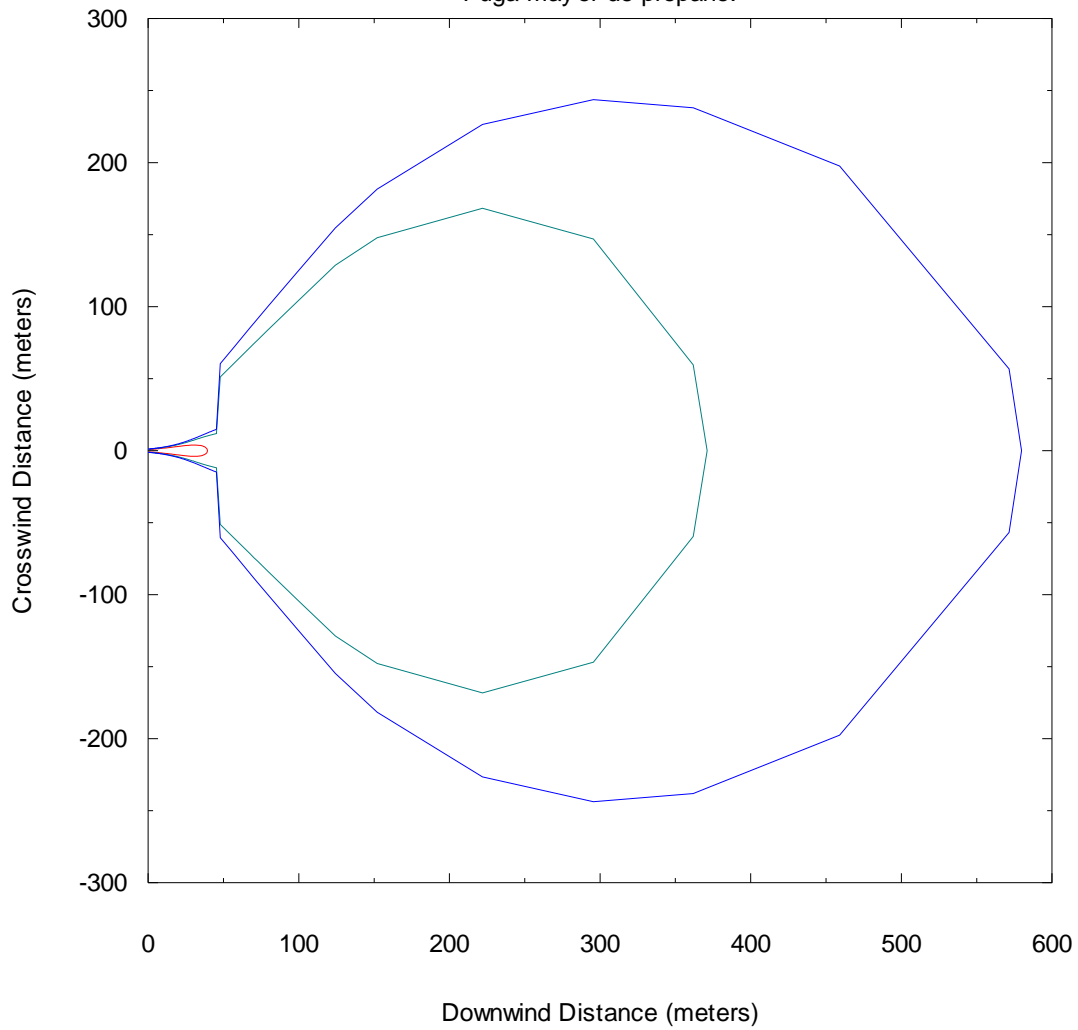
- Total
- Vapor
- Aerosol Liquid

casename=R3VG

CONCENTRATION CONTOURS: OVERHEAD VIEW

Momentum Jet Cloud

Fuga may or de propano.



