

**Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”**  
**Facultad de Ingenierías**



**Trabajo de diploma presentado en opción al**  
**Título del Ingeniero químico**

***Título: Determinación de áreas de peligro potencial que pueden originarse, por incendios y/o explosiones, en la Empresa Comercializadora de Combustibles de Matanzas.***

**Autora: Mai Nguyen Hoa**

**Tutor: Ing. MSc. Santiago Díaz Suárez.**

**Consultante: Dr. Cs Jesús Luís Orozco.**

**Matanzas, 2011**

# *Declaración de autoridad*



## **Declaración de autoridad**

Me declaro como única autora de este trabajo de Diploma, realizado como culminación de estudios de la carrera ingeniería química, en calidad de lo cual se autoriza a la Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos y al Empresa Comercializadora de Combustibles de Matanzas a hacer uso del mismo con la finalidad que se estime conveniente.

Y para que así conste firmo la presente a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del 2011.

---

**Mai Nguyen Hoa**

# *Nota de aceptación*



**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

\_\_\_\_\_  
Presidente del tribunal

\_\_\_\_\_  
Firma

\_\_\_\_\_  
Secretario del tribunal

\_\_\_\_\_  
Firma

\_\_\_\_\_  
Miembro del tribunal

\_\_\_\_\_  
Firma

Dado en la Ciudad de Matanzas a los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ de 2011

# *Dedicataria*



## **Dedicatoria**

Dedicatoria

A mis padres por darme la luz de la vida, sacrificándose toda su vida por mi futuro.

A mi hermano que es mi fuente de inspiración.

A Santiago mi tutor por su amistad, confianza y apoyo en todo momento.

A mi novio, Tien Do Minh por su amor, paciencia, motivación y estar junto a mí.

A pápi, mámi y Neymita, mi familia cubana por el apoyo que me ha brindado a lo largo de estos seis años en Cuba.

A Huyen que siempre ha sido mi mejor amiga y que me ha ayudado en los momentos más difíciles.

**Mai Nguyen Hoa**

# *Agradecimientos*





## **Agradecimientos**

Toda mi gratitud a mi tutor Ing. Santiago Díaz Suárez. MsC., por la entereza, voluntad y por el tiempo dedicado para la elaboración de esta tesis, por las mismas razones al consultante el Dr.C Jesús Luís Orozco cuya colaboración brindada para este trabajo de diploma ha sido muy valiosa.

Mi agradecimiento a la Ing. Elina Pérez por su experiencia transmitida en sus consejos y orientaciones durante la confección de este trabajo.

A todos los profesores de la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos” que me brindaron su ayuda, en especial al departamento de Ingeniería Química.

A todos los amigos cubanos, vietnamitas que durante los seis años de universidad, me han brindado su ayuda, dedicado su tiempo, y apoyado con sus acciones fraternas.

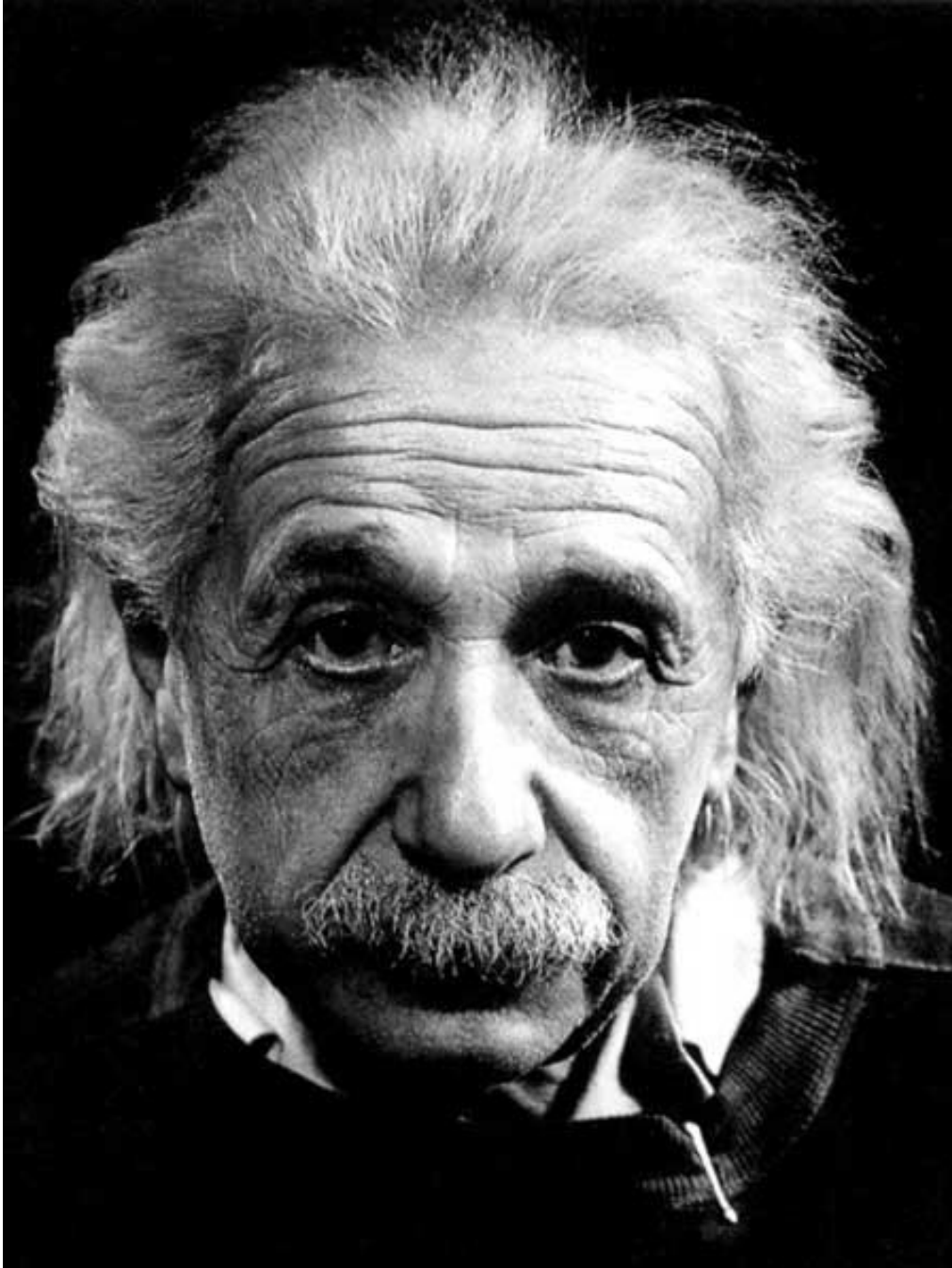
A todas las personas que me ofrecieron y dieron ayuda espiritual, material, e intelectual, mis más sinceras retribuciones.

*Pensamiento*



**“... Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar el bello mundo del saber...”**

**“Albert Einstein.”**



# *Resumen*



## Resumen

El estudio se realiza en la Empresa Comercializadora de Combustibles Matanzas (ECCM), ubicada en la zona industrial de la provincia de Matanzas. El mismo consiste en determinar las áreas peligrosas, que pueden originarse ante la ocurrencia de accidentes de incendios y explosión en los tanques de almacenamiento de combustibles, mediante el empleo del *software* ALOHA (*Areal Locations of Hazardous Atmospheres*). Los resultados de este trabajo son de utilidad para la empresa y los órganos de la defensa civil en la conformación de un plan futuro de medidas de prevención y protección frente a eventos de esta índole.

# Summary



## **Summary**

This work was carried out in the enterprise of the fuel business in the Base of supply of crude petroleum, located in the industrial area, of the province of Matanzas. It consists of identifying dangerous zones that can come up before the occurrence of a fire accident and the explosion of combustibles in the tanks, by use of the ALOHA software (Areal Locations of Hazardous Atmospheres). The results of this study will be useful for business and civil defense officials in developing a plan for future prevention and protections against such events.

# *Índice*





**Índice**

Introducción.....	1
Capítulo 1. Análisis bibliográfico.....	5
1.1. Riesgo: Conceptos y generalidades.....	5
1.2. Definición de Accidente, Emergencia, Desastre. ....	6
1.3. Riesgos químicos. Gestión de la prevención de riesgo químico. ....	8
1.4. Evaluación de riesgo de incendios.....	12
1.4.1. Riesgo de incendios .....	12
1.4.2. Los focos de ignición .....	14
1.4.3. Medidas de protección.....	15
1.4.4. Los métodos existentes para evaluar el riesgo de incendio .....	16
1.5. Evaluación de riesgo de explosiones .....	18
1.6. Técnicas de estimación y evaluación de riesgos. Evaluación de riesgos químicos. ....	20
1.7. Clasificación toxicológica de las sustancias por sus efectos sobre el organismo. .....	23
2. Capítulo 2. Materiales y métodos.....	27
2.1. Caracterización del proceso.....	27
2.2. Metodología para la caracterización climatológica de la zona objeto de estudio. .....	29
2.3. Procedimiento de identificación de las sustancias involucradas en el proceso ubicado en la zona de interés.....	29
2.4. Identificación de los posibles riesgos en el área. ....	31
2.5. Caracterización del software ALOHA.....	33
3. Capítulo III. Resultados y Discusión.....	46
3.1. Resultados de la caracterización del clima de la zona objeto de estudio.....	46
3.1.1. Nubosidad .....	46
3.1.2. Temperatura del aire .....	47
3.1.3. Humedad del aire .....	48
3.1.4. Viento .....	49
3.2. Resultados de la aplicación del software ALOHA .....	50

3.2.1. Principales resultados obtenidos anteriormente en el proyecto de investigación. ....	50
3.2.2. Establecimiento de las condiciones de trabajo con el <i>software</i> . ....	52
3.2.3. Estimación de las áreas peligrosas del escenario piscina de fuego. ....	53
3.2.4. Estimación de las áreas peligrosas del escenario bola de fuego. ....	56
3.2.5. Estimación de las áreas peligrosas del escenario nube inflamable. ....	58
Conclusiones.....	66
Recomendaciones.....	67
Bibliografía	
Anexos	

# *Introducción*



## **Introducción**

El desarrollo de instalaciones de diversos tipos para la extracción de petróleo, su procesamiento, almacenamiento y trasportación con el objetivo de disponer de combustibles que serán empleados en las industrias, la generación de energía eléctrica y en los distintos medios de transporte, genera de nuevos riesgos, que pueden originar accidentes graves con un fuerte impacto sobre la población y el entorno. El desarrollo científico – técnico en la industria vinculada con los hidrocarburos conlleva también a una mayor probabilidad del aumento del riesgo de ocurrencia de desastres que tienen su origen en el incumplimiento de las normas tecnológicas en la manipulación, transportación y almacenaje de los mismos. Este tipo de desastre está directamente relacionado con la actuación del hombre en la realización de distintos procesos tecnológicos que tienen asociado un alto grado de peligro.

En el mundo se producen múltiples desastres asociados a la extracción, preparación y manejos de hidrocarburos, razón por la cual resulta importante realizar estudios de riesgos y predicción de los efectos de posibles accidentes de derrame, incendios y explosión de estos productos, que además de ser tóxicos son también inflamables y explosivos.

La Empresa Comercializadora de Combustibles de Matanzas, por sus características no está ajena a los riesgos industriales ya que la misma tiene como objetivos recepcionar, comercializar, almacenar y acondicionar combustibles, de ahí que sea de vital importancia el estudio de riesgos y posibles accidentes, que provocarían diferentes tipos de afectaciones al medio ambiente. Esta instalación ha sido objeto de un estudio científico profundo, que se lleva a cabo desde hace dos años por especialistas y estudiantes de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos. El estudio está encaminado a obtener informaciones valiosas que permitan elaborar un plan de prevención de accidentes en aquellas direcciones que más lo necesitan.

Los estudios hechos hasta la fecha, aún resultan insuficientes para establecer en qué situación real se pudiera encontrar la comercializadora y su entorno ante diferentes riesgos y accidentes de incendios y explosión, ya que se desconocen las áreas peligrosas que pueden originarse ante la ocurrencia de estos tipos de accidentes bajo diferentes condiciones climatológicas.

**Problema:** ¿Cómo determinar las áreas de peligro potencial para la población y el entorno, que pueden originarse por incendios y/o explosiones ante posibles accidentes en los tanques de almacenamiento de combustibles en la Empresa Comercializadora de Combustibles Matanzas?

**Hipótesis:** si se aplica un estudio de atmósferas peligrosas, mediante el software profesional se puede definir las zonas de peligro por incendio y explosión el medio ambiente en general.

Para dar cumplimiento a esta hipótesis se ha trazado como objetivo general:

**Objetivo General:** efectuar una estimación de las áreas peligrosas que se pueden originar ante posibles incendios o explosiones, mediante el software profesional, en La Empresa Comercializadora de Combustibles.

**Objetivos específicos:**

1. Caracterizar las sustancias inflamables que intervienen en el proceso.
2. Determinar las zonas de atmósferas peligrosas La Empresa Comercializadora de Combustibles (escenarios de incendios y explosiones) mediante el Software ALOHA.

# Capítulo 1



## Capítulo 1. Análisis bibliográfico.

En este capítulo se aborda el estado en que se encuentra la temática abordada en el ámbito científico. Para ello se consultaron infinidad de documentos en el Centro de Información de la Universidad de Matanzas, revistas y artículos científicos facilitados a el autor e innumerables sitios de Internet.

### 1.1. Riesgo: Conceptos y generalidades.

Según **PNUMA/IPCS (1999)**, riesgo es la probabilidad de ocurrencia de daño por determinado peligro, en dependencia del mismo y de la exposición. En otras palabras es la posibilidad de que se produzca un evento dañino (muerte, lesión o pérdida) por exposición a un agente químico o físico en condiciones específicas.

Un riesgo es la probabilidad que un peligro (causa inminente de pérdida), existente en una actividad determinada durante un período definido, ocasione un incidente con consecuencias factibles de ser estimadas. Es el potencial de pérdidas que existe asociado a una producción productiva, cuando cambian en forma no planeada las condiciones definidas como estándares para garantizar el funcionamiento de un proceso o del sistema definido en su conjunto. **(Muñoz, 1997)**.

Riesgo no es más que la “situación que puede conducir a una consecuencia negativa no deseada en un acontecimiento expuesto” **(Galán, 2002)**.

Para propósitos de Ingeniería el riesgo se describe como las pérdidas esperadas (pérdidas humanas, personas lesionadas, daño a la propiedad e interrupción de las actividades económicas), causadas por un fenómeno en particular. Riesgo es la función de la probabilidad de sucesos particulares y las pérdidas que cada una causa. **(Correa, 2004), (Morales, 2004)**.

La gran diversidad de riesgos, desde un punto de vista general, nos ha llevado a clasificarlos en las tres categorías:

Riesgos de categoría A: Llámese inevitables y aceptados, sin compensación (deceso por la caída de un rayo).

Riesgos de categoría B: Llámese los riesgos evitables, en principio, pero que deben considerarse inevitables si se quiere integrar plenamente en la sociedad moderna (fallecimiento en un accidente aéreo o automovilístico).

Riesgos de categoría C: Llámese normalmente evitables, voluntarios y con compensación (práctica de un deporte peligroso).

**Muñoz (1992)** plantea desde el punto de vista más específico en las ramas industriales, la clasificación de los riesgos, en otras tres categorías:

Riesgos convencionales: relacionados con la actividad y el equipo existentes en cualquier sector (electrocución, caídas).

Riesgos específicos: asociados a la utilización o manipulación de productos que, por su naturaleza, pueden ocasionar daños (productos tóxicos, radioactivos).

Riesgos mayores: relacionados con accidentes y situaciones excepcionales.

Sus consecuencias pueden presentar una especial gravedad ya que la rápida expulsión de productos peligrosos o de energía podría afectar a áreas considerables escape de gases, explosiones.

### **1.2. Definición de Accidente, Emergencia, Desastre.**

Según **Linares (2001)** se conoce como accidente de trabajo, toda aquella lesión corporal que el trabajador sufra con ocasión o por consecuencia del trabajo que ejecuta por cuenta ajena. Es decir que si no hay lesiones no existe accidente.

**PNUMA/IPCS (1999)** plantea que el accidente químico se produce como resultado de una avería, creando una contaminación química del medio ambiente circundante, que produce la afectación de los trabajadores y la población del área e incluso la muerte de algunos de los afectados, siempre que no exceda una cantidad a partir de la cual se considera un desastre.

**Casal et al (2001)** reflejan que un accidente es un suceso fortuito e incontrolado, capaz de producir daños. En general en la industria química este suceso coincide con situaciones de emisión, escape, vertido, incendio y explosión, donde están implicadas sustancias peligrosas.

Los autores **Casal et al (2001)** clasificaron los accidentes en tres categorías:

*Categoría 1:* Aquellos accidentes que se prevé que habrá, como única consecuencia, daños materiales en la instalación industrial accidentada. Los daños asociados a la emisión, el escape, el vertido y la explosión quedan, pues, limitados a los límites de la propiedad de la instalación industrial; no se producen víctimas ni heridos.

*Categoría 2:* Aquellos accidentes en los que se prevé que habrá, como consecuencia, posibles víctimas y daños materiales en la instalación industrial. Las recuperaciones en el exterior se limitan a daños leves o efectos adversos sobre el medio ambiente, en zonas limitadas.



*Categoría 3:* Aquellos accidentes en los que se prevé que habrá, como consecuencia posibles víctimas, daños materiales o alteraciones graves del medio ambiente en zonas extensas, en el exterior de la instalación industrial.

Emergencia se asocia a los accidentes vinculados a las entidades que pueden conllevar a escapar de sustancias tóxicas, explosiones o incendios de grandes proporciones. Situación anormal generada con posibilidades de daños graves, a las personas, instalaciones y medio ambiente, que provoca la necesidad de medidas especiales dentro y fuera del lugar donde se origina **(Rodríguez, 2004)**.

Las siguientes situaciones de emergencia se establecen en función de las necesidades de intervención derivadas de las características del accidente y de sus consecuencias ya producidas o previsibles, así como también los medios de intervención disponibles.

Situación 0: Referida a aquellos accidentes que pueden ser controlados por los medios disponibles y que, aún en su evolución más desfavorable, no suponen peligro para personas no relacionadas con las labores de intervención, ni para el medio ambiente, ni para bienes distintos a la propia red viaria en la que se ha producido el accidente.

Situación 1: Referida a aquellos accidentes que pudiendo ser controlados con los medios de intervención disponibles, requieren de la puesta en práctica de medidas para la protección de las personas, bienes o el medio ambiente, que estén o que puedan verse amenazados por los efectos del accidente.

Situación 2: Referida a los accidentes que para su control o la puesta en práctica de las necesarias medidas de protección de las personas, los bienes o el medio ambiente se prevé el concurso de medios de intervención, no asignados al Plan de la Comunidad Autónoma, a proporcionar por la organización del Plan Estatal.

Situación 3: Referida a aquellos accidentes en el transporte de mercancías peligrosas que habiéndose considerado que está implicado el interés nacional así sean declarados por el Ministro de Justicia e Interior **(Casal et al, 2001)**.

Los desastres generalmente se subdividen por razones didácticas en dos amplias categorías: aquellos causados por fuerzas naturales (desastres naturales) y los causados o generados por los humanos (antropológicos o tecnológicos).

Desastres tecnológicos: Son situaciones en las cuales un gran número de personas, propiedades, infraestructura, actividades económicas son directa y adversamente afectadas por accidentes industriales de gran magnitud, incidentes de contaminación

densa, accidentes químicos, biológicos, nucleares, aéreos, incendios masivos y explosiones.

Desastres de comienzo lento: En situaciones en las cuales la habilidad de las personas para adquirir alimentos y otras necesidades de existencia disminuyen lentamente y hasta el punto en que los sobrevivientes quedan en grave peligro. Tales situaciones son típicamente producidas o precipitadas por sequías, fracaso de cultivo, enfermedades causadas por un vector u otras formas de desastres ecológicos o negligencias.

Desastres causados por el hombre: situaciones de emergencia cuyas principales causas directas se cuantificaron como acciones humanas, sean o no deliberadas.

Desastre químico: suceso de grandes magnitudes, asociado a la muerte o afección de un número considerable de personas, animales o extensas áreas de vegetación, además de cuantiosos daños materiales...

Desastres naturales súbitos: calamidades súbitas causadas por fenómenos naturales tales como: inundaciones, tormentas tropicales, terremotos, erupciones volcánicas, etc. Se desencadenan con poco o sin aviso y tienen un aspecto adverso inmediato sobre la población humana,

A partir de consulta bibliográfica la autora considera que en las definiciones de desastres que actualmente gozan de mayor aceptación se encuentra un nítido punto de consenso: "Es el resultado de una ruptura ecológica importante de la relación entre los humanos y su medio ambiente, como consecuencia de un evento (súbito o lento) de tal magnitud que la comunidad impactada -en términos de pérdidas de vidas y salud de la población, la destrucción o pérdidas de bienes y daños severos sobre el medio ambiente- necesita esfuerzos extraordinarios para hacerle frente, a menudo con ayuda externa o apoyo internacional". De este modo los desastres se diferencian de otras emergencias, en tanto generan demandas de recuperación y reorganización cuya intensidad desborda las capacidades de las poblaciones afectadas

### **1.3. Riesgos químicos. Gestión de la prevención de riesgo químico.**

Todas aquellas sustancias químicas inorgánicas u orgánicas de diferentes características y fórmulas que, presentándose de forma líquida, sólida, gaseosa, en aerosoles, nieblas, vapores, etc., pueden penetrar el organismo y provocar efectos tóxicos, irritantes y sensibilizadores, cancerígenos, mutágenos e influir sobre la función reproductora; son las que provocan los riesgos químicos. (Badia, 2004).

**Ceballos (2003)** plantea que estos riesgos pueden ser producto de la exposición a diferentes tipos de compuestos:

Polvos: están compuestos por partículas sólidas con un tamaño suficientemente pequeño como para que sea posible su traslación a través del aire, siendo así uno de los contaminantes más peligrosos ya que deterioran considerablemente la salud de los obreros al actuar directamente sobre el sistema respiratorio, causando enfermedades respiratorias.

Líquidos: la exposición o el contacto con diversos materiales en estado líquido puede producir, efecto dañino sobre los individuos, algunos líquidos penetran a través de la piel ocasionando por esta vía diversas enfermedades

Vapores: sustancias gaseosas que normalmente se encuentran en estado líquido o sólido y que pueden ser tornadas a su estado original mediante un aumento de presión o disminución de la temperatura. Penetran por el sistema respiratorio y una vez en este pueden mezclarse y ser absorbidos por los fluidos y permanecer en las mucosas o atravesar estas.

El proceso de evaluación del riesgo para la salud humana asociado a la exposición de un producto químico tiene tres componentes:

Identificación del peligro potencial: confirmación de que un agente químico es capaz, en circunstancias apropiadas, de causar un efecto adverso.

Evaluación de la dosis – respuesta: establecer la situación cuantitativa entre la dosis y el efecto.

Evaluación de la exposición: identificar y definir las exposiciones que ocurran o puedan ocurrir.

Según la autora como conclusión del proceso de evaluación se debe hacer una caracterización del riesgo que es la síntesis de la información cualitativa que describe el riesgo estimado para la salud, a partir de la exposición ambiental.

De acuerdo con **Casal et al (2001)** merece la pena destacar los criterios de clasificación según los efectos específicos sobre la salud humana.

Estos efectos se refieren a:

Sustancias carcinogénicas.

Sustancias mutagénicas.

Sustancias tóxicas para la reproducción.

Sustancias corrosivas.

Sustancias sensibilizadoras.

Sustancias irritantes.

Sustancias de toxicidad aguda.

Sustancias de toxicidad por dosis repetidas.

Concuerda **PNUMA/IPCS (1999)**, que riesgo químico es un intento científico de identificar y estimar los riesgos reales y deriva de la consideración de los componentes mencionados inicialmente: el peligro, la relación de dosis -respuesta (efecto) y la caracterización del riesgo. No es más que la identificación y cuantificación del riesgo resultante del uso o presencia de las personas o las sociedades que usan dicho agente en la cantidad y de la manera recomendada como las vías posibles de exposición. La cuantificación requiere (idealmente) el establecimiento de las relaciones dosis-efecto y dosis-respuesta en los individuos y poblaciones objetivo.

Sustancias tóxicas: llámese a venenos, irritantes y asfixiantes. No interactúan directamente con los tejidos pero interfieren en los procesos metabólicos. Es conveniente evitar inhalaciones y el contacto con la piel y mucosas, trabajar bajo campana y utilizar dispensadores automáticos.

Corrosivos: referidos a productos químicos entre  $2 < \text{pH} < 12.5$ . Los ácidos y bases están dentro de esta categoría. Inducen destrucción visible del tejido, también producen lesiones por inhalación o contacto con la piel. Es conveniente añadir siempre el ácido (álcali) sobre el agua (nunca en forma inversa) en pequeñas cantidades por vez y refrigerándola. Se debe evitar la inhalación de vapores.

Los productos químicos mutágenos y teratogénicos ocasionan aberraciones cromosómicas o malformaciones congénitas dado que presentan el potencial para provocar riesgo irreversible o el deceso de las generaciones futuras. Es necesario advertir el uso y conocimiento de las embarazadas en la manipulación de productos químicos con los cuales se trabaja.

Carcinógenos: referido a las sustancias químicas que se ha demostrado provocan cáncer en animales o seres humanos, estos productos reconocidos como carcinógenos, o bajo sospecha de provocar cáncer deben estar claramente etiquetados y manejarse en un área específica del laboratorio con equipo protector adecuado y cumpliendo las normas establecidas en su manipulación. Muchos productos químicos son clasificados

como posibles sustancias que provocan cáncer. *La National Toxicology Program* (NTP) y la *International Agency for Research on Cancer* (IARC) ofrecen una lista de dichos productos.

Cuando se trate de agentes cancerígenos, el empresario tendrá disponible para las autoridades laboral y sanitaria la documentación sobre las evaluaciones, substancias, número de expuestos, medidas preventivas, equipos de prevención, criterios y resultados de sustitución y además lista actualizada de los trabajadores con actividades de riesgo. Los episodios tóxicos constituyen en la sociedad de hoy una preocupación global, dado por la utilización abusiva y no reglamentada en los países de las sustancias químico-tóxicas, de los productos confeccionados con las mismas y de los desechos peligrosos que resultan de su empleo, lo cual impacta brutalmente y genera colosales problemas que afectan la salud del hombre y el medio ambiente y atentan muy seriamente contra la naturaleza y la existencia propia de la especie humana **(PNUMA/IPCS, 1999)**.

Tratar de describir los riesgos por agentes químicos y las acciones preventivas frente a ellos, es una tarea un tanto complicada por diversas razones. Los productos químicos que se comercializan son muy numerosos y de muy variadas propiedades. Según el Inventario Europeo de Sustancias Comercializadas Existentes (EINECS según sus siglas en inglés), éstas son más de cien mil. Por otra parte, dada la generalización de la utilización de productos químicos y de procesos que generan contaminantes químicos, nos encontramos que prácticamente en cualquier actividad existen riesgos por agentes químicos, desde las tareas domésticas a la misma industria química.

Además, los riesgos pueden ser de muchos tipos. Pueden generar desde incendios, explosiones e intoxicaciones agudas (accidentes) hasta daños irreversibles para la salud a medio o largo plazo, como la silicosis o diversos tipos de cáncer (enfermedad profesional). Los mecanismos de desencadenamiento de los riesgos son también muy variados, según se trate de la provocación de incendios o explosiones, contactos con la piel, generación de gases y vapores, polvos en el ambiente, ingestión por vía oral, etc. La casuística es también muy variada y nos podemos encontrar con diversos enfoques: médico-farmacéutico, alimentario, medioambiental, industrial/laboral, agrícola-fitosanitario, consumidor-doméstico, protección de bienes, etc. En la aparición de riesgos y en su mayor o menor grado de gravedad pueden influir distintos factores,

como el estado de agregación (líquido, polvo, aerosol, vapor, etc.), la concentración unida a la temperatura y la presión, la dosis de incorporación al organismo, las vías de entrada a éste, etc. **(Ríos, 2009)**.

A partir de la consulta bibliografía la autora considera que los riesgos que se derivan de la exposición y la incidencia creciente a nivel mundial de enfermedades asociadas a las sustancias tóxicas reclama de los gobiernos de cada país una mayor atención y la adopción de políticas claras y definidas que permitan armonizar el rol de los diversos sectores en la prevención y el manejo integral de estos problemas. Resulta muy conveniente también, que unido a los diferentes tipos de investigaciones toxicológicas, se realicen estudios epidemiológicos encaminados a conformar y avalar los datos experimentales y al mismo tiempo estudiar la acción de las sustancias tóxicas en el medio ambiente y las consecuencias que provocan sobre el hombre, las plantas y los animales.

#### **1.4. Evaluación de riesgo de incendios**

##### **1.4.1. Riesgo de incendios**

**Duarte (2009)** plantea que un incendio es una reacción química de oxidación - reducción fuertemente exotérmica, siendo los reactivos el oxidante y el reductor. En terminología de incendios, el reductor se denomina combustible y el oxidante, comburente; las reacciones entre ambos se denominan Para que un incendio se inicie es necesario que el combustible y el comburente se encuentren en espacio y tiempo en un estado energético suficiente para que se produzca la reacción entre ambos. La energía necesaria para que tenga lugar dicha reacción se denomina energía de activación; esta energía de activación es la aportada por los focos de ignición. La reacción de combustión es una reacción exotérmica. De la energía desprendida, parte es disipada en el ambiente produciendo los efectos térmicos del incendio y parte calienta a más reactivos; cuando esta energía es igual o superior a la necesaria, el proceso continúa mientras existan reactivos. Se dice entonces que hay reacción en cadena. Por lo tanto, para que un incendio se inicie tienen que coexistir tres factores: combustible, comburente y foco de ignición que conforman el conocido "triángulo del fuego"; y para que el incendio progrese, la energía desprendida en el proceso tiene que ser suficiente para que se produzca la reacción en cadena. Estos cuatro factores forman lo que se denomina el "tetraedro del fuego".

Concuerda **PNUMA/IPCS (1999)** que las sustancias inflamables son:

1. Gases inflamables: Sustancias que en estado gaseoso a una presión normal y mezclada con aire se hacen inflamables y cuya temperatura de ebullición a una presión normal es inferior de 20°C
2. Líquido altamente inflamable: sustancias que tiene una temperatura de inflamabilidad inferior a los 21°C y cuya temperatura de ebullición a una presión normal es superior de 20°C.
3. Líquidos inflamables: Sustancias que tienen una temperatura de inflamabilidad inferior a los 55°C y que conservan el estado líquido bajo presión, y en las que unas condiciones particulares de elaboración, como una presión elevada y una temperatura elevada puede crear riesgo de accidentes graves. (**PNUMA/IPCS, 1999**).

Para **Duarte (2009) El riesgo de incendio**, al igual que cualquier otro riesgo de accidente viene determinado por dos conceptos clave: los daños que puede ocasionar y la probabilidad de materializarse. Por lo tanto, el nivel de riesgo de incendio (NRI) se debe evaluar considerando la probabilidad de inicio del incendio y las consecuencias que se derivan del mismo:

$NRI = \text{Probabilidad de inicio de incendio} \times \text{Consecuencias}$

También se define **Probabilidad de inicio del incendio**: Viene determinada por las medidas de prevención no adoptadas; es decir, de la coexistencia en espacio, tiempo e intensidad suficiente del combustible y el foco de ignición. (**Duarte, 2009**)

**Combustible**: Su peligrosidad depende fundamentalmente de su estado físico (sólido, líquido o gas), de otros aspectos ligados a sus propiedades físico - químicas, su grado de división o fragmentación, etc. En el caso de combustibles sólidos su grado de fragmentación es fundamental ya que a mayor división se precisa de menor energía (en intensidad y duración) para iniciar la combustión. Para líquidos y gases inflamables son la concentración combustible - aire precisa para la ignición (límite inferior de inflamabilidad) y la energía de activación necesaria (energía mínima de ignición) para que se produzca la reacción de combustión; Un parámetro fundamental para los líquidos es la temperatura mínima a la que el combustible emite vapores suficientes

para que se forme la mezcla inflamable (temperatura de inflamación o "flash point"). Para el control del combustible, algunos aspectos que se deben tener en cuenta son los siguientes:

- Sustitución del combustible por otra sustancia que no lo sea o lo sea en menor grado.
- Dilución o mezcla del combustible con otra sustancia que aumente su temperatura de inflamación.
- Condiciones de almacenamiento: Utilizar recipientes estancos; almacenar estrictamente la cantidad necesaria de combustible; mantenimiento periódico de las instalaciones de almacenamiento para evitar fugas y goteos.
- Ventilación general y/o aspiración localizada en locales y operaciones donde se puedan formar mezclas inflamables.
- Control y eliminación de residuos.
- Orden y limpieza.
- Señalización adecuada en los recipientes o conductos que contengan sustancias inflamables.

#### **1.4.2. Los focos de ignición**

Aportan la energía de activación necesaria para que se produzca la reacción. Estos focos de ignición son de distinta naturaleza; Para los focos térmicos los factores a tener en cuenta son los siguientes:

- Fumar o el uso de útiles de ignición.
- Instalaciones que generen calor: estufas, hornos, etc.
- Rayos solares
- Condiciones térmicas ambientales
- Operaciones de soldadura
- Vehículos o máquinas a motor de combustión

En el caso de los focos eléctricos debe tenerse en cuenta:

- Chispas debidas a interruptores, motores, etc.



