



# **INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS**

**IMPLANTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO No. 059 PARA LA DETERMINACIÓN DE  
METILAMINAS EN EL AIRE DEL MEDIO AMBIENTE LABORAL  
DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-010-STPS-1993.**

**TESIS**

**MEMORIA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO QUÍMICO INDUSTRIAL  
PRESENTA:**

**JOSÉ GUZMÁN MARTÍNEZ**



México, D.F., Junio del 2007



SECRETARÍA  
DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA

# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

## ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS



### DEPARTAMENTO DE PRÁCTICAS, VISITAS Y TITULACIÓN

T-022-07

México, D. F., a 27 de marzo del 2007

Al C. Pasante:

**JOSÉ GUZMÁN MARTÍNEZ**

Paseo de Ahuehuetes No. 3 Casa 13  
Colonia Valle de las Pirámides  
Tlalnepantla  
Estado de México  
C.P. 54147

Boleta:  
**7302781**

Carrera:  
**IQI**

Generación:  
**1976-1980**

Mediante el presente se hace de su conocimiento que este Departamento acepta que el C. **M. e C. Efrén Urbina Valle** sea orientador en el Tema que propone usted desarrollar como prueba escrita en la opción; Memoria de Experiencia Profesional, con el título y contenido siguientes:

***“Implantación del procedimiento No. 059 para la determinación de metilaminas en el aire del medio ambiente laboral de la Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1993”***

Resumen

Introducción.

I.- Generalidades

II.- Experimentación.

III.- Discusión de resultados.

Conclusiones.

Referencias bibliográficas.

Se concede un plazo máximo de un año, a partir de esta fecha, para presentarlo a revisión por el Jurado asignado.

M. en C. J. Humberto Romo Toledano  
Presidente de Academia

M. en C. Efrén Urbina Valle  
Profesor Director u Orientador  
Ced. Prof. 2123300

M. en C. Blanca Zamora Celis  
Jefa del Depto. de Prácticas  
Visitas y Titulación

M. en C. Salvador Meza Espinoza  
Subdirector Académico



# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

## ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS



DEPARTAMENTO DE PRÁCTICAS, VISITAS Y TITULACIÓN

T-022-07

México, D. F., a 07 de mayo del 2007.

**C. JOSÉ GUZMÁN MARTÍNEZ**

Boleta:  
**7302781**

Carrera:  
**IQI**

Generación:  
**1976-1980**

Presente.


Los suscritos tenemos el agrado de informar a Usted, que habiendo procedido a revisar el borrador de la modalidad de titulación correspondiente, denominado:


***“Implantación del procedimiento No. 059 para la determinación de metilaminas en el aire del medio ambiente laboral de la Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1993”***

encontramos que el citado trabajo de **Memoria de Experiencia Profesional**, reúne los requisitos para autorizar el Examen Profesional y **PROCEDER A SU IMPRESIÓN** según el caso, debiendo tomar en consideración las indicaciones y correcciones que al respecto se le hicieron.

Atentamente

**JURADO**

  
M. en C. Efrén Urbina Valle  
**Presidente**

  
M. en C. J. Humberto Romo Toledano  
**Vocal**

  
Biol. Arturo Chápa Navarrete  
**Secretario**

c.c.p.- Expediente

## AGRADECIMIENTOS

---

A la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas del IPN  
por proporcionarme las herramientas para mis éxitos

Al M.C. Efrén Urbina Valle por su ayuda para la  
conclusión de este trabajo

A mis padres por su apoyo incondicional durante  
toda mi educación

Gracias José y María Alicia

## AGRADECIMIENTOS

---

A mi querida esposa

Tus ojos son mi conjuro  
contra la mala jornada  
te quiero por tu mirada  
que mira y siembra futuro

y porque amor no es aureola  
ni candida moraleja  
y porque somos pareja  
que sabe que no está sola

si te quiero es porque sos  
mi amor mi cómplice y todo  
y en la calle codo a codo  
somos mucho mas que dos