- 9.50 mole percent
- 2.10 mole percent
- 1.05 mole percent

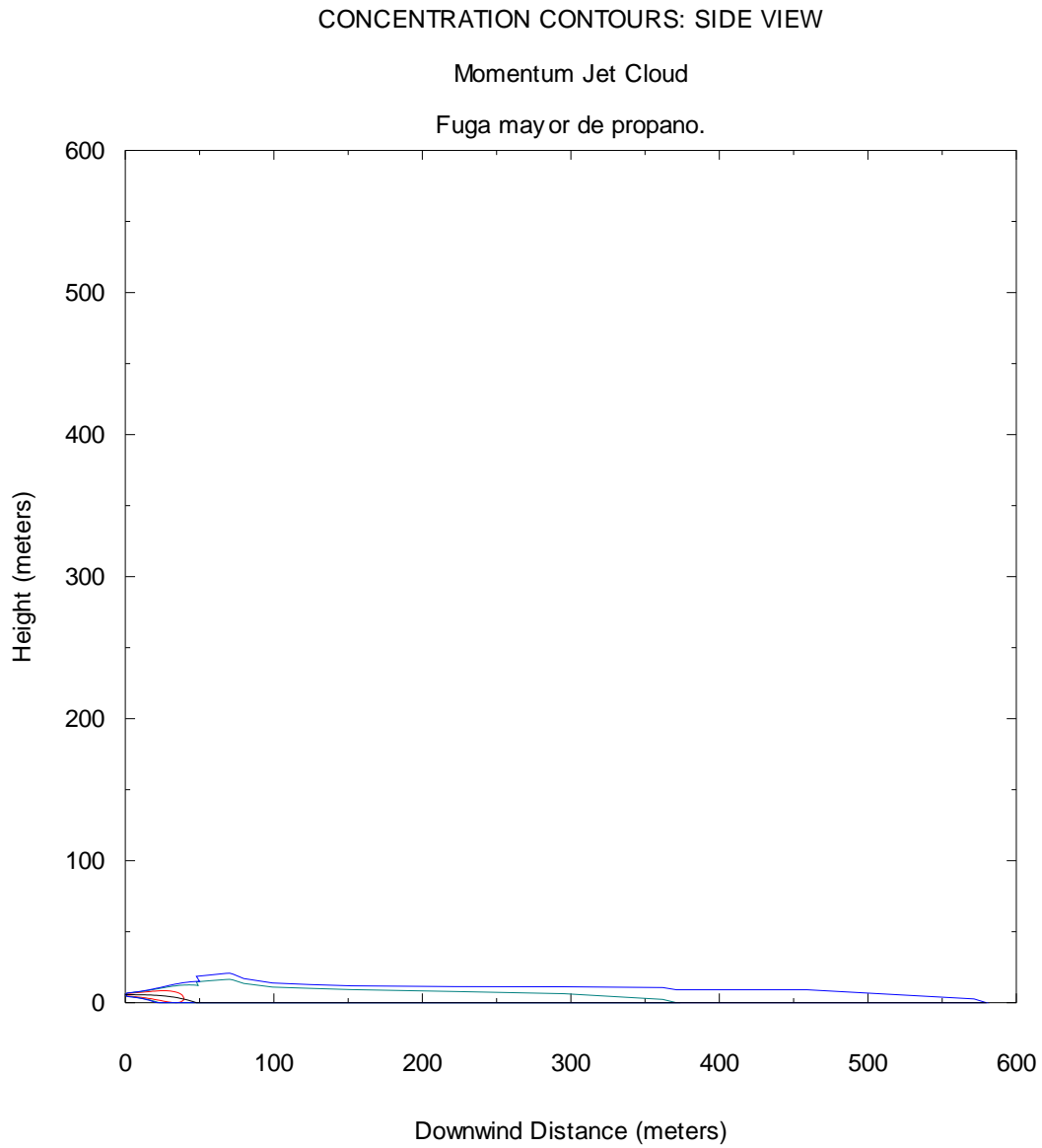
casename=R3VG

w.s. = 3.5 m/s

D stability

CANARY by Quest

Thu Sep 10 13:45:19 2009



— 9.50 mole percent
— 2.10 mole percent
— 1.05 mole percent

casename=R3VG

w.s. = 3.5 m/s

D stability

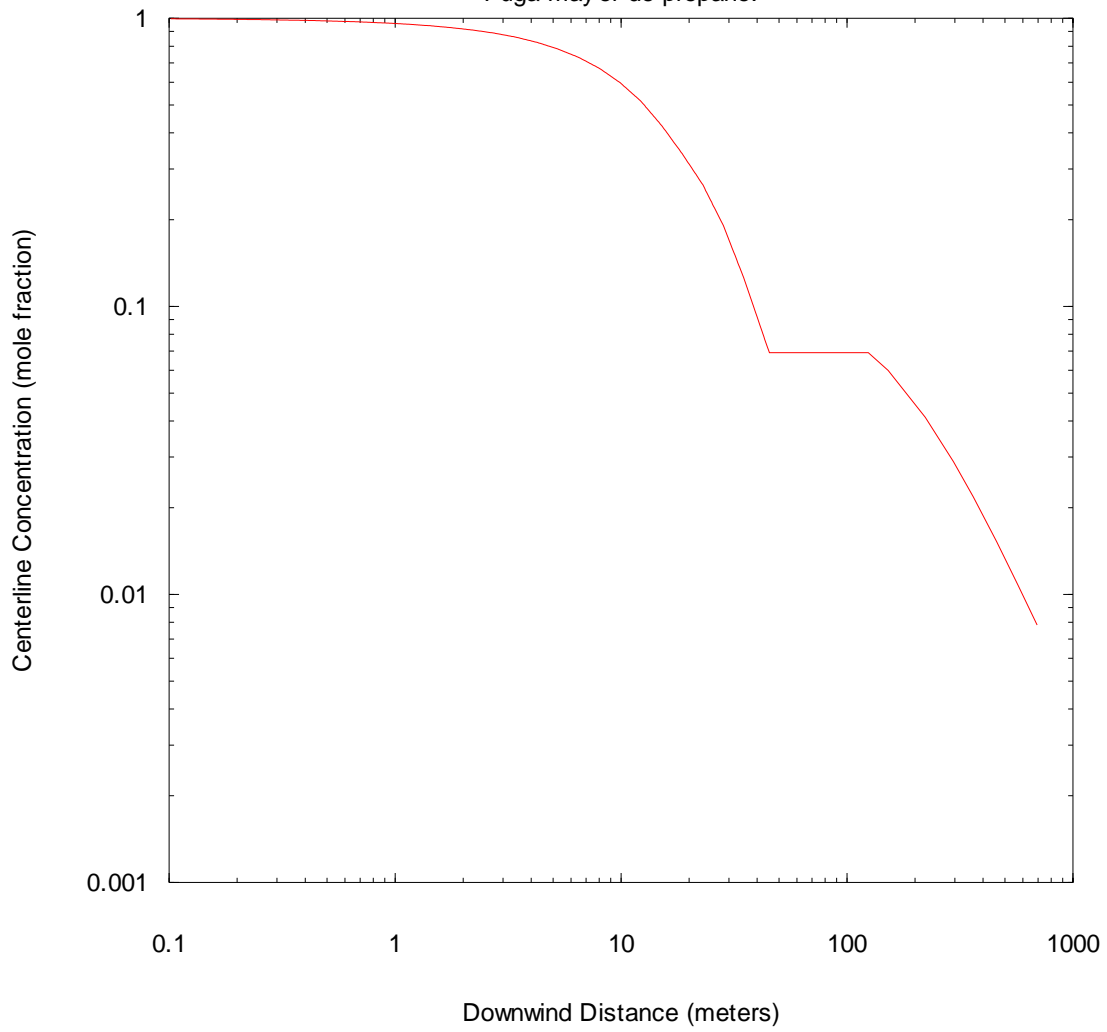
CANARY by Quest

Thu Sep 10 13:45:19 2009

CENTERLINE CONCENTRATION vs. DISTANCE

Momentum Jet Cloud

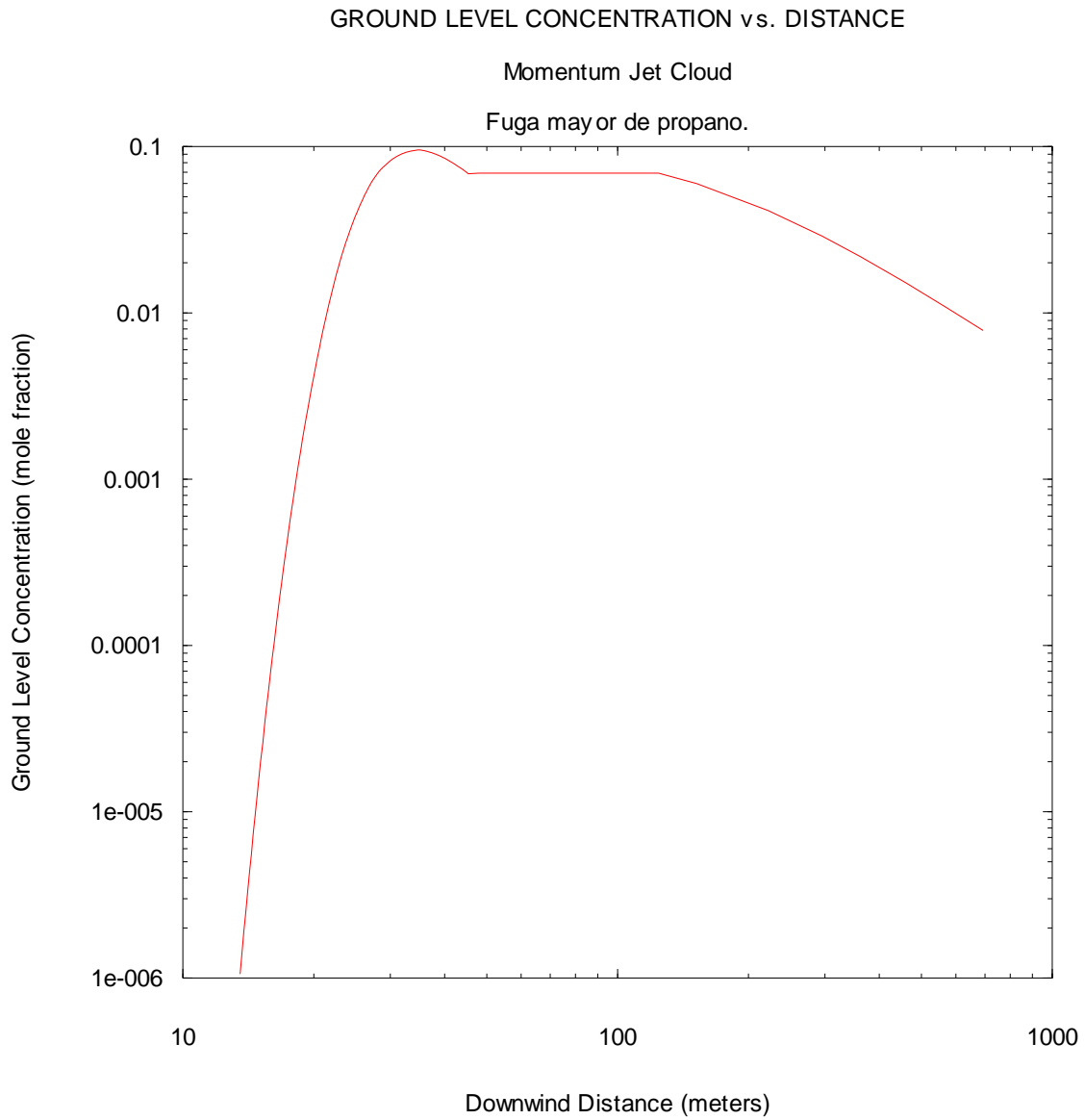
Fuga mayor de propano.