- Cortocircuitos
- Sobrecargas
- Electricidad estática
- Descargas eléctricas atmosféricas

Para los focos mecánicos deben considerarse:

- Herramientas que puedan producir chispas
- Roces mecánicos
- Chispas zapato - suelo

Finalmente, para los focos químicos han de contemplarse:

- Sustancias reactivas/incompatibles
- Reacciones exotérmicas
- Sustancias auto-oxidables

Una vez que se garantiza el mayor control posible del nivel de riesgo de inicio del incendio se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Revisiones periódicas: Para garantizar la pervivencia en el tiempo de la situación aceptable.

Autorizaciones de trabajo en operaciones identificadas como peligrosas: Solo deben participar personas autorizadas, ya que éstas están debidamente formadas, informadas y cualificadas para realizar dichas operaciones y siguiendo los procedimientos de trabajo establecidos que garantizan que éstos se realizan de la manera prevista para el control de estos factores **(Duarte, 2009)**.

### **1.4.3. Medidas de protección**

Una vez que se inicia el incendio, si no se actúa a tiempo y con los medios adecuados, se producirá su propagación y ocurrirán consecuencias con daños materiales a los ocupantes. Para determinar la magnitud de las consecuencias, los factores a analizar son las medidas de protección contra incendios. Estas medidas se dividen en medidas

de protección pasiva y medidas de lucha contra incendios, también conocidas como de protección activa.

### **Medidas de protección pasiva**

- Aquellas medidas de lucha cuya eficacia depende de su mera presencia; no actúan directamente sobre el fuego pero pueden dificultar o imposibilitar su propagación, evitar el derrumbe del edificio o facilitar la evacuación o extinción.
- Ubicación de la empresa en relación a su entorno
- Situación, distribución y características de los combustibles en el local
- Características de los elementos constructivos de los locales: estabilidad al fuego (EF), parallamas (PF) y resistencia al fuego (RF)
- Exigencias de comportamiento ante el fuego de los materiales
- En el sentido expresado, pueden asimismo considerarse medidas de protección pasiva una correcta señalización y la presencia de alumbrados especiales.

### **Medidas de protección activa**

- Medidas de lucha contra incendios
- Organización de la lucha contra incendios
- Adiestramiento del personal en actuaciones de lucha contra incendios
- Medios de detección de incendios
- Transmisión de la alarma
- Medios de lucha contra incendios (extintores, BIE, etc.)
- Vías de evacuación
- Plan de emergencia
- Facilidad de acceso de los servicios de extinción de incendios exteriores
- Mantenimiento de los sistemas de detección, alarma y extinción **(Duarte, 2009)**.

#### **1.4.4. Los métodos existentes para evaluar el riesgo de incendio**

Son variados y utilizan distintos parámetros de medida para hacer la valoración. La gran mayoría de los métodos existentes evalúan solamente la magnitud de las consecuencias derivadas del incendio, y no tienen en cuenta la probabilidad de inicio

del incendio. A continuación se describen brevemente algunos de los métodos más utilizados en la evaluación del riesgo de incendio y sus posibles aplicaciones.

- **Método de los Factores  $\alpha$**

La finalidad de este método es parcial y consiste en determinar para un sector, en base al riesgo del mismo, la resistencia y/o estabilidad al fuego precisa, de forma que se garantice que, en caso de desarrollarse un incendio, sus consecuencias queden confinadas. Por ello, más que un método de evaluación del riesgo, se trata de un método de aislamiento del mismo.

- **Método de los Coeficientes k**

Al igual que el método anterior sólo permite evaluar las condiciones de resistencia/estabilidad al fuego de un sector de incendio. Sin embargo es más preciso en los resultados que el método anterior.

El método tiene su interés por haber sido contemplado por algunas de las Ordenanzas de Prevención y Protección contra Incendios de los Ayuntamientos de Madrid y Barcelona.

- **Método de Gretener**

Es un método que permite evaluar cuantitativamente el riesgo de incendio, tanto en construcciones industriales como en establecimientos públicos densamente ocupados; siendo posiblemente el más conocido y aplicado en España.

El método se refiere al conjunto de edificios o partes del edificio que constituyen compartimentos cortafuegos separados de manera adecuada.

El método parte del cálculo del riesgo potencial de incendio (B), que es la relación entre los riesgos potenciales presentes, debidos al edificio y al contenido (P) y los medios de protección presentes (M).

$$B = P/M$$

Se calcula el riesgo de incendio efectivo (R) para el compartimento cortafuego más grande o más peligroso del edificio, siendo su valor

$R = B.A$  siendo el factor (A) el peligro de activación

Se fija un riesgo de incendio aceptado ( $R_u$ ), partiendo de un riesgo normal corregido por medio de un factor que tenga en cuenta el mayor o menor peligro para las personas.

La valoración del nivel de seguridad contra incendios se hace por comparación del riesgo de incendio efectivo con el riesgo de incendio aceptado, obteniendo el factor seguridad contra el incendio ( $j$ ), el cual se expresa de tal forma que:

$$j = R_u / R$$

Cuando  $j \geq 1$ , el nivel de seguridad se considera SUFICIENTE, siendo INSUFICIENTE cuando  $j < 1$  (**Duarte, 2009**).

Según la autora la utilización de unos u otros parámetros dependen de la finalidad que persiga el método de evaluación (minimizar las consecuencias materiales a la empresa, a personal propio o visitante o las consecuencias materiales y humanas a terceros) o de los criterios de evaluación del propio autor del método. Generalmente tienen en común que la mayoría de ellos valoran factores ligados a las consecuencias del incendio. La evaluación del riesgo de incendio constituye un tema de gran interés, existiendo una gran variedad de metodologías para tal fin. Esto es debido a la multitud de factores implicados en la valoración, a su variabilidad con el tiempo, a su interrelación, su dificultad de cuantificación y de la finalidad que persiga cada método

### **1.5. Evaluación de riesgo de explosiones**

Según **PNUMA/IPCS (1999)** las explosiones se caracterizan por una onda de choque que puede producir un estallido y causar daños a los edificios, romper ventanas y arrojar materiales a varios cientos de metros de distancia. Las lesiones y los daños son ocasionados primeramente por la onda de choque de la explosión. Aunque los efectos de la presión excesiva pueden provocar directamente la muerte, es probable que esto

sólo se produzca con las personas que trabajan muy cerca del lugar de la explosión. Los efectos de la onda de choque varían según las características del material, su cantidad y el grado de restricción de la nube de vapor. Por consiguiente, las presiones máximas en una explosión varían de una ligera sobrepresión a unos cuantos cientos de kilo pascales (kPa).

Es posible hacer una distinción entre las explosiones de gases y las de polvos tomando como base el material de que se trate. Se producen explosiones de gases, que en general son catastróficas, cuando se liberan y dispersan con el aire considerables cantidades de material inflamable para formar una nube de vapor explosivo antes de que tenga lugar la ignición. Las explosiones de polvos se producen cuando materiales sólidos inflamables se mezclan intensamente con el aire. El material sólido dispersado adopta la forma de material pulverizado con partículas de dimensiones muy pequeñas. La explosión resulta de un hecho inicial, como un incendio o una pequeña explosión, que motiva que el polvo depositado sobre las superficies pase a ser transmitido por el aire. Al mezclarse con el aire se produce una explosión secundaria que a su vez puede originar una explosión terciaria, y así sucesivamente (**PNUMA/IPCS, (1999)**).

Sobre la explosión de un líquido en ebullición con desprendimiento de vapores en expansión **PNUMA/IPCS (1999)** designada algunas veces como una bola de fuego, una explosión de este tipo es una combinación de incendio y explosión con una emisión de calor radiante intenso en un intervalo relativamente breve de tiempo. Como indica la expresión, el fenómeno puede producirse dentro de un recipiente o depósito en el que se mantenga un gas licuado por encima de su punto de ebullición atmosférico. Si un recipiente a presión se rompe como resultado de un debilitamiento de su estructura, el contenido se escapa al instante como una mezcla turbulenta de líquido y gas que se expande rápidamente y se dispersa por el aire como una nube. Cuando esta nube se inflama, se produce una bola de fuego, que origina una radiación térmica de enorme intensidad en unos pocos segundos. Esta intensidad calorífica basta para causar muertes y graves quemaduras en la piel a varios cientos de metros del recipiente, según la cantidad del gas de que se trate.

Concuerda **Irving (2003)** las consecuencias de las explosiones representan un peligro potencial para las personas. Usualmente se dividen los efectos de las explosiones en

un número de categorías. Una clasificación básica consiste en diferenciar entre efectos directos y efectos indirectos.

- Efectos directos o primarios: Son los causados por las ondas de sobrepresión que se generan en una explosión. Causan lesiones en órganos vitales del cuerpo humano.
- Efectos indirectos: Este tipo de efectos se subdividen en secundarios y terciarios:
  - Secundarios: Son los originados por los fragmentos y escombros que se desprenden en la explosión. Estos fragmentos pueden ser producidos directamente por la fuente de la explosión, o bien por otros objetos situados en los alrededores de la fuente que, debido a la sobrepresión, son expulsados con fuerza.
  - Terciarios: Como consecuencia de la onda de sobrepresión que causa la explosión, las personas pueden sufrir desplazamientos de todo el cuerpo y colisionar con objetos estacionarios o estructuras (impacto total del cuerpo).

La autora considera que el interés de realizar esta distinción de los efectos radica en el hecho de que los efectos directos afectan siempre a todas las personas situadas dentro del radio de acción de la sobrepresión. Por contra, en los efectos indirectos entra el factor de la probabilidad de que las personas sean afectadas. Un efecto que no se clasifica en los grupos anteriores, pero que tiene que ser tenido en cuenta, es el de las lesiones que pueden sufrir las personas dentro de edificaciones cuando la estructura se derrumba parcial o totalmente como consecuencia de la explosión.

### **1.6. Técnicas de estimación y evaluación de riesgos. Evaluación de riesgos químicos.**

El proceso de evaluación del riesgo para la salud humana asociado a la exposición de un producto químico, de forma objetiva se puede valorar, con toda la información disponible, sobre el impacto sanitario del riesgo químico. Este enfoque basado exclusivamente en indicadores de mortalidad y morbilidad no es suficiente. Se debe desarrollar y sobre todo aplicar otras evaluaciones de riesgos, más profundas, para la salud. Actualmente uno de los métodos más apropiados se expone en **PNUMA/IPCS, (1999)**, donde la evaluación del riesgo incluye las siguientes etapas:

- Identificación del peligro potencial: Es la confirmación de que un agente químico, es capaz en circunstancias adecuadas de causar un efecto adverso.

- Relación entre dosis (concentración) – respuesta (efecto): Es la relación entre la dosis y la gravedad o frecuencia del efecto, o sea dosis – efecto y dosis – respuesta.
- Evaluación de la exposición: Se determina analizando la intensidad y la duración o frecuencia de la exposición a un agente.
- Caracterización del riesgo: En una evaluación de riesgos del efecto de las sustancias químicas, generalmente se examinan los siguientes efectos tóxicos potenciales para cada una de las posibles vías de exposición: oral (por ingestión), dérmica (por absorción a través de la piel) y por inhalación. También se examinan las poblaciones humanas que son afectadas.

**Ramos (1990) y Wells (1997)** reflejan que entre las técnicas identificativas cabe destacar los métodos de análisis más utilizados.

- Métodos cualitativos: Auditoría de seguridad (*Safety review*) análisis histórico de accidentes, análisis preliminar de peligros (Preliminar Hazard Análisis, PHA), listados de control, análisis de peligro y operabilidad (*Hazard and Operability Analysis*, HAZOP) y análisis de modos de fallo y efectos (*Failure Mode and Effect Analysis*, FMEA).
- Métodos semicuantitativos: índice Dow, Índice Morid, índice SHI y MHI (*Substance Hazard Index and Material Hazard Index*), árboles de fallos (*Fault Tree*, FT) y árboles de sucesos (*Event Tree*, ET).

Estas técnicas se aplican a distintas etapas de la vida de los procesos industriales: diseño, construcción, puesta en marcha y funcionamiento de una operación normal, modificaciones del proceso y desmantelamiento o abandono de las instalaciones.

La determinación de las zonas afectadas por peligro potencial y la evaluación de las consecuencias se puede realizar a través un software especializado, ALOHA (*Areal Locations of Hazardous Atmospheres*, Localización de áreas de atmósferas peligrosas). Es un simulador que evalúa el desplazamiento y dispersión de vapores y gases. Fue elaborado por técnicos y especialistas estadounidenses en respuesta a las emergencias de los vertimientos de los vapores químicos. Este programa es capaz de proporcionar la información en situaciones donde haya vertimientos de vapores y gases, calculando el desplazamiento y la dispersión del mismo en la atmósfera. Predice

la concentración de las sustancias explosivas en la dirección de los vientos y el tiempo máximo al que pueden estar sometidas las personas a la nube inflamable dentro de las edificaciones protectoras (**Manual de usuario del software ALOHA, 2007**).

• **Desventajas y limitaciones del Software.**

-Tiene en cuenta solamente componentes puros.

-No analiza situaciones de fuego, ni reacciones químicas, ni mezclas de sustancias.

-Si las velocidades del viento son muy bajas (inferiores a 1 m/s) el programa no puede predecir correctamente el campo de acción de la nube inflamable y puede generar deficiencia.

-Si las condiciones atmosféricas son muy estables el programa no puede predecir correctamente el campo de acción de la nube inflamable

-ALOHA asume que la velocidad del viento y la dirección son constantes a cualquier altura dada, sin embargo, se sabe que el viento cambia su velocidad y su dirección constantemente y esto puede generar imprecisión en la respuesta (**Manual de usuario del software ALOHA, 2007**).

A partir de la consulta bibliografía la autora considera que para evaluar el riesgo se estudian esencialmente los acontecimientos internos, es decir, aquellos que tienen su origen en la propia industria. Conjuntamente se estudian también los acontecimientos externos, tanto los de origen natural (terremotos, inundaciones) como artificial (explosiones, incendios o nubes procedentes de plantas vecinas, accidentes de carretera) capaces de originar posteriores emergencias internas. Para estudiar los posibles accidentes internos, en primer lugar, se efectúa un análisis histórico. Se estudian los accidentes ocurridos en fábricas, procesos, instalaciones u operaciones parecidas a la que se está analizando. Este estudio facilita el establecimiento a priori de los puntos débiles del sistema. Si por ejemplo, se lleva a cabo el análisis de riesgo de un parque de depósitos de combustible, el análisis histórico demostrará que un elevado número de accidentes ha sido provocado por rebosamiento (sobrellenado) y vertido del combustible; por tanto, instalando en los depósitos un control automático de nivel provisto de alarma, se eliminará de entrada una de las fuentes de accidentes más probables.



### 1.7. Clasificación toxicológica de las sustancias por sus efectos sobre el organismo.

Por su elevado interés para la prevención de enfermedades relacionadas con la exposición a preparados y sustancias peligrosas merece la pena destacar los criterios de clasificación según los efectos específicos sobre la salud humana. **(Duffus, 1996)**.

Estos efectos se refieren a:

- Sustancias de toxicidad aguda
- Sustancias irritantes
- Sustancias corrosivas
- Sustancias carcinogénicas.
- Sustancias mutagénicas.
- Sustancias tóxicas para la reproducción.
- Sustancias sensibilizadoras
- Sustancias de toxicidad por dosis repetidas

**Toxicidad aguda:** según autores como **Duffus (1996)**; **Rodríguez (2006)** la toxicidad aguda se puede definir como el conjunto de efectos adversos que se producen dentro de un plazo corto (hasta 14 días) después de la administración de una sola dosis (o después de la exposición a determinada concentración) de una sustancia de prueba o después de dosis múltiples (exposiciones), generalmente en un lapso de 24 horas. La vía más común es la oral, pero este tipo de efectos también se puede estudiar mediante la absorción a través de la piel o por inhalación. Por lo general, se cuantifica al medir la concentración o dosis letal media (DL50 o CL50), es decir, la dosis o concentración derivada estadísticamente de un producto químico capaz de matar a 50% de los organismos de determinada población en condiciones definidas.

**Irritación:** la irritación dérmica es provocada por las sustancias consideradas como irritantes de la piel causan una inflamación significativa que puede persistir al menos durante 24 horas después de un período de exposición de hasta cuatro horas y se determina comúnmente en estudios con conejos. La sustancia, líquido o sólido (0,5mL o 0,5g), normalmente se aplica en la piel con un parche de gasa en un área de 6 cm<sup>2</sup> durante cuatro horas y el grado de irritación de la piel se "estima" en diferentes intervalos después de haber retirado el parche. **(IUPAC, 1993)**.

**Irritación de los ojos:** para la prueba de irritación de los ojos, se introduce la sustancia en el ojo (0,1mL o 100mg). La sustancia se clasifica como irritante si se producen lesiones oculares significativas en un lapso de 72 horas después de la exposición y éstas persisten durante 24 horas por lo menos **(IUPAC, 1993)**

**Irritación del sistema respiratorio:** la evidencia de una grave irritación en el sistema respiratorio generalmente se basa en la observación en seres humanos y en pruebas con animales y puede incluir datos obtenidos en una prueba general de toxicidad; por ejemplo, los datos histopatológicos del sistema respiratorio. **(IUPAC, 1993).**

**Corrosión:** una sustancia se considera corrosiva cuando al aplicarse a la piel animal intacta y sana, destruye totalmente el tejido cutáneo al menos en un animal durante la prueba de irritación de la piel. Es probable que no se requieran pruebas si se puede predecir el resultado; por ejemplo, si se usa un ácido fuerte (pH = 2) o sumamente alcalino (pH = 11,5) **(IUPAC, 1993).**

**Sensibilización:** de acuerdo con autores como **Klaassen (1996); Acosta (2008)** este término se aplica a los procesos de inmunización que hacen que los individuos se tornen hipersensibles a sustancias como el polen, la caspa o compuestos químicos que les hacen desarrollar una alergia potencialmente dañina al estar expuestos a la sustancia sensibilizadora (alérgeno). Esta sensibilización puede surgir tanto por material inhalado como por contacto cutáneo.

**Toxicidad por dosis repetida:** la dosis repetida por un período prolongado de una sustancia que probablemente no tenga ningún efecto con una sola exposición puede causar un grave trastorno funcional o cambio morfológico. Se realizan pruebas de toxicidad de dosis repetidas o subagudas que se prolongan por más de 14 ó 28 días para obtener información sobre la toxicidad de una sustancia química.

Este término se refiere a la capacidad que tienen algunas sustancias para modificar el material genético en el núcleo de las células de modo que ocurran cambios durante la división de éstas. Cuando las mutaciones se producen en las células germinales – espermatozoides y óvulos – existe la posibilidad de que el embrión o feto muera o de que las mutaciones sean transmitidas a generaciones futuras. Cuando las mutaciones se producen en otro tipo de células, pueden ocasionar la muerte de ellas o la transmisión del defecto genético a otras células del mismo tejido. Se dispone de varias pruebas tanto in vivo como in vitro para detectar la mutagenicidad. En algunos casos las

alteraciones genéticas pueden ser visibles a través de un microscopio. Otra técnica consiste en el ensayo letal dominante, que usa la incompatibilidad de algunas mutaciones con el desarrollo normal (**Acosta, 2008**).

**Carcinogenicidad:** Aunque los estudios epidemiológicos han sido la principal fuente de información sobre los carcinógenos humanos potenciales y presentan la ventaja de estudiar la especie de principal interés, el ser humano, muchas veces presentan problemas porque la exposición está mal definida y porque hay variables de confusión que pueden distorsionar cualquier asociación estadística. Aunque muchos carcinógenos son mutágenos y se consideran causantes de mutaciones que provocan cáncer (carcinógenos genotóxicos), otros no parecen serlo y actúan con mecanismos diferentes (carcinógenos no genotóxicos o epigenéticos) (**Acosta, 2008**).

**Toxicidad para la reproducción:** Según **Faustman (1996)** este término incluye la deficiencia de las funciones o capacidad de reproducción masculina y femenina así como la inducción de efectos dañinos no hereditarios a la progenie.

Es importante realizar la clasificación toxicológica de las sustancias por sus efectos sobre el organismo ya que si ocurriera cualquier accidente se puede saber cómo se puede actuar y proponer las medidas para la prevención de enfermedades relacionadas.

### **1.6 Riesgos asociados al trasiego y preparación del petróleo crudo.**

**Méndez (2004) y Correa (2004)** Plantean que la gestión comercial de la organización comercial de Cuba-petróleo tiene como uno de sus eslabones primordiales, la transportación de sustancias peligrosas. En dichos procedimientos son imprescindibles un sin número de restricciones de seguridad, cuya aplicación correcta y pertinente ayuden a minimizar los riesgos que llevan implícitos. La participación del hombre en este sentido es determinante, constituyendo la esencia fundamental dentro del sistema de seguridad. Su acción apropiada permite reducir, los riesgos inherentes, haciendo el proceso cada vez más seguro.

El diseño de los medios de transporte, son cada vez de mayor seguridad, nunca pueden ser definitivamente seguros o a prueba de errores humanos. La complejidad y responsabilidad de estas operaciones, donde se trasladan volúmenes considerables de combustibles, las condiciones de trabajo y el siempre posible acontecimiento, de un

fallo no previsto son factores que hacen de la correcta operación un eslabón tan importante como el diseño inicial.

No se puede asegurar que un proceso bien diseñado y con la mejor tecnología existente no pueda sufrir una avería grave debido a un fallo operacional, mantenimientos inadecuados, etc. Igualmente un proceso originalmente seguro puede dejar de serlo, si no se maneja y mantiene con el máximo de cuidado. Para la seguridad de estas operaciones, se requiere de medios técnicos adecuados, personal calificado y disciplinado. En las entidades de la organización se elabora un procedimiento general que incluye carga, descarga, transportación y distribución de: crudo, líquidos combustibles, líquidos inflamables, gases combustibles, sustancias tóxicas no incluidas en las anteriores. Así como la distribución mayorista de líquidos inflamables y la distribución mayorista de líquidos combustibles.

En la actividad de carga y descarga de camiones cisterna el análisis de causas de los accidentes de trabajo y el conocimiento adquirido ante conductas y situaciones peligrosas, conlleva a crear un esquema sistemático de actuación que, de forma secuencial, aborde las distintas etapas que consta una tarea, al unísono que permita introducir funciones concretas para crear condiciones de trabajo seguras en todas ellas. Se debe requerir para este proceder un análisis minucioso previo de todas y cada una de las operaciones que se compone una actividad.

Con la creación de programas automatizados de carga, en los que la sistemática secuencial se traduce en unos sistemas operativos de puertas lógicas, de forma que cada estadio resulta inaccesible de no haberse consumado íntegramente los sucesos del estadio precedente, se han mejorado principalmente las condiciones de seguridad en este tipo de operaciones.

La experiencia, sin embargo, viene a poner de manifiesto que ello no es suficiente. Así, por ejemplo, la simultaneidad de un error en una programación o el mal estado de un caudalímetro, con unos sensores de nivel contra rebosamiento deficientemente limpio o defectuoso, puede conllevar derrames y vertidos. Una señal deficiente en los dispositivos de carga o la selección errónea de un comportamiento, puede facilitar situaciones peligrosas. Esto coloca en tela de juicio, que no basta con la tecnología avanzada incorporada a esta actividad, sino que la fragilidad de sus esquemas, la hace

vulnerable, siendo preciso, la adopción y el concurso de algunos juicios preventivos. **(Correa, 2004).**

Se consideran, según **Correa (2004)** materias líquidas inflamables, a los efectos del Reglamento Nacional del Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera (TPC 74/1992), aquellos productos que a 50 0C tengan una tensión de vapor máxima de 300 kPa (3 bar) y un punto de inflamación máximo de 100 0C. Quedan excluidos aquellos líquidos inflamables que, a causa de otras propiedades peligrosas suplementarias, están enumerados o asimilados a otras clases de TPC. El punto de inflamación, que se define como la temperatura mínima a partir de la cual el producto desprende vapor en cantidad suficiente como para formar una mezcla que puede arder en el aire, se determinará según prescribe el apéndice A-3, marginal del TPC 3300 a 3302.

La presión de vapor o la volatilidad de un producto es factor determinante en la cantidad de vapor que se desprende a una determinada temperatura. Los líquidos inflamables tales como la gasolina, tienen altas presiones de vapor y un punto de inflamación muy bajo (por debajo de 0 0C); sus vapores tres veces más pesados que el aire, tienden a depositarse en los emplazamientos bajos, formando mezclas explosivas, con concentraciones entre el 1 y el 7 % de vapor en aire. Este suceso, no ocurre en otros líquidos combustibles como el gasóleo, fuel óleo, etc. cuyas presiones de vapor son bajas y sus puntos de inflamabilidad altos (superiores a 55 0C). Estas precisiones permitirán abordar un aspecto de gran trascendencia en el almacenamiento y expedición de cierta clase de productos, como es la inertización. Viene a poner de manifiesto la importancia que tiene el conocimiento de las características de esta clase de productos (peligrosidad intrínseca) no solo para las personas que lo manipulan, sino también para el público en general, dado su consumo generalizado.

# Capítulo 2



## 2. Capítulo 2. Materiales y métodos.

### 2.1. Caracterización del proceso.

La Base de Crudo y Suministro (BCS) está destinada, para la recepción de Petróleo Crudo Nacional (PCN) por medio de los Oleoductos de Occidente (Puerto Escondido), Centro (Varadero) y las pailas (carro cisterna) y para el almacenamiento y entrega con facilidades a todos los muelles de las instalaciones, de Petróleo Crudo Nacional Mejorado (PCNm) y PCN a buques tanques con destino a diferentes puntos del país. Además desde esta base se puede trasegar producto a otras áreas como las áreas 2,3 y 4, además de comercializar por medio de vagones de ferrocarriles. En la base de crudo se preparan las mezclas de Petróleo Crudo Nacional Mejorado (PCNm), esta mezcla se obtiene a partir de la unión del Petróleo Crudo Nacional y una dosis de solvente (nafta), la cual se inyecta en la línea con el fin de rebajar los parámetros de viscosidad a valores del orden de 650, 1100 y 1400 cSt de forma que sean asimilados por los consumidores de este tipo de combustible. Para dispersar los asfáltenos, presentes en el crudo se le adiciona aditivo *Bycosin* (DP-99001), que además mejora otros parámetros como el contenido de vanadio, que lo disminuye y eleva el valor calórico del producto, logrando así mejor combustión en calderas principalmente de las CTE.

El área #2 ó Base de Suministro a la CTE: Está compuesta por dos sub.- áreas fundamentales:

- Área 2-1 (área de estación cabecera de los oleoductos a las CTE Santa Cruz y Antonio Guiteras).
- Área 2-2 (área de tanques).

El área 2-1 se compone de 4 bombas: (cuales son reciprocantes y cuales son centrifugas) ( IP-102 D y IP-102 A, de 120 m<sup>3</sup>/h de caudal, IP-102 BM y IP- 102 AM, de 45 m<sup>3</sup>/h ), que se utilizan para bombear PCNm de una viscosidad de 1100 cSt de los tanques para a la CTE Santa Cruz pasando por un filtro F- 102 A/B, y por un intercambiador de calor de tubo y coraza IE-102 A manteniendo la temperatura a 80 OC ± el producto saliente y se dispone de un flujómetro (M-132 D) para medición y control de las cantidades de producto bombeado. Se utiliza bomba de pistones de 36 m<sup>3</sup>/h de caudal para desplazamiento y bombeo por el Oleoducto Santa Cruz.

Para el oleoducto a CTE Antonio Guiteras se bombea PCNm a 1400 cSt de viscosidad con 2 bombas de tornillos para este fin (IP-103 A y IP-103 B de 96 m<sup>3</sup>/h), utilizando un filtro (IF-103 A/B), y un intercambiador IE-102 B de tubo y coraza, logrando que la temperatura a la salida sea de 70 °C ±, se dispone de un flujómetro (M-116 D) para medir cantidades de petróleo bombeado.

En esta área se utilizan 2 bombas de tornillos de 440 m<sup>3</sup>/h de caudal cada una para trasvasar producto del área 2-2 (tanques 30 y 38 de petróleo combustible (fuel oil) y tanque 39 de Nafta) y el área 3 (tanques 41 y 42 de nafta) al área 4 (tanques 33,34,35,36 y 37 para PCNm 650,1100 ó 1400 cSt), y a los tanques de Base en Tierra (tanques 49,50,51 y 52 de fuel oil y PCNm) muelles Frank País, muelle PT-1, PC-2 y Bayona. Se encuentra ubicado en esta área un tanque de Slop de 15 m<sup>3</sup> de capacidad, con el objetivo de aliviar presiones que sobrepasen los 10 Kg. /cm<sup>2</sup> en el sistema, este trabaja por medio de una válvula automática que controla por medio de un barómetro la presión en la línea.

Para el inyectado de solvente (nafta), se encuentra conectada a los oleoductos una bomba de inyectado de 30 m<sup>3</sup>/h de caudal con el objetivo de disminuir la viscosidad del producto, en caso de una parada prolongada de los oleoductos.

En el sistema están acopladas tuberías y válvulas tecnológicas para el buen funcionamiento de las operaciones, cada una con una nomenclatura particular, en el caso de las válvulas y para las tuberías se identifican por los diferentes diámetros que presentan cada una de ellas.

- El área 2-2 se compone de:

Dos tanques (TK-30 y TK-38) de 10 000 m<sup>3</sup> de capacidad, almacenan petróleo crudo nacional y petróleo combustible (fuel oil), para la comercialización. El tanque (TK-39) ubicado también en esta área almacena solvente (nafta), con una capacidad de 1000 m<sup>3</sup>; se utiliza para el inyectado de nafta en el área 2-1. El área 3, destinada a la recepción y almacenamiento de solvente (nafta), para la elaboración de mezclas (PCNm), está compuesta por dos tanques de almacenamiento (TK-41 de 5000 m<sup>3</sup> y TK-42 de 4000 m<sup>3</sup>).

Nota: En la instalación todas las bombas, destinadas para operaciones con crudo, son de desplazamiento positivo.



La empresa también posee 3 tanques (TK-22, TK-23 y TK-13) de 10 000 m<sup>3</sup> de capacidad para almacenamiento de turbo, otros 3 (TK-24, TK-25, TK-26) de contenido diesel con igual volumen y diámetros 34.20 m para cada uno, además de tener almacenados 3 volúmenes diferentes de gasolina de aviación, (TK-18, de 2000 m<sup>3</sup>, TK-19 con 800 m<sup>3</sup>, TK-20 de 1000 m<sup>3</sup> y TK-21 de 960 m<sup>3</sup>) y sus respectivos diámetros disponibles en anexo 7.

## **2.2. Metodología para la caracterización climatológica de la zona objeto de estudio.**

Dadas las características de la investigación que se lleva a cabo, se hace necesario la caracterización climatológica de la zona objeto de estudio. La misma se realiza a partir del estudio del comportamiento de los diferentes elementos del clima, que son de interés para la investigación, para la década comprendida desde el año 2000 al 2009.

Los elementos o variables tomados en cuenta para el estudio son:

- Nubosidad.
- Temperatura del aire.
- Humedad relativa.
- Viento.

Los datos para la caracterización fueron aportados por **Moya (2010)** del Instituto de Meteorología de la provincia de Matanzas perteneciente al CITMA y **Soriano (2010)** del aeropuerto internacional Juan G. Gómez de Varadero.

## **2.3. Procedimiento de identificación de las sustancias involucradas en el proceso ubicado en la zona de interés.**

Según **Orozco (2007)**, la caracterización de las sustancias involucradas en un proceso se desarrolla mediante la siguiente guía:

### *Identificación del producto.*

- Nombre del producto.
- Fórmula Química.
- Etiquetado de peligro (frases R y S) así como las que la identifican por otros efectos.

### *Datos Físicos.*

- Apariencia.

- Punto de ebullición.
- Punto de fusión.
- Solubilidad.
- Densidad.
- TLV - Límite superior de inflamabilidad.
- IPVS. Límite inferior de explosividad.
- Punto de congelación.
- Temperatura de auto ignición.
- Coeficiente de expansión.
- Temperatura de inflamación.
- Biodegradabilidad.
- Corrosión.
- Capacidad calorífica.

*Formas de control y mitigación en casos de desastres.*

Productos o técnicas empleados en el control y mitigación en caso de desastre.

Existencia del producto de control y mitigación en la entidad.

*Peligros para la salud.*

- Concentración permisible.
- Exposición permisible.
- Emergencias.
- Partes del cuerpo que afecta.
- Forma de entrada al organismo.
- Toxicidad (se debe llenar una tabla con la siguiente información).

**Tabla 2.1** Modelo para la clasificación toxicológica de la sustancia analizada.

Sustancia	Toxicidad							
	Toxaguda	Irritación	Sensibilización	T.por dosis repetida	Mutagenidad	Carcinogenicidad	Corrosión	T. para la reproducción

*Condiciones de almacenamiento y manipulación.*

- Nombre del producto almacenado.
- Forma del recipiente (cilíndrico, rectangular, vertical, horizontal, etc.).
- Dimensiones del recipiente (largo, ancho, diámetro).
- Material de construcción.
- Protección del recipiente (interior o exterior).
- Existencia de accesorios en el recipiente y su localización.
- Fecha de fabricación del recipiente.
- Condiciones de almacenamiento de las sustancia.
- Cantidad de sustancia almacenada.
- Registro histórico de averías producidas en el recipiente. Casos de derrames, salideros, etc. (definir fecha y cantidad de producto vertido).
- Tipo de averías producidas.
- Condiciones de almacenamiento (presión, temperatura, etc.).
- Características de los alrededores del recipiente.

*Condiciones para su uso en el proceso.*

- Uso en el proceso.
- Condiciones en las que se usa la sustancia (presión, temperatura).
- Fallos ocurridos en estos equipos al operar con estas sustancias.
- Material de construcción de los equipos donde es usada.
- Protección del sistema de tuberías.

En el anexo 2 aparece la caracterización de las sustancias involucradas en el proceso **(Irving, 2003)**.