Mario Benedetti

Gracias por tu apoyo Gabriela

## AGRADECIMIENTOS

---

A mis hijos

No lo creo todavía  
has llegado a mi lado  
y la noche es un puñado  
de estrellas y alegría

nadie nunca te reemplaza  
y las cosas mas triviales  
se vuelven fundamentales  
porque has llegado a casa

sin embargo todavía  
dudo de esta buena suerte  
porque el cielo de tenerte  
me parece fantasía

Mario Benedetti

Gracias Gaby

A la memoria de Francisco José

Cuando parece que la vida imita al arte,  
es porque el arte ha logrado anunciar la vida

Juan Gelman

Te sigo recordando

ÍNDICE	PÁGINA
OBJETIVO	1
RESUMEN	2
GLOSARIO	4
INTRODUCCIÓN	7
<b>I GENERALIDADES</b>	<b>11</b>
I.1 DESCRIPCIÓN BREVE DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS METILAMINAS	11
I.1.1 TIPOS DE AMINAS	11
I.1.2 PROCESO DE FABRICACIÓN	12
I.1.3 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS	15
I.1.4 TOXICIDAD Y EFECTOS A LA SALUD	16
I.1.5 LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN PARA LAS METILAMINAS	17
I.1.6 EVALUACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO	17
I.2 SELECCIÓN DEL MÉTODO ANALÍTICO Y DE MUESTREO	19
I.2.1 RECURSOS DE INFORMACIÓN	19
I.2.2 INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE METILAMINAS	21
I.3 CRITERIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍAS DEL AMBIENTE LABORAL	23
I.3.1 ETAPA DE EVALUACIÓN DE MÉTODO ANALÍTICO	25
I.3.1.1 SELECCIÓN DEL MÉTODO ANALÍTICO	25
I.3.1.2 LIMITE DE DETECCIÓN (LD) DEL MÉTODO	25
I.3.1.3 SENSIBILIDAD	28
I.3.1.4 INTERFERENCIAS ANALÍTICAS	28
I.3.1.5 PRECISIÓN DEL MÉTODO	29
I.3.2 ETAPA DE EVALUACIÓN DEL MÉTODO DE MUESTREO	30
I.3.2.1 GENERACIÓN DE ESTÁNDARES	30
I.3.2.2 EFICIENCIA DE DESADSORCIÓN O DE RECUPERACIÓN	32
I.3.2.3 ÍNDICE DE FUGA	34
I.3.2.4 ESTUDIOS DE ESTABILIDAD O DE ALMACENAMIENTO	36
I.3.3 REQUISITOS ESTADÍSTICOS	37
<b>II. EXPERIMENTACIÓN</b>	<b>40</b>
II.1 DETERMINACIÓN DEL MEDIO DE DESADSORCIÓN	40
II.2 EVALUACIÓN DEL MÉTODO ANALÍTICO	42
II.2.1 CURVA DE CALIBRACIÓN	42
II.2.2 INTERFERENCIAS ANALÍTICAS	43
II.3 EVALUACIÓN DEL MÉTODO DE MUESTREO	43
II.3.1 COEFICIENTE DE DESADSORCIÓN O DE RECUPERACIÓN	44
II.3.2 ÍNDICE DE FUGA	44