casename=R3VG

w.s. = 3.5 m/s

D stability



casename=R3VG

w.s. = 3.5 m/s

D stability

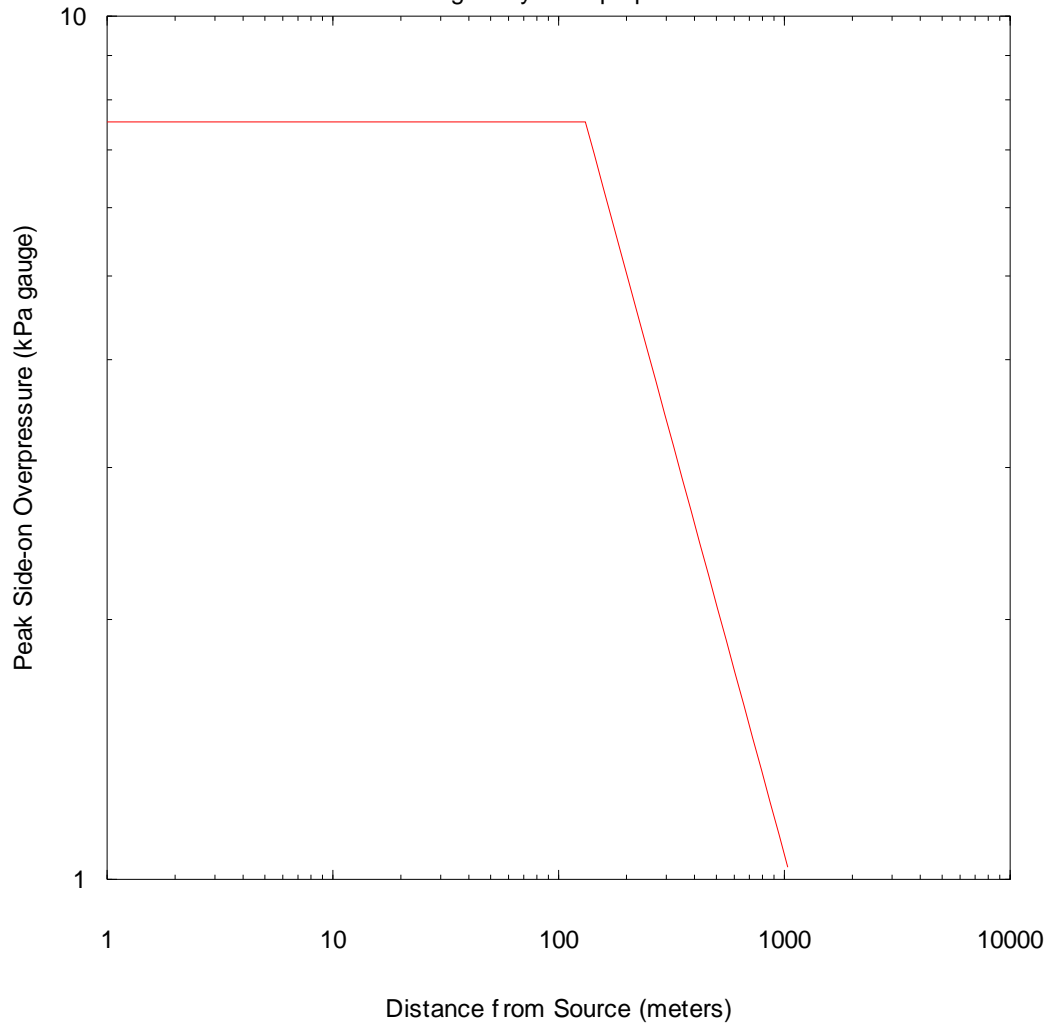
CANARY by Quest

Thu Sep 10 13:45:19 2009

BAKER-STREHLOW EXPLOSION OVERPRESSURE vs. DISTANCE

Momentum Jet VCE

Fuga may or de propano.



casename=R3VG

ANEXO A.10.

Resultados de la simulación de antorcha

***de fuego originada por fuga
menor de propano en tubería de 16”.***

```

+-----+
|                                     |
|           CANARY by Quest - Version 4.0           |
|           CANARY Case Input                       |
|           Case Name - R3FP                       |
|           Fri Sep 11 13:42:18 2009              |
|           Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
|           www.questconsult.com   canary@questconsult.com |
|           telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734 |
|                                     |
+-----+

```

TITLE: Antorcha menor de fuego.
Type of calculation is fire radiation.

TITLE MENU

Title for this run : Antorcha menor de fuego.
User id : Luis Quinán
Project number : 01
Filename : R3FP
Type of units : Metric units

MATERIAL MENU

Materials Released	number	formula	name	fraction
Component number 1	:	3 = C3H8	Propane	1.000000
Component number 2	:			
Component number 3	:			
Component number 4	:			
Component number 5	:			
Component number 6	:			
Component number 7	:			
Component number 8	:			
Component number 9	:			
Component number 10	:			
Temperature (deg C)	:	47.7778		
Pressure (kPa)	:	1682.32		

The material is LIQUID

ENVIRONMENT MENU

Wind speed (m/s)	3.5
Percent relative humidity	68.5
Air temperature (deg C)	27

FIRE TYPE MENU

Fire radiation division: Flare/Torch fires
Vertical and horizontal isopleths

Height of flame base (from grade) (meters)	5.66
Height of target (from grade) (meters)	1.65
Diameter of flare/torch tip (meters)	0.00635
Flow rate (kg/sec.)	0.7
Angle of release from horizontal (deg.)	0

Fire radiation flux values

Radiation (kilowatts/sq. meter)	7.27
---------------------------------	------

Radiation (kilowatts/sq. meter)	5
Radiation (kilowatts/sq. meter)	1.6

```

CANARY by Quest - Version 4.0
Flare / Torch Radiation Model
Case Name - R3FP
Fri Sep 11 13:42:18 2009
Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA
www.questconsult.com    canary@questconsult.com
telephone (405) 329-7475    fax (405) 329-7734

```

TITLE: Antorcha menor de fuego.

```

Length of Flame      : 10.9 meters
Flame Tilt from Horizontal: 1.2 degrees
Release Angle       : 0.0 degrees
Release Point Elevation : 5.7 meters
Target Elevation    : 1.6 meters
Wind Speed          : 3.5 meters/second

```

-----Distance from Release Point-----			Maximum
Downwind	Crosswind	Line of Sight	Flux
(meters)	(meters)	(meters)	(kW/sq.m)
5.0	0.0	5.0	20.2
5.4	0.0	5.4	21.1
5.8	0.0	5.8	22.0
6.3	0.0	6.3	22.8
6.8	0.0	6.8	23.5
7.3	0.0	7.3	23.9
7.9	0.0	7.9	24.0
8.6	0.0	8.6	23.5
9.2	0.0	9.2	22.1
10.0	0.0	10.0	19.8
10.8	0.0	10.8	16.5
11.6	0.0	11.6	12.9
12.6	0.0	12.6	9.5
13.6	0.0	13.6	6.8
14.7	0.0	14.7	4.8
15.8	0.0	15.8	3.4
17.1	0.0	17.1	2.4
18.5	0.0	18.5	1.8
20.0	0.0	20.0	1.3
21.5	0.0	21.5	1.0

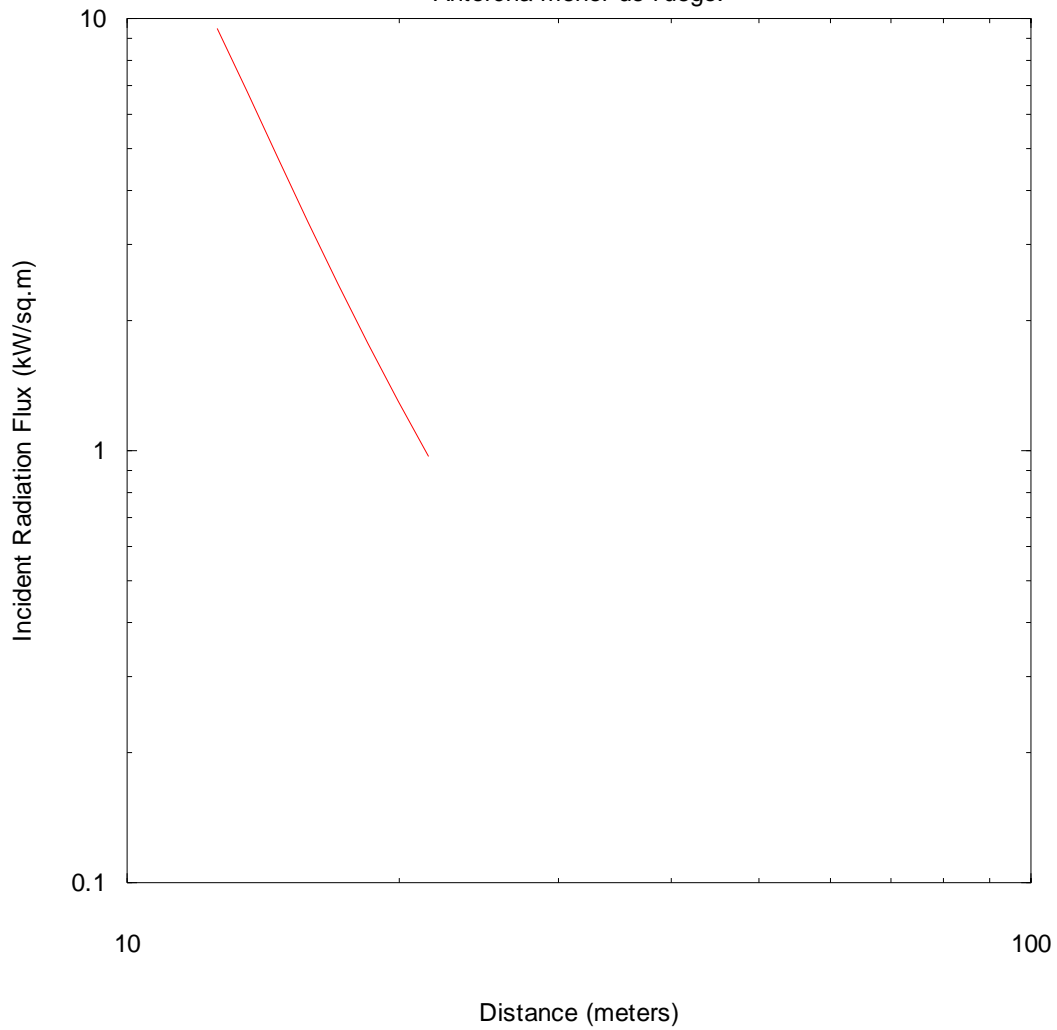
*** Target Location inside Flame
Downwind Distances to Endpoints