**2.4. Identificación de los posibles riesgos en el área.**

En la base como en cualquier instalación industrial ocurren casos de catástrofe, entre las que se destacan:

**Los incendios:** Se define como el mayor peligro que puede presentarse en la instalación. Se puede originar a partir de cortos circuitos eléctricos, negligencias en mantenimiento, reparaciones y operaciones; descargas eléctricas de tormentas, acumulación estática, sobrecalentamiento durante el bombeo, el uso de herramientas no adecuadas, violaciones de las normas en los vehículos automotores y cisternas de

ferrocarril y colisiones de estos contra cargaderos de combustibles. Acompañaría a un incendio grandes desprendimientos de gases y humo que acusarían afectaciones al personal, las fuerzas que actúan, objetivos y población cercana, estos últimos en dependencia de la dirección del aire.

Un incendio en cualquiera de las áreas consideradas peligrosas pudiera alcanzar grandes magnitudes, por la interconexión de los tanques de almacenamiento, la cercanía de unos con otros, que se puede trasladar el siniestro de un área a otra incluyendo los muelles con relativa facilidad.

**Las explosiones:** También constituyen un gran peligro para la empresa, ya que pueden generarse de cortos circuitos eléctricos, descargas eléctricas, operaciones inseguras en actividades de mantenimientos y reparaciones con el uso de herramientas no adecuadas, la electricidad estática o por incendio en estos lugares, fundamentalmente en los muelles (siendo el más peligroso Bayona, donde se descargan productos ligeros y volátiles como las gasolinas, naftas, entre otros), planta Caribe de gas licuado (GLP), depósitos de combustibles de la T- 320, Base en Tierra y cargaderos de crudo nacional, planta de mezcla de combustibles y suministro a las Centrales termoeléctricas Santa Cruz y Guiteras, sala de calderas y cargadero de vehículos automotores (pailas) y cisternas de ferrocarril. Una explosión pudiera ocasionar daños físicos a otras instalaciones con derrames cuantiosos y la propagación de un incendio de gran magnitud. Un agravante potencial es el hecho de no contar con muros o cubetos de contención en todos los tanques, ni un sistema de drenaje adecuado para canalizar el producto (si hay fracturas) hacia un lugar apropiado que limite el peligro de propagación y facilite la extinción. Ante las características de la empresa, donde se manipula (terrestre y marítimamente) grandes cantidades de volúmenes de productos derivados del petróleo, es posible el riesgo inmediato de derrames de hidrocarburos, ya sea en tierra o en el mar.

En tierra se pueden producir derrames de combustibles en cualquiera de las áreas consideradas peligrosas, donde existen los grandes, medianos y pequeños depósitos de combustibles, que de ocurrir en los tanques quedarían cercanos a los muros de contención o cubetos existentes. Los más peligrosos serán los surgidos en la T- 320, ya que por las características del terreno, el combustible derramado se dirigirá hacia la

sala de calderas, cargaderos y oficinas, es de esperar que cualquier derrame pueda propiciar un riesgo de incendio por lo antes descrito.

Los derrames en el mar provocan una gran contaminación de la bahía y por consiguiente una catástrofe biológica. Este es el caso de la marea negra: masa oleosa que se crea cuando se produce un derrame de hidrocarburos en el medio marino. Esta es una de las formas de contaminación más graves, pues no solo invade el hábitat de especies marinas, sino que en su dispersión alcanza igualmente costas y playas destruyendo la vida a su paso, o alterándola gravemente, a la vez se generan grandes costos e inversiones en la limpieza, depuración y regeneración de las zonas afectadas. El hidrocarburo vertido sobre la superficie del mar se extenderá inmediatamente a causa de sus propiedades químicas y físicas, así como las condiciones externas, además de extenderse de manera impredecible, resultando un vertido no homogéneo consistente en manchas espesas y grumos entremezclados con finas capas oleosas. La figura o forma final estará condicionada por el viento, las olas y las corrientes. Se va extendiendo en una superficie cada vez mayor hasta llegar a formar una capa muy extensa, con espesores de solo décimas de micrómetros.

De esta forma se ha comprobado que 1 m<sup>3</sup> de petróleo puede llegar a formar en hora y media una mancha de 100 m de diámetro y 0.1 mm de espesor.

Un derrame de hidrocarburos en el mar se verá afectado por un número de procesos de envejecimiento. Al incrementarse el área de vertido aumenta también la tasa de evaporación, pero la velocidad y extensión de la evaporación varían considerablemente dependiendo de la composición del hidrocarburo. Los de poca densidad, como la gasolinas, se evaporan con gran rapidez (entre una y dos terceras pocas horas), mientras que los hidrocarburos pesados se disipan más lentamente. La evaporación se ve también afectada por la velocidad del viento y la temperatura; cuantas más altas sean ambas, más se verá favorecida la evaporación. El producto evaporado es descompuesto por foto oxidación en la atmósfera.

### **2.5. Caracterización del software ALOHA.**

La ocurrencia de un riesgo industrial pone en peligro desde la calidad del proceso, hasta la pérdida de vidas humanas, ya que pueden producir emisiones de contaminantes peligrosos y explosiones, que afecten el medio ambiente. De

producirse un accidente es posible hacer la evaluación analizando en qué medida pueden afectar una región determinada, lo que posibilita la confección de planes de prevención y permite preparar tanto al personal de la industria como a los ciudadanos ante un evento de este tipo. El software ALOHA de sus siglas *Locations of Hazardous Atmospheres* de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los EEUU es un programa de computación que permite predecir las cantidades de vapores químicos que pueden escapar a la atmósfera a través de tuberías, tanques por evaporación, explosiones, etc. Establece las áreas de alcance.

### **Características y particularidades del software ALOHA en la evaluación de las consecuencias de los accidentes industriales.**

La versión que se utiliza es la 5.4.1 de febrero del 2007, lo que constituye un *software* muy actualizado para este tipo de evaluación.

Una de las características que posee es que emplea una serie de términos no conocidos relacionados con la ocurrencia del fuego, explosiones, y otros escenarios peligrosos, a lo cual se hace referencia:

- Se modelan tres categorías peligrosas:
  - Dispersión de gas tóxica
  - Fuegos.
  - Explosiones.
- Se basan en los modelos de dispersión del aire para estimar el movimiento y dispersión de la nube de gas químico.
- Se estima: dispersión de gas tóxica, valores de sobrepresión desde la explosión de una nube de vapor y el área inflamable de la nube de vapor.
- Modela las áreas para emisiones de corta duración de compuestos peligrosos claves: Tóxicos, inflamables, radiación térmica sobrepresión que pueden exceder los niveles de interés especificados por el usuario (*Levels of Concern LOCs*). Los resultados son representados en diagramas Y vs. X donde nos indica la amplitud del área de localización en eje Y y el su alcance en el eje X (*Threat zone plot*).
- Constituye una herramienta que se usa para:

- Respuesta de emergencia.
- Planificación.
- Propósitos académicos.
- No puede ser usado para:
  - Emisiones de sustancias radioactivas.
  - Licencias ambientales de chimeneas de gases
  - Emisiones fugitivas.
- La dispersión de los químicos en el aire es un término usado por los especialistas que incluye la advección y la difusión. Una nube de gas dispersándose se moverá por advección en la dirección del viento y por difusión en viento cruzado en la dirección vertical del viento. Utiliza dos modelos: Modelo Gamusino: Para los gases que tienen la misma densidad que el aire y el Modelo de Gases Pesados utilizado para los gases que son más pesados que el aire donde son emitidos.
- Algunos de los términos usados son:
  - Gas pesado: Gases con peso molecular superior al peso molecular del aire.
  - También gases que son más ligeros que el aire almacenado a bajas temperaturas (estado criogénico).
  - *Flash boiling*: Vaporización brusca de un líquido causada por baja presión.
  - *Two-Phase flow*: Cuando las fases líquida y gaseosa de un compuesto químico escapan juntos desde la ruptura de un tanque.

Fuente	Escenarios tóxicos	Escenarios de fuego	Escenarios explosivos
<b>Directa</b>			
Desprendimiento Directo	Nube tóxica de vapor	Area inflamable (Llamada de fuego)	Nube tóxica de Explosión
<b>Charco</b>			
Evaporación	Nube tóxica de vapor	Area inflamable (Llamada de Fuego)	Nube tóxica de Explosión
Inflamable (Piscina de Fuego)		Piscina de Fuego	
<b>Tanque</b>			
No inflamable	Nube tóxica de vapor	Area Inflamable (Llamada de Fuego)	Nube tóxica de Explosión
Inflamable		Chorro de fuego o Piscina de Fuego	
Explosión de vapor por la expansión de un líquido en ebullición.		BLEVE (Bola de fuego y piscina de fuego)	
<b>Tuberías de gases</b>			
No inflamable	Nube tóxica de vapor	Area Inflamable (Llamada de fuego)	Nube tóxica de Explosión
Inflamable (Chorro de fuego)		Chorro de fuego	

**Tabla 2.2** Resumen de las diferentes fuentes y escenarios de trabajo del ALOHA

**Fuente:** Manual de Usuario ALOHA (2007).

Las propiedades que condicionan un fuego son:

- Volatilidad: Medida de como un compuesto químico fácilmente se evapora
- Punto o temperatura de inflamación (Flash Point): Es la más baja temperatura donde un líquido inflamable evapora lo suficiente para alcanzar un fuego sin la fuente de ignición presente.
- Límites de Inflamabilidad. Llamado Límite de Explosividad Inferior (LEL) y Límite de Explosividad Superior (UEL).

Si el compuesto químico en fase vapor se pone en contacto con la fuente de ignición, solo se producirá el fuego si la relación aire-combustible está entre LEL y UEL. Compuestos con alta volatilidad y baja temperatura de inflamación tienen bajos valores de LEL. Se conoce lo que se llama Triángulo de fuego: Combustible, oxígeno y calor. Si



uno de estos componentes se elimina el fuego cesa. ALOHA no modela subproductos del fuego: hollín, humo, ceniza y compuestos químicos de la reacción. Los niveles de radiación térmica se indican a través del LOC.

El LOC es un nivel que marca el inicio de la radiación térmica, usualmente el nivel sobre el cual este peligro puede ocurrir.

Se utilizan tres valores de LOC, medidos en  $Kw/m^2$

- Rojo:  $10 Kw. /m^2$  Potencialmente letal en el intervalo de 60 sec.
- Naranja:  $5 Kw. /m^2$  quemaduras de segundo grado en el intervalo de 60 sec.
- Amarillo:  $2 Kw. /m^2$  (dolor en 60 sec).

Los niveles de sobrepresión están dados por el nivel de presión de la onda de explosión sobre el cual el peligro puede existir, que son:

- Rojo: 8 psi (destrucción de edificios).
- Naranja: 3,5 psi (serios daños).
- Amarillo: 1 psi (destrozos de cristales).

ALOHA no modela los fragmentos peligrosos de una explosión. ALOHA modela cinco tipos de escenarios de fuego y explosiones asociados con emisiones de compuestos químicos.

- Chorros de fuego
- Piscinas de fuego.
- BLEVE: Explosión de vapor por la expansión de un líquido en ebullición.
- Áreas inflamables.
- Explosión de una nube de vapor.

La explicación de estos escenarios puede verse en el manual de usuario

### **ALOHA (2007).**

Otras particularidades de este *software* son:

- Este programa debe trabajarse con cuidado para predecir diferentes situaciones, las cuales son consideradas sus limitantes:

- Velocidades del viento muy bajas.
- Condiciones atmosféricas muy estables.
- Irregularidades de la concentración del compuesto químico particularmente cerca de la fuente.
- Además el modelo no incorpora efectos de:
  - Reacciones químicas
  - Partículas
  - Mezcla de compuestos químicos.
  - Terreno
  - Fragmentos peligrosos

El programa cuenta con una librería de compuestos químicos de interés, sobre la base de datos DIPPR (*Department of Chemical Engineering of Brigham Young University for the Design Institute for Physical Property Data (DIPPR) of the American Institute of Chemical Engineers*) donde aparecen las principales propiedades físicas y químicas y tiene en cuenta a diferencia de versiones anteriores algunas soluciones, tales como ácidos anhídridos en agua, ácidos fluorhídricos en agua.

La organización básica del programa consta de varios pasos que son:

1. Indicar la ciudad donde puede ocurrir el accidente químico.
2. Seleccionar el compuesto químico.
3. Dar la información de las condiciones meteorológicas en el período que se realiza la predicción del evento.
4. Describir como los compuestos químicos escapan a la atmósfera.
5. El *software* ALOHA da su respuesta mostrando en el monitor un diagrama denominado *Threat Zone*, el cual muestra el área donde las concentraciones del compuesto químico en el aire pueden ser suficiente altas que provoquen afectaciones a la población, en los tres niveles de LOC.

Las clases de estabilidad están ordenadas en A, B, C, D, E, F, correspondiendo con:

A, B: se consideran atmósferas inestables, cuando la radiación solar es moderada a fuerte, el aire cercano a la superficie de la tierra genera remolinos grandes.

E, F: considerándose atmósferas estables, para la radiación solar débil o ausente, el aire cercano a la superficie de la tierra reduce su tendencia a elevarse y desarrolla menor turbulencia, las velocidades del viento son débil.

D, C: se considera atmósferas inestables, con velocidades del viento relativamente fuerte, y moderada radiación solar.

En el caso que se suministre que ocurre la inversión hay que dar la altura a la cual ocurre este proceso.

Para entregar los datos de humedad del aire se podrá indicar el valor particular o dar los casos extremos, húmedo medio o seco.

Los resultados que se obtiene del *software*, además de los gráficos pueden ser encontrados en un texto sumario: datos del sitio; datos del químico; datos atmosféricos; fuente Directa; zona Tratada.

Manual de usuario **ALOHA (2007)**.

- **Para la mejor comprensión de los resultados cualitativos de este software se hace referencia a los diferentes LOC que se utilizan:**

AEGL: Las siglas representan los niveles de LOC para una exposición agua, de ahí la sigla *Acute Exposure Guideline Levels*, son los lineamientos de los niveles de una exposición aguda.

ERPG: Las siglas, se utilizan para la planificación de los planes de emergencia, de ahí *Emergency Response Planning Guidelines*.

ERPG-1: Es la concentración en el aire bajo la cual se considera que los individuos expuestos pueden sufrir efectos moderados sobre su salud y percibir claramente un olor desagradable.

ERPG 2: Es la concentración en el aire bajo la cual se considera que los individuos expuestos pueden sufrir efectos irreversibles sobre su salud o síntomas que les impida tomar decisiones para protegerse.

ERPG 3: Es la concentración en el aire bajo la cual se considera que los individuos expuestos a ella se encuentran en condiciones de riesgo para su vida.

TEEL: Las siglas se utilizan cuando no se conocen exactamente los valores de ERPG para un compuesto químico, ya que representa los niveles temporales, *Temporal Emergencyy Exposure Levels*.

TEEL-1: Es la concentración en el aire bajo la cual se considera que los

individuos expuestos pueden sufrir efectos moderados sobre su salud y percibir claramente un olor desagradable.

TEEL-2: Es la concentración en el aire bajo la cual se considera que los individuos expuestos pueden sufrir efectos irreversibles sobre su salud o síntomas que les impida tomar decisiones para protegerse.

TEEL-3: Es la concentración en el aire bajo la cual se considera que los individuos expuestos a ella se encuentran en condiciones de riesgo para su vida.

IDLH: Las siglas están relacionadas con los niveles permisibles de exposición del hombre a compuestos químicos en zonas de trabajo sin afectar la salud y la vida, de ahí las siglas *Inmediatly Dangerous to Life or Health*. No está designado para ser tomado como un límite de exposición a toda la población ya que no está definido en correspondencia con la sensibilidad de algunas personas como los niños. No deben usarse los valores del IDLH para identificar definitivamente condiciones peligrosas en términos generales.

Terminologías utilizadas en el *software* ALOHA:

- Límites de Inflamabilidad. Llamado Límite de Explosividad Inferior (LEL) y Límite de Explosividad Superior (UEL)
- El LOC es un nivel que marca el inicio de la radiación térmica, usualmente el nivel sobre el cual este peligro puede ocurrir.
- Se utilizan tres valores de LOC, medidos en  $\text{kw/m}^2$ 
  - Rojo:  $10 \text{ kw /m}^2$  Potencialmente letal en el intervalo de 60 s.
  - Naranja:  $5 \text{ kw/m}^2$  quemaduras de segundo grado en el intervalo de 60 s.
  - Amarillo:  $2 \text{ kw /m}^2$  (dolor en 60 s).

# Capítulo 3



### 3. Capítulo III. Resultados y Discusión

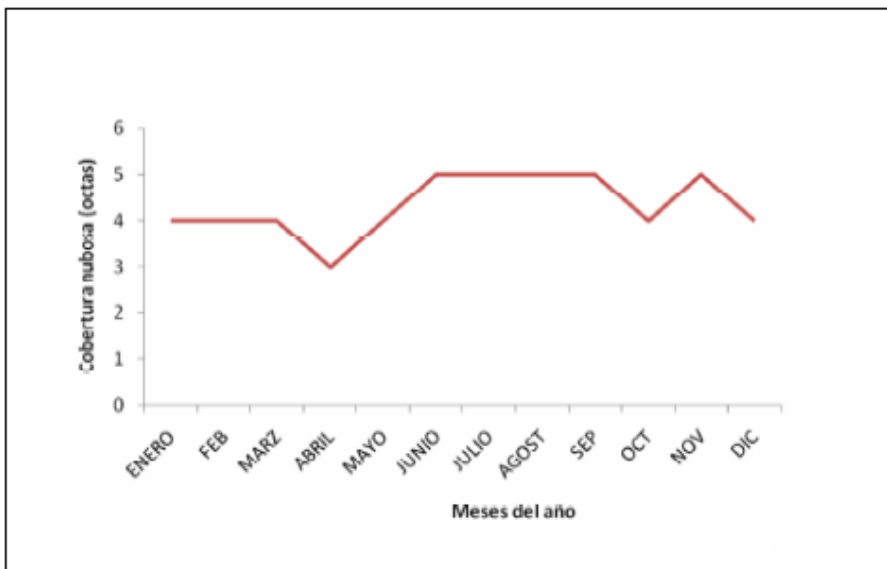
#### 3.1. Resultados de la caracterización del clima de la zona objeto de estudio.

El clima responde a una serie de condiciones físico-geográficas del lugar. La situación geográfica, en la zona tropical, garantiza energía suficiente durante todo el año, para favorecer la ocurrencia de características climáticas tropicales. No obstante la cercanía a la zona extra tropical y al continente norteamericano, así como la influencia de la zona de altas presiones norteamericanas, garantizan la llegada de condiciones subtropicales, de manera intermitente, unas veces más, otros menos en una parte del año. La orografía y el relieve es otro aspecto a tener en cuenta a la hora de analizar el comportamiento del clima, sobre todo en la influencia que tiene en la ocurrencia de fenómenos meteorológicos como las nieblas.

A continuación se describe el comportamiento de las principales variables climáticas analizadas.

##### 3.1.1. Nubosidad

Los mínimos de distribución de días nublados se presentan generalmente en las zonas costeras, que es donde precisamente ocurre el máximo de días despejados, precisamente el mayor número de días de este tipo (más de 100 al año) ocurre en las costas de esta región.



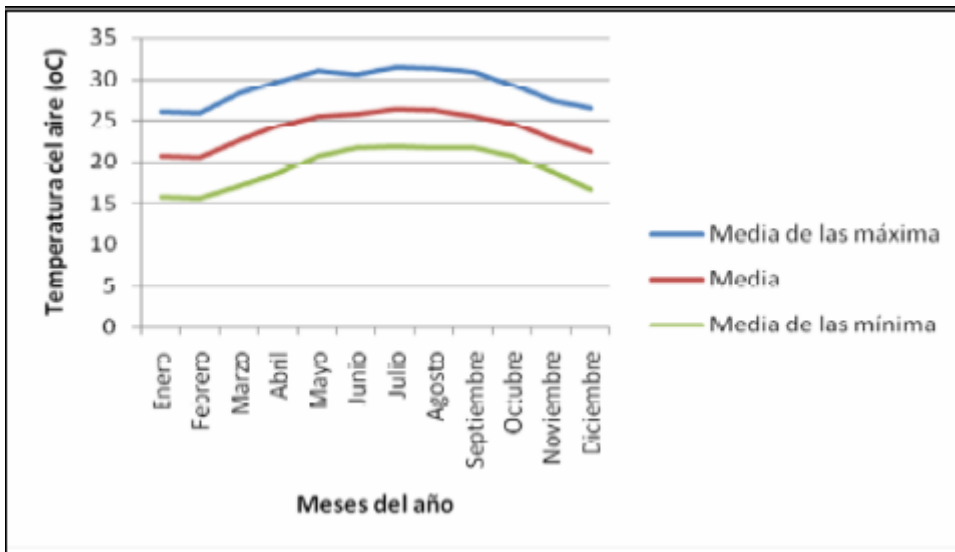
**Figura 3.1:** Comportamiento medio de la nubosidad para la zona objeto de estudio en la década analizada.

**Fuente:** Tapánes (2010); Moya (2010).

En la figura anterior se puede observar que el mes del año con menos nubosidad es abril y que los mayores valores de la misma se registran en junio, julio, agosto y septiembre. En el anexo 1 tabla 1a se puede apreciar con más detalles el comportamiento de esta variable.

### 3.1.2. Temperatura del aire

La temperatura del aire del territorio alcanza su máximo anual en los meses de julio y agosto, mientras que el mínimo de la marcha ocurre en enero y febrero.



**Figura 3.2:** Marcha anual media de la temperatura del aire para el territorio en la década analizada.

**Fuente:** Tapánes (2010); Moya (2010).

La zona en estudio se caracteriza por una temperatura media anual de 23.8 °C, registrándose los valores más elevados del año en los meses de julio (26.3 °C), y agosto (26.1 °C), mientras los más bajos promedios mensuales se registran en febrero (20.5 °C) y enero (20.6 °C). El análisis de las temperaturas máximas promedio, se muestra en la figura 3.2, donde julio y agosto aparecen como los meses más cálidos con 31.4 y 31.3 °C respectivamente. En la misma figura, se presentan los valores medios de temperatura mínima, donde se observa a enero y febrero como los meses más fríos con 15,7 y 15,6°C de temperatura mínima promedio respectivamente.

Debe señalarse que los datos obtenidos para cada uno de los meses del año para la década analizada fueron procesados estadísticamente mediante el programa *Statgraphics Plus 5.1* (2001) donde pudo comprobarse que los coeficientes de variación

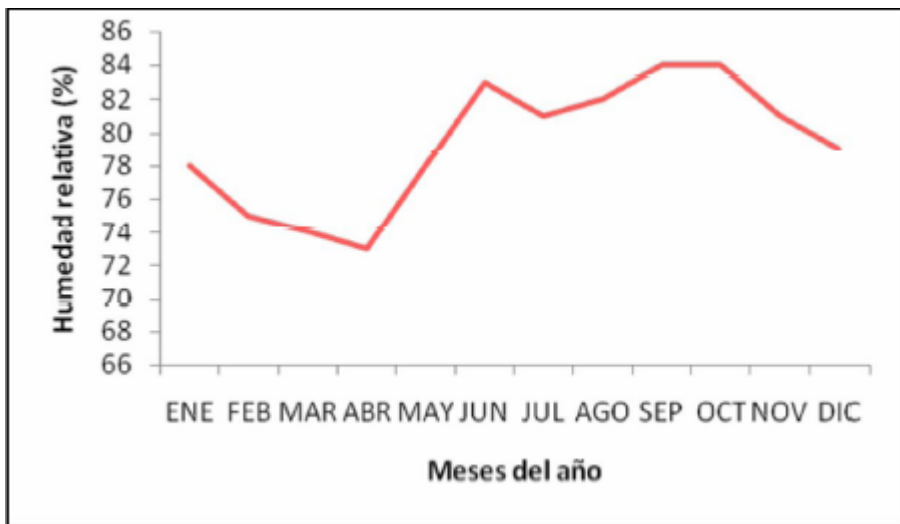
de la temperatura para cada uno de los meses del año no supera el 3 %. Esto garantiza una alta estabilidad del comportamiento del parámetro durante toda la década para el mes en cuestión.

El comportamiento del régimen térmico define la zona como un régimen de tipo costero, caracterizado por un régimen térmico muy cálido, con días cálidos de pequeña oscilación diaria y días frescos.

Existen en el año dos períodos definidos, de mayo a septiembre, con un predominio de días muy cálidos y otro de noviembre a marzo con días agradablemente cálidos o frescos aunque en ocasiones pueden llegar a ser estas características y que se definen como pequeños períodos de tránsito, quedando definido del análisis del régimen térmico con cuatro épocas fundamentales: un verano, un invierno y dos períodos de transición: uno del invierno al verano y otro del verano al invierno. (Ver anexo 1b).

### 3.1.3. Humedad del aire

La humedad relativa muestra valores elevados durante el año dada la cercanía a la costa de la zona. El promedio anual es de 79 %, con valores medios mensuales superiores a 75 % durante casi todo el año, sólo durante abril, que constituye el mes menos húmedo del año alcanza un valor del 73 %, mientras en septiembre y octubre, los meses de mayores reportes de humedad relativa alcanza valores del 84 % (observar figura 3.3).



**Figura 3.3:** Comportamiento de la humedad relativa media de la zona objeto de estudio para la década analizada.

**Fuente:** Tapánes (2010); Moya (2010).

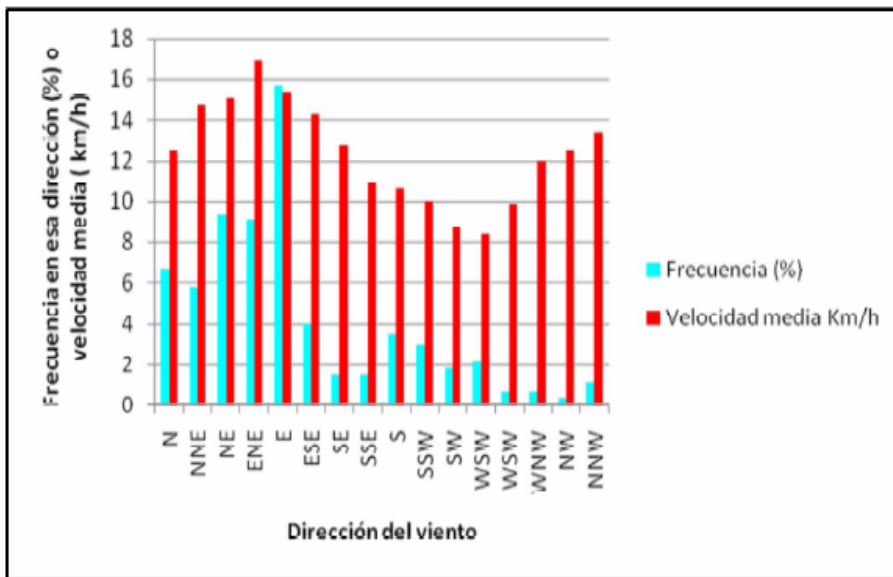


De igual forma que para la temperatura del aire se analizó la variabilidad de este parámetro y en ningún mes el coeficiente de variación supera el 2 % garantizándose la estabilidad de la variable para cada uno de los meses de la década analizada. (Ver anexo 1c).

### 3.1.4. Viento

El viento predominante en la zona es del Este, con una frecuencia de ocurrencia de 15.19 %, seguido del ENE con una frecuencia de 9.16 %. Si se suma la frecuencia de los vientos del primer cuadrante (N-E), ambos inclusive y la de los siguientes rumbos cercanos al E, ESE y SE la frecuencia de ocurrencia de estos vientos alcanza un valor de 57.84 %, más un 25.28 % de frecuencia de las calmas, dejan al resto de los vientos de otros rumbos menos de un 20 % de frecuencia de ocurrencia.

A continuación en la figura 3.4 se refleja la frecuencia de ocurrencia de cada uno de los vientos por rumbos y la velocidad media con que sopla en esa dirección.



**Figura 3.4:** Comportamiento de la velocidad del viento y la frecuencia de ocurrencia para cada dirección en la zona objeto de estudio.

**Fuente:** Tapánes (2010); Moya (2010).

En el anexo 1d se puede observar con mayor grado de detalles el comportamiento de todas las variables analizadas desde el punto de vista climático.

### 3.2. Resultados de la aplicación del software ALOHA

#### 3.2.1. Principales resultados obtenidos anteriormente en el proyecto de investigación.

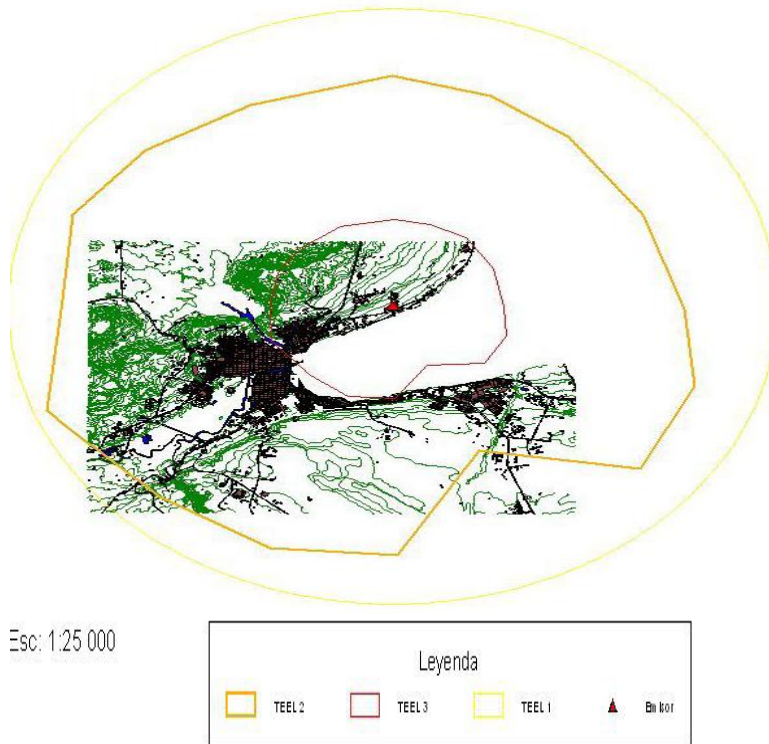
Este trabajo forma parte de un proyecto aprobado por el Instituto de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente en el año 2008, los resultados obtenidos hasta el año 2010 resultan de gran interés y utilidad no solo para la Empresa Comercializadora de Combustible, sino también para los integrantes de este equipo de investigación, pues le permite sobre las experiencias obtenidas continuar investigando con más precisión. Entre los resultados más relevantes del 2010 se encuentra la dispersión de los contaminantes para los diferentes meses del año en las diferentes direcciones del viento y se logra reportar esta dispersión para el peor de los casos analizados durante el año, según se muestra en la siguiente tabla:

Sustancia	Mes más agresivo	Máxima dispersión (m)	Dirección del viento en que se manifiesta
Nafta	Enero	Más de 10000	Para todas las direcciones, excepto WSW, SW, NNW.
Turbo	Julio	118	NNE,NE,ESE,SE, E, SSW, NNW
Diesel	Enero	1000	ENE
Gasolina de Aviación	Julio y Agosto	3500	WSW,SW

**Tabla 3.1.** Resumen de la dispersión de los diferentes contaminantes para el peor de los casos analizados durante el año.

**Fuente:** Tapánes (2010); Moya (2010).

Los resultados anteriormente mostrados no requieren de una explicación adicional pues son los suficientemente evidentes al mostrar la dispersión en el sentido de la longitud, la dirección del viento y el mes en que ocurre la misma, sólo se señala que las nafta resulta la sustancia que más se dispersa y lo hace para tres direcciones en el mes enero; debe notarse que en este caso la nube tóxica puede llegar a una distancia de 10km.



**Figura 3.5.** Representación gráfica de la dispersión de la nafta. Vista ampliada

**Fuente:** Tapánes (2010)

En el gráfico anterior se muestra nube toxica dispersión de la nafta sobre la zona de estudio notándose que resulta alarmante la amplia área de la ciudad que es afectada, de igual manera se obtuvo estos gráficos para el resto de las sustancias.

Al trabajar con el *software* ALOHA para el escenario de dispersión de nube tóxica se logró:

- Definir para el caso de accidentes por derrames en los tanques de nafta, turbo combustible, gasolina de aviación y diesel, las zonas de peligro, así como las concentraciones de las sustancias tóxicas correspondientes a cada una.
- Determinar que la nafta constituye la sustancia que mayor grado de dispersión alcanza y que la concentración máxima permisible en el ambiente de acuerdo a NC'190103 (2003) llega a superar los 10 kilómetros. Siendo las zonas ubicadas en todas las direcciones, excepto WSW, SW, NNW las más afectadas. Representando un serio peligro para una parte considerable de la población de la ciudad de Matanzas

- Caracterizar las sustancias que pueden provocar posibles accidentes en la zona de estudio, se obtuvo el nivel de peligrosidad de las mismas, definiéndose como la de mayor peligro la nafta, tanto desde el punto de vista de su nivel de peligrosidad, de su grado de dispersión como de los volúmenes almacenados.

Estos importantes resultados obtenidos anteriormente motivaron que se recomendara seguir la investigación para otros escenarios, que son los que se estudian a continuación.

### **3.2.2. Establecimiento de las condiciones de trabajo con el *software*.**

Los escenarios que se van a estudiar son:

- Piscina de fuego: el líquido sale del tanque inmediatamente formando un charco de fuego.
- Bola de fuego: explosión del tanque y formación de una bola de fuego del combustible quemado. Para este caso se toma como consideración que la ignición puede producirse por una chispa o llama, y se ha tomado como condición un área congestionada debido a la existencia de accesorios. Este tipo de accidente puede provocar por la onda expansiva, es decir por una sobre presión daños más o menos serios, que van desde la rotura de cristales hasta la destrucción de edificaciones, además puede provocar daños por radiación.
- Nubes inflamables: peligro potencial del químico. Vapores que salen del charco del líquido y pueden inflamarse. Este caso se refiere a que se puede formar una nube de vapor del químico y entrar en contacto con una fuente de ignición externa y que puede ocurrir a partir del valor límite de inflamabilidad. Aquí aparecen solo dos zonas, la roja y la amarilla.