II.3.3	ESTUDIOS DE ESTABILIDAD O ALMACENAMIENTO	45
III	<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	47
III.1	SELECCIÓN DEL MÉTODO	47
III.2	DETERMINACIÓN DEL MEDIO DE DESADSORCIÓN	47
III.3	EVALUACIÓN DEL MÉTODO ANALÍTICO	48
III.3.1	CURVA DE CALIBRACIÓN	48
III.3.2	SENSIBILIDAD	49
III.3.3	LÍMITE DE DETECCIÓN	50
III.3.4	INTERFERENCIAS ANALÍTICAS	51
III.4	EVALUACIÓN DEL MÉTODO DE MUESTREO	51
III.4.1	COEFICIENTE DE RECUPERACIÓN O DE DESADSORCIÓN	51
III.4.2	ÍNDICE DE FUGA	53
III.4.3	ÍNDICE DE ALMACENAMIENTO	54
III.5	REQUISITOS ESTADÍSTICOS	54
IV	<b>CONCLUSIONES</b>	66
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	67
	<b>ANEXOS</b>	
	<b>ANEXO No. 1. TABLAS DE LA NOM-010-STPS-1999 PARA DETERMINAR EL GRADO DE EFECTOS A LA SALUD Y EL GRADO DE EXPOSICIÓN POTENCIAL</b>	69
	<b>ANEXO No. 2. TABLA DE RESULTADOS EXPERIMENTALES</b>	71
	TABLA No. 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES PARA LA DETERMINACIÓN DEL MEDIO DE DESADSORCIÓN	72
	TABLA No. 2. CURVAS DE CALIBRACIÓN PARA LAS METILAMINAS	73
	TABLA No. 3. RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE RECUPERACIÓN DE LA MONOMETILAMINA (MMA)	74
	TABLA No. 4. RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE RECUPERACIÓN DE LA DIMETILAMINA (DMA)	75
	TABLA No. 5. RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE RECUPERACIÓN DE LA TRIMETILAMINA (TMA)	76
	TABLA No. 6. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE FUGA	77
	TABLA No. 7. RESULTADOS PRUEBAS DE ESTABILIDAD PARA LA MONOMETILAMINA	78
	TABLA No. 8. RESULTADOS PRUEBAS DE ESTABILIDAD PARA LA DIMETILAMINA	79
	TABLA No. 9. RESULTADOS PRUEBAS DE ESTABILIDAD PARA LA TRIMETILAMINA	80
	TABLA 10. RESUMEN DE RESULTADOS ESTADÍSTICOS	81
	<b>ANEXO No. 3. HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES PARA LAS METILAMINAS GRUPO CELANESE, S.A.</b>	82



## **OBJETIVO**

Este trabajo tiene como objetivo presentar la memoria de la implantación del procedimiento No. 59 para la determinación de metilaminas en el ambiente laboral que forma parte actualmente del apéndice II de la norma oficial mexicana NOM-010-STPS-1999, actividad que se realizó durante mi estancia en Grupo Celanese S.A., en el periodo de 1989-1991. Este procedimiento está vigente para la determinación de estos compuestos químicos en el área laboral.

Los requisitos que se tomaron en cuenta para cumplir con el objetivo son:

- El procedimiento implantado debía tener la capacidad de evaluar las tres aminas en el área donde se producen, ya que se encuentran en el ambiente al mismo tiempo.
- Cumplir plenamente con la normatividad mexicana y en caso de que no existiera, en la normatividad internacional disponible.
- Utilizar cualquiera de los equipos de análisis instrumental con que se contaban en el área productiva, ya que la inversión por este concepto debía ser lo mínimo posible.
- Utilizar los equipos de muestreo con que se contaban, ya que tiene ventajas con respecto a su uso por el personal que realizará las evaluaciones.
- Los medios adsorbentes para la realización del análisis deben ser comerciales y fáciles de conseguir.
- Los resultados obtenidos mediante el procedimiento debían ser aceptados por las autoridades de la Secretaría del Trabajos y Previsión Social.

## RESUMEN.

Debido a los problemas en el ambiente de las ciudades existe un auge en cuanto al conocimiento de las condiciones ambientales en general y en particular debido a las nuevas legislaciones mexicanas sobre las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo, está siendo importante la evaluación del ambiente laboral.

Las personas que trabajan en la Industria Química en general además de estar expuestos a los agentes contaminantes ambientales de las ciudades, dentro de las fuentes de trabajo puede existir contaminación debido a los procesos de fabricación. Por ello es indispensable conocer los niveles de contaminación a los que se exponen los trabajadores durante la jornada de trabajo con la finalidad de prevenir posibles riesgos que a la larga pudieran producir una enfermedad profesional.