Distance	Maximum Flux
(meters)	(kW/sq.m)
13.3	7.3
14.5	5.0
19.0	1.6

FLARE / TORCH RADIATION FLUX vs. DISTANCE

Target is 4.0 meters Below the Release Point

Antorcha menor de fuego.



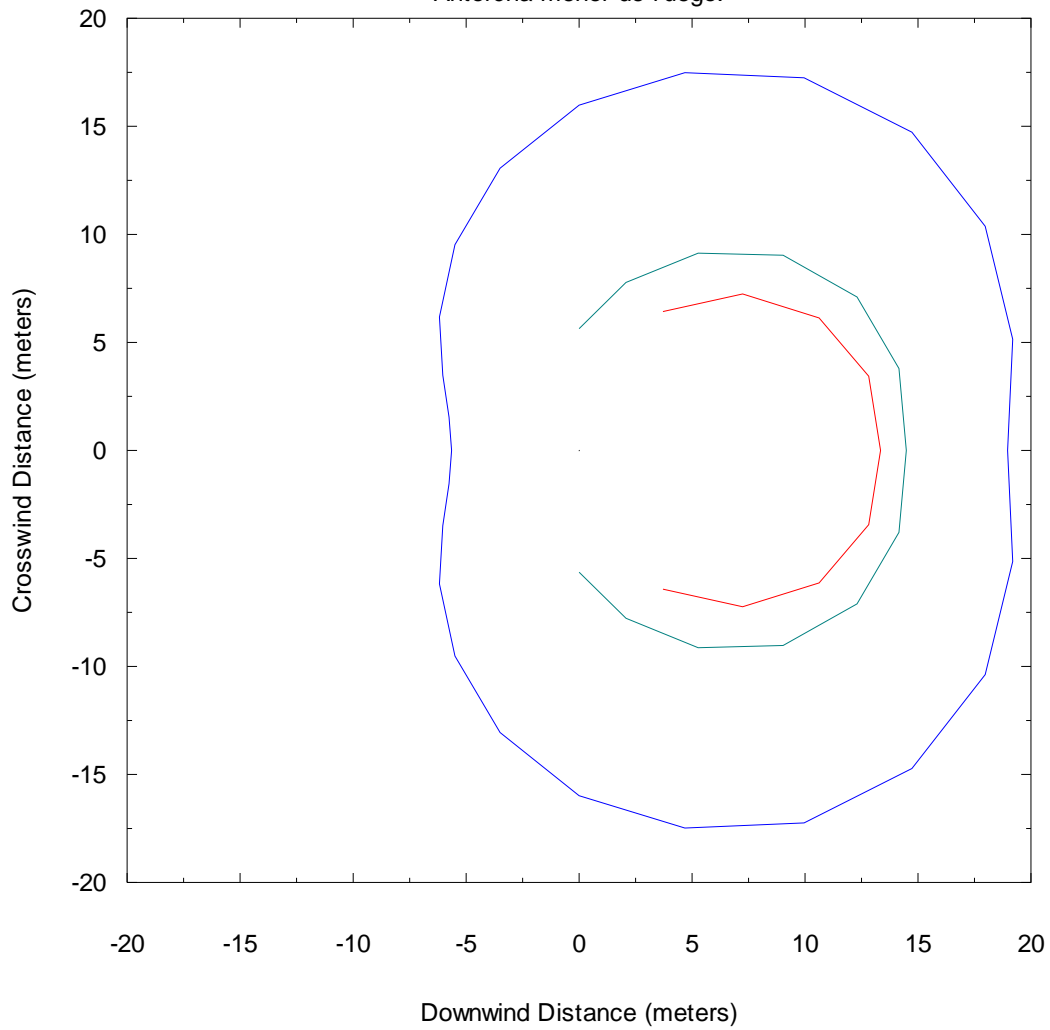
casename=R3FP

w.s. = 3.5 m/s

FLARE / TORCH RADIATION ISOPLETHS

Target is 4.0 meters Below the Release Point

Antorcha menor de fuego.

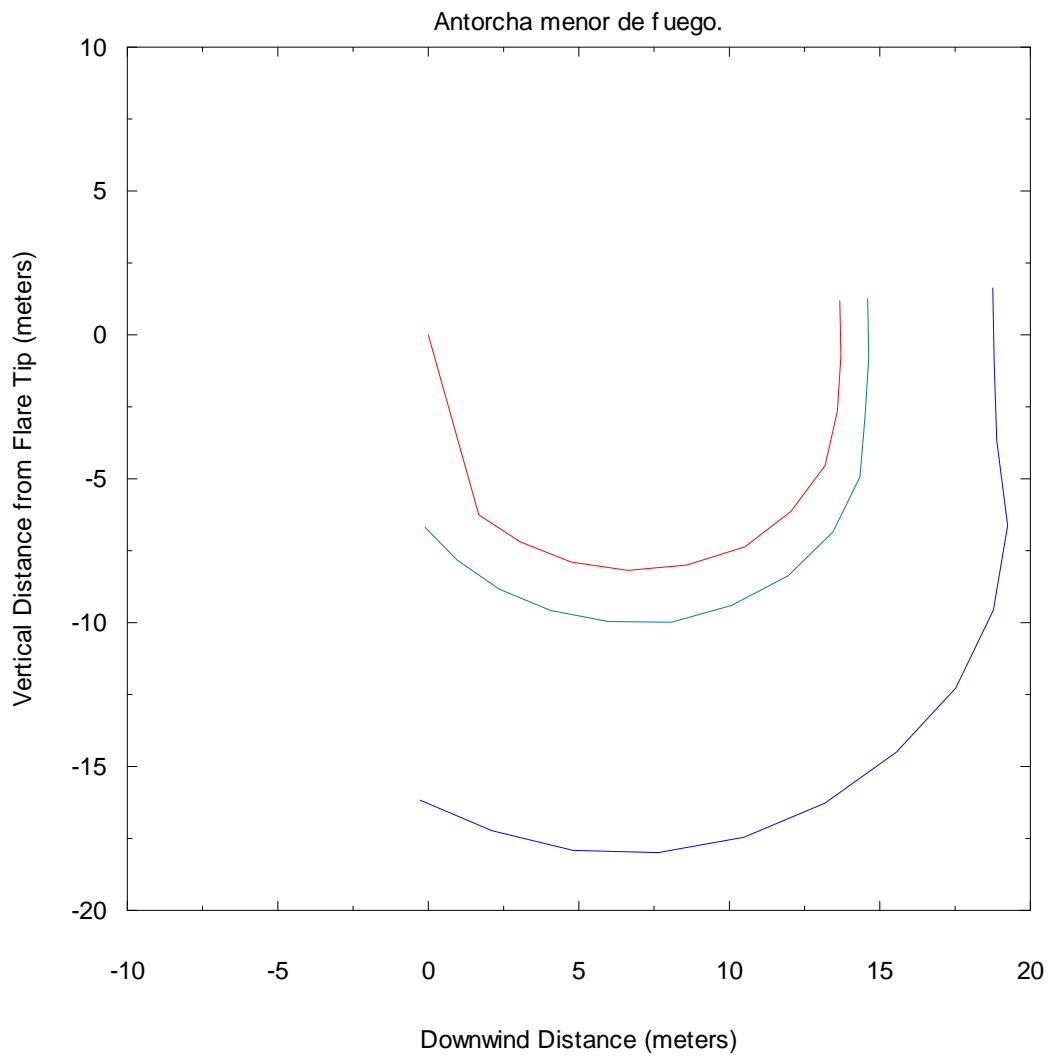


- 7.27 kW/sq.m
- 5.00 kW/sq.m
- 1.60 kW/sq.m

casename=R3FP

w.s. = 3.5 m/s

FLARE / TORCH VERTICAL RADIATION ISOPLETHS



- 7.27 kW/sq.m
- 5.00 kW/sq.m
- 1.60 kW/sq.m

casename=R3FP
w.s. = 3.5 m/s

ANEXO A.11.