Debido a que el estudio a realizar implica la generación de una gran cantidad de resultados que lejos de facilitar la información la complicarían, convirtiéndose en un informe muy difícil de entender, se toman algunas consideraciones que ayudarían a la interpretación de los resultados obtenidos y su posterior aplicación:

- De acuerdo con los trabajos anteriores se puede trabajar con los valores medios de las variables que caracterizan a la década analizada. Del análisis estadístico realizado se pudo comprobar que estos valores representan el período seleccionado.

- Realizar el estudio para cada uno de los meses del año ya que hay variaciones climatológicas significativas entre los diferentes meses.
- Tomar en cuenta las 16 direcciones del viento posibles para el análisis de la dispersión.
- Generalizar los resultados para las condiciones extremas.

Los parámetros climatológicos son los requeridos por el software para estimar la magnitud de la dispersión del contaminante analizado, los criterios tomados en cuenta para la selección de cada uno de ellos, por la importancia que estos revisten serán analizados independientemente:

- Temperatura del aire: en el caso específico de la temperatura se decide tomar los valores medios de la máxima debido a que con ella se garantiza estimar las peores condiciones de la dispersión.
- Humedad relativa: se trabaja con los valores medios, de lo contrario sería necesario hacer estimaciones para los diferentes horarios del día donde ocurren los valores máximos y mínimos. Además se pudo comprobar que la variación que existe entre la media de las máximas y la media no introduce variaciones de consideración en el comportamiento de la dispersión del contaminante.
- Nubosidad: se toman los valores medio de la nubosidad para cada mes de la década analizada.
- Viento: para este caso se toman los 16 rumbos con la velocidad media correspondiente para el período analizado

### **3.2.3. Estimación de las áreas peligrosas del escenario piscina de fuego.**

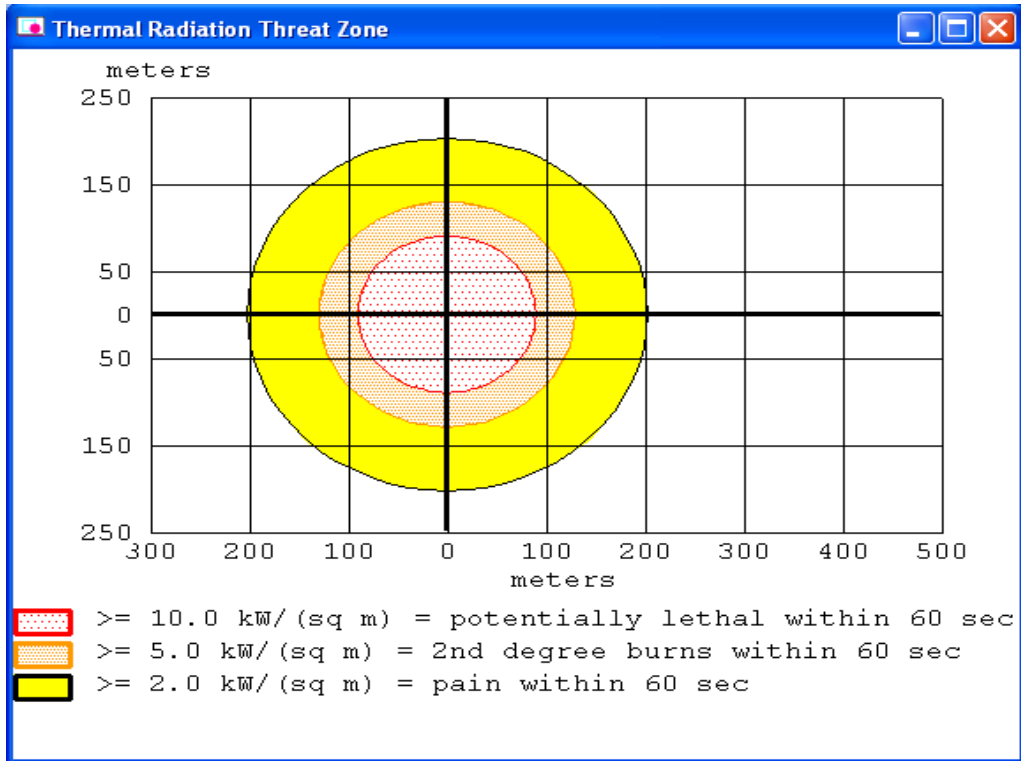
Para estimar el área que se forma de la piscina de fuego se aplicó el *software* para cada una de las sustancias en las condiciones extremas, desde punto de vista climatológico, obteniéndose para las zonas exteriores el resultado que se muestra en la figura 3.6.

Sustancia inflamable: Gasolina

Mes analizado: julio

Dirección del viento: Oeste Sur Oeste

Escenario: Piscina de fuego.



**Figura 3.6:** Área exterior de la piscina de fuego, en el caso de la gasolina.

**Fuente:** Elaboración propia

En el gráfico anterior se observa que para un diámetro de 200 m aproximadamente a la redonda, en la zona roja, se alcanza una radiación de  $10 \text{ kW} / \text{m}^2$  en 60 segundos, que resulta potencialmente letal.

En un área anular por fuera de la anterior y de un alcance o ancho de 30 m, en la zona naranja, se alcanza una radiación de  $5 \text{ kW} / \text{m}^2$ , originando quemaduras de 2do grado en 60 segundos.

En el área anular más exterior, de un ancho de 80 m, se alcanza una radiación de  $2 \text{ kW} / \text{m}^2$ , pudiendo causar irritación de la piel y dolor.

Según el gráfico se compromete por radiación, en un sentido u otro, un área circular de aproximadamente un diámetro de 400 m.

Este escenario de piscina de fuego sufre muy pocos cambios en sus dimensiones cuando cambian las condiciones climatológicas de temperatura, nubosidad, humedad relativa, velocidad y dirección del viento. Lo cual se muestra en la siguiente tabla.

Este escenario de piscina de fuego sufre muy pocos cambios en sus dimensiones cuando cambian las condiciones climatológicas de temperatura, nubosidad, humedad relativa, velocidad y dirección del viento. Lo cual se muestra en la siguiente tabla.

Condiciones	Menos extremas de temperatura	Más extremas de temperatura
Velocidad del viento	2.33 m/s	4.7
Dirección del viento	N	ENE
Humedad relativa	73%	84%
Nubosidad	4	5
Temperatura	26.12 <sup>0</sup> C	31.43 <sup>0</sup> C
<b>Diesel</b>	<b>Largo zona peligro (m)</b>	<b>Largo zona peligro (m)</b>
Zona roja	55	62
Zona amarilla	121	124
<b>Nafta</b>	<b>Largo zona peligro (m)</b>	<b>Largo zona peligro (m)</b>
Zona roja	42	50
Zona amarilla	97	101
<b>Gasolina</b>	<b>Largo zona peligro (m)</b>	<b>Largo zona peligro (m)</b>
Zona roja	98	98
Zona amarilla	199	220
<b>Turbo</b>	<b>Largo zona peligro (m)</b>	<b>Largo zona peligro (m)</b>
Zona roja	54	61
Zona amarilla	121	124

**Tabla 3.2.** Dimensión del área total de la piscina de fuego para las cuatro sustancias estudiadas, bajo las condiciones más extremas y menos extremas.

**Fuente:** Elaboración propia

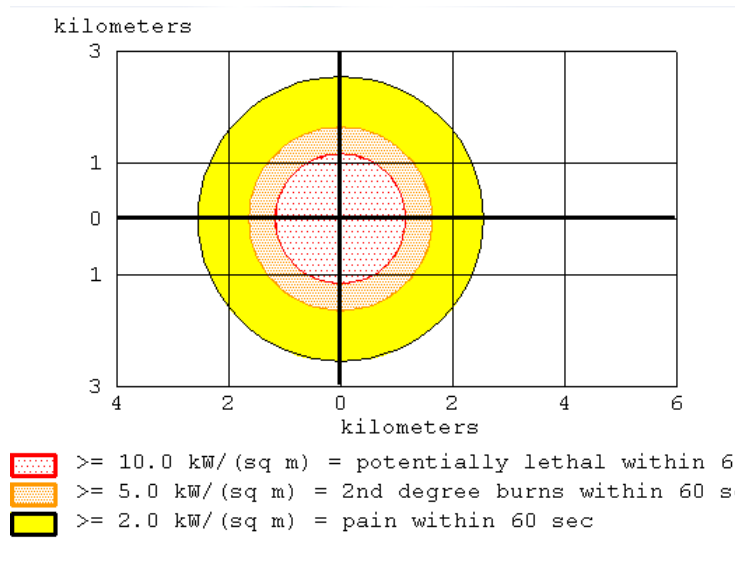
Como puede observarse en la tabla los cambios de los parámetros climatológicos no producen cambios apreciables en lo largo zona de riesgo para la misma sustancia, razón por la cual no se realizó en este trabajo la obtención de los gráficos para los diferentes meses y para diferentes condiciones climatológicas, sino sólo para los parámetros extremos del clima.

Obviamente las dimensiones de las piscinas de fuego para diferentes sustancias son también diferentes, los gráficos obtenidos mediante ALOHA para la Nafta, el Turbo y el Diesel se muestra en el anexos 2.

El estudio de este escenario se realizó debido a que el mismo puede originar los escenarios de bola de fuego y de nube inflamable.

### 3.2.4. Estimación de las áreas peligrosas del escenario bola de fuego.

A continuación se determina mediante el software el área que abarca la bola de fuego para cada una de las sustancias en las condiciones extremas, desde punto de vista climatológico, obteniéndose para las zonas exteriores el resultado que se muestra en la figura 3.7.



**Figura 3.7:** Área exterior de la bola de fuego, en el caso de la gasolina.

**Fuente:** Elaboración propia

Sustancia tóxica: Gasolina

Mes analizado: julio

Dirección del viento: Oeste Sur Oeste

Escenario: bola de fuego.

En el gráfico anterior se observa que para un diámetro de 2.4 km aproximadamente a la redonda, en la zona roja, se alcanza una radiación de 10 kw / m<sup>2</sup> en 60 segundos, que resulta potencialmente letal.

En un área anular por fuera de la anterior y de un alcance o ancho de 0.4 km, en la zona naranja, se alcanza una radiación de 5 kw / m<sup>2</sup>, originando quemaduras de 2do grado en 60 segundos.

En el área anular más exterior, de un ancho de 0.9 km, se alcanza una radiación de 2 kw / m<sup>2</sup>, pudiendo causar irritación de la piel y dolor.

Según el gráfico se compromete por radiación en un sentido u otro un área de 5 km.



Al igual que el escenario anterior, este escenario no experimenta cambios en sus dimensiones cuando cambian las condiciones climatológicas. Lo cual se muestra en la siguiente tabla.

<b>Menos extremas de temperatura</b>	<b>Menos extremas de temperatura</b>	<b>Más extremas de temperatura</b>
Velocidad del viento(m/s)	2.33	4.7
Dirección del viento	N	ENE
Humedad relativa (%)	73	84
Nubosidad	4	5
Temperatura	26.12 <sup>0</sup> C	31.43 <sup>0</sup> C
<b>Diesel</b>	<b>Largo zona de riesgo(km)</b>	<b>Largo zona de riesgo(km)</b>
Zona roja (10kw/m <sup>2</sup> )	1.9	1.9
Zona naranja(5kw/m <sup>2</sup> )	2.7	2.7
Zona amarilla(2kw/m <sup>2</sup> )	4.2	4.1
<b>Nafta</b>	<b>Largo zona de riesgo(km)</b>	<b>Largo zona de riesgo(km)</b>
Zona roja (10kw/m <sup>2</sup> )	1.6	1.5
Zona naranja(5kw/m <sup>2</sup> )	2.2	2.2
Zona amarilla(2kw/m <sup>2</sup> )	3.5	3.4
<b>Gasolina</b>	<b>Largo zona de riesgo(km)</b>	<b>Largo zona de riesgo(km)</b>
Zona roja (10kw/m <sup>2</sup> )	1.2	1.2
Zona naranja(5kw/m <sup>2</sup> )	1.7	1.6
Zona amarilla(2kw/m <sup>2</sup> )	2.6	2.5
<b>Turbo</b>	<b>Largo zona de riesgo(km)</b>	<b>Largo zona de riesgo(km)</b>
Zona roja (10kw/m <sup>2</sup> )	1.9	1.9
Zona naranja(5kw/m <sup>2</sup> )	2.7	2.7
Zona amarilla(2kw/m <sup>2</sup> )	4.3	4.1

**Tabla 3.3.** Dimensión del área de bola de fuego para las cuatros sustancias estudiadas, bajo las condiciones más extremas y menos extremas.

**Fuente:** Elaboración propia

Como puede observarse en la tabla ocurre la misma situación que en el escenario anterior, entre la relación de los parámetros climatológicos y la extensión de zona de riesgo para la misma sustancia, razón por la cual no se realizó tampoco la obtención de

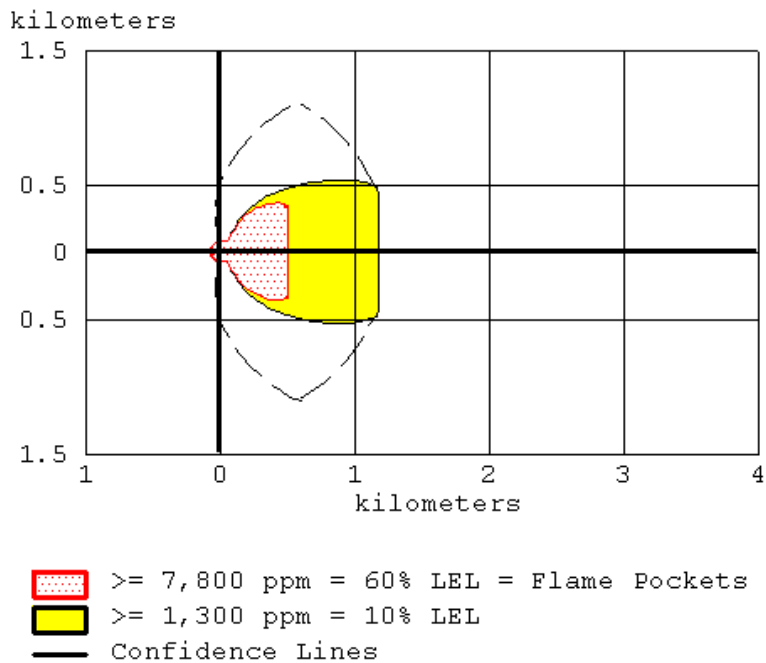
los gráficos para los diferentes meses y para diferentes condiciones climatológicas, sino sólo para los parámetros extremos del clima.

Ocurre también que las dimensiones de las bola de fuego, para diferentes sustancias son también diferentes, los gráficos obtenidos mediante ALOHA para las dichas sustancias se muestra en el anexos 3.

Una explosión pudiera ocasionar daños físicos a otras instalaciones con derrames cuantiosos y la propagación de un incendio de gran magnitud. Un agravante potencial es el hecho de no contar con muros o cubetas de contención en todos los tanques, ni un sistema de drenaje adecuado para canalizar el producto (si hay fracturas) hacia un lugar apropiado que limite el peligro de propagación y facilite la extinción.

### 3.2.5. Estimación de las áreas peligrosas del escenario nube inflamable.

Se estima las áreas externas que abarcan la nube inflamable para cada una de las sustancias en las condiciones extremas, desde punto de vista climatológico, obteniéndose el resultado que se muestra en la figura 3.8.



**Figura 3.8:** Comportamiento de la dispersión de la nube inflamable de gasolina en las zonas exteriores.

**Fuente:** Elaboración propia

Sustancia tóxica: Gasolina

Mes analizado: julio

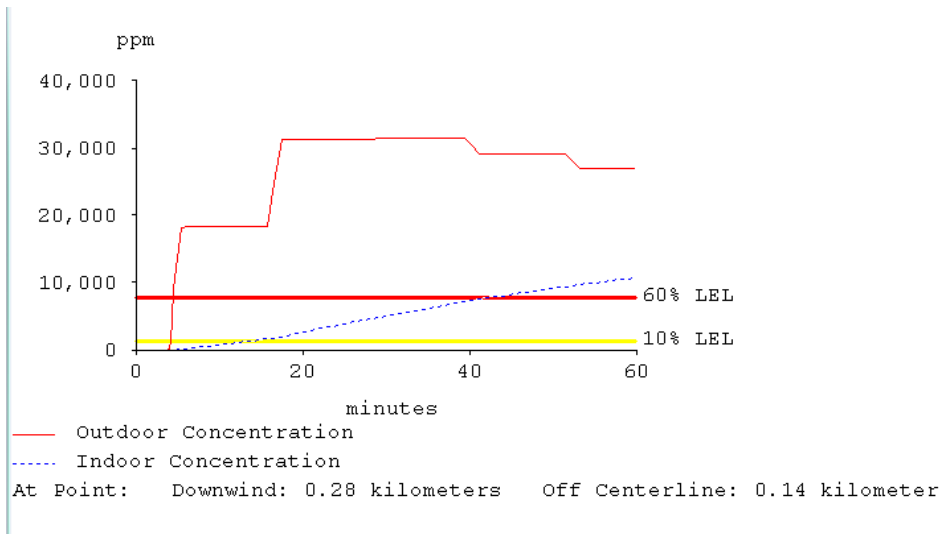
Dirección del viento: Oeste Sur Oeste

Escenario: Nube inflamable.

Este caso se refiere a que se puede formar una nube de vapor del químico y entrar en contacto con una fuente de ignición externa si en ese momento posee una concentración tal que sea superior al límite inferior de inflamabilidad entonces se originará la nube inflamable que tiene áreas de peligro muy bien definidas. Aquí aparecen solo dos zonas, la roja y la amarilla, según se muestra en el figura 3.8.

La zona roja o de mayor peligro de inflamabilidad de la nube alcanzará una distancia de 500 m, y con una concentración de 7800 ppm, lo cual representa el 60% de LEL (Límite inferior de inflamabilidad). Y la zona amarilla de menor peligro se extiende hasta 1200 m, con una concentración de 1300 ppm, lo cual representa el 10% de LEL.

En el gráfico anterior en el extremo derecho de la zona roja se alcanza la concentración de 7800 ppm de la sustancia, lo cual representa el 60% de LEL (Límite inferior de inflamabilidad), ya a partir de este extremo el peligro de inflamarse la nube es alto, ya que a poca distancia a su izquierda o hacia dentro de área roja se va a encontrar concentraciones muy superiores a la concentración límite necesaria para que ocurra la inflamación de la nube. Es decir que mientras más cerca se encuentre el punto ubicado de la fuente de derrame las concentraciones serán más grandes que la correspondiente al límite inferior de inflamabilidad. Un ejemplo de esto es que la concentración en un punto situado a 360 m de la fuente de derrame, es decir a solo 140 m del extremo derecho del área roja (60% LEL) es de 16300 ppm (125% LEL).



**Figura 3.9.** Comportamiento de la dispersión de la nube inflamable de la gasolina en las zonas interiores y exteriores con respecto a tiempo a una distancia fija.

**Fuente:** Elaboración propia

Si se ubica un punto de la zona roja del gráfico, a 280 m del orificio en la dirección del viento se puede observar que para los locales interiores se alcanza la concentración correspondiente al 10% del LEL a los 42 minutos aproximadamente. A los 60 minutos se alcanza una concentración equivalente al 60% del LEL, pero para los locales interiores apenas se alcanza la concentración del límite inferior de inflamabilidad, por lo que no se debe esperar inflamación o fuego. En el caso del exterior aproximadamente a los 3,5 minutos se alcanza sólo el 10% del LEL, y a los 4 minutos se alcanza el 60% del LEL, cuando llegar a los 5 minutos se supera el límite inferior de inflamabilidad, a partir de este momento en presencia de una fuente externa de ignición la nube se inflama.

Menos extremas de temperatura	Menos extremas de temperatura	Más extremas de temperatura
Velocidad del viento(m/s)	2.33	4.7
Dirección del viento	N	ENE
Humedad relativa (%)	73	84
Nubosidad	4	5
Temperatura(°C)	26.12	31.43
<b>DIESEL</b>	Largo zona de riesgo(m)	Largo zona de riesgo(m)
Zona roja (60% LEL)	100	100
zona naranja	No	No
zona amarilla (10% LEL)	100	100
<b>NAFTA</b>	Largo zona de riesgo(m)	Largo zona de riesgo(m)
Zona roja (60% LEL)	102	No
zona naranja	No	No
zona amarilla (10% LEL)	332	207
<b>GASOLINA</b>	Largo zona de riesgo(m)	Largo zona de riesgo(m)
Zona roja (60% LEL)	406	300
zona naranja	No	No
zona amarilla (10% LEL)	965	830
<b>TURBO</b>	Largo zona de riesgo(m)	Largo zona de riesgo(m)
Zona roja (60% LEL)	98	98
zona naranja	No	No
zona amarilla (10% LEL)	99	99

**Tabla 3.4.** Dimensión del área total de la piscina de fuego para las cuatro sustancias estudiadas, bajo las condiciones más extremas y menos extremas.

**Fuente:** Elaboración propia

A diferencia de los escenarios anteriores, en el escenario de la nube inflamable se produce cambios del largo de la zona de riesgo con respecto a los cambios de las variables del clima en el caso de la nafta y gasolina, no así en el caso de diesel y el turbo. Esto se puede ver en la tabla anterior. De acuerdo con esto en el caso de gasolina y nafta se realizó 182 gráficos por cada una de ellas, en función de 12 meses del año y las 16 direcciones del viento, mientras que en caso de diesel y turbo la nube

inflamable resulta de menor tamaño que el máximo diámetro del charco según el resultado de *software* ALOHA.

La tabla 3.4 que se muestra a continuación, es un fragmento del anexo 4 y ofrece un ejemplo del resumen de los resultados de la dispersión de las nubes inflamables para cada sustancia, que fueron obtenidos al elaborar 364 gráficos por el *software* ALOHA.

Temperatura(°C)		31,43	GASOLINA-JULIO		
Nubosidad		5			
Humedad (%)		81			
Dirección del Viento	Vel Media del Viento (m/s)	Conc (ppm)	Largo (m)	Ancho (m)	Afectación de locales interiores
N	3,47	LOC: 7800(60% LEL)	377	180	5-6min
		LOC 2: NO	NO	NO	NO
		LOC: 1300(10% LEL)	969	560	1-2min

**Tabla 3.5.** Comportamiento de la dispersión de la nube inflamable de las diferentes sustancias analizadas para cada uno de los niveles que establece el *software* ALOHA según la EPA en el interior de los locales.

**Fuente:** Elaboración propia

Como se observa en el mes de julio para la gasolina bajo las condiciones climatológicas correspondientes se obtiene que en la dirección norte la nube inflamable tiene un área de concentración mayor o igual que 7800 ppm, de 377 m de largo y 180 m de ancho, este ancho fue medido desde la lineal central hasta el borde superior de área, de manera tal que si desea tener el ancho total se debe multiplicar por dos. Para locales interiores se alcanza una concentración del contaminante de 7800 ppm entre los 5-6 minutos.

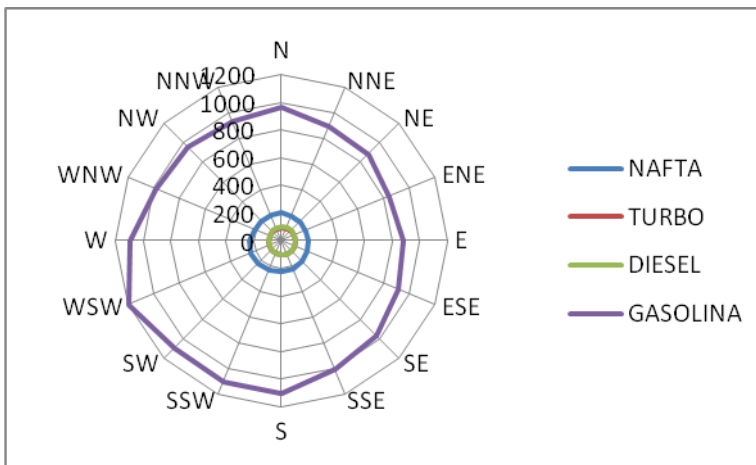
El área amarilla que posee una concentración de 1300 ppm, es igual a la concentración que corresponde al 10% del LEL, de 969 m de largo y 560 m de ancho, este ancho fue medido desde la lineal central hasta el borde superior de área, de manera tal que si desea tener el ancho total se debe multiplicar por dos. Para locales interiores se alcanza una concentración del contaminante de 1300 ppm entre los 1-2 minutos.

En el resto de las tablas de anexos 5 se deben interpretar los datos de la misma forma.

Distancia longitudinal alcanzada por la nube inflamable (m)				
JULIO				
RUMBOS	NAFTA	TURBO	DIESEL	GASOLINA
N	210	99	100	969
NNE	197	99	100	898
NE	195	99	100	889
ENE	187	99	100	841
E	194	99	100	878
ESE	199	99	100	909
SE	208	99	100	961
SSE	222	99	100	1000
S	223	99	100	1100
SSW	228	99	100	1100
SW	241	99	100	1100
WSW	245	99	100	1200
W	231	99	100	1100
WNW	213	99	100	989
NW	210	99	100	969
NNW	205	99	100	938

**Tabla 3.5:** Resumen de comportamiento de la dispersión de la nube inflamable de las diferentes sustancias para cada rumbo en el mes de Julio.

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 3.10.** Representación de la dispersión de la nube inflamable para las diferentes sustancias en el mes de julio.

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura anterior se ofrece, como ejemplo, la dispersión alcanzada para el mes de julio (en metros) para cada una de las sustancias inflamables analizadas. Estas curvas fueron construidas para la distancia donde la nube inflamable alcanza una concentración de sustancia (LOC) que es igual al 10% de la concentración del límite inferior de inflamabilidad (LEL).

Obsérvese que para el mes de julio, la gasolina es quien alcanza la mayor distancia de la nube inflamable, 1200 m para la dirección oeste sur oeste (WSW). Para la gasolina se alcanza las mayores distancias en todas las direcciones en que sopla el viento en este mes.

En cuanto a la nube inflamable de la nafta alcanza una extensión de 245 m, en la dirección del viento WSW, en el resto de las direcciones del viento las distancias son inferiores a este valor.

La nafta es la sustancia que después de la gasolina se dispersa más

Para el diesel y el turbo sus nubes tóxicas no superan los 1000 m y 118m respectivamente. El resumen detallado para cada uno de los meses del año todos los tóxicos analizados aparecen reflejados en el anexo.

A continuación y teniendo en cuenta los resultados del anexo 5, se muestra una tabla que generaliza la dispersión de la nube inflamable en el momento del año en que se alcanza la mayor longitud de dispersión para las diferentes sustancias.

Sustancias	Mes más agresivo	Máxima dispersión (m)	Dirección del viento en que se manifiesta
Nafta	Julio, Agosto, Septiembre	245	SSE,S,SSW,SW,WSW,W
Gasolina	Julio, Agosto, Septiembre	1200	SSE,S,SSW,SW,WSW,W

**Tabla 3.5.** Resumen de la dispersión de los diferentes sustancias para el máximo alcance de la nube inflamable.

**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede apreciar no aparece ni el turbo combustible ni el diesel, debido a que la nube inflamable de estas sustancias en primer lugar tiene un tamaño menor que el



charco de derrame, y en segundo lugar a que esas nubes no varían sus áreas cuando cambian las condiciones climáticas en cada mes.

La gasolina es la sustancia de mayor alcance para las direcciones señaladas en la tabla y que resulta ser de 1200 m.

La nafta es la segunda sustancia a tener en cuenta en relación con el máximo alcance de su nube inflamable, que llega a ser de 245 m, en 6 de los 16 rumbos del viento.

# Conclusiones



## Conclusiones

- La aplicación del software ALOHA permitió definir, para el caso de accidentes de derrame en los tanques de nafta, turbo combustible, gasolina de aviación y diesel, las zonas de peligro de incendio y explosión, así como las concentraciones que pueden causar estos tipos de accidentes.
- Mediante el software ALOHA se pudo determinar que el escenario de piscina de fuego para la gasolina es la que mayor área abarca, siendo la longitud alcanzada (medida sobre la línea central) de 199 m para las condiciones menos extremas y 220 m para las condiciones más extremas.
- Se pudo determinar que el escenario de bola de fuego para el turbo combustible y el diesel presentan el mayor largo de la zona del riesgo, llegando a ser en el caso del turbo de 4300 m, y en el caso del diesel de 4200 m.
- Mediante el software ALOHA se pudo determinar que la nube inflamable de la gasolina es la que mayor grado de dispersión alcanza en todas las direcciones del viento, llegando a ser 1200 m en la dirección WSW. Siendo la zonas ubicadas en las direcciones SSE, S, SSW, SW, WSW, W las más afectadas.

# Recomendaciones



## Recomendaciones

- Realizar un estudio y una búsqueda de un método que permita estimar las aéreas de peligro que se originan por la ocurrencia de un accidente que provoque una reacción en cadena.
- Realizar una investigación mediante este mismo método de los tanques de almacenamiento de gases combustibles bajo la responsabilidad de esta empresa.
- Establecer todas las medidas de protección en los tanques, como son los muros de contención y sistemas de extinción por agua y espuma.

# *Bibliografia*



## Bibliografía consultada

- Acosta, G. (2008) Evaluación de riesgos en la Empresa de Perforación y Extracción de Petróleo del Centro. Tesis en opción al título de Ingeniero Químico. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos. Cuba.
- Álvarez, J. (1999). Ambiente y enfermedad. Científico técnica. La Habana, Cuba.
- Almeida, M. 2007, *Toxicological*, Universidad de Matanzas, 2007, 'ALOHA 5.4.1', in, Office of Emergency Management, EPA and Emergency Response Division, NOAA. Cuba.
- Badia, M. D. (2004). Manual de documentos de la Planta de Procesamiento de Crudo. Reglamentos tecnológicos., MINBAS, La Habana.
- Casal, et al. (2001), Análisis del Riesgo en Instalaciones Industriales, Alfa omega S.A., Bogotá (Colombia), ISBN: 958-682-287-7.
- Ceballos, C. L (2003). Preparación para la defensa, sustancias tóxicas su protección. Félix Varela. La Habana, Cuba.
- Colectivo de autores. (1999). Evaluación de riesgos químicos. PNUMA/IPCS. ONU.
- Correa, A. D (2004). Manual de Seguridad y Salud Ocupacional. Transportación segura de sustancias peligrosas., MINBAS, La Habana.
- Duarte, G. 2009. SIAFASRL. *SIAFASRL*. [En línea] 2009. [Citado el: 2 de 1 de 2011.] <http://natlaw.com/interam/ar/eg/rg/rgareg11.htm>.
- Duffus, J.H, Worth, G.J. (1996). *Fundamental Toxicology for Chemists*. Royal Society of Chemistry, Londres.
- Faustman, E. & Omenn, G. (1996). '*Risk Assessment*', in *Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons*, McGraw-Hill, New York, pp. 75-88. Faustman, E. & Omenn, G. 1996, Risk Assessment, McGraw- Hill, New York.
- IUPAC. (1993) *Glossary for chemists of terms used in toxicology*.
- Irving, N. 2003, *Dangerous properties of industrial materials*.
- Klaassen, C.D. (1996). *Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons*.

- Linares, O. G. (2001). Manual del sistema de prevención de riesgos laborales. Gestión y prevención de riesgos laborales en una industria horchatera. IX seminario de formación.
- Manual de usuario del software ALOHA. (2007). Disponible en página Web de la facultad Química Mecánica. [On line]. [www.fiqm.umcc.cu](http://www.fiqm.umcc.cu).
- Méndez, B. B. (2004). Condiciones de Seguridad en la carga y descarga de camiones cisterna: líquidos inflamables. Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.
- Morales, Y. C (2004). Manual de procedimientos de Seguridad Industrial. Protección a las instalaciones., La Habana.
- Moya B. (2010), Datos Meteorológicos. Instituto de Meteorología. CITMA. Matanzas. CUBA.
- Muñoz, B. V. (1997). Prevención de Riesgos – Implantación de un sistema efectivo de control del riesgo operacional en la empresa [on line]. Marzo, 2009 Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos12/tipriesg/tripriesg.shtml>.
- PNUMA/IPCS. (1999). Evaluación de riesgos químicos., Programa Nacional de las Naciones Unidas.
- Ramos, A. (1987). Procedimiento para el Análisis de Riesgos de Operación. Método HAZOP. Comisión Autónoma de Seguridad e Higiene en el Trabajo de Industrias Químicas y Afines, Madrid.
- Rios, M, G. (2009). Prevención de Riesgos por Agentes. [documento] madrid,españa : E.T.S.I.I., UNED, 2009. ISBN/ISSN.
- Rodríguez, D. G. (2004). Manual de procedimientos de Seguridad Industrial. Protección a las instalaciones. Instrucción de seguridad para los riesgos eléctricos. MIMBAS, La Habana.
- Rodríguez, T. 2006, Riesgos industriales en la empresa de generación eléctrica "Antonio Guiteras", Tesis de Grado (Ingeniería Química) tesis, Universidad de Matanzas.
- Tapanes, Y, M. (2010). Evaluación de atmósferas peligrosas en la Empresa comercializadora de combustibles, Matanzas a partir de los posibles accidentes con productos tóxicos. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos Cuba.



Universidad de Matanzas, Cuba. : s.n., 2010. Tesis en opción al título de Ingeniero Químico.