Resultados de la simulación de antorcha

***de fuego originada por fuga
mediana de propano en tubería de 16”.***

```

+-----+
|                                     |
|           CANARY by Quest - Version 4.0           |
|           CANARY Case Input                       |
|           Case Name - R3FM                       |
|           Fri Sep 11 13:45:30 2009              |
|           Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
|           www.questconsult.com   canary@questconsult.com |
|           telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734 |
|                                     |
+-----+

```

TITLE: Antorcha mediana de fuego.

Type of calculation is fire radiation.

TITLE MENU

Title for this run : Antorcha mediana de fuego.
 User id : Luis Quinán
 Project number : 01
 Filename : R3FM
 Type of units : Metric units

MATERIAL MENU

Materials Released	number	formula	name	fraction
Component number 1	:	3 = C3H8	Propane	1.000000
Component number 2	:			
Component number 3	:			
Component number 4	:			
Component number 5	:			
Component number 6	:			
Component number 7	:			
Component number 8	:			
Component number 9	:			
Component number 10	:			
Temperature (deg C)	:	47.7778		
Pressure (kPa)	:	1682.32		

The material is LIQUID

ENVIRONMENT MENU

Wind speed (m/s)	3.5
Percent relative humidity	68.5
Air temperature (deg C)	27

FIRE TYPE MENU

Fire radiation division: Flare/Torch fires	
Vertical and horizontal isopleths	
Height of flame base (from grade) (meters)	5.66
Height of target (from grade) (meters)	1.65
Diameter of flare/torch tip (meters)	0.0254
Flow rate (kg/sec.)	11.3
Angle of release from horizontal (deg.)	0

Fire radiation flux values

Radiation (kilowatts/sq. meter)	7.27
---------------------------------	------

Radiation (kilowatts/sq. meter)	5
Radiation (kilowatts/sq. meter)	1.6


```

CANARY by Quest - Version 4.0
Flare / Torch Radiation Model
Case Name - R3FM
Fri Sep 11 13:45:30 2009
Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA
www.questconsult.com    canary@questconsult.com
telephone (405) 329-7475    fax (405) 329-7734

```

TITLE: Antorcha mediana de fuego.

```

Length of Flame      : 26.1 meters
Flame Tilt from Horizontal: 1.4 degrees
Release Angle       : 0.0 degrees
Release Point Elevation : 5.7 meters
Target Elevation    : 1.6 meters
Wind Speed          : 3.5 meters/second

```

-----Distance from Release Point-----			Maximum
Downwind	Crosswind	Line of Sight	Flux
(meters)	(meters)	(meters)	(kW/sq.m)
5.0	0.0	5.0	78.6
5.7	0.0	5.7	85.2
6.6	0.0	6.6	93.0
7.6	0.0	7.6	101.9
8.7	0.0	8.7	111.9
9.9	0.0	9.9	123.6
11.4	0.0	11.4	136.7
13.1	0.0	13.1	152.0
15.0	0.0	15.0	169.0
17.2	0.0	17.2	188.4
19.8	0.0	19.8	207.9
22.7	0.0	22.7	203.3
26.1	0.0	26.1	102.1
29.9	0.0	29.9	32.5
34.3	0.0	34.3	13.9
39.4	0.0	39.4	7.1
45.2	0.0	45.2	4.0
51.9	0.0	51.9	2.4
59.5	0.0	59.5	1.5
68.3	0.0	68.3	1.0

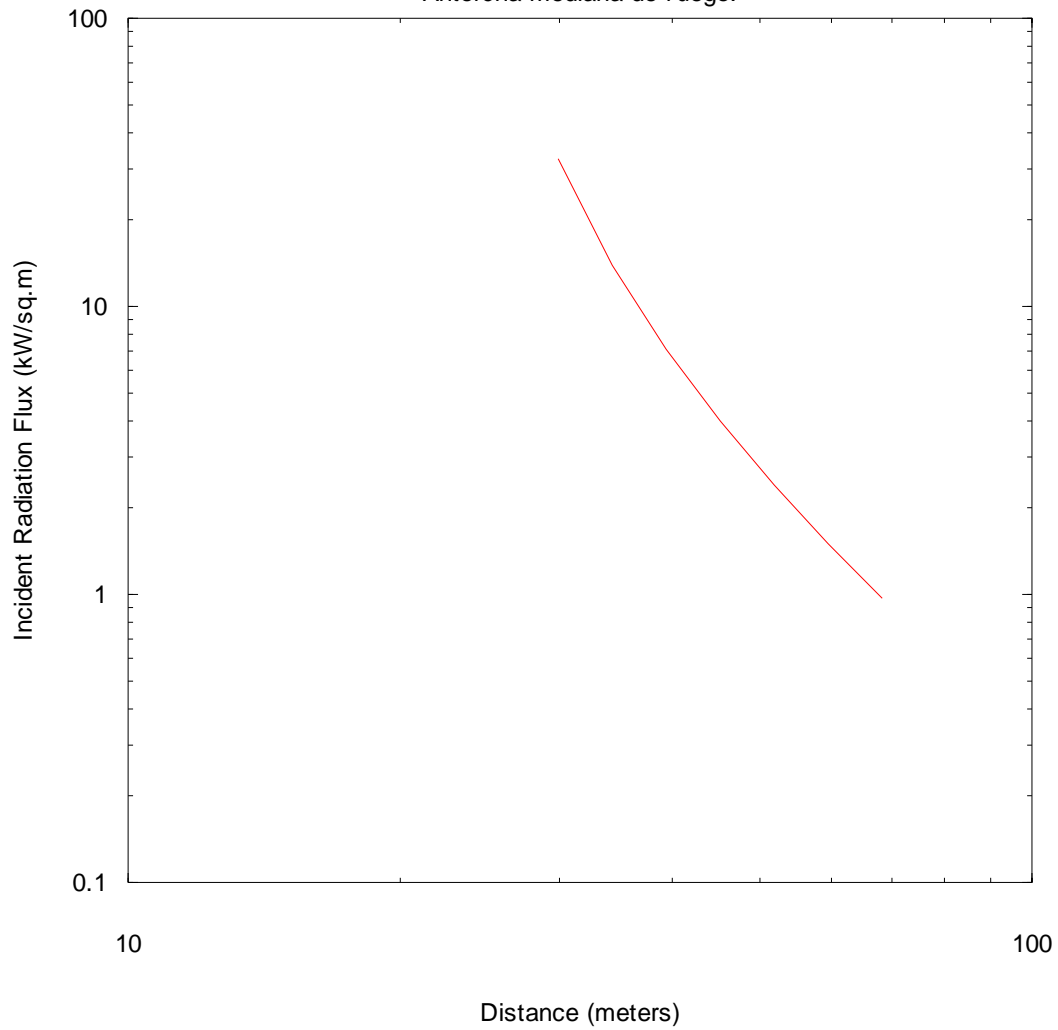
*** Target Location inside Flame
Downwind Distances to Endpoints

Distance	Maximum Flux
(meters)	(kW/sq.m)
38.6	7.3
42.8	5.0
57.8	1.6

FLARE / TORCH RADIATION FLUX vs. DISTANCE

Target is 4.0 meters Below the Release Point

Antorcha mediana de fuego.