- Vílchez, J. et al. (1995). *Lessons Learnt from emergencies alter accidents in Portugal and Spain involving dangerous chemical substances*. Office for Official Publications of the European Community.
- Wells, G. (1997). *Major Hazards and their Management*, Gulf Publishing Company, Houston, TX (USA), ISBN 0-85295-368-2.

### **Bibliografía complementaria**

- Busto, R. 2007, Gestión de la prevención en riesgos laborales aplicada a Centrales Termoeléctricas, Publidisa, Madrid, España.
- Covello, Merkhofer. (1993). *Risk Assessment Methods. Approaches for Assessing Health and Environmental Risks*, Plenum Prees, New York.
- Doporto, L y col. (1953). Diccionario Enciclopédico U.T.E.H.A. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana. México .T. VIII. 12500 p.
- Encarta® 2006 [DVD]. Microsoft Corporation, 2005. "Accidente." Microsoft®
- Galán, (2002). Manual del sistema de prevención de riesgos laborales, Xixona.
- Grossman, E. 1985, Flexibilidad en procesos químicos., Reverte, México.
- Helferich, W. & Winter, C. 2001, *Food toxicology*, CRC Press, Boca Ratón, FL USA.
- Joaquín. (1999). Ambiente y enfermedad., Científico - Técnico, La Habana.
- Lama. A. (2010). Especialista en Higiene y Epidemiología. Consultas Personales. Provincia Salud. Matanzas.
- Martínez, N. (2009). Análisis de los riesgos industriales en la Empresa Comercializadora de Combustibles Matanzas. Tesis en opción al título de Ingeniero Químico. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos. Cuba.
- Mañas, J. L. (1991). Aprovechamiento de los Métodos de Análisis de Riesgos para mejorar la seguridad en industrias químicas y afines. Ingeniería Química, pp. 213-221.
- Muñoz, B. (1992). La Metodología de la Seguridad Industrial, Ministerio de Ciencia y Tecnología.

- NC 93 02 202. (1987). Requisitos higiénicos sanitarios. Concentraciones máximas admisibles, Altura mínima de expulsión y Zonas de Protección Sanitaria.
- NC 74:2000. (2000). Prevención de los Riesgos Laborales. Reglas Generales para la Implantación de un Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo. Septiembre.
- NC 19 01 03. (2003).SNPHT. Micro Clima Laboral. Requisitos higiénicos sanitarios. Métodos de medición.
- NTP 108: (2008) Criterios toxicológicos generales para los contaminantes químicos. Riesgos químicos y biológicos Fundación Social Aplicada al Trabajo FUSAT. Buenos Aires Argentina [1-2-2008].
- Orozco, J. L. (2007) .M.P.Almeida Galván, T. R. Rodríguez, P.R. Pérez Estévez, S. Díaz Suárez y L.Curiel Lorenzo. Incidencias atmosféricas de escapes en plantas químicas. Metodología de Evaluación aplicada a una planta de tratamiento de agua de una Central Térmica. Ingeniería Química. Barcelona. No 463. Octubre Año XL. Pág. 80-84.
- Orozco, J. L. (2007) .Guía para proyecto de riesgo y seguridad industrial. [On line]. Disponible en <http://www/fiqm.umcc.cu>.
- Perera. M. (2006). Estudio de la Calidad del Aire en el Puerto de Matanzas. Reporte Técnico. CITMA. Matanzas.
- R.H., P. (1997), *Perry's Chemical Engineers Handbook*, McGraw-Hill, Inc., New York (USA).
- Soriano (2010) .Especialista en Meteorología. Aeropuerto Internacional Juan G. Gómez de Varadero. Matanzas.
- Zagal, J. (1996). Memoria del simposio regional sobre preparativos para emergencias y desastres químicos. Disponible en Internet. [On line]. <http://www.cepis.ops.oms.org/tutorial/fulltex/evaluación.html>.2009.

*A nexos*



**Anexo 1** Comportamiento de las variables climatológicas para la zona objeto de estudio en la década 2000-2009.

**Tabla 1a** Comportamiento de los valores medio de la nubosidad para el periodo estudiado.

AÑO/MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2000	5	4	4	3	3	4	5	4	5	5	4	3
2001	4	4	4	3	3	5	4	4	3	5	4	4
2002	4	3	4	4	3	4	5	5	5	4	4	5
2003	4	5	4	3	4	5	5	4	5	3	5	4
2004	3	5	5	4	5	5	5	5	4	3	5	4
2005	5	4	5	3	4	5	4	5	4	5	5	4
2006	5	4	4	3	4	5	5	5	4	4	5	3
2007	4	5	4	3	5	3	5	4	5	4	4	5
2008	3	3	4	4	5	4	4	3	4	4	4	4
2009	4	4	3	4	5	5	5	5	5	5	5	4
<b>Media</b>	4	4	4	3	4	5	5	5	5	4	5	4
<b>Coefficiente variación</b>	17.9967	17.9967	13.845	15.1882	21.356	15.7135	10.2776	15.891	15.891	18.7812	11.7121	16.6667
<b>Desviación estándar</b>	0.7378	0.7378	0.5676	0.5163	0.8755	0.7071	0.483	0.6992	0.6992	0.7888	0.527	0.6666

**Anexo 1 Continuación****Tabla 1b** Comportamiento de los valores medio de la temperatura máxima para el periodo estudiado

<b>AÑO/MES</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
<b>2000</b>	26	25.7	28	29.6	30.5	30.4	31.3	31.2	30.7	29.2	27.2	26.4
<b>2001</b>	27	26.8	27.5	28.7	30.9	29.7	31.9	30.9	31.6	29	26.5	26.6
<b>2002</b>	26.5	25.7	28	29.9	29.7	30.7	30.8	31.9	30.8	28.5	27.2	26.5
<b>2003</b>	25.4	25.9	28.4	30.3	30.5	30.8	31.9	31.8	29.5	28.8	27.6	27.4
<b>2004</b>	25.5	26.5	28.2	29.3	31.8	29.5	31.5	30.9	30.7	29.5	27.9	27.3
<b>2005</b>	26.7	25.8	28.8	30.9	30.8	31.8	30.9	31.8	31.7	30.5	26.6	25.8
<b>2006</b>	25	27	28.4	28.9	30.9	31.5	31.8	30.9	29.9	30.6	27.5	26.9
<b>2007</b>	26.6	24.5	28	29.2	31.6	29.9	31.6	30.9	30.9	29.8	28.8	27
<b>2008</b>	25.9	25.9	28.1	29.8	30.9	30.5	30.9	30.8	31.9	29.5	26	26.5
<b>2009</b>	26.9	25.4	28.6	30.5	31.8	30.6	31.7	31.9	30.5	30	27.9	25
<b>Media</b>	26.15	26.12	28.2	29.71	30.94	30.54	31.43	31.3	30.82	29.54	27.32	26.54
<b>Coefficiente variación</b>	2.6448	2.7808	1.3056	2.3929	2.1177	2.3972	1.3668	1.5506	2.4842	2.3572	2.9726	2.6949
<b>Desviación estándar</b>	<b>0.6916</b>	0.7208	0.3681	0.7109	0.6552	0.7321	0.4295	0.4853	0.7656	0.6963	0.8121	0.7152

**Tabla 1c.** Comportamiento de los valores medio de la humedad relativa para el periodo estudiado.

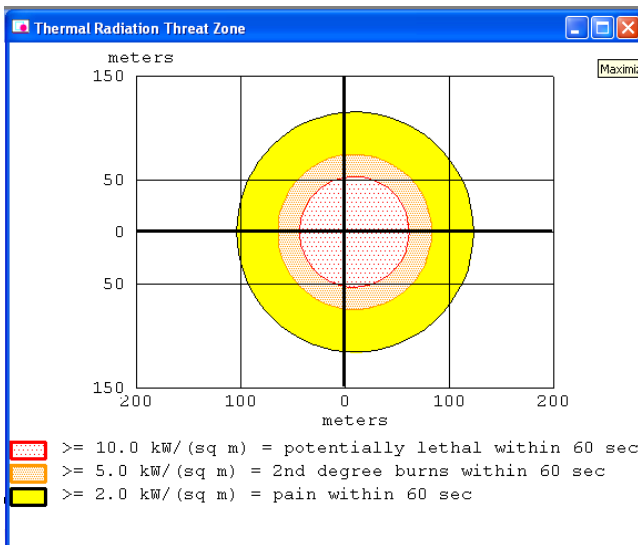
<b>AÑO/MES</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
<b>2000</b>	<b>78</b>	<b>75</b>	<b>74</b>	<b>73</b>	<b>78</b>	<b>83</b>	<b>81</b>	<b>82</b>	<b>84</b>	<b>84</b>	<b>81</b>	<b>79</b>
<b>2001</b>	79	74	74	74	77	84	79	83	83	84	82	78
<b>2002</b>	78	76	74	72	78	83	80	81	83	83	81	80
<b>2003</b>	79	74	75	74	79	82	83	83	84	84	82	79
<b>2004</b>	77	75	73	73	77	82	81	83	85	85	81	78
<b>2005</b>	78	75	74	73	78	84	82	82	83	83	83	80
<b>2006</b>	78	76	75	72	79	83	81	81	84	83	80	80
<b>2007</b>	78	75	73	74	79	83	82	82	84	85	79	78
<b>2008</b>	76	74	73	72	78	82	81	81	85	85	80	79
<b>2009</b>	79	76	75	73	77	84	80	82	85	84	81	79
<b>Media</b>	78	75	74	73	78	83	81	82	84	84	81	79
<b>Coefficiente variación</b>	1.2087	1.0886	1.1033	1.1184	1.0467	0.9837	1.4255	0.9957	0.972	0.972	1.4255	1.0335
<b>Desviación estándar</b>	0.9448	0.8164	0.8164	0.8164	0.8164	0.8164	1.1547	0.8164	0.8164	0.8164	1.1547	0.8164

**Anexo 1 Continuación.**

**Tabla 1d.** Comportamiento de los valores medio de la velocidad y frecuencia de ocurrencia de los vientos para la década 2000 - 2009.

<b>Rumbos</b>	<b>Frecuencia (%)</b>	<b>Velocidad media ( Km/h)</b>
N	6.7	12.5
NNE	5.8	14.7
NE	9.4	15
ENE	9.1	16.9
E	15.7	15.4
ESE	4	14.3
SE	1.5	12.7
SSE	1.5	10.9
S	3.5	10.6
SSW	3	10
SW	1.8	8.7
WSW	2.1	8.4
W	0.7	9.9
WNW	0.7	12
NW	0.4	12.5
NNW	1.1	13.4

## Anexos 2: gráfico que muestra área exterior de la piscina de fuego Diesel: condición más extrema

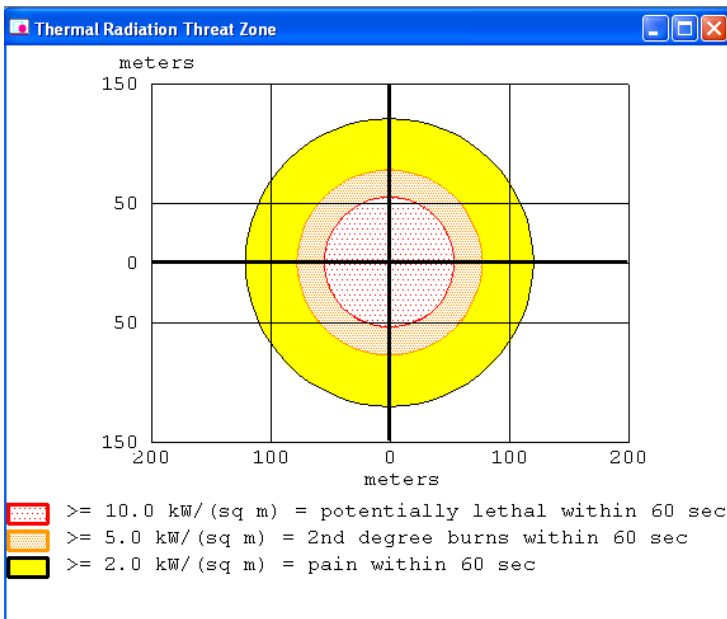


Red: 62 meters --- ( $10.0 \text{ kW}/(\text{sq m})$ ) = potentially lethal within 60 sec)

Orange: 84 meters --- ( $5.0 \text{ kW}/(\text{sq m})$ ) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 124 meters --- ( $2.0 \text{ kW}/(\text{sq m})$ ) = pain within 60 sec)

## Diesel: condición menos extrema



Red: 55 meters --- ( $10.0 \text{ kW}/(\text{sq m})$ ) = potentially lethal within 60 sec)

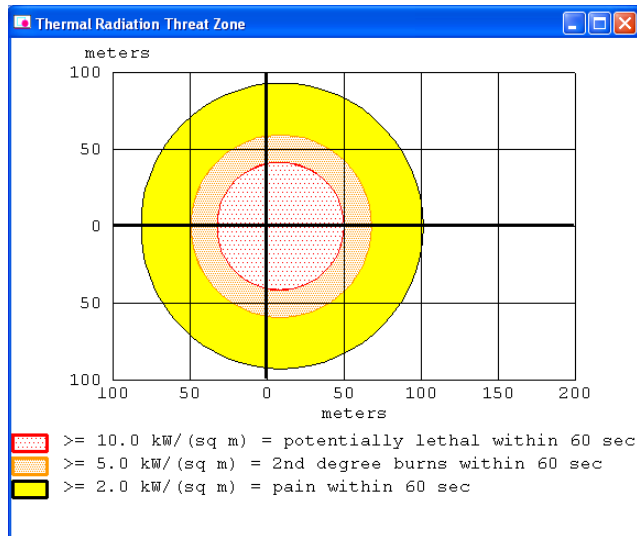
Orange: 78 meters --- ( $5.0 \text{ kW}/(\text{sq m})$ ) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 121 meters --- ( $2.0 \text{ kW}/(\text{sq m})$ ) = pain within 60 sec)



## Anexos 2 (continuación) gráfico que muestra área exterior de la piscina de fuego

### Nafta: condición más extrema

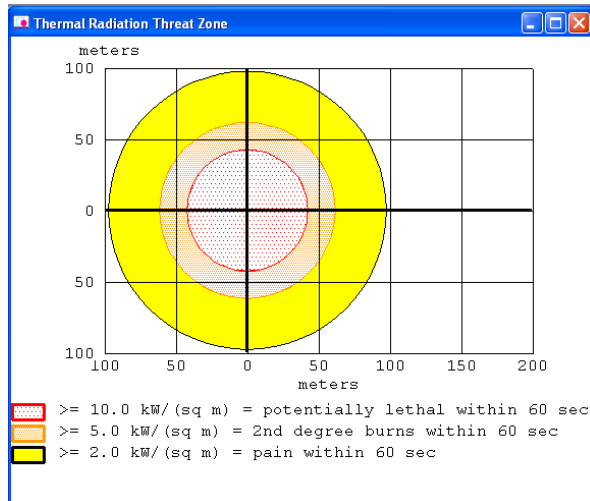


Red: 50 meters --- (10.0 kW/ (sq m) = potentially lethal within 60 sec)

Orange: 68 meters --- (5.0 kW/ (sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 101 meters --- (2.0 kW/ (sq m) = pain within 60 sec)

### Nafta: condición menos extrema



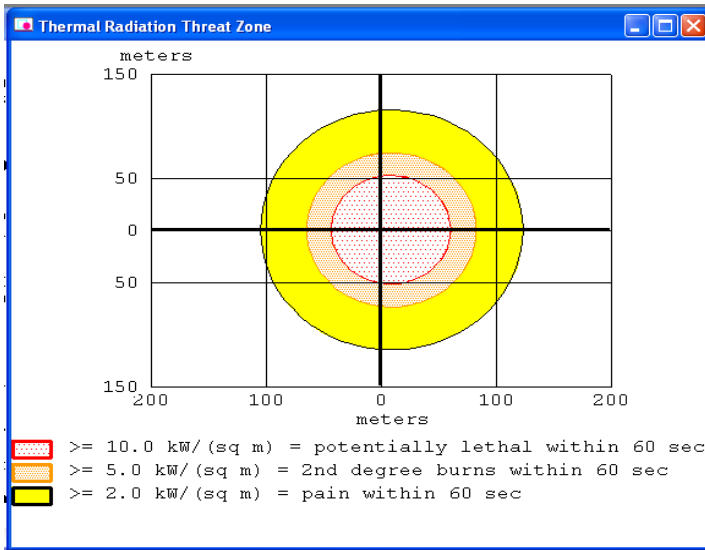
Red: 42 meters --- (10.0 kW/ (sq m) = potentially lethal within 60 sec)

Orange: 62 meters --- (5.0 kW/ (sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 97 meters --- (2.0 kW/ (sq m) = pain within 60 sec)

## Anexos 2(continuación) gráfico que muestra área exterior de la piscina de fuego

### Turbo: condición más extrema

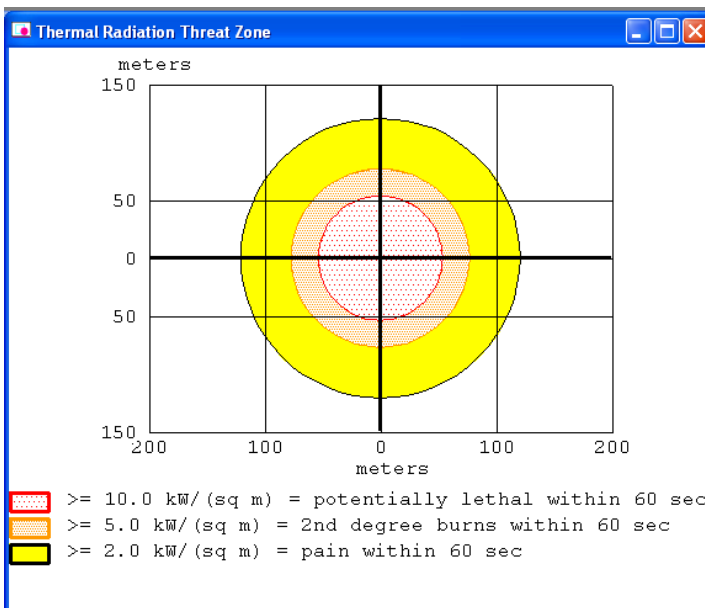


Red: 61 meters --- (10.0 kW/ (sq m) = potentially lethal within 60 sec)

Orange: 83 meters --- (5.0 kW/ (sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 124 meters --- (2.0 kW/ (sq m) = pain within 60 sec)

### Turbo: condición menos extrema



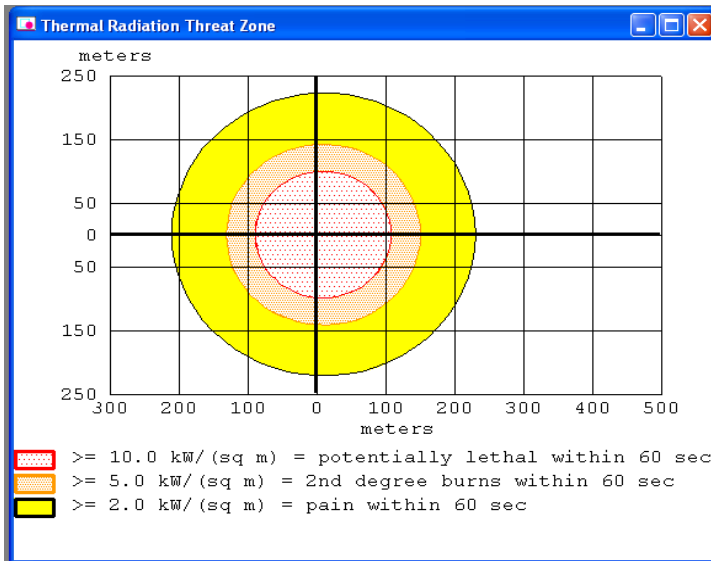
Red: 54 meters --- (10.0 kW/ (sq m) = potentially lethal within 60 sec)

Orange: 77 meters --- (5.0 kW/ (sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 121 meters --- (2.0 kW/ (sq m) = pain within 60 sec)

## Anexos 2 (continuación) gráfico que muestra área exterior de la piscina de fuego

### Gasolina: condición más extrema

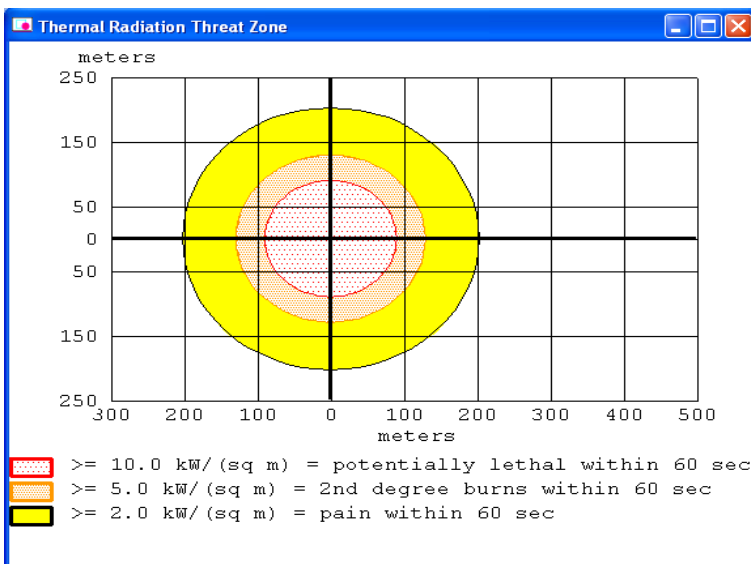


Red : 109 meters --- ( $10.0 \text{ kW}/(\text{sq m})$ ) = potentially lethal within 60 sec)

Orange: 151 meters --- ( $5.0 \text{ kW}/(\text{sq m})$ ) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 231 meters --- ( $2.0 \text{ kW}/(\text{sq m})$ ) = pain within 60 sec)

### Gasolina: condición más extrema

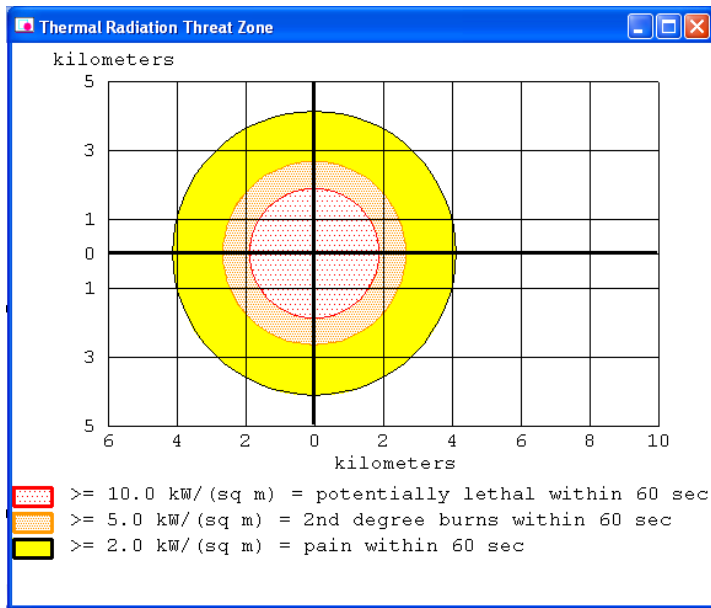


Red: 100 meters --- ( $10.0 \text{ kW}/(\text{sq m})$ ) = potentially lethal within 60 sec)

Orange: 149 meters --- ( $5.0 \text{ kW}/(\text{sq m})$ ) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 233 meters --- ( $2.0 \text{ kW}/(\text{sq m})$ ) = pain within 60 sec)

## Anexos 2: gráfico que muestra área exterior de la bola de fuego Diesel: condición más extrema

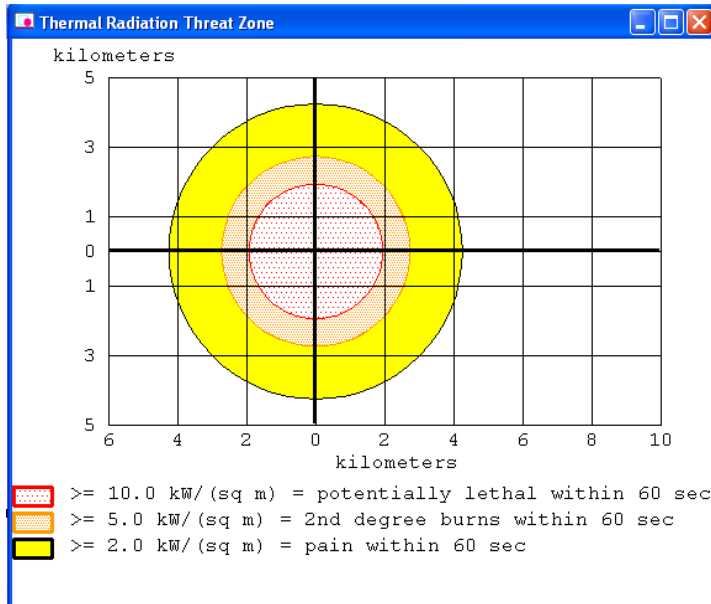


Red: 1.9 kilometers --- ( $10.0 \text{ kW}/(\text{sq m})$ ) = potentially lethal within 60 sec)

Orange: 2.7 kilometers --- ( $5.0 \text{ kW}/(\text{sq m})$ ) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 4.1 kilometers --- ( $2.0 \text{ kW}/(\text{sq m})$ ) = pain within 60 sec)

## Diesel: condición menos extrema

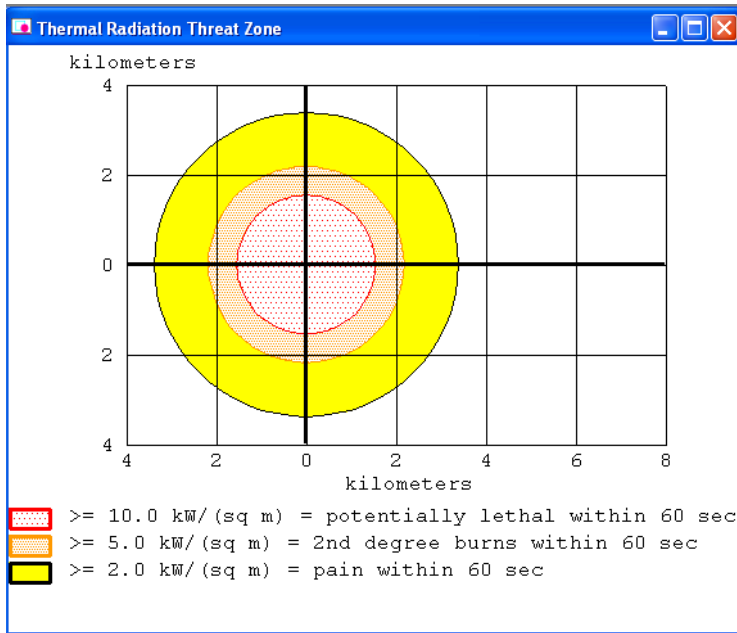


Red: 1.9 kilometers --- ( $10.0 \text{ kW}/(\text{sq m})$ ) = potentially lethal within 60 sec)

Orange: 2.7 kilometers --- ( $5.0 \text{ kW}/(\text{sq m})$ ) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 4.2 kilometers --- ( $2.0 \text{ kW}/(\text{sq m})$ ) = pain within 60 sec)

**Anexos 2 (continuación): gráfico que muestra área exterior de la bola de fuego**  
**Nafta: condición más extrema**

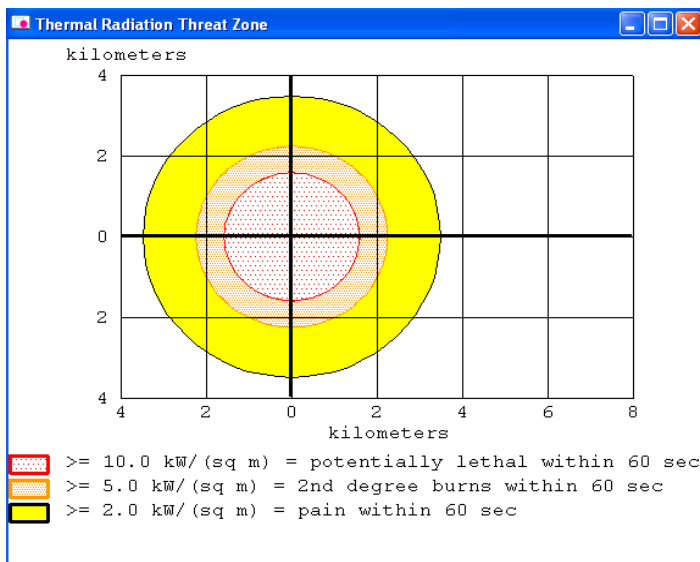


Red : 1.5 kilometers --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)

Orange: 2.2 kilometers --- (5.0 kW/ (sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 3.4 kilometers --- (2.0 kW/ (sq m) = pain within 60 sec)

**Nafta: condición menos extrema**

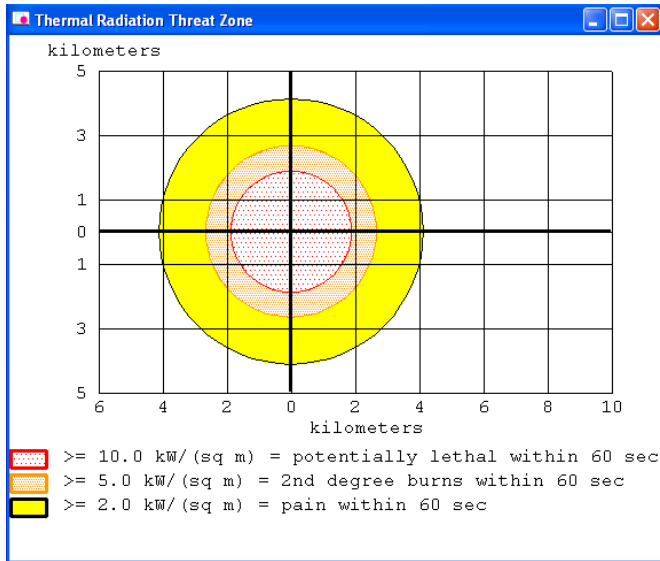


Red : 1.6 kilometers --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)

Orange: 2.2 kilometers --- (5.0 kW/ (sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

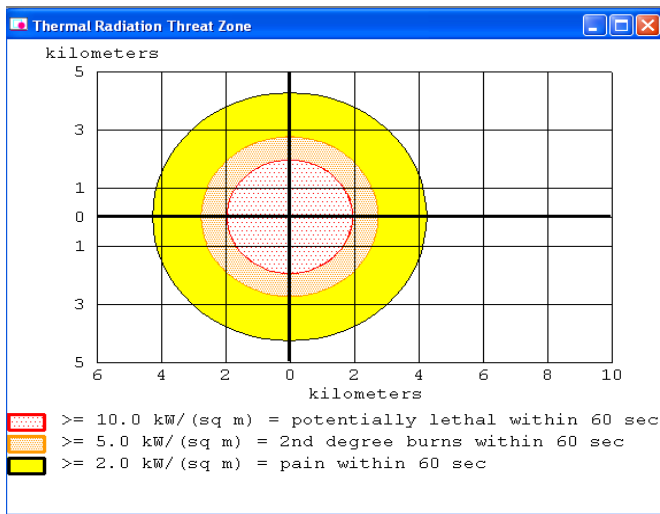
Yellow: 3.5 kilometers --- (2.0 kW/ (sq m) = pain within 60 sec)

**Anexos 2 (continuación): gráfico que muestra área exterior de la bola de fuego**  
**Turbo: condición más extrema**



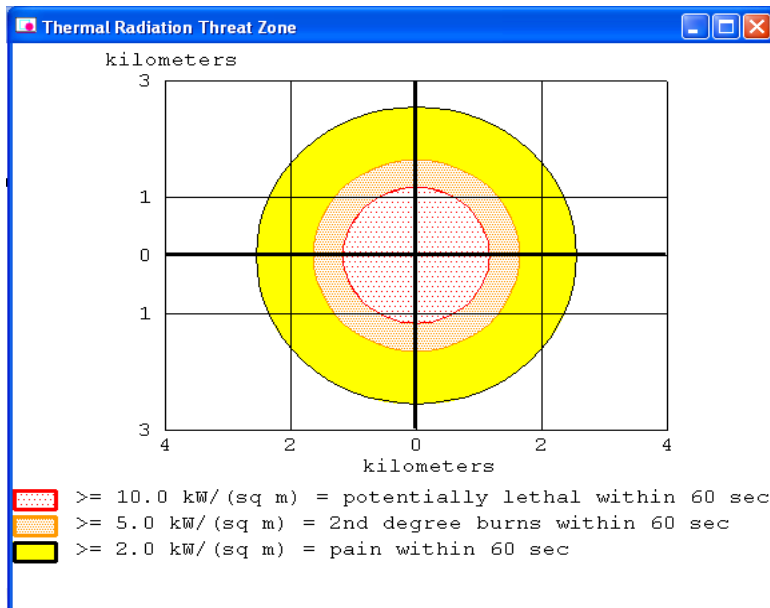
- Red: 1.9 kilometers --- (10.0 kW/ (sq m) = potentially lethal within 60 sec)
- Orange: 2.7 kilometers --- (5.0 kW/ (sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
- Yellow: 4.1 kilometers --- (2.0 kW/ (sq m) = pain within 60 sec)

**Turbo: condición menos extrema**



- Red: 1.9 kilometers --- (10.0 kW/ (sq m) = potentially lethal within 60 sec)
- Orange: 2.7 kilometers --- (5.0 kW/ (sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
- Yellow: 4.3 kilometers --- (2.0 kW/ (sq m) = pain within 60 sec)

**Anexos 2 (continuación): gráfico que muestra área exterior de la bola de fuego**  
**Gasolina: condición más extrema**

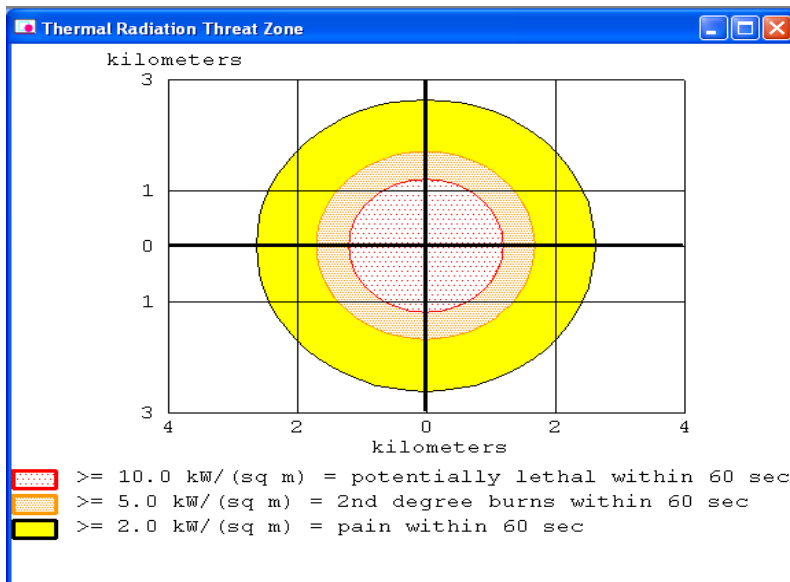


Red: 1.2 kilometers --- ( $10.0 \text{ kW}/(\text{sq m}) = \text{potentially lethal within 60 sec}$ )

Orange: 1.6 kilometers --- ( $5.0 \text{ kW}/(\text{sq m}) = \text{2nd degree burns within 60 sec}$ )

Yellow: 2.5 kilometers --- ( $2.0 \text{ kW}/(\text{sq m}) = \text{pain within 60 sec}$ )

**Gasolina: condición menos extrema**



Red: 1.2 kilometers --- ( $10.0 \text{ kW}/(\text{sq m}) = \text{potentially lethal within 60 sec}$ )

Orange: 1.7 kilometers --- ( $5.0 \text{ kW}/(\text{sq m}) = \text{2nd degree burns within 60 sec}$ )

Yellow: 2.6 kilometers --- ( $2.0 \text{ kW}/(\text{sq m}) = \text{pain within 60 sec}$ )

### **Anexo 3. Caracterización de las sustancias involucradas en el proceso.**

#### **Anexo 3a. DIESEL**

- **Identificación del producto**

**Nombre del producto:** DIESEL

**Fórmula Química:** 75% hidrocarburos saturados (principalmente parafinas) y un 25% hidrocarburos aromáticos. El promedio de la fórmula química para Diesel común es  $C_{12}H_{26}$ , variando entre  $C_{10}H_{22}$  a  $C_{15}H_{32}$ .

Etiquetado de peligro

R3/R5/R7/R8/R10/R15/R16/R18/R21/R22/R23/R24/R25R/31/R33/R36/R37/R  
50

/R53/R56.

S1/S2/S3/S4/S5/S13/S15/S16/S17/S21/S23/S24/S25/S26/S28/S29/S30/S33/  
S38/S39/S41/S43/S44/S46/S47/S52/S57/S61.

**Datos físicos:**

Apariencia: Sustancia de color amarillo-naranja, líquido poco viscoso, además de ser un combustible con un alto grado de peligrosidad en caso de algún desastre, ya sea incendio o derrame.

Punto de ebullición: 125.5 °C

Punto de fusión: No disponible.

Solubilidad: solubles en sustancias orgánicas.

Densidad: 0.815-0.865 g/cm<sup>2</sup>

T L V -Límite superior de inflamabilidad: 1.8 en aire % de volumen.

IPVS - Límite inferior de explosividad: 7.5 en aire % de volumen (850 ppm (LEL)).

Punto de congelación: - 56 °C

Temperatura de auto ignición: 340 °C

Coefficiente de expansión: No se encuentra disponible.

Temperatura de inflamación: 52 °C mínimo.

Energía mínima de ignición: Alrededor de 520 °C.

Presión de vapor: 0.3 mm Hg (25 °C), presiones bajas.

Biodegradabilidad: No se encuentra disponible.



### Anexo 3a. Diesel (continuación)

Corrosión: Con respecto a los derivados del petróleo, la acción corrosiva es ejercida, tanto por la humedad como por cualquier otro agente (impurezas) presente en el producto, capaces de reaccionar químicamente con los metales en contacto.

Capacidad calorífica: 10100 Kcal/kg mínimo.

- **Peligros para la salud.**

Concentración permisible: 300 mg/m<sup>3</sup>.

Exposición permisible: 150 ppm.

Partes del cuerpo que afecta: La inhalación de alta concentración de vapor puede causar dolores de cabeza. La ingestión causa irritación del estómago e intestino con náusea y vómitos.

Forma de entrada al organismo: El diesel puede penetrar por la piel nariz y boca.

Toxicidad

Sustancia	Toxicidad							
	Tox. aguda	Irritación	Sensibilización	T. por dosis repetida	Mutagenicidad	Carcinogenicidad	Corrosión	T. para la reproducción
Diesel	X	R,O,P	X			X		

Nota: En el caso de la irritación debe aclararse si es a los ojos (O), piel (P) o respiratoria (R).

- **Condiciones de almacenamiento y manipulación.**

Nombre del producto almacenado: Diesel.

Capacidad del recipiente de almacenamiento: Los tanques TK24, TK25, TK26 son de diámetro de 34.20 m, siendo su altura operacional de 10.6 m.

Forma del recipiente: Son cilíndricos y están ubicados en posición vertical.

### **Anexo 3a. Diesel (continuación)**

Material de construcción: Los tanques son de acero al carbono con un rango de espesor de 11 – 17 mm.

Protección del recipiente (interior o exterior): la protección de ellos está basada por las normas ISO 12944-1, ISO 12944-3, ISO 12944-5 y la ISO 12944-8 de la cual se aplica un sistema de pintura impermeabilizante para la protección del mismo. Protección catódica en el fondo del tanque.

Fecha de fabricación del recipiente: Desde el año 1986 hasta 1987

Condiciones de almacenamiento de la sustancia: Se almacena a presión atmosférica y a la temperatura ambiente.

Características de los alrededores del recipiente: Libre de hierba, de materia inflamable, rodeado por cubetos hormigonado, los cuales deben tener buen drenaje.

- **Condiciones para su uso en el proceso.**

Uso en el proceso: Mezclas. Traslado a buque tanque.

Condiciones en las que se usa la sustancia (presión, Temp.): Presión atmosférica y temperatura ambiente.

Fallos ocurridos en estos equipos al operar con estas sustancias: Salideros por juntas.

Cantidad de accesorios y tipos en las tuberías; Válvulas manuales: 6,

Válvulas de no retorno: 2, Filtro: 1, Bombas centrifugas: 2, Manómetros: 3, aterramiento: 2.

Material de construcción de los accesorios y de tuberías: válvulas y bombas de hierro fundido, tuberías de acero al carbono.

Material de construcción de los equipos donde es usada: Acero al carbono.

Protección del sistema de tuberías: Pintura impermeabilizante según las normas y protección catódica.

### **Anexo 3b. Nafta.**

- **Identificación del producto**

Nombre del producto: **Nafta.**

Fórmula Química:  $C_6H_{14}$ ,  $C_7H_{16}$ ,  $C_8H_{16}$  Está formado por hidrocarburos, nafténicos y aromáticos, el cual se obtiene de la destilación primaria del producto.

Etiquetado de peligro (frases R y S) así como las que la identifican por otros efectos:

R2/R3/R5/R7/R10/R11/R18/R22/R25/R30/R44/R45/R54/R55.

S1/S2/S3/S7/S9/S14/S21/S24/S25/S29/S43/S46/S50/S56.

- **Datos Físicos.**

Apariencia: Líquido incoloro a ligeramente amarillo con olor a gasolina y queroseno.

Punto de ebullición: 40 – 135 °C.

Punto de fusión: 10 – 57 °C.

Solubilidad: solubilidad en agua y 1013 mbar, prácticamente Insoluble.

Densidad: 0.703 – 0.892 g/cm<sup>3</sup>.

TLV - Límite superior de inflamabilidad: 6.7 en aire % de volumen.

Límite inferior de inflamabilidad; 0.9 en aire % de volumen.

IPVS - Límite inferior de explosividad: 1000 ppm (LEL).

Punto de congelación: No se encuentra disponible.

Temperatura de auto ignición: Alrededor de 450 °C.

Coeficiente de expansión: No se encuentra disponible.

Temperatura de inflamación: (flash point), 266-286 (k).

Biodegradabilidad: No se encuentra disponible.

Corrosión: Con respecto a los derivados del petróleo, la acción corrosiva es ejercida, tanto por la humedad como por cualquier otro agente (impurezas) presente en el producto, capaces de reaccionar químicamente con los metales en contacto.

### Anexo 3b. Nafta (continuación)

Capacidad calorífica: a 1013 mbar (J /kgK) para gas 2500 y valores de 2515-2340, para líquido.

- **Peligros para la salud.**

Concentración permisible: 2000 mg/m<sup>3</sup>.

Exposición permisible: 200 ppm.

Emergencias: Primeros auxilios en el lugar, traslado al hospital más cercano para recibir atención médica.

Partes del cuerpo que afecta: Sistema respiratorio, ojos, piel y sistema nervioso central.

Forma de entrada al organismo: Vías respiratorias, por contacto e ingestión.

Toxicidad

Sustancia	Toxicidad							
	Tox. aguda	Irritación	Sensibilización	T. por dosis repetida	Mutagenicidad	Carcinogenicidad	Corrosión	T. para la reproducción
NAFTA	X	R,O,P	X				X	

**Nota:** En el caso de la irritación debe aclararse si es a los ojos (O), piel (P), o respiratoria (R).

- **Condiciones de almacenamiento y manipulación.**

Forma del recipiente: Son cilíndricos y están ubicados en posición vertical.

Dimensiones del recipiente: Los tanques TK16, TK17, son de diámetro de 22.70 m con altura operacional de 10.9m respectivamente, los TK 41 y TK 42 tienen diámetro de 22.8 m y altura operacional de 22.8m.

Material de construcción: Los tanques son de acero al carbono con un rango de espesor de 11 – 17 mm.

### **Anexo 3b. Nafta (continuación)**

Protección del recipiente (interior o exterior): la protección de ellos está basada por las normas ISO 12944-1, ISO 12944-3, ISO 12944-5 y la ISO

12944-8 de la cual se aplica un sistema de pintura para la protección del mismo.

Existencia de accesorios en el recipiente y su localización: Las tuberías principalmente son de diámetro 24, 30, y 36 pulgadas y las conexiones entre bombas de 20, 16, y 12 pulgadas. Las válvulas son de cuñas, globo y cheque.

Fecha de fabricación del recipiente: Desde el año 1986 hasta 1987.

Condiciones de almacenamiento de la sustancia: Se almacena a presión atmosférica y a la temperatura que viene.

Registro histórico de averías producidas en el recipiente. Tipo de averías producidas: Salideros ocurridos en años pasados.

Características de los alrededores del recipiente: Libre de hierba, de materia inflamable, rodeado por cubetos, los cuales deben tener buen drenaje.

Condiciones para su uso en el proceso

Uso en el proceso: Se utiliza como solvente para elaborar las mezclas de combustibles, específicamente para lograr una disminución de la viscosidad en dependencia de lo especificado por el cliente y para uso de limpieza en el laboratorio de ensayos físico – químico y mecánico de la empresa.

- **Condiciones en las que se usa la sustancia: Ambiente**

Fallos ocurridos en estos equipos al operar con estas sustancias: Salideros por juntas.

Material de construcción de los equipos donde es usada: Acero al carbono.

Protección del sistema de tuberías: Pintura según las normas y protección catódica.

- **Especificaciones de calidad:**

Destilación: Temperatura inicial 40 – 94 °C y temperatura final 135 °C.

Presión de Vapor a 37.8 °C: 88.3 kPa (máx.).

Azufre total: 300 ppm (máx.); Plomo: 0.02 (máx.); Vanadio: 0.05 (máx.); Sodio: 2.0 (máx.)

### **Anexo 3c. Turbo Combustible (JET-A1).**

- **Identificación del producto: Turbo Combustible (JET-A1).**

Formula Química: 'Jet Propulsor' es el nombre que reciben los diferentes combustibles para turborreactores. Suelen estar entre C<sub>12</sub> y C<sub>16</sub> átomos de carbono. En su composición pueden ir incluidos antioxidantes, inhibidores de hielo, anticorrosivos, desactivadores. Un 75-95% de los hidrocarburos de los JP son compuestos parafínicos y nafténicos, teniendo limitado el contenido en aromáticos a un máximo del 25%.

- **Etiquetado de peligro (frases R y S) así como las que la identifican por otros efectos:**

R2/R5/R7/R11/R18/R20/R21/R22/R23/R24/R25/R36/R37/R38/R42/R43/R44/  
R48/R50/R51/R52/R53/R54/R55/R56/R58.

S2/S3/S4/S5/S9/S15/S16/S21/S23/S24/S25/S26/S28/S33/S37/S38/S39/S41/  
S44/S46/S61/S62.

- **Datos físicos.**

Apariencia: sustancia de color amarillo muy tenue, claro y brillante, menos volátil.

Punto de ebullición: 155 a 173 °C.

Punto de fusión: No disponible

Solubilidad: soluble en solventes orgánico, como xileno, tolueno, nafta, insoluble en agua.

Densidad: 0.7750 a 0.8400 g/m<sup>3</sup>.

T L V -Límite superior de inflamabilidad: 1.2 en aire % de volumen.

IPVS - Límite inferior de explosividad: 6.0 en aire % de volumen (1100 ppm (LEL)).

Punto de congelación: - 47 °C.

### **Anexo 3c. Turbo Combustible (JET-A1) (continuación)**

Temperatura de auto ignición: 303 °C.

Temperatura de inflamación: 40 °C mínimo.

Presión de vapor: 0.6 mm Hg (25 °C), presiones bajas.

Biodegradabilidad: No se encuentra disponible.

Corrosión: Con respecto a los derivados del petróleo, la acción corrosiva es ejercida, tanto por la humedad como por cualquier otro agente (impurezas) presente en el producto, capaces de reaccionar químicamente con los metales en contacto.

Capacidad calórica: 10222 Kcal /Kg mínimo.

Valor calórico: neto > 42.80 MJ/Kg.

- **Formas de control y mitigación en casos de desastres.**

Productos o técnicas empleadas en el control y mitigación en caso de desastre:

Incendio:

Productos: líquido espumógeno (AFFF) al 6%, agua, extintores de polvo químico seco (PQS).

Técnicas: Sistema de enfriamiento, sistema de extinción por eyección.

Existencia del producto de control y mitigación en la entidad: Agua 6000 m<sup>3</sup>, almacenadas en tanques de 3000 m<sup>3</sup> cada uno. Para el enfriamiento del tanque de combustible, estación de bombas y estación de filtros, por un tiempo de 6 horas, así como para la mezcla espumógena en la extinción del incendio, posee además 2 bombas centrifugas de 750 m<sup>3</sup>/h, una eléctrica y otra diesel de reserva.

Hidrantes, cañones, y mangueras contra incendio, rociadores.

Líquido espumógeno: 20 m<sup>3</sup> en 2 tanques de 10 m<sup>3</sup> cada uno, para 3 normas de extinción de 10min cada una.

Extintores PQS (9kg): 30.

### Anexo 3c. Turbo Combustible (JET-A1) (continuación)

Los productos o técnicas empleados en el control y mitigación en caso de desastre están bien establecidas en esta empresa y pueden ser consultadas en los manuales correspondientes.

- **Peligros para la salud:**

Concentración permisible: 300 mg/m<sup>3</sup>.

Exposición permisible: 200 ppm.

Emergencias: Primeros auxilios en el lugar, traslado al hospital más cercano para recibir atención médica.

Partes del cuerpo que afecta: Sistema respiratorio, ojos, piel y sistema nervioso central.

Forma de entrada al organismo: Vías respiratorias, por contacto e ingestión.

Toxicidad.

Sustancia	Toxicidad							
	Tox. aguda	Irritación	Sensibilización	T. por dosis repetida	Mutagenicidad	Carcinogenicidad	Corrosión	T. para la reproducción
Turbo	X	R, O, P	X			X	X	

Nota: En el caso de la irritación debe aclararse si es a los ojos (O), piel (P), o respiratoria (R).

- **Condiciones de almacenamiento y manipulación.**

Nombre del producto almacenado: Turbo Combustible (JET-A1)

Forma del recipiente; Son cilíndricos y están ubicados en posición vertical.

Dimensiones del recipiente: Los tanques TK13, TK22, TK23, poseen un diámetro de 34,20m, con altura operacional de 10.6m respectivamente.

Material de construcción: Los tanques son de acero al carbono con un rango de espesor de 11 – 17 mm.

Protección del recipiente: La protección de ellos está basada por las normas ISO 12944-1, ISO 12944-3, ISO 12944-5 y la ISO 12944-8 de la cual se aplica un sistema de pintura impermeabilizante para la protección del mismo. Protección catódica al fondo del recipiente.



Existencia de accesorios en el recipiente y su localización: Registro de medición y toma de muestra en el techo, sistema de respiración en el techo, brazo flotante en el interior del tanque, sistema de extinción (10 generadores de espuma) en la parte superior de la envolvente, 1 válvula de drenaje en la parte inferior de la envolvente, 2 registro pasa hombre en la parte inferior de la envolvente y 1 registro de limpieza, 1 línea de salida y 1 sistema de alivio.

Fecha de fabricación del recipiente: Desde el año 1986 hasta 1987.

Condiciones de almacenamiento de la sustancia: Se almacena a presión atmosférica y a la temperatura ambiente.

Registro histórico de averías producidas en el recipiente: Derrame en el llenado del tanque, vertimiento al cubeto de 10 m<sup>3</sup> en el año 2001.

Tipo de averías producidas: Derrames ocurridos en años anteriores.

Características de los alrededores del recipiente: Libre de hierba, de materia inflamable, rodeado por cubetos hormigoneado, los cuales deben tener buen drenaje.

- **Condiciones para su uso en el proceso.**

Uso en el proceso: Trasiego al Aeropuerto Juan Gualberto Gómez.

Condiciones en las que se usa la sustancia (presión, Temp.): Ambiente

Fallos ocurridos en estos equipos al operar con estas sustancias:

Salideros por juntas.

Material de construcción de los equipos donde es usada: Acero al carbono.

Cantidad de accesorios y tipos en esa tubería: Válvulas manuales: 6, Válvulas de no retorno: 2, Filtro: 1, Bombas centrifugas: 2, Manómetros: 3.

Material de construcción de los accesorios y de las tuberías: válvulas y bombas de hierro fundido, tuberías de acero al carbono.

Protección del sistema de tuberías: Pintura impermeabilizante, según las normas y protección catódica.

### **Anexo 3d. Gasolina de aviación (B-100).**

- **Identificación del producto:**

Nombre del producto: Gasolina de aviación (B-100).

Fórmula Química: Tienen componentes hidrocarbonados de C4 a C10. Los principales componentes que presenta son un amplio grupo de compuestos hidrocarbonados, cuyas cadenas contienen hasta 10 átomos de carbono, casi todos los compuestos hidrocarbonados que sean teóricamente posibles, como parafinas, ciclo parafinas, nafténicos (CH<sub>2</sub>)<sub>N</sub>, ciclohexánica, ciclo bencénicos,... al menos en pequeños porcentajes.

- **Etiquetado de Peligro (frases R y S) así como las que la identifican por otros efectos:**

R2/R3/R5/R7/R11/R16/R18/R20/R21/R22/R23/R24/R25/R33/R36/R37/R44/  
R54/R55.

- **Datos físicos**

Apariencia: sustancia muy volátil, de color verde-azul, tóxico, claro y brillante.

Punto de ebullición: 36 y 45 oC.

Punto de fusión: 8-45 oC.

Solubilidad: soluble en solventes orgánico, como xileno, tolueno, nafta, insoluble en agua.

Densidad: 0.6902 a 0.6975 g/m<sup>3</sup> y 73. 33 a 71.19 oAPI.

T L V -Límite superior de inflamabilidad: No se encuentra disponible.

IPVS - Límite inferior de explosividad: No se encuentra disponible.

Punto de congelación:-129.7 °C.

Temperatura de auto ignición: Alrededor de 400 °C.

Coefficiente de expansión: No se encuentra disponible

Temperatura de inflamación: entre 95 y > 100 °C.

Energía mínima de ignición: No se encuentra disponible.

Presión de vapor: altas presiones de vapor.

Biodegradabilidad: No se encuentra disponible

Corrosión: Con respecto a los derivados del petróleo, la acción corrosiva es ejercida, tanto por la humedad como por cualquier otro agente (impurezas).

### Anexo 3d. Gasolina de aviación (B-100) (continuación)

Valor Calórico: neto > 43.5 MJ/kg.

- **Formas de control y mitigación en casos de desastres.**

Los productos o técnicas empleados en el control y mitigación en caso de desastre están bien establecidas en esta empresa y pueden ser consultadas en los manuales correspondientes.

- **Peligros para la salud:**

Concentración permisible: 2000 mg/m<sup>3</sup>.

Exposición permisible: 500 ppm.

Emergencias: Primeros auxilios en el lugar, traslado al hospital más cercano para recibir atención médica.

Partes del cuerpo que afecta: Sistema respiratorio, ojos, piel y sistema nervioso central.

Forma de entrada al organismo: Vías respiratorias, por contacto e ingestión.

Sustancia	Toxicidad							
	Tox. aguda	Irritación	Sensibilización	T. por dosis repetida	Mutagenicidad	Carcinogenicidad	Corrosión	T. para la reproducción
Gasolina de Aviación	X	R,O,P	X				X	

Nota: En el caso de la irritación debe aclararse si es a los ojos (O), piel (P), o respiratoria (R).

- **Condiciones de almacenamiento y manipulación.**

Nombre del producto almacenado: Gasolina de aviación.

Capacidad del recipiente de almacenamiento: 2000 m<sup>3</sup>.

Forma del recipiente: Son cilíndricos y están ubicados en posición vertical.

Dimensiones del recipiente: diámetro: 15.180 m.

Material de construcción: Los tanques son de acero al carbono con un rango de espesor de 11 – 17 mm.

### **Anexo 3d. Gasolina de aviación (B-100) (continuación)**

Protección del recipiente: la protección de ellos está basada por las normas ISO 12944-1, ISO 12944-3, ISO 12944-5 y la ISO 12944-8 de la cual se aplica un sistema de pintura para la protección del mismo.6.9 Existencia de accesorios en el recipiente y su localización.

Fecha de fabricación del recipiente: Desde el año 1986 hasta 1987.

- **Condiciones de almacenamiento de la sustancia:**

Se almacena a presión atmosférica y a la temperatura ambiente.

Cantidad de sustancia almacenada: Presenta 4 tanques, un TK 18, con 2000 m<sup>3</sup> de capacidad y una altura operacional de 11m; TK1, con 800 m<sup>3</sup>, altura operacional 8m; TK20 de 1000m<sup>3</sup>, altura operacional 6.620m, y TK 21 ocupando un volumen de 960m<sup>3</sup> y altura operacional de 11.30m.

Tipo de averías producidas: Salideros ocurridos en años pasados.

Características de los alrededores del recipiente. Libre de hierba, de materia inflamable, rodeado por cubetos, los cuales deben tener buen drenaje.

- **Condiciones para su uso en el proceso.**

Uso en el proceso: Para elaborar mezclas de combustibles.

Condiciones en las que se usa la sustancia: Ambiente.

Fallos ocurridos en estos equipos al operar con estas sustancias: Salideros por juntas.

Material de construcción de los equipos donde es usada: Acero al carbono.

**Anexo 4. Resumen del comportamiento de la dispersión de la nube tóxica de las diferentes sustancias analizadas para cada uno de los niveles que establece el software ALOHA según la EPA en el interior de los locales.**

**Anexo 4a. Comportamiento para la nafta.**

Temperatura(°C)		26,15	NAFTA-ENERO		
Nubosidad		4			
Humedad (%)		78			
Dirección del Viento	Vel Media del Viento (m/s)	Conc (mg/m <sup>3</sup> ) (ppm)	Largo Zona Riesgo (m)	Ancho Zona Riesgo (m)	Afectación de locales interiores
N	3,47	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	170	102	43-45 min.
NNE	4,08	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	161	85	43-45 min.
NE	4,17	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	161	85	43-45 min.
ENE	4,69	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	102	86.2	43-45 min.
E	4,28	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	158	82.9	43-45 min.
ESE	3,97	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	163	89.4	43-45 min.
SE	3,53	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	170	100	43-45 min.
SSE	3,03	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	179	116	43-45 min.
S	2,94	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	181	120	43-45 min.
SSW	2,78	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	185	133	43-45 min.
SW	2,42	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	195	156	43-45 min.
WSW	2,33	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	197	163	43-45 min.
W	2,75	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	194	156	43-45 min.
WNW	3,33	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	173	106	43-45 min.
NW	3,47	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	170	102	43-45 min.
NNW	3,72	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	167	94.7	43-45 min.

### Anexo 4a. Comportamiento para la nafta (continuación)

Temperatura(°C)		26,12	NAFTA-FEBRERO		
Nubosidad		4			
Humedad (%)		75			
Dirección del Viento	Vel Media del Viento (m/s)	Conc (mg/m <sup>3</sup> ) (ppm)	Largo Zona Riesgo (m)	Ancho Zona Riesgo (m)	Afectación de locales interiores
N	3,47	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	170	102	35-38min
NNE	4,08	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	161	85	35-38min
NE	4,17	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	161	85	35-38min
ENE	4,69	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	152	86.2	35-38min
E	4,28	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	158	82.9	35-38min
ESE	3,97	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	162	89.4	35-38min
SE	3,53	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	169	100	35-38min
SSE	3,03	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	179	116	35-38min
S	2,94	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	180	120	35-38min
SSW	2,78	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	184	133	35-38min
SW	2,42	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	194	156	35-38min
WSW	2,33	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	197	163	35-38min
W	2,75	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	194	156	35-38min
WNW	3,33	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	172	106	35-38min
NW	3,47	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	170	102	35-38min
NNW	3,72	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	166	94.7	35-38min

### Anexo 4a. Comportamiento para la nafta (continuación)

Temperatura(°C)		28,2	NAFTA-MARZO		
Nubosidad		4			
Humedad (%)		74			
Dirección del Viento	Vel Media del Viento (m/s)	Conc (mg/m <sup>3</sup> ) (ppm)	Largo Zona Riesgo (m)	Ancho Zona Riesgo (m)	Afectación de locales interiores
N	3,47	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	186	107	35-38min
NNE	4,08	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	176	91.5	35-38min
NE	4,17	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	174	91.5	35-38min
ENE	4,69	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	167	81.4	35-38min
E	4,28	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	173	88.3	35-38min
ESE	3,97	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	178	93.6	35-38min
SE	3,53	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	185	106	35-38min
SSE	3,03	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	195	126	35-38min
S	2,94	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	198	122	35-38min
SSW	2,78	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	202	141	35-38min
SW	2,42	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	213	176	35-38min
WSW	2,33	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	218	184	35-38min
W	2,75	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	203	145	35-38min
WNW	3,33	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	189	153	35-38min
NW	3,47	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	186	111	35-38min
NNW	3,72	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	182	102	35-38min

### Anexo 4a. Comportamiento para la nafta (continuación)

Temperatura(°C)		29.71	NAFTA-ABRIL		
Nubosidad		3			
Humedad (%)		74			
Dirección del Viento	Vel Media del Viento (m/s)	Conc (mg/m <sup>3</sup> ) (ppm)	Largo Zona Riesgo (m)	Ancho Zona Riesgo (m)	Afectación de locales interiores
N	3,47	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	198	114	30-36min
NNE	4,08	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	187	97.9	30-36min
NE	4,17	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	185	95.7	30-36min
ENE	4,69	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	178	85	30-36min
E	4,28	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	184	88.3	30-36min
ESE	3,97	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	189	100	30-36min
SE	3,53	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	197	113	30-36min
SSE	3,03	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	208	136	30-36min
S	2,94	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	210	136	30-36min
SSW	2,78	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	216	150	30-36min
SW	2,42	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	228	187	30-36min
WSW	2,33	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	231	196	30-36min
W	2,75	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	216	154	30-36min
WNW	3,33	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	201	118	30-36min
NW	3,47	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	198	114	30-36min
NNW	3,72	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	194	109	30-36min



### Anexo 4a. Comportamiento para la nafta (continuación)

Temperatura(°C)		30.91	NAFTA-MAYO		
Nubosidad		4			
Humedad (%)		78			
Dirección del Viento	Vel Media del Viento (m/s)	Conc (ppm)	Largo Zona Riesgo (m)	Ancho Zona Riesgo (m)	Afectación de locales interiores
N	3,47	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	208	117	30-36min
NNE	4,08	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	196	97.9	30-36min
NE	4,17	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	161	97.9	30-36min
ENE	4,69	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	186	85.7	30-36min
E	4,28	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	161	93.6	30-36min
ESE	3,97	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	198	102	30-36min
SE	3,53	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	206	115	30-36min
SSE	3,03	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	219	139	30-36min
S	2,94	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	221	144	30-36min
SSW	2,78	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	226	159	30-36min
SW	2,42	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	239	193	30-36min
WSW	2,33	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	243	202	30-36min
W	2,75	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	229	161	30-36min
WNW	3,33	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	211	124	30-36min
NW	3,47	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	208	117	30-36min
NNW	3,72	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	203	109	30-36min

### Anexo 4a. Comportamiento para la nafta (continuación)

Temperatura(°C)		30.54	NAFTA-JUNIO		
Nubosidad		5			
Humedad (%)		83			
Dirección del Viento	Vel Media del Viento (m/s)	Conc (mg/m <sup>3</sup> ) (ppm)	Largo Zona Riesgo (m)	Ancho Zona Riesgo (m)	Afectación de locales interiores
N	3,47	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	203	116	30-36min
NNE	4,08	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	191	100	30-36min
NE	4,17	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	189	95.7	30-36min
ENE	4,69	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	182	85	30-36min
E	4,28	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	187	93.6	30-36min
ESE	3,97	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	193	101	30-36min
SE	3,53	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	201	115	30-36min
SSE	3,03	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	213	135	30-36min
S	2,94	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	216	144	30-36min
SSW	2,78	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	221	154	30-36min
SW	2,42	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	234	192	30-36min
WSW	2,33	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	238	201	30-36min
W	2,75	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	224	160	30-36min
WNW	3,33	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	206	123	30-36min
NW	3,47	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	203	118	30-36min
NNW	3,72	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	198	110	30-36min

### Anexo 4a. Comportamiento para la nafta (continuación)

Temperatura(°C)		31.43	NAFTA-JULIO		
Nubosidad		5			
Humedad (%)		81			
Dirección del Viento	Vel Media del Viento (m/s)	Conc (mg/m <sup>3</sup> ) (ppm)	Largo Zona Riesgo (m)	Ancho Zona Riesgo (m)	Afectación de locales interiores
N	3,47	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	210	120	28-32min
NNE	4,08	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	197	98,9	28-32min
NE	4,17	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	195	98,9	28-32min
ENE	4,69	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	187	87,1	28-32min
E	4,28	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	194	94,7	28-32min
ESE	3,97	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	199	102	28-32min
SE	3,53	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	208	117	28-32min
SSE	3,03	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	222	143	28-32min
S	2,94	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	223	144	28-32min
SSW	2,78	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	228	161	28-32min
SW	2,42	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	241	191	28-32min
WSW	2,33	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	245	202	28-32min
W	2,75	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	231	161	28-32min
WNW	3,33	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	213	124	28-32min
NW	3,47	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	210	119	28-32min
NNW	3,72	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	205	111	28-32min

### Anexo 4a. Comportamiento para la nafta (continuación)

Temperatura(°C)		31.3	NAFTA-AGOSTO		
Nubosidad		5			
Humedad (%)		82			
Dirección del Viento	Vel Media del Viento (m/s)	Conc (ppm)	Largo Zona Riesgo (m)	Ancho Zona Riesgo (m)	Afectación de locales interiores
N	3,47	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	208	120	28-35min
NNE	4,08	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	196	97,9	28-35min
NE	4,17	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	195	97,9	28-35min
ENE	4,69	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	186	85	28-35min
E	4,28	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	193	94,7	28-35min
ESE	3,97	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	198	102	28-35min
SE	3,53	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	207	116	28-35min
SSE	3,03	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	221	142	28-35min
S	2,94	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	222	143	28-35min
SSW	2,78	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	227	160	28-35min
SW	2,42	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	240	190	28-35min
WSW	2,33	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	244	201	28-35min
W	2,75	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	230	160	28-35min
WNW	3,33	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	212	123	28-35min
NW	3,47	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	209	118	28-35min
NNW	3,72	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	204	110	28-35min

### Anexo 4a. Comportamiento para la nafta (continuación)

Temperatura(°C)		30.82	NAFTA-SEPTIEMBRE		
Nubosidad		5			
Humedad (%)		84			
Dirección del Viento	Vel Media del Viento (m/s)	Conc (mg/m <sup>3</sup> ) (ppm)	Largo Zona Riesgo (m)	Ancho Zona Riesgo (m)	Afectación de locales interiores
N	3,47	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	205	117	28-35min
NNE	4,08	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	193	98,9	28-35min
NE	4,17	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	193	99	28-35min
ENE	4,69	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	183	86,4	28-35min
E	4,28	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	190	93,6	28-35min
ESE	3,97	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	195	101	28-35min
SE	3,53	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	204	115	28-35min
SSE	3,03	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	218	141	28-35min
S	2,94	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	219	141	28-35min
SSW	2,78	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	224	159	28-35min
SW	2,42	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	236	193	28-35min
WSW	2,33	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	240	200	28-35min
W	2,75	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	226	160	28-35min
WNW	3,33	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	208	126	28-35min
NW	3,47	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	205	117	28-35min
NNW	3,72	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	225	161	28-35min