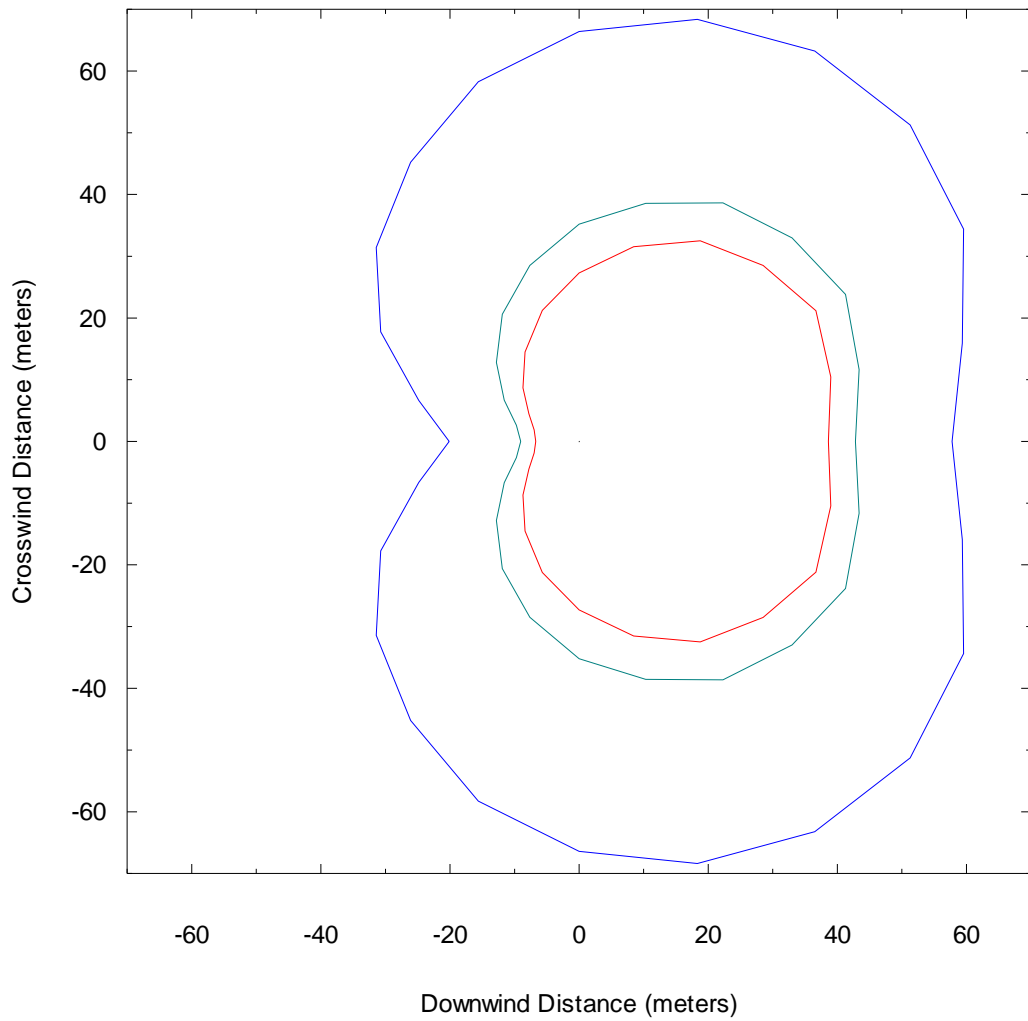
casename=R3FM

w.s. = 3.5 m/s

FLARE / TORCH RADIATION ISOPLETHS

Target is 4.0 meters Below the Release Point

Antorcha mediana de fuego.

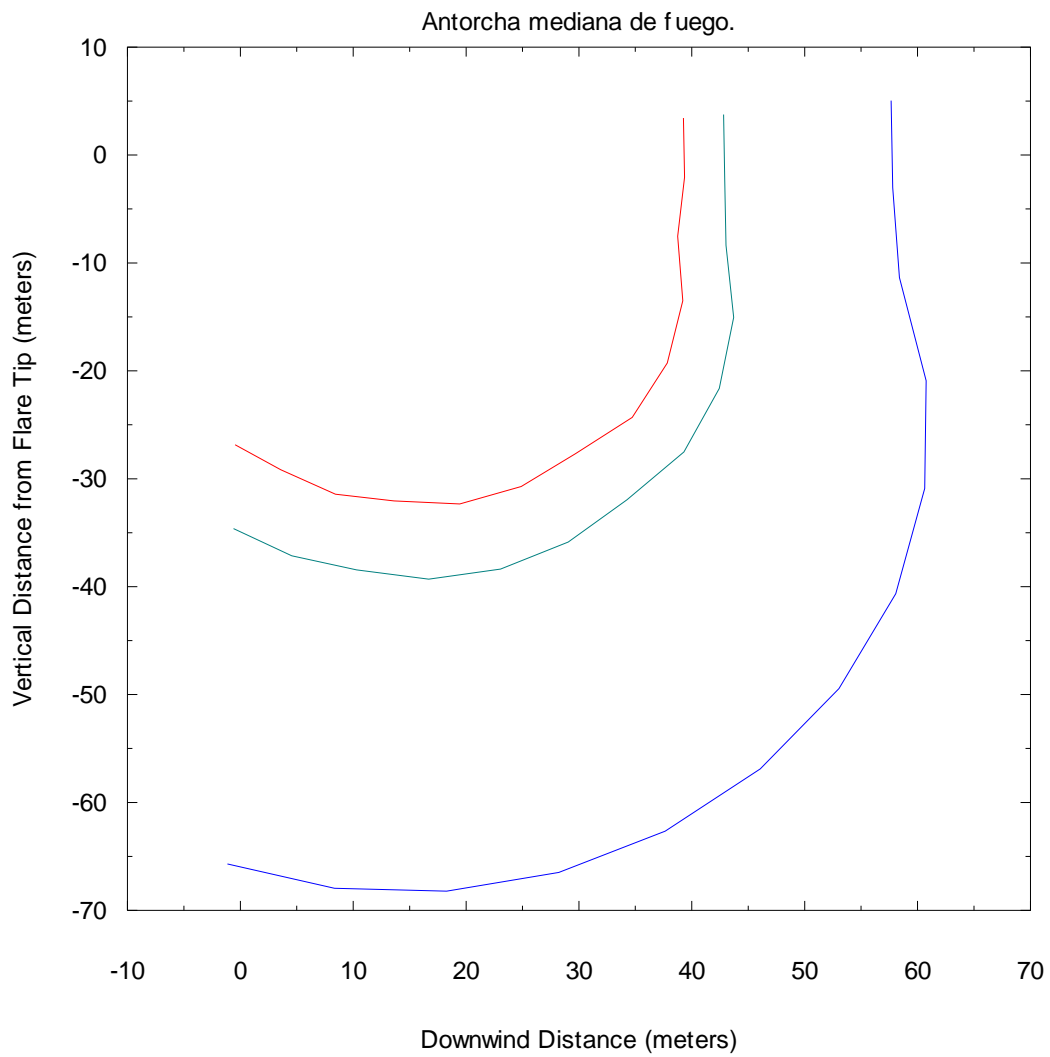


- 7.27 kW/sq.m
- 5.00 kW/sq.m
- 1.60 kW/sq.m

casename=R3FM

w.s. = 3.5 m/s

FLARE / TORCH VERTICAL RADIATION ISOPLETHS



- 7.27 kW/sq.m
- 5.00 kW/sq.m
- 1.60 kW/sq.m

casename=R3FM
w.s. = 3.5 m/s

ANEXO A.12.

Resultados de la simulación de antorcha

***de fuego originada por fuga
mayor de propano en tubería de 16”.***

```

+-----+
|                                     |
|           CANARY by Quest - Version 4.0           |
|           CANARY Case Input                       |
|           Case Name - R3FG                       |
|           Fri Sep 11 13:17:30 2009               |
|           Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA |
|           www.questconsult.com   canary@questconsult.com |
|           telephone (405) 329-7475   fax (405) 329-7734 |
|                                     |
+-----+

```

TITLE: Antorcha mayor de fuego.
Type of calculation is fire radiation.

TITLE MENU

Title for this run : Antorcha mayor de fuego.
User id : Luis Quinán
Project number : 01
Filename : R3FG
Type of units : Metric units

MATERIAL MENU

Materials Released	number	formula	name	fraction
Component number 1	:	3 = C3H8	Propane	1.000000
Component number 2	:			
Component number 3	:			
Component number 4	:			
Component number 5	:			
Component number 6	:			
Component number 7	:			
Component number 8	:			
Component number 9	:			
Component number 10	:			
Temperature (deg C)	:	47.78		
Pressure (kPa)	:	1682.32		

The material is LIQUID

ENVIRONMENT MENU

Wind speed (m/s)	3.5
Percent relative humidity	68.5
Air temperature (deg C)	27

FIRE TYPE MENU

Fire radiation division: Flare/Torch fires
Vertical and horizontal isopleths
Height of flame base (from grade) (meters) 5.66
Height of target (from grade) (meters) 1.65
Diameter of flare/torch tip (meters) 0.1524
Flow rate (kg/sec.) 408.3
Angle of release from horizontal (deg.) 0

Fire radiation flux values

Radiation (kilowatts/sq. meter)	7.27
---------------------------------	------

Radiation (kilowatts/sq. meter)	5
Radiation (kilowatts/sq. meter)	1.6

```

CANARY by Quest - Version 4.0
Flare / Torch Radiation Model
Case Name - R3FG
Fri Sep 11 13:17:30 2009
Quest Consultants Inc., Norman, Oklahoma, USA
www.questconsult.com    canary@questconsult.com
telephone (405) 329-7475    fax (405) 329-7734

```

TITLE: Antorcha mayor de fuego.

```

Length of Flame      : 125.7 meters
Flame Tilt from Horizontal: 1.5 degrees
Release Angle       : 0.0 degrees
Release Point Elevation : 5.7 meters
Target Elevation    : 1.6 meters
Wind Speed          : 3.5 meters/second

```

-----Distance from Release Point-----			Maximum
Downwind	Crosswind	Line of Sight	Flux
(meters)	(meters)	(meters)	(kW/sq.m)
5.0	0.0	5.0	238.6
6.3	0.0	6.3	339.7
7.8	0.0	7.8	238.6
9.8	0.0	9.8	470.4
12.3	0.0	12.3	507.1
15.4	0.0	15.4	33.6
19.2	0.0	19.2	***
24.1	0.0	24.1	***
30.1	0.0	30.1	***
37.7	0.0	37.7	***
47.2	0.0	47.2	***
59.1	0.0	59.1	***
74.0	0.0	74.0	***
92.6	0.0	92.6	***
115.9	0.0	115.9	***
145.0	0.0	145.0	42.0
181.5	0.0	181.5	11.8
227.2	0.0	227.2	4.5
284.4	0.0	284.4	2.0
356.0	0.0	356.0	1.0

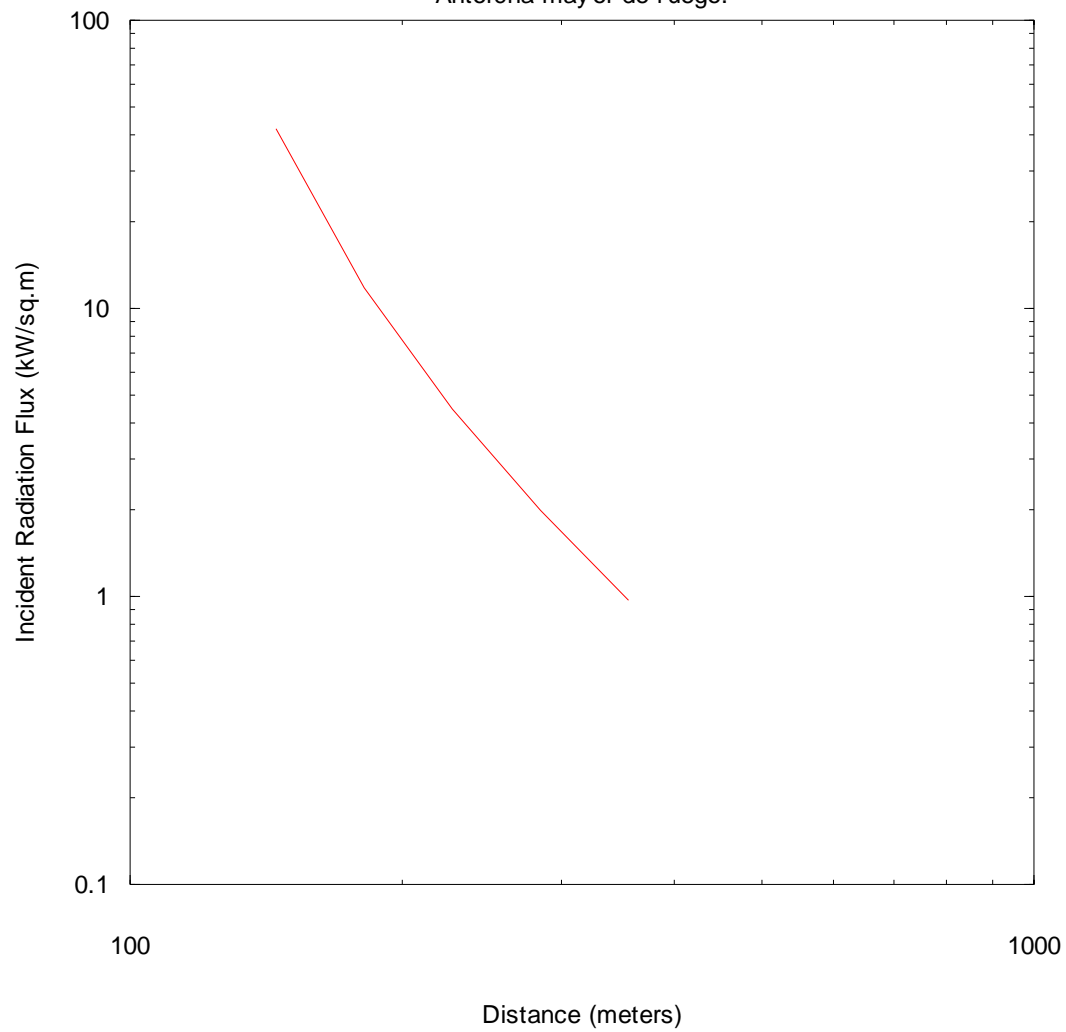
*** Target Location inside Flame
Downwind Distances to Endpoints

Distance	Maximum Flux
(meters)	(kW/sq.m)
204.1	7.3
215.4	5.0
306.4	1.6

FLARE / TORCH RADIATION FLUX vs. DISTANCE

Target is 4.0 meters Below the Release Point

Antorcha mayor de fuego.



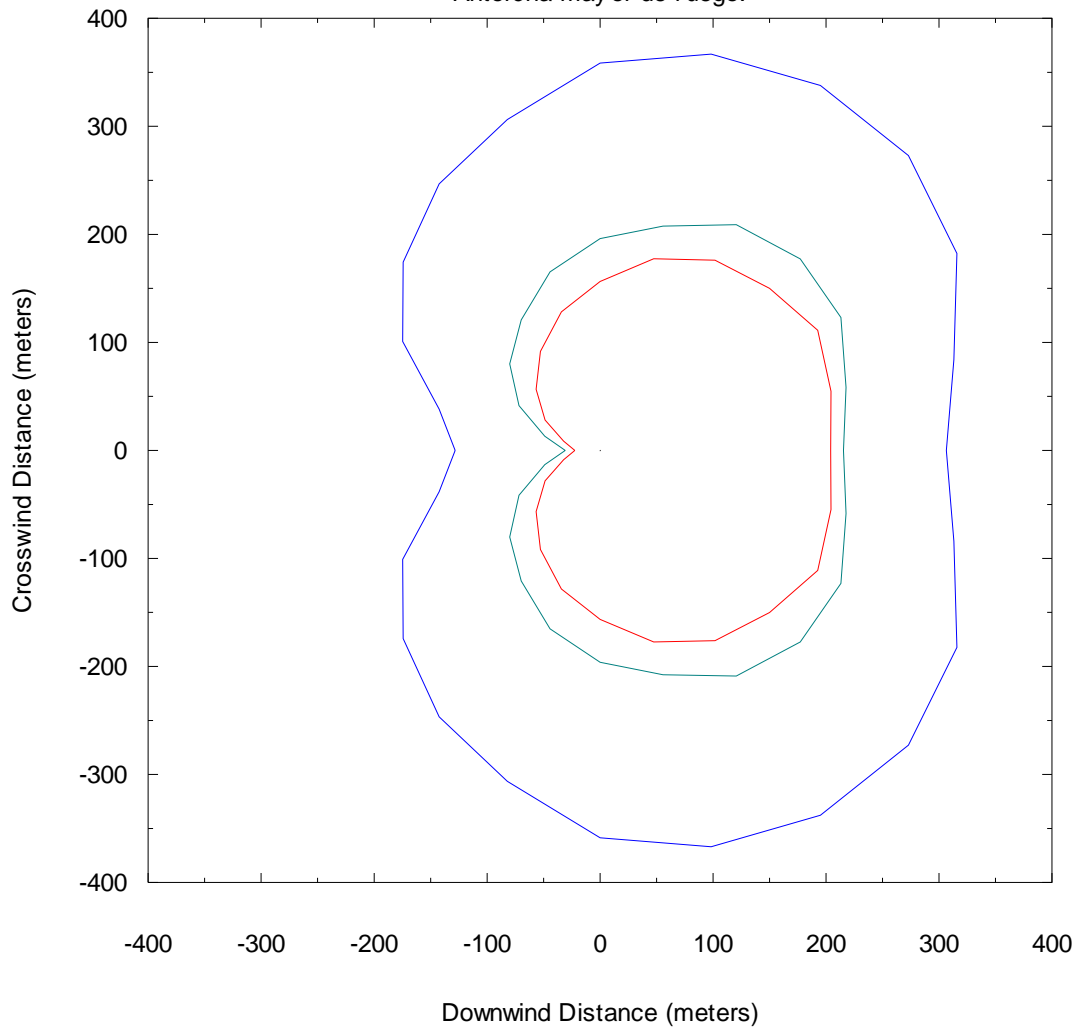
casename=R3FG

w.s. = 3.5 m/s

FLARE / TORCH RADIATION ISOPLETHS

Target is 4.0 meters Below the Release Point

Antorcha mayor de fuego.