### Anexo 4a. Comportamiento para la nafta (continuación)

Temperatura(°C)		29,54	NAFTA-OCTUBRE		
Nubosidad		4			
Humedad (%)		84			
Dirección del Viento	Vel Media del Viento (m/s)	Conc (mg/m <sup>3</sup> ) (ppm)	Largo Zona Riesgo (m)	Ancho Zona Riesgo (m)	Afectación de locales interiores
N	3,47	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	197	114	28-35min
NNE	4,08	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	186	97,9	28-35min
NE	4,17	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	185	93,6	28-35min
ENE	4,69	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	177	83,6	28-35min
E	4,28	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	183	90,4	28-35min
ESE	3,97	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	188	96,8	28-35min
SE	3,53	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	196	114	28-35min
SSE	3,03	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	207	133	28-35min
S	2,94	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	210	137	28-35min
SSW	2,78	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	215	150	28-35min
SW	2,42	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	227	183	28-35min
WSW	2,33	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	230	193	28-35min
W	2,75	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	215	154	28-35min
WNW	3,33	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	200	119	28-35min
NW	3,47	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	197	114	28-35min
NNW	3,72	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	192	107	28-35min

### Anexo 4a. Comportamiento para la nafta (continuación)

Temperatura(°C)		27,32	NAFTA-NOVIEMBRE		
Nubosidad		5			
Humedad (%)		81			
Dirección del Viento	Vel Media del Viento (m/s)	Conc (mg/m³) (ppm)	Largo Zona Riesgo (m)	Ancho Zona Riesgo (m)	Afectación de locales interiores
N	3,47	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	177	105	38-40min
NNE	4,08	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	167	89,4	38-40min
NE	4,17	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	166	88,3	38-40min
ENE	4,69	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	160	81,4	38-40min
E	4,28	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	164	85,1	38-40min
ESE	3,97	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	169	92,6	38-40min
SE	3,53	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	176	103	38-40min
SSE	3,03	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	186	121	38-40min
S	2,94	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	190	127	38-40min
SSW	2,78	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	194	138	38-40min
SW	2,42	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	205	169	38-40min
WSW	2,33	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	206	177	38-40min
W	2,75	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	194	138	38-40min
WNW	3,33	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	181	111	38-40min
NW	3,47	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	177	105	38-40min
NNW	3,72	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	173	97,2	38-40min

### Anexo 4a. Comportamiento para la nafta (continuación)

Temperatura(°C)		26,54	NAFTA-DICIEMBRE		
Nubosidad		4			
Humedad (%)		79			
Dirección del Viento	Vel Media del Viento (m/s)	Conc (mg/m <sup>3</sup> ) (ppm)	Largo Zona Riesgo (m)	Ancho Zona Riesgo (m)	Afectación de locales interiores
N	3,47	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	173	103	38-42min
NNE	4,08	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	164	89,4	38-42min
NE	4,17	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	163	85,1	38-42min
ENE	4,69	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	157	80,7	38-42min
E	4,28	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	161	86,2	38-42min
ESE	3,97	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	166	92,6	38-42min
SE	3,53	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	172	102	38-42min
SSE	3,03	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	182	120	38-42min
S	2,94	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	184	127	38-42min
SSW	2,78	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	188	132	38-42min
SW	2,42	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	198	160	38-42min
WSW	2,33	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	201	169	38-42min
W	2,75	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	189	135	38-42min
WNW	3,33	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	176	110	38-42min
NW	3,47	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	173	103	38-42min
NNW	3,72	LOC:4800(60%LEL)	NO	NO	NO
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:800(10%LEL)	170	97,9	38-42min



## Anexo 4b. Comportamiento para la gasolina.

Temperatura(°C)		26,15	GASOLINA-ENERO		
Nubosidad		4			
Humedad (%)		78			
Dirección del Viento	Vel Media del Viento (m/s)	Conc (mg/m <sup>3</sup> ) (ppm)	Largo Zona Riesgo (m)	Ancho Zona Riesgo (m)	Afectación de locales interiores
N	3,47	LOC:7800(60%LEL)	136	154	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	827	461	1-2min
NNE	4,08	LOC:7800(60%LEL)	282	123	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	766	634	1-2min
NE	4,17	LOC:7800(60%LEL)	278	117	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	758	346	1-2min
ENE	4,69	LOC:7800(60%LEL)	255	105	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	718	292	1-2min
E	4,28	LOC:7800(60%LEL)	272	117	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	748	331	1-2min
ESE	3,97	LOC:7800(60%LEL)	288	123	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	777	374	1-2min
SE	3,53	LOC:7800(60%LEL)	313	143	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	821	439	1-2min
SSE	3,03	LOC:7800(60%LEL)	346	180	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	883	580	1-2min
S	2,94	LOC:7800(60%LEL)	353	180	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	897	620	1-2min
SSW	2,78	LOC:7800(60%LEL)	366	200	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	923	680	1-2min
SW	2,42	LOC:7800(60%LEL)	406	260	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	970	860	1-2min
WSW	2,33	LOC:7800(60%LEL)	418	300	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	993	920	1-2min
W	2,75	LOC:7800(60%LEL)	369	210	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	928	680	1-2min
WNW	3,33	LOC:7800(60%LEL)	325	161	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	844	496	1-2min
NW	3,47	LOC:7800(60%LEL)	316	154	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	827	461	1-2min
NNW	3,72	LOC:7800(60%LEL)	302	139	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	801	411	1-2min

### Anexo 4b. Comportamiento para la gasolina (continuación)

Temperatura(°C)		26,12	GASOLINA-FEBRERO		
Nubosidad		4			
Humedad (%)		75			
Dirección del Viento	Vel Media del Viento (m/s)	Conc (mg/m <sup>3</sup> ) (ppm)	Largo Zona Riesgo (m)	Ancho Zona Riesgo (m)	Afectación de locales interiores
N	3,47	LOC:7800(60%LEL)	315	153	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	826	461	1-2min
NNE	4,08	LOC:7800(60%LEL)	282	123	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	765	634	1-2min
NE	4,17	LOC:7800(60%LEL)	278	117	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	757	346	1-2min
ENE	4,69	LOC:7800(60%LEL)	255	105	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	717	292	1-2min
E	4,28	LOC:7800(60%LEL)	271	117	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	746	331	1-2min
ESE	3,97	LOC:7800(60%LEL)	288	123	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	776	374	1-2min
SE	3,53	LOC:7800(60%LEL)	313	143	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	819	439	1-2min
SSE	3,03	LOC:7800(60%LEL)	345	180	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	882	580	1-2min
S	2,94	LOC:7800(60%LEL)	353	180	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	896	620	1-2min
SSW	2,78	LOC:7800(60%LEL)	366	200	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	922	680	1-2min
SW	2,42	LOC:7800(60%LEL)	406	260	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	969	860	1-2min
WSW	2,33	LOC:7800(60%LEL)	417	300	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	992	920	1-2min
W	2,75	LOC:7800(60%LEL)	369	210	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	927	680	1-2min
WNW	3,33	LOC:7800(60%LEL)	324	161	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	844	496	1-2min
NW	3,47	LOC:7800(60%LEL)	153	154	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	826	461	1-2min
NNW	3,72	LOC:7800(60%LEL)	301	139	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	800	411	1-2min

### Anexo 4b. Comportamiento para la gasolina (continuación)

Temperatura(°C)		28,2	GASOLINA-MARZO		
Nubosidad		4			
Humedad (%)		74			
Dirección del Viento	Vel Media del Viento (m/s)	Conc (mg/m <sup>3</sup> ) (ppm)	Largo Zona Riesgo (m)	Ancho Zona Riesgo (m)	Afectación de locales interiores
N	3,47	LOC:7800(60%LEL)	341	168	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	885	500	1-2min
NNE	4,08	LOC:7800(60%LEL)	305	137	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	819	386	1-2min
NE	4,17	LOC:7800(60%LEL)	301	129	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	812	380	1-2min
ENE	4,69	LOC:7800(60%LEL)	276	114	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	786	317	1-2min
E	4,28	LOC:7800(60%LEL)	295	129	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	802	366	1-2min
ESE	3,97	LOC:7800(60%LEL)	310	136	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	830	404	1-2min
SE	3,53	LOC:7800(60%LEL)	336	161	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	878	486	1-2min
SSE	3,03	LOC:7800(60%LEL)	372	190	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	947	630	1-2min
S	2,94	LOC:7800(60%LEL)	379	210	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	962	660	1-2min
SSW	2,78	LOC:7800(60%LEL)	394	230	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	988	720	1-2min
SW	2,42	LOC:7800(60%LEL)	438	300	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1000	930	1-2min
WSW	2,33	LOC:7800(60%LEL)	452	340	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1100	990	1-2min
W	2,75	LOC:7800(60%LEL)	397	220	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	994	730	1-2min
WNW	3,33	LOC:7800(60%LEL)	350	180	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	904	520	1-2min
NW	3,47	LOC:7800(60%LEL)	341	168	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	885	500	1-2min
NNW	3,72	LOC:7800(60%LEL)	324	150	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	856	411	1-2min

### Anexo 4b. Comportamiento para la gasolina (continuación)

Temperatura(°C)		29.71	GASOLINA-ABRIL		
Nubosidad		3			
Humedad (%)		73			
Dirección del Viento	Vel Media del Viento (m/s)	Conc (mg/m <sup>3</sup> ) (ppm)	Largo Zona Riesgo (m)	Ancho Zona Riesgo (m)	Afectación de locales interiores
N	3,47	LOC:7800(60%LEL)	357	180	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	926	530	1-2min
NNE	4,08	LOC:7800(60%LEL)	320	143	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	857	414	1-2min
NE	4,17	LOC:7800(60%LEL)	315	137	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	848	394	1-2min
ENE	4,69	LOC:7800(60%LEL)	290	114	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	803	334	1-2min
E	4,28	LOC:7800(60%LEL)	309	131	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	838	371	1-2min
ESE	3,97	LOC:7800(60%LEL)	326	150	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	868	421	1-2min
SE	3,53	LOC:7800(60%LEL)	353	180	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	919	500	1-2min
SSE	3,03	LOC:7800(60%LEL)	390	220	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	991	660	1-2min
S	2,94	LOC:7800(60%LEL)	399	210	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1000	700	1-2min
SSW	2,78	LOC:7800(60%LEL)	414	230	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1000	760	1-2min
SW	2,42	LOC:7800(60%LEL)	461	330	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1100	990	1-2min
WSW	2,33	LOC:7800(60%LEL)	475	340	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1100	1020	1-2min
W	2,75	LOC:7800(60%LEL)	417	240	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1000	780	1-2min
WNW	3,33	LOC:7800(60%LEL)	367	180	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	945	560	1-2min
NW	3,47	LOC:7800(60%LEL)	357	170	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	926	530	1-2min
NNW	3,72	LOC:7800(60%LEL)	341	154	4-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	896	468	1-2min

### Anexo 4b. Comportamiento para la gasolina (continuación)

Temperatura(°C)		30,91	GASOLINA-MAYO		
Nubosidad		4			
Humedad (%)		78			
Dirección del Viento	Vel Media del Viento (m/s)	Conc (mg/m <sup>3</sup> ) (ppm)	Largo Zona Riesgo (m)	Ancho Zona Riesgo (m)	Afectación de locales interiores
N	3,47	LOC:7800(60%LEL)	371	190	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	956	560	1-2min
NNE	4,08	LOC:7800(60%LEL)	333	150	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	885	421	1-2min
NE	4,17	LOC:7800(60%LEL)	328	146	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	876	414	1-2min
ENE	4,69	LOC:7800(60%LEL)	302	119	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	829	349	1-2min
E	4,28	LOC:7800(60%LEL)	322	140	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	866	391	1-2min
ESE	3,97	LOC:7800(60%LEL)	340	246	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	897	446	1-2min
SE	3,53	LOC:7800(60%LEL)	367	180	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	948	540	1-2min
SSE	3,03	LOC:7800(60%LEL)	405	220	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1010	690	1-2min
S	2,94	LOC:7800(60%LEL)	413	220	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1000	720	1-2min
SSW	2,78	LOC:7800(60%LEL)	429	250	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1100	800	1-2min
SW	2,42	LOC:7800(60%LEL)	478	320	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1100	1010	1-2min
WSW	2,33	LOC:7800(60%LEL)	493	360	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1200	1070	1-2min
W	2,75	LOC:7800(60%LEL)	432	260	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1100	820	1-2min
WNW	3,33	LOC:7800(60%LEL)	381	190	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	976	590	1-2min
NW	3,47	LOC:7800(60%LEL)	371	190	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	956	560	1-2min
NNW	3,72	LOC:7800(60%LEL)	355	161	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	925	486	1-2min

### Anexo 4b. Comportamiento para la gasolina (continuación)

Temperatura(°C)		30,54	GASOLINA-JUNIO		
Nubosidad		5			
Humedad (%)		83			
Dirección del Viento	Vel Media del Viento (m/s)	Conc (mg/m <sup>3</sup> ) (ppm)	Largo Zona Riesgo (m)	Ancho Zona Riesgo (m)	Afectación de locales interiores
N	3,47	LOC:7800(60%LEL)	368	170	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	947	550	1-2min
NNE	4,08	LOC:7800(60%LEL)	330	143	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	878	421	1-2min
NE	4,17	LOC:7800(60%LEL)	326	139	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	869	407	1-2min
ENE	4,69	LOC:7800(60%LEL)	229	117	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	823	343	1-2min
E	4,28	LOC:7800(60%LEL)	320	134	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	859	391	1-2min
ESE	3,97	LOC:7800(60%LEL)	337	150	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	889	436	1-2min
SE	3,53	LOC:7800(60%LEL)	364	180	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	940	540	1-2min
SSE	3,03	LOC:7800(60%LEL)	401	220	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1010	680	1-2min
S	2,94	LOC:7800(60%LEL)	410	230	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1000	720	1-2min
SSW	2,78	LOC:7800(60%LEL)	425	250	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1100	810	1-2min
SW	2,42	LOC:7800(60%LEL)	472	330	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1100	1000	1-2min
WSW	2,33	LOC:7800(60%LEL)	487	340	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1100	1070	1-2min
W	2,75	LOC:7800(60%LEL)	427	240	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1100	810	1-2min
WNW	3,33	LOC:7800(60%LEL)	378	190	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	966	590	1-2min
NW	3,47	LOC:7800(60%LEL)	368	170	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	947	550	1-2min
NNW	3,72	LOC:7800(60%LEL)	351	168	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	917	482	1-2min

### Anexo 4b. Comportamiento para la gasolina (continuación)

Temperatura(°C)		31,43	GASOLINA-JULIO		
Nubosidad		5			
Humedad (%)		81			
Dirección del Viento	Vel Media del Viento (m/s)	Conc (mg/m <sup>3</sup> ) (ppm)	Largo Zona Riesgo (m)	Ancho Zona Riesgo (m)	Afectación de locales interiores
N	3,47	LOC:7800(60%LEL)	377	180	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	969	560	1-2min
NNE	4,08	LOC:7800(60%LEL)	339	150	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	898	432	1-2min
NE	4,17	LOC:7800(60%LEL)	333	146	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	889	414	1-2min
ENE	4,69	LOC:7800(60%LEL)	307	120	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	841	360	1-2min
E	4,28	LOC:7800(60%LEL)	328	136	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	878	404	1-2min
ESE	3,97	LOC:7800(60%LEL)	345	157	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	909	450	1-2min
SE	3,53	LOC:7800(60%LEL)	373	190	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	961	540	1-2min
SSE	3,03	LOC:7800(60%LEL)	411	220	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1000	690	1-2min
S	2,94	LOC:7800(60%LEL)	420	240	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1100	740	1-2min
SSW	2,78	LOC:7800(60%LEL)	436	260	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1100	810	1-2min
SW	2,42	LOC:7800(60%LEL)	485	330	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1100	1020	1-2min
WSW	2,33	LOC:7800(60%LEL)	350	350	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1200	1120	1-2min
W	2,75	LOC:7800(60%LEL)	240	240	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1100	840	1-2min
WNW	3,33	LOC:7800(60%LEL)	190	190	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	989	580	1-2min
NW	3,47	LOC:7800(60%LEL)	180	180	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	969	560	1-2min
NNW	3,72	LOC:7800(60%LEL)	168	168	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	938	496	1-2min

### Anexo 4b. Comportamiento para la gasolina (continuación)

Temperatura(°C)		31,3	GASOLINA-AGOSTO		
Nubosidad		5			
Humedad (%)		82			
Dirección del Viento	Vel Media del Viento (m/s)	Conc (mg/m <sup>3</sup> ) (ppm)	Largo Zona Riesgo (m)	Ancho Zona Riesgo (m)	Afectación de locales interiores
N	3,47	LOC:7800(60%LEL)	376	180	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	966	550	1-2min
NNE	4,08	LOC:7800(60%LEL)	338	143	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	895	342	1-2min
NE	4,17	LOC:7800(60%LEL)	332	139	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	885	421	1-2min
ENE	4,69	LOC:7800(60%LEL)	307	117	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	839	351	1-2min
E	4,28	LOC:7800(60%LEL)	327	137	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	875	897	1-2min
ESE	3,97	LOC:7800(60%LEL)	344	150	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	907	454	1-2min
SE	3,53	LOC:7800(60%LEL)	371	170	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	959	540	1-2min
SSE	3,03	LOC:7800(60%LEL)	410	220	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1000	690	1-2min
S	2,94	LOC:7800(60%LEL)	418	240	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1000	730	1-2min
SSW	2,78	LOC:7800(60%LEL)	434	260	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1100	810	1-2min
SW	2,42	LOC:7800(60%LEL)	483	340	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1100	1030	1-2min
WSW	2,33	LOC:7800(60%LEL)	498	350	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1200	1110	1-2min
W	2,75	LOC:7800(60%LEL)	436	260	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1100	840	1-2min
WNW	3,33	LOC:7800(60%LEL)	386	200	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	986	600	1-2min
NW	3,47	LOC:7800(60%LEL)	376	180	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	966	550	1-2min
NNW	3,72	LOC:7800(60%LEL)	359	171	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	934	493	1-2min



### Anexo 4b. Comportamiento para la gasolina (continuación)

Temperatura(°C)		30.82	GASOLINA-SEPTIEMBRE		
Nubosidad		5			
Humedad (%)		84			
Dirección del Viento	Vel Media del Viento (m/s)	Conc (ppm)	Largo Zona Riesgo (m)	Ancho Zona Riesgo (m)	Afectación de locales interiores
N	3,47	LOC:7800(60%LEL)	371	180	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	955	540	1-2min
NNE	4,08	LOC:7800(60%LEL)	333	143	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	884	421	1-2min
NE	4,17	LOC:7800(60%LEL)	329	136	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	875	411	1-2min
ENE	4,69	LOC:7800(60%LEL)	301	120	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	892	349	1-2min
E	4,28	LOC:7800(60%LEL)	323	140	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	865	397	1-2min
ESE	3,97	LOC:7800(60%LEL)	340	154	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	896	443	1-2min
SE	3,53	LOC:7800(60%LEL)	367	180	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	947	550	1-2min
SSE	3,03	LOC:7800(60%LEL)	406	220	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1000	680	1-2min
S	2,94	LOC:7800(60%LEL)	413	370	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1000	730	1-2min
SSW	2,78	LOC:7800(60%LEL)	428	250	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1100	790	1-2min
SW	2,42	LOC:7800(60%LEL)	476	330	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1100	1010	1-2min
WSW	2,33	LOC:7800(60%LEL)	491	360	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1200	1070	1-2min
W	2,75	LOC:7800(60%LEL)	431	260	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1100	800	1-2min
WNW	3,33	LOC:7800(60%LEL)	381	180	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	974	590	1-2min
NW	3,47	LOC:7800(60%LEL)	371	160	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	955	540	1-2min
NNW	3,72	LOC:7800(60%LEL)	355	168	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	924	589	1-2min

### Anexo 4b. Comportamiento para la gasolina (continuación)

Temperatura(°C)		29,54	GASOLINA-OCTUBRE		
Nubosidad		4			
Humedad (%)		84			
Dirección del Viento	Vel Media del Viento (m/s)	Conc (ppm)	Largo Zona Riesgo (m)	Ancho Zona Riesgo (m)	Afectación de locales interiores
N	3,47	LOC:7800(60%LEL)	358	180	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	922	540	1-2min
NNE	4,08	LOC:7800(60%LEL)	320	139	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	855	411	1-2min
NE	4,17	LOC:7800(60%LEL)	315	140	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	846	397	1-2min
ENE	4,69	LOC:7800(60%LEL)	289	114	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	902	337	1-2min
E	4,28	LOC:7800(60%LEL)	310	134	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	836	383	1-2min
ESE	3,97	LOC:7800(60%LEL)	326	143	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	866	432	1-2min
SE	3,53	LOC:7800(60%LEL)	354	170	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	915	530	1-2min
SSE	3,03	LOC:7800(60%LEL)	390	220	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	986	640	1-2min
S	2,94	LOC:7800(60%LEL)	398	210	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1000	680	1-2min
SSW	2,78	LOC:7800(60%LEL)	412	240	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1000	760	1-2min
SW	2,42	LOC:7800(60%LEL)	458	340	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1100	960	1-2min
WSW	2,33	LOC:7800(60%LEL)	472	340	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1100	1040	1-2min
W	2,75	LOC:7800(60%LEL)	416	260	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1000	780	1-2min
WNW	3,33	LOC:7800(60%LEL)	367	190	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	941	570	1-2min
NW	3,47	LOC:7800(60%LEL)	358	180	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	922	540	1-2min
NNW	3,72	LOC:7800(60%LEL)	342	164	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	893	479	1-2min

### Anexo 4b. Comportamiento para la gasolina (continuación)

Temperatura(°C)		27,32	GASOLINA-NOVIEMBRE		
Nubosidad		5			
Humedad (%)		81			
Dirección del Viento	Vel Media del Viento (m/s)	Conc (ppm)	Largo Zona Riesgo (m)	Ancho Zona Riesgo (m)	Afectación de locales interiores
N	3,47	LOC:7800(60%LEL)	331	164	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	862	486	1-2min
NNE	4,08	LOC:7800(60%LEL)	296	123	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	799	377	1-2min
NE	4,17	LOC:7800(60%LEL)	292	123	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	791	369	1-2min
ENE	4,69	LOC:7800(60%LEL)	267	106	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	749	311	1-2min
E	4,28	LOC:7800(60%LEL)	286	114	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	781	354	1-2min
ESE	3,97	LOC:7800(60%LEL)	302	137	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	810	403	1-2min
SE	3,53	LOC:7800(60%LEL)	328	161	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	855	464	1-2min
SSE	3,03	LOC:7800(60%LEL)	362	190	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	920	620	1-2min
S	2,94	LOC:7800(60%LEL)	369	200	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	934	650	1-2min
SSW	2,78	LOC:7800(60%LEL)	383	230	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	962	700	1-2min
SW	2,42	LOC:7800(60%LEL)	425	290	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1000	900	1-2min
WSW	2,33	LOC:7800(60%LEL)	438	300	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1000	960	1-2min
W	2,75	LOC:7800(60%LEL)	386	230	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	966	720	1-2min
WNW	3,33	LOC:7800(60%LEL)	341	170	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	879	530	1-2min
NW	3,47	LOC:7800(60%LEL)	331	164	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	862	484	1-2min
NNW	3,72	LOC:7800(60%LEL)	316	143	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	835	436	1-2min

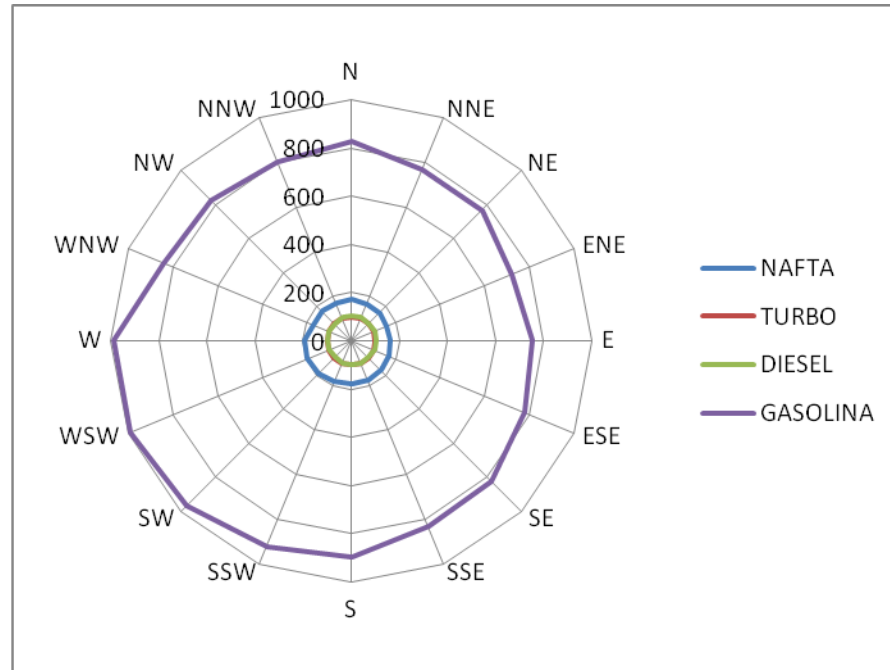
### Anexo 4b. Comportamiento para la gasolina (continuación)

Temperatura(°C)		26,54	GASOLINA-DICIEMBRE		
Nubosidad		4			
Humedad (%)		79			
Dirección del Viento	Vel Media del Viento (m/s)	Conc (ppm)	Largo Zona Riesgo (m)	Ancho zona Riesgo (m)	Afectación de locales interiores
N	3,47	LOC:7800(60%LEL)	321	157	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	839	479	1-2min
NNE	4,08	LOC:7800(60%LEL)	287	126	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	778	369	1-2min
NE	4,17	LOC:7800(60%LEL)	282	123	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	769	360	1-2min
ENE	4,69	LOC:7800(60%LEL)	260	108	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	729	303	1-2min
E	4,28	LOC:7800(60%LEL)	277	114	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	760	346	1-2min
ESE	3,97	LOC:7800(60%LEL)	294	131	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	787	380	1-2min
SE	3,53	LOC:7800(60%LEL)	317	161	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	832	457	1-2min
SSE	3,03	LOC:7800(60%LEL)	351	190	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	896	600	1-2min
S	2,94	LOC:7800(60%LEL)	358	190	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	909	630	1-2min
SSW	2,78	LOC:7800(60%LEL)	371	200	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	936	680	1-2min
SW	2,42	LOC:7800(60%LEL)	412	290	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	984	860	1-2min
WSW	2,33	LOC:7800(60%LEL)	425	290	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	1000	930	1-2min
W	2,75	LOC:7800(60%LEL)	374	220	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	941	690	1-2min
WNW	3,33	LOC:7800(60%LEL)	330	160	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	856	520	1-2min
NW	3,47	LOC:7800(60%LEL)	321	157	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	839	479	1-2min
NNW	3,72	LOC:7800(60%LEL)	306	143	5-6min
		LOC: NO	NO	NO	NO
		LOC:1300(10%LEL)	812	421	1-2min

**Anexo 4a.** Distancia alcanzada por la nube inflamable para la concentración máxima admisible.

Distancia longitudinal alcanzada por la nube inflamable (m)				
ENERO				
RUMBOS	NAFTA	TURBO	DIESEL	GASOLINA
N	170	99	100	827
NNE	161	99	100	766
NE	161	99	100	763
ENE	152	99	100	718
E	158	99	100	748
ESE	163	99	100	777
SE	170	99	100	821
SSE	179	99	100	833
S	181	99	100	897
SSW	185	99	100	923
SW	195	99	100	970
WSW	197	99	100	993
W	194	99	100	988
WNW	173	99	100	844
NW	170	99	100	827
NNW	167	99	100	801

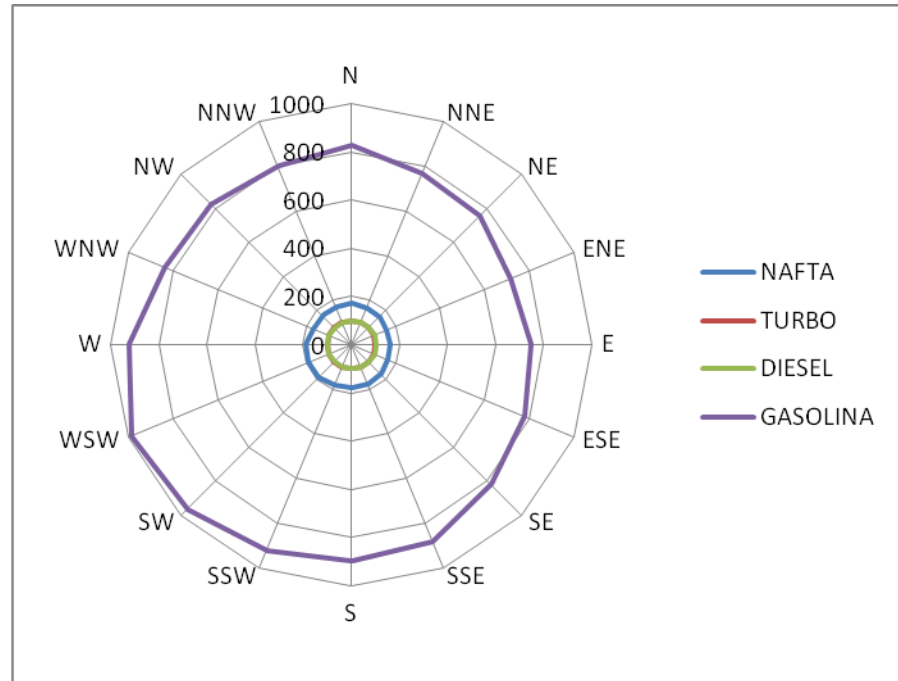
**Anexo 4.** Resumen del comportamiento de la dispersión de la nube toxica de las diferentes sustancias analizadas para cada uno de los rumbos estudiados, para la concentración máxima admisible según la norma cubana NC 19-01-03 (1983).



**Anexo 4.** Continuación.

**Anexo 4b.** Distancia alcanzada por la nube inflamable para la concentración máxima admisible.

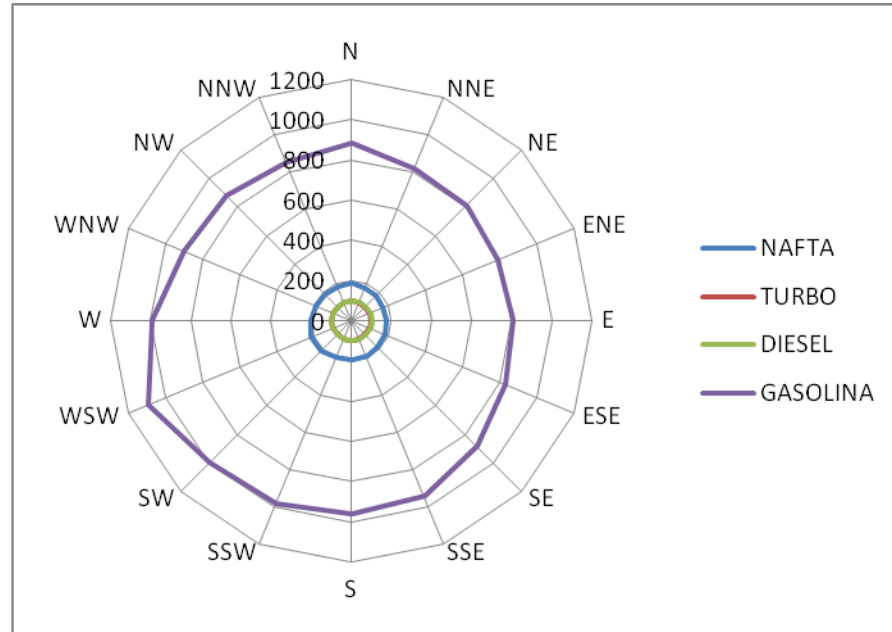
<b>Distancia longitudinal alcanzada por la nube inflamable (m)</b>				
<b>FEBRERO</b>				
<b>RUMBOS</b>	<b>NAFTA</b>	<b>TURBO</b>	<b>DIESEL</b>	<b>GASOLINA</b>
N	170	99	100	826
NNE	161	99	100	765
NE	160	99	100	757
ENE	152	99	100	717
E	158	99	100	746
ESE	162	99	100	776
SE	169	99	100	819
SSE	179	99	100	883
S	180	99	100	896
SSW	184	99	100	922
SW	194	99	100	968
WSW	197	99	100	991
W	193	99	100	927
WNW	172	99	100	843
NW	170	99	100	826
NNW	166	99	100	800



**Anexo 4.** Continuación.

**Anexo 4c.** Distancia alcanzada por la nube inflamable para la concentración máxima admisible.

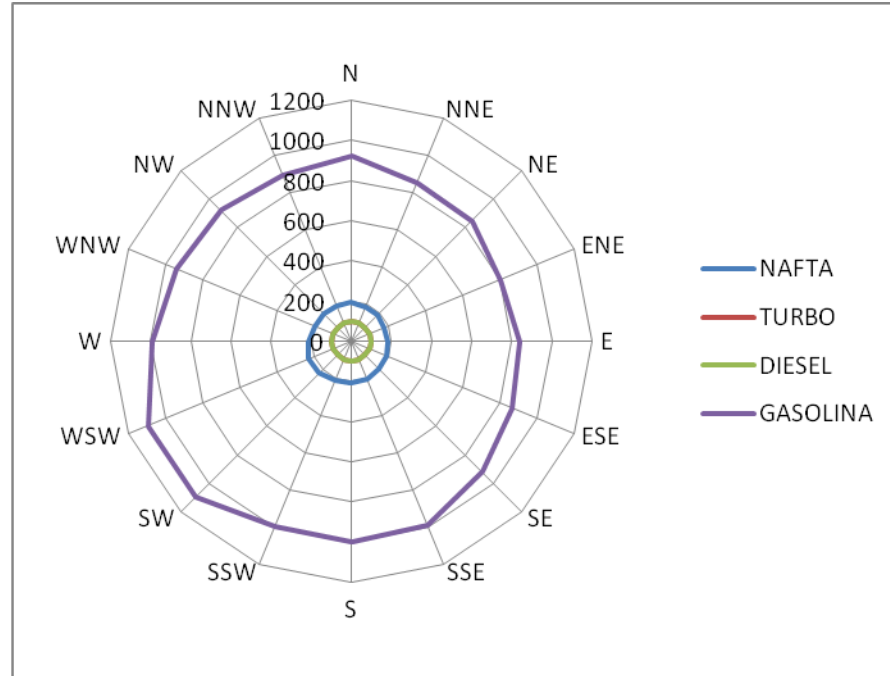
<b>Distancia longitudinal alcanzada por la nube inflamable (m)</b>				
<b>MARZO</b>				
<b>RUMBOS</b>	<b>NAFTA</b>	<b>TURBO</b>	<b>DIESEL</b>	<b>GASOLINA</b>
N	186	99	100	885
NNE	176	99	100	819
NE	174	99	100	812
ENE	167	99	100	786
E	173	99	100	802
ESE	178	99	100	830
SE	185	99	100	878
SSE	195	99	100	947
S	198	99	100	962
SSW	202	99	100	988
SW	213	99	100	1000
WSW	218	99	100	1100
W	203	99	100	994
WNW	189	99	100	904
NW	186	99	100	885
NNW	182	99	100	856



**Anexo 4.** Continuación.

**Anexo 4d.** Distancia alcanzada por la nube inflamable para la concentración máxima admisible.

<b>Distancia longitudinal alcanzada por la nube inflamable (m)</b>				
<b>ABRIL</b>				
<b>RUMBOS</b>	<b>NAFTA</b>	<b>TURBO</b>	<b>DIESEL</b>	<b>GASOLINA</b>
N	198	99	100	926
NNE	187	99	100	857
NE	185	99	100	848
ENE	178	99	100	803
E	184	99	100	838
ESE	189	99	100	868
SE	197	99	100	919
SSE	208	99	100	991
S	210	99	100	1000
SSW	216	99	100	1000
SW	228	99	100	1100
WSW	231	99	100	1100
W	216	99	100	1000
WNW	201	99	100	945
NW	198	99	100	926
NNW	194	99	100	896

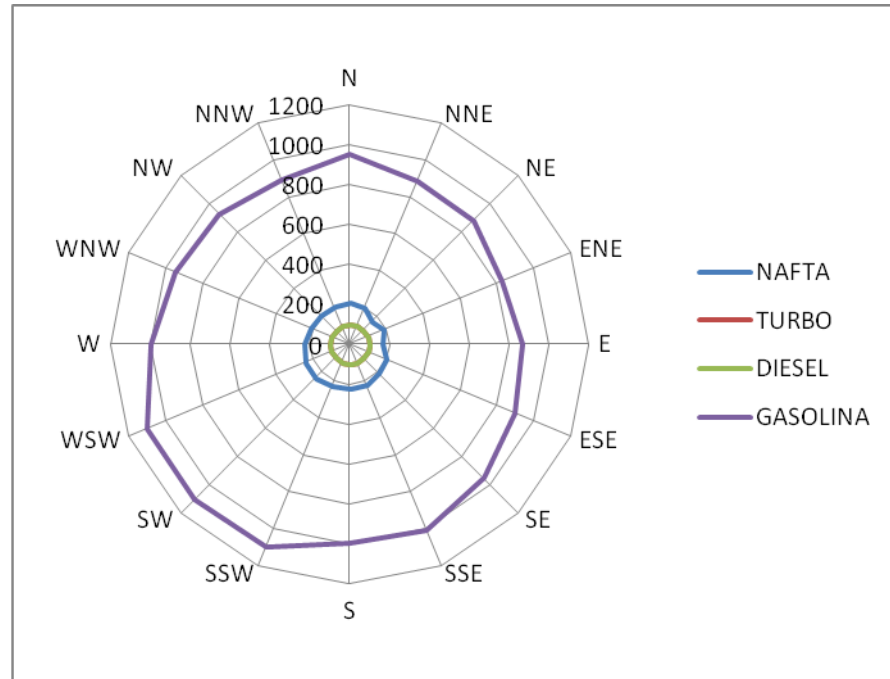




**Anexo 4.** Continuación.

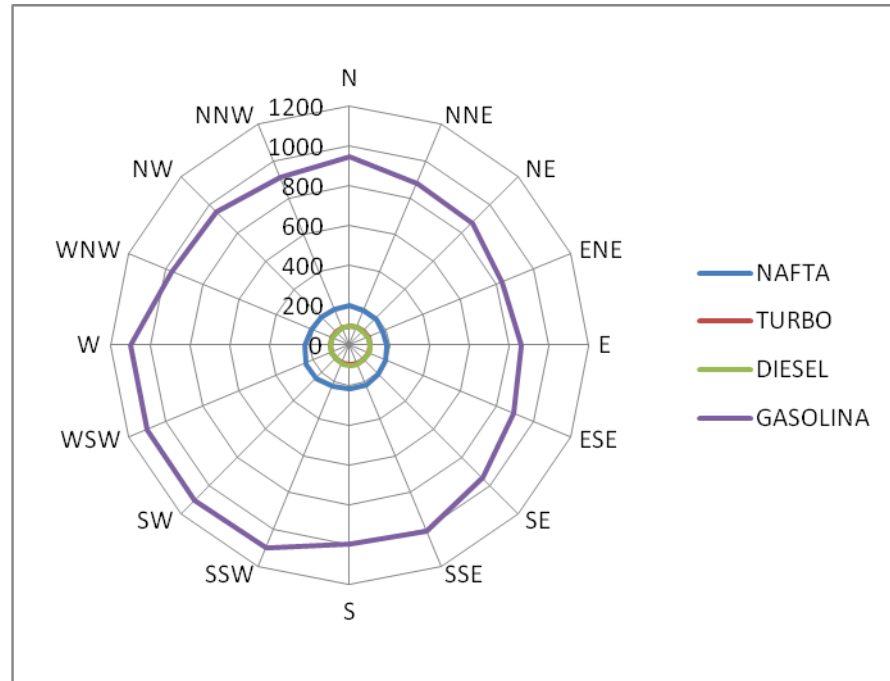
**Anexo 4e.** Distancia alcanzada por la nube inflamable para la concentración máxima admisible.

<b>Distancia longitudinal alcanzada por la nube inflamable (m)</b>				
<b>MAYO</b>				
<b>RUMBOS</b>	<b>NAFTA</b>	<b>TURBO</b>	<b>DIESEL</b>	<b>GASOLINA</b>
N	208	99	100	956
NNE	196	99	100	885
NE	161	99	100	876
ENE	186	99	100	829
E	161	99	100	866
ESE	198	99	100	897
SE	206	99	100	948
SSE	219	99	100	1010
S	221	99	100	1000
SSW	226	99	100	1100
SW	239	99	100	1100
WSW	243	99	100	1100
W	229	99	100	1000
WNW	211	99	100	945
NW	208	99	100	926



**Anexo 4f.** Distancia alcanzada por la nube inflamable para la concentración máxima admisible.

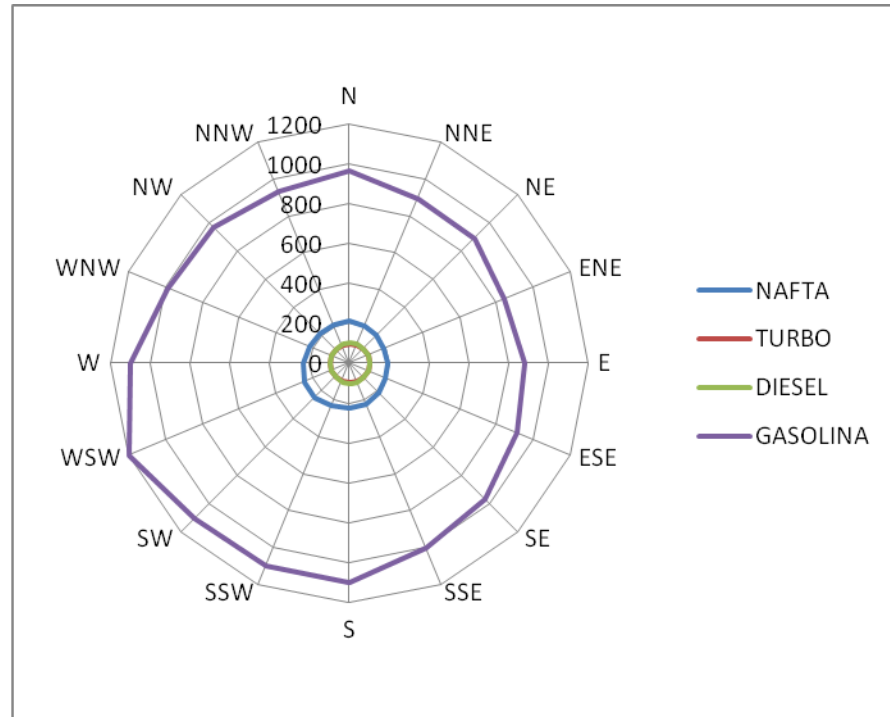
<b>Distancia longitudinal alcanzada por la nube inflamable (m)</b>				
<b>JUNIO</b>				
<b>RUMBOS</b>	<b>NAFTA</b>	<b>TURBO</b>	<b>DIESEL</b>	<b>GASOLINA</b>
N	203	99	100	947
NNE	191	99	100	878
NE	189	99	100	869
ENE	182	99	100	823
E	187	99	100	859
ESE	193	99	100	889
SE	201	99	100	940
SSE	213	99	100	1010
S	216	99	100	1000
SSW	221	99	100	1100
SW	234	99	100	1100
WSW	238	99	100	1100
W	224	99	100	1100
WNW	206	99	100	966
NW	203	99	100	947
NNW	198	99	100	917



**Anexo 4.** Continuación.

**Anexo 4g.** Distancia alcanzada por la nube inflamable para la concentración máxima admisible.

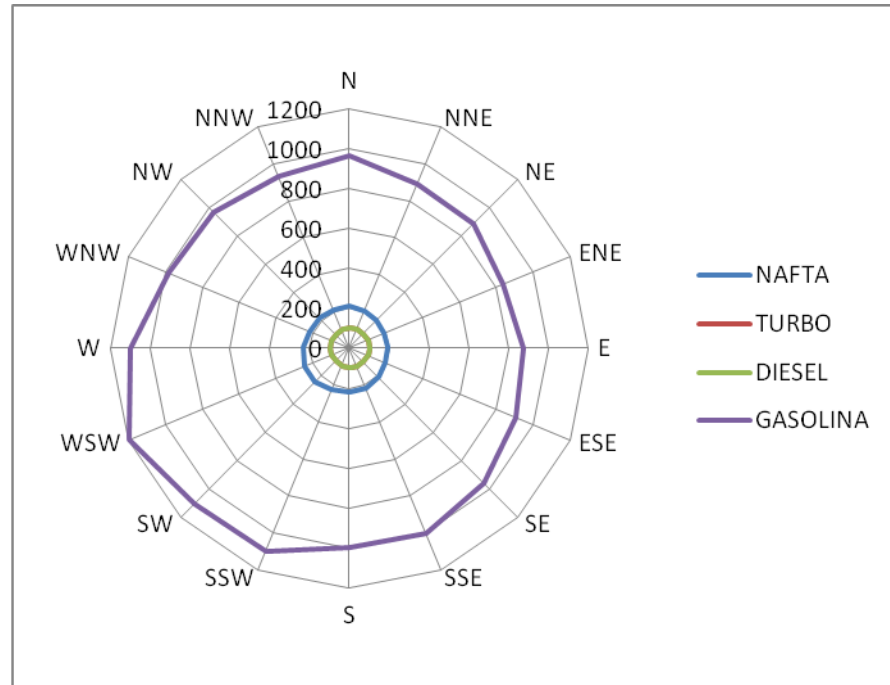
<b>Distancia longitudinal alcanzada por la nube inflamable (m)</b>				
<b>JULIO</b>				
<b>RUMBOS</b>	<b>NAFTA</b>	<b>TURBO</b>	<b>DIESEL</b>	<b>GASOLINA</b>
N	210	99	100	969
NNE	197	99	100	898
NE	195	99	100	889
ENE	187	99	100	841
E	194	99	100	878
ESE	199	99	100	909
SE	208	99	100	961
SSE	222	99	100	1000
S	223	99	100	1100
SSW	228	99	100	1100
SW	241	99	100	1100
WSW	245	99	100	1200
W	231	99	100	1100
WNW	213	99	100	989
NW	210	99	100	969
NNW	205	99	100	938



**Anexo 4.** Continuación.

**Anexo 4h.** Distancia alcanzada por la nube inflamable para la concentración máxima admisible.

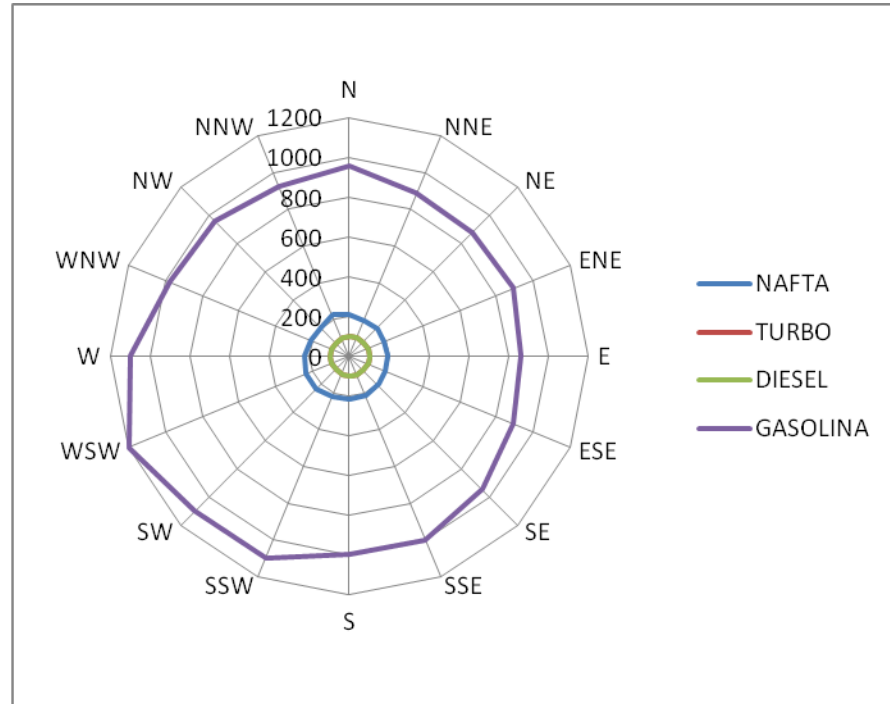
<b>Distancia longitudinal alcanzada por la nube inflamable (m)</b>				
<b>AGOSTO</b>				
<b>RUMBOS</b>	<b>NAFTA</b>	<b>TURBO</b>	<b>DIESEL</b>	<b>GASOLINA</b>
N	208	99	100	966
NNE	196	99	100	895
NE	195	99	100	885
ENE	186	99	100	839
E	193	99	100	875
ESE	198	99	100	907
SE	207	99	100	959
SSE	221	99	100	1000
S	222	99	100	1000
SSW	227	99	100	1100
SW	240	99	100	1100
WSW	244	99	100	1200
W	230	99	100	1100
WNW	212	99	100	986
NW	209	99	100	966
NNW	204	99	100	934



**Anexo 4.** Continuación.

**Anexo 4i.** Distancia alcanzada por la nube inflamable para la concentración máxima admisible.

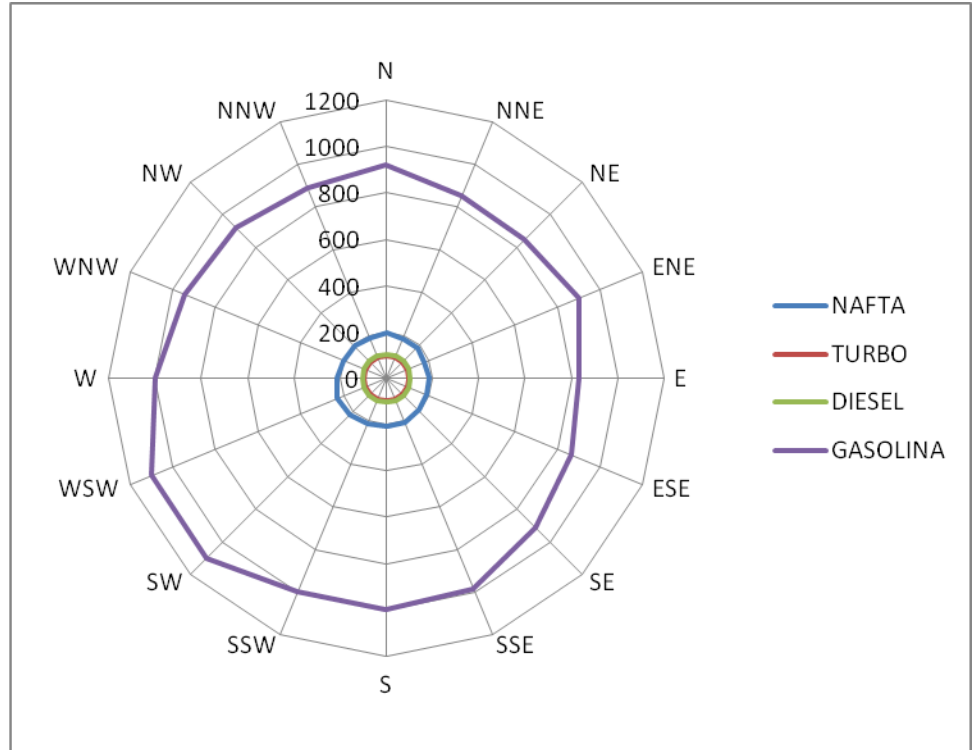
<b>Distancia longitudinal alcanzada por la nube inflamable (m)</b>				
<b>SEPTIEMBRE</b>				
<b>RUMBOS</b>	<b>NAFTA</b>	<b>TURBO</b>	<b>DIESEL</b>	<b>GASOLINA</b>
N	205	99	100	955
NNE	193	99	100	884
NE	193	99	100	875
ENE	183	99	100	892
E	190	99	100	865
ESE	195	99	100	896
SE	204	99	100	947
SSE	218	99	100	1000
S	219	99	100	1000
SSW	224	99	100	1100
SW	236	99	100	1100
WSW	240	99	100	1200
W	226	99	100	1100
WNW	208	99	100	974
NW	205	99	100	955
NNW	225	99	100	924



**Anexo 4.** Continuación.

**Anexo 4j.** Distancia alcanzada por la nube inflamable para la concentración máxima admisible.

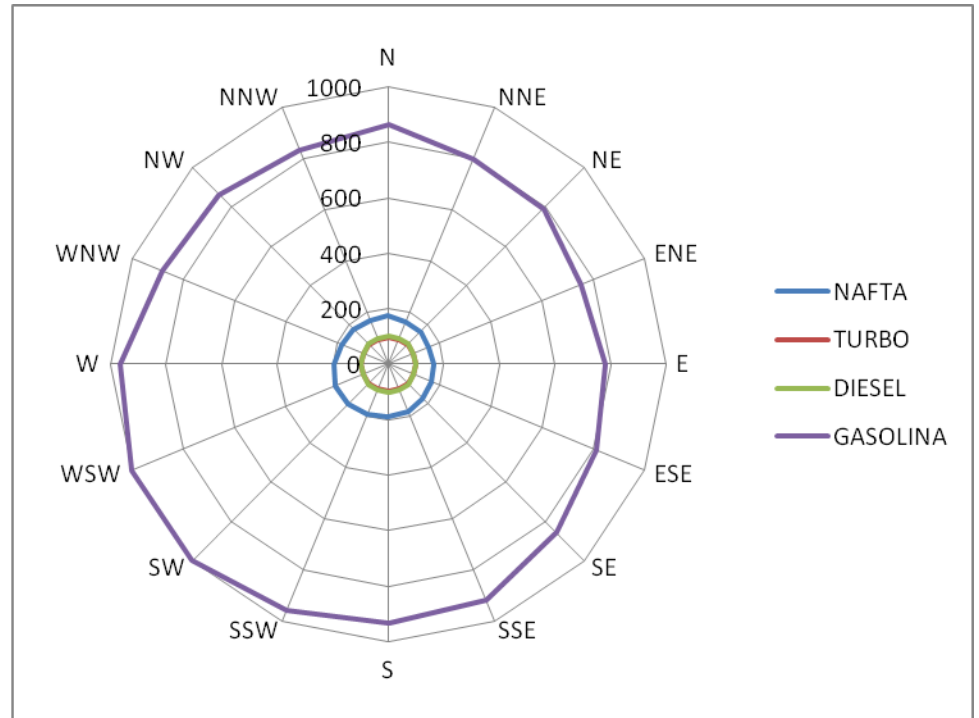
<b>Distancia longitudinal alcanzada por la nube inflamable (m)</b>				
<b>OCTUBRE</b>				
<b>RUMBOS</b>	<b>NAFTA</b>	<b>TURBO</b>	<b>DIESEL</b>	<b>GASOLINA</b>
N	197	99	100	922
NNE	186	99	100	855
NE	185	99	100	846
ENE	177	99	100	902
E	183	99	100	836
ESE	188	99	100	866
SE	196	99	100	915
SSE	207	99	100	986
S	210	99	100	1000
SSW	215	99	100	1000
SW	227	99	100	1100
WSW	230	99	100	1100
W	215	99	100	1000
WNW	200	99	100	941
NW	197	99	100	922
NNW	192	99	100	893



**Anexo 4.** Continuación.

**Anexo 4k.** Distancia alcanzada por la nube inflamable para la concentración máxima admisible.

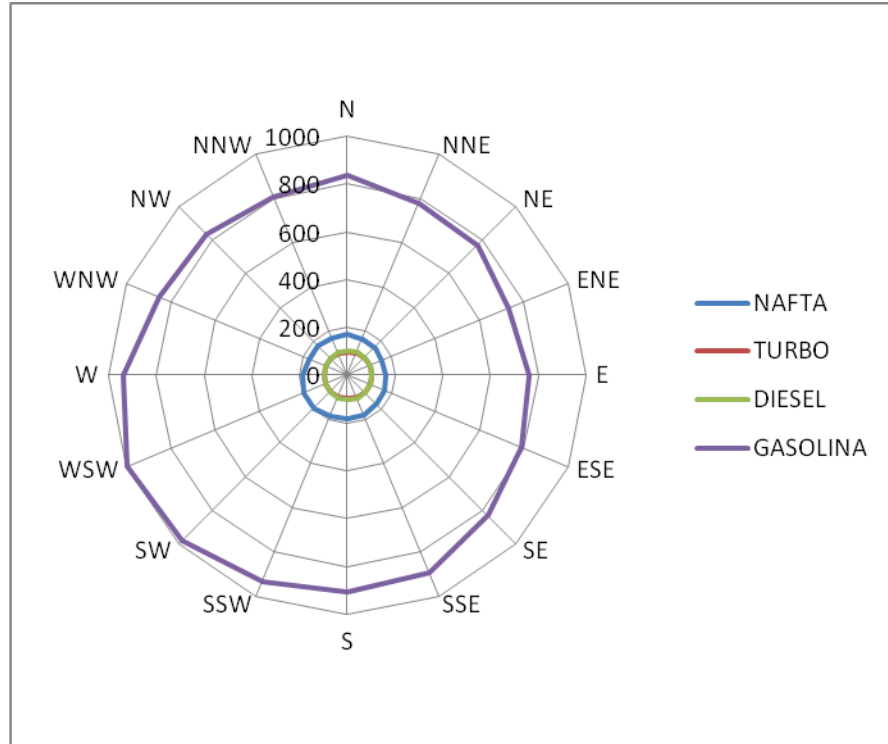
<b>Distancia longitudinal alcanzada por la nube inflamable (m)</b>				
<b>NOVIEMBRE</b>				
<b>RUMBOS</b>	<b>NAFTA</b>	<b>TURBO</b>	<b>DIESEL</b>	<b>GASOLINA</b>
N	177	99	100	862
NNE	167	99	100	799
NE	166	99	100	791
ENE	160	99	100	749
E	164	99	100	781
ESE	169	99	100	810
SE	176	99	100	855
SSE	186	99	100	920
S	190	99	100	934
SSW	194	99	100	962
SW	205	99	100	1000
WSW	206	99	100	1000
W	194	99	100	966
WNW	181	99	100	879
NW	177	99	100	862



**Anexo 4.** Continuación.

**Anexo 4I.** Distancia alcanzada por la nube inflamable para la concentración máxima admisible.

<b>Distancia longitudinal alcanzada por la nube inflamable (m)</b>				
<b>DICIEMBRE</b>				
<b>RUMBOS</b>	<b>NAFTA</b>	<b>TURBO</b>	<b>DIESEL</b>	<b>GASOLINA</b>
N	173	99	100	839
NNE	164	99	100	778
NE	163	99	100	769
ENE	157	99	100	729
E	161	99	100	760
ESE	166	99	100	787
SE	172	99	100	832
SSE	182	99	100	896
S	184	99	100	909
SSW	188	99	100	936
SW	198	99	100	984
WSW	201	99	1000	
W	189	99	100	941
WNW	176	99	100	856
NW	173	99	100	839
NNW	170	99	100	812





## Anexo 6. Clasificación y etiquetado de las sustancias (R, S).

### Indicación de riesgos específicos

R1	Explosiva al secarse
R2	Riesgo de explosión por choque eléctrico, fricción, fuego u otras fuentes de ignición
R3	Riesgo extremo de explosión por choque eléctrico, fricción, fuego u otras fuentes de ignición
R4	Forma compuestos metálicos explosivos muy sensibles
R5	El calentamiento puede causar la explosión de la sustancia
R6	Explosiva en o sin contacto con el aire
R7	Puede causar incendios
R8	En contacto con material combustible, puede causar incendios
R9	Explosiva al ser mezclada con material combustible
R10	Inflamable
R11	Sumamente inflamable
R12	Extremadamente inflamable
R13	Gas licuado extremadamente inflamable
R14	Reacciona violentamente con el agua
R15	Libera gases sumamente inflamables en contacto con el agua
R16	Explosiva al mezclarse con sustancias oxidantes
R17	Espontáneamente inflamable en el aire
R18	Al usarla, puede formar una mezcla de aire-vapor inflamable-explosiva
R19	Puede formar peróxidos explosivos
R20	Dañina al ser inhalada
R21	Dañina en contacto con la piel
R22	Dañina al ser ingerida
R23	Tóxica al ser inhalada
R24	Tóxica en contacto con la piel
R25	Tóxica al ser ingerida
R26	Muy tóxica al ser inhalada
R27	Muy tóxica en contacto con la piel
R28	Muy tóxica al ser ingerida
R29	Libera gas tóxico en contacto con el agua
R30	Puede volverse sumamente inflamable al ser usada

## Anexo 6. Clasificación y etiquetado de las sustancias (R, S) (Continuación)

R31	Libera gas tóxico en contacto con ácidos
R32	Libera gas muy tóxico en contacto con ácidos
R33	Peligro de efectos acumulativos
R34	Causa quemaduras
R35	Causa quemaduras graves
R36	Irrita los ojos
R37	Irrita el sistema respiratorio
R38	Irrita la piel
R39	Peligro de efectos irreversibles muy graves
R40	Posible riesgo de efectos irreversibles
R41	Riesgo de grave daño a los ojos
R42	Puede causar sensibilización al ser inhalada
R43	Puede causar sensibilización en contacto con la piel
R44	Riesgo de explosión al calentarse en un ambiente cerrado
R45	Puede causar cáncer
R46	Puede causar daño genético hereditario
R47	Puede causar defectos de nacimiento
R48	Peligro de grave daño para la salud por exposición prolongada
R49	Puede causar cáncer al ser inhalada
R50	Muy tóxica para organismos acuáticos
R51	Tóxica para organismos acuáticos
R52	Dañina para organismos acuáticos
R53	Puede causar efectos adversos de largo plazo en el ambiente acuático
R54	Tóxica para la flora
R55	Tóxica para la fauna
R56	Tóxica para los organismos del suelo
R57	Tóxica para las abejas
R58	Puede causar efectos adversos de largo plazo en el ambiente
R59	Peligrosa para la capa de ozono
R60	Puede perjudicar la fertilidad
R61	Puede causar daño fetal
R62	Posible riesgo de pérdida de fertilidad
R63	Posible riesgo de daño fetal
R64	Puede causar daño a lactantes

## Anexo 6. Clasificación y etiquetado de las sustancias (R, S) (Continuación)

### Indicaciones sobre precauciones de seguridad

S1	Manténgase cerrado
S2	Manténgase fuera del alcance de los niños
S3	Manténgase en un lugar fresco
S4	Manténgase lejos de las viviendas
S5	Manténgase el contenido en ... (líquido apropiado que debe ser especificado por el fabricante)
S6	Manténgase en ... (gas inerte que debe ser especificado por el fabricante)
S7	Manténgase el envase herméticamente cerrado
S8	Manténgase el envase seco
S9	Manténgase el envase en un lugar bien ventilado
S12	No mantener el envase sellado
S13	Manténgase lejos de alimentos, bebidas y forraje
S14	Manténgase lejos de ... (materiales incompatibles que deben ser indicados por el fabricante)
S15	Manténgase lejos del calor
S16	Manténgase lejos de fuentes de ignición - NO FUMAR
S17	Manténgase lejos de material combustible
S18	Manipúlese y ábrase el envase con cuidado
S20	No comer ni beber cuando se use
S21	No fumar cuando se use
S22	No inhalar el polvo
S23	No inhalar el gas-humo-vapor-rocío (los términos apropiados deben ser especificados por el fabricante)
S24	Evítese el contacto con la piel
S25	Evítese el contacto con los ojos
S26	En caso de haber contacto con los ojos, enjuáguese de inmediato con abundante agua y busque asistencia médica
S27	Quítese de inmediato toda la ropa contaminada
S28	Después del contacto con la piel, lavar de inmediato con abundante ... (debe ser especificado por el fabricante)
S29	No vaciar en los desagües
S30	Nunca agregar agua a este producto

## Anexo 6. Clasificación y etiquetado de las sustancias (R, S) (Continuación)

S33	Tomar medidas preventivas contra descargas estáticas
S34	Evítense golpes y fricciones
S35	Este material y su envase deben desecharse de manera segura
S36	Usar ropa protectora apropiada
S37	Usar guantes apropiados
S38	En caso de ventilación insuficiente, úsese el equipo de respiración apropiado
S39	Úsese protección para ojos y cara
S40	Para limpiar el piso y todos los objetos contaminados por este material úsese ... (debe ser especificado por el fabricante)
S41	En caso de incendios o explosiones, no inhalar el humo
S42	Durante la fumigación o rociado, usar equipo de respiración apropiado (los términos adecuados deben ser especificados por el fabricante)
S43	En caso de incendio, usar ... (indíquese en el espacio el tipo específico de equipo contra incendios. Si el agua aumenta el riesgo, hay que indicar: "Nunca usar agua")
S44	En caso de accidente o indisposición, buscar asistencia médica (mostrar la etiqueta si es posible)
S45	En caso de accidentes o indisposición, buscar asistencia médica de inmediato (mostrar la etiqueta si es posible)
S46	En caso de ingestión, buscar asistencia médica de inmediato y mostrar el envase o la etiqueta
S47	Manténgase a temperatura no mayor que ... °C (debe ser especificada por el fabricante)
S48	Manténgase humedecido con ... (material apropiado que debe ser especificado por el fabricante)
S49	Manténgase únicamente en el envase original
S50	No mezclar con ... (debe ser especificado por el fabricante)
S51	Úsese solo en áreas bien ventiladas
S52	No recomendable para ser usado en interiores
S53	Evítense la exposición - obtener instrucciones especiales antes de su uso
S54	Obtener el consentimiento de las autoridades de control de la contaminación antes de descargar en plantas de tratamiento de aguas residuales
S55	Tratar con las mejores técnicas disponibles antes de descargar en desagües o ambientes acuáticos

**Anexo 7. Caracterización de los diferentes recipientes que contienen las sustancias de objeto de estudio.**

SUSTANCIA	Tanque	Diámetro Entrada	Diámetro Salida	Capacidad (m3)	Altura Operacional (m)	Diámetro del tanque (m)
NAFTA	41	12" (pulg)	8"	5000	10.8	22.8
	42	12" (pulg)	8"	4000	7.6	22.8
	16	12"	8"	4000	10.9	22.7
	17	12"	8"	4000	10.9	22.7
TURBO	13	12"	10"	10000	10.6	34.2
	22	12"	10"	10000	10.6	34.2
	23	12"	10"	10000	10.6	34.2
DIESEL	24	12"	10"	10000	10.6	34.2
	25	12"	10"	10000	10.6	34.2
	26	12"	10"	10000	10.6	34.2
GASOLINA DE AVIACIÓN	18	10"	8"	2000	11	15.18
	19	10"	8"	800	8	10.715
	20	10"	8"	1000	6.62	7.756
	21	10"	8"	960	11.3	10.4