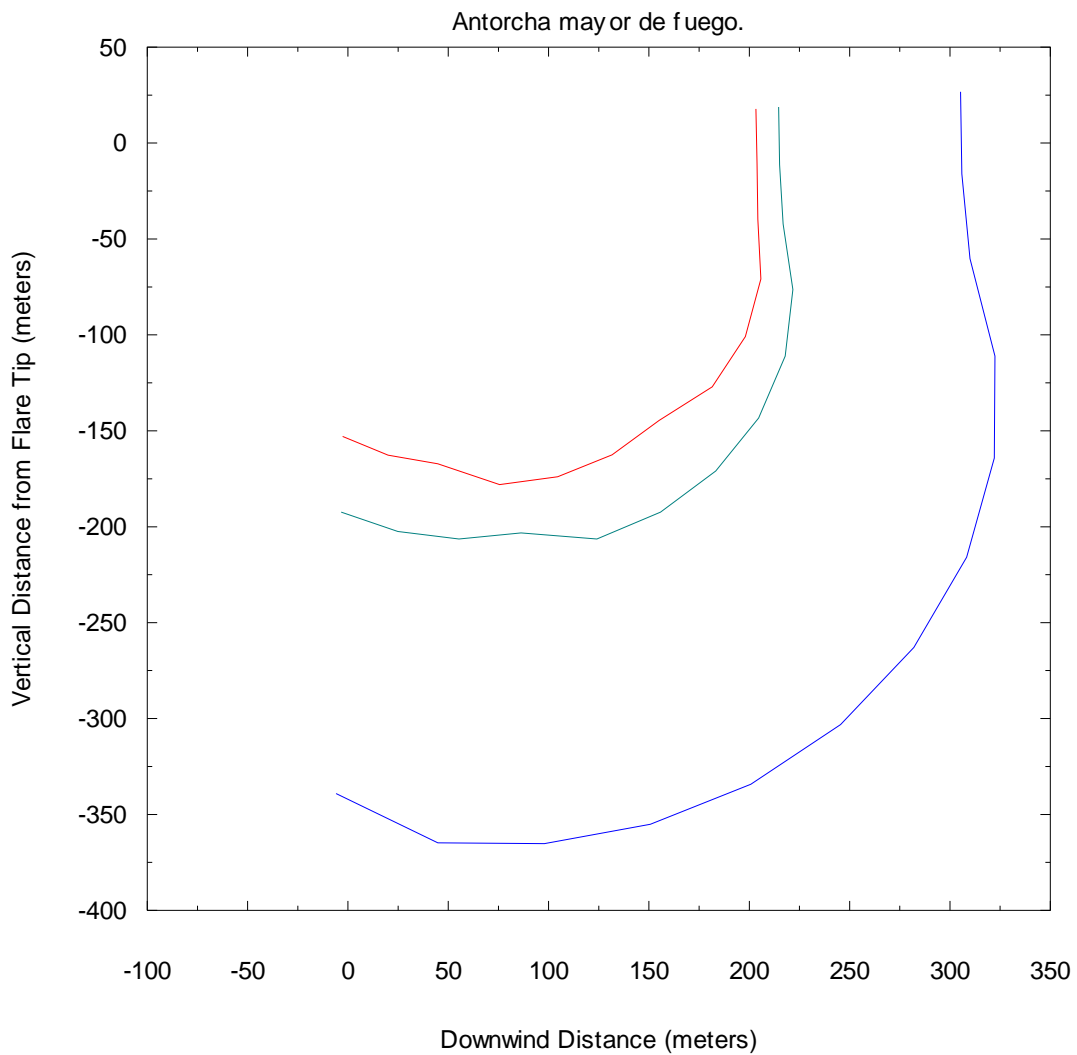


- 7.27 kW/sq.m
- 5.00 kW/sq.m
- 1.60 kW/sq.m

casename=R3FG

w.s. = 3.5 m/s

FLARE / TORCH VERTICAL RADIATION ISOPLETHS



- 7.27 kW/sq.m
- 5.00 kW/sq.m
- 1.60 kW/sq.m

casename=R3FG

w.s. = 3.5 m/s

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y**ASCENSO:**

TÍTULO	“Elaboración de un plan de emergencia basado en el estudio del acumulador de propano para la Planta de Extracción Santa Bárbara, en el Estado Monagas”
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL
Quinán S., Luis J.	CVLAC: 16.963.836 EMAIL: quinan12@hotmail.com
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:

PALABRAS O FRASES CLAVES:

Plan de emergencia, Propano, Incendios, Explosiones, Canary.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÀREA	SUBÀREA
<u>Ingeniería y ciencias aplicadas</u>	<u>Ingeniería industrial</u>

RESUMEN (ABSTRACT):

En el presente trabajo se desarrolló un plan de emergencia basado en el estudio del acumulador de propano para la Planta de Extracción Santa Bárbara, en el Estado Monagas, orientado en el establecimiento de un conjunto de acciones a implementar ante la ocurrencia de un evento no deseado, como fuga de gases inflamables que pueda causar incendios o explosiones, logrando con la aplicación de éstas controlar y minimizar las posibles pérdidas. También se fijan las estrategias comunicacionales que se deben seguir en casos de emergencia. Dicho plan está basado en el establecimiento de la magnitud y potencialidad de afectación que puede resultar de un evento no deseado, mediante los cálculos de consecuencias realizados mediante el programa simulador Canary, con el cual se predice la extensión y severidad resultante de la liberación a la atmósfera de fluidos inflamables o tóxicos, obteniendo una visión del impacto que produciría y de esta manera optimizar las estrategias de ataque ante una emergencia, usando los recursos disponibles y delegando responsabilidades, para preservar la integridad física de los trabajadores, las instalaciones de la empresa y el medio ambiente.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**CONTRIBUIDORES:**

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
	ROL	CA	AS-X	TU	JU
Laya, Melina	CVLAC:	12.576.446			
	E_MAIL				
	E_MAIL				
Rodríguez, Yanitza	CVLAC:	12.818.199			
	E_MAIL				
	E_MAIL				
Moy, José	CVLAC:	13.368.554			
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2009	10	22
AÑO	MES	DÍA

LENGUAJE: SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**ARCHIVO (S):**

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
Tesis. Plan de emergencia.doc	Application/msword

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F G H I J K L
M N O P Q R S T U V W X Y Z . a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z . 0 1 2
3 4 5 6 7 8 9.

ALCANCE

ESPACIAL: DPTO. SIAHO/Planta de Extracción Santa Bárbara
(OPCIONAL)

TEMPORAL: 3 MESES (OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Ingeniería Industrial

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Pre-Grado

ÁREA DE ESTUDIO:

Departamento de Sistemas Industriales

INSTITUCIÓN:

Universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**DERECHOS**

De acuerdo al artículo 44 del reglamento de trabajos de grado

“Los Trabajos de Grado propiedad exclusiva de la

Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para

otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo

respectivo, quién lo participará al Consejo Universitario”.

AUTOR 1

Quinán S. Luis J.

AUTOR 2

AUTOR 3

TUTOR

Laya, Melina

JURADO 1

Rodríguez, Yanitza

JURADO 2

Moy, José

POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS

Rodríguez, Yanitza