El objetivo de este trabajo es presentar la memoria de la implantación del procedimiento No. 59 para la determinación de metilaminas en el aire del medio ambiente laboral, que forma parte del apéndice II de la NOM-010-STPS-1999 que es la norma mexicana que regula las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo que manejan compuestos químicos que puedan generar contaminación en el área laboral. Esto se logró tomando en cuenta las Normas Nacionales y extranjeras que se revisaron<sup>(2,3,4 y 5)</sup>, los trabajos internos<sup>6</sup> y la experiencia adquirida dentro de Grupo Celanese S.A. en el periodo de 1989-1991.

El trabajo consistió en la elaboración de criterios que permiten evaluar un procedimiento propuesto para que proporcionen los datos confiables sobre la exposición de los trabajadores. Los criterios toman en cuenta que el procedimiento de evaluación debe tener la sensibilidad, la exactitud y precisión esperada, las posibles interferencias que se encuentran en el ambiente en donde es tomada la muestra, los efectos de matriz, las limitaciones de costo y el tiempo de análisis.

Los criterios fueron aplicados para el desarrollo del procedimiento de evaluación de las metilaminas en el ambiente laboral que no existía en la legislación mexicana y que era de interés para el Grupo Celanese, S.A., ya que se fabrican en el Complejo Cangrejera en la planta denominada "Planta de Metilaminas", estos compuestos son tóxicos y pueden causar daños al personal expuesto.

En la "Introducción" se presentan algunos aspectos y definiciones con respecto a la importancia de la evaluación de la exposición en el ambiente laboral.

En el capítulo de "Generalidades" se presenta una breve descripción del proceso de fabricación de las metilaminas, así como sus propiedades fisicoquímicas y toxicológicas más comunes y los Límites Máximos Permisibles reportados en la norma NOM-010-STPS-1999. La información toxicológica se utilizó para determinar la clasificación cualitativa del riesgo en el área de las metilaminas de acuerdo como se indica en la norma. En este mismo capítulo se presenta una sección en donde se muestran los recursos de información más comunes

relacionados sobre este tipo de muestras, así como la información que se tomó en cuenta para la realización de este trabajo. Finalmente se presentan los criterios propuestos para la implementación de metodologías del ambiente laboral utilizados para calificar este procedimiento.

En el capítulo, “Experimentación” se presentan todas las pruebas que se realizaron para determinar la confiabilidad del procedimiento propuesto.

En la “Discusión de Resultados” se realiza una comparación de los resultados obtenidos experimentalmente con los criterios propuestos y se obtienen los datos necesarios para concluir la aplicación del procedimiento en el área laboral de la “Planta de las Metilaminas”.

En las “Conclusiones” se presentan los resultados que permitieron afirmar que el procedimiento cumple con los objetivos del trabajo.

El procedimiento resultante fue presentado ante el subcomité de normalización No. 1, de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). Después de ser ampliamente discutido por los participantes de este subcomité fue aceptado por las autoridades e inicialmente fue publicado como la NOM-091-STPS-1994 el 5 de diciembre de 1995 y después por cambios en la estructura de las normas de la STPS, se convirtió en el procedimiento No. 59, Determinación de Metilaminas en Aire-Método de Cromatografía de Gases, en el apéndice II de la Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1999, que actualmente está vigente.

## GLOSARIO

AIHA	Abreviatura de la American Industrial of Hygiene Association
Ambiente Laboral	Área de cualquier empresa en la cual existen actividades de producción, oficina, mantenimiento o cualquier otra relacionada con la producción y administración de la empresa.
APHA	Abreviatura de la American Public Health Association
ASTM	Abreviatura de la American Society for Testing and Materials
Carcinogenicidad	Propiedad de una sustancia química para producir algún tipo de cáncer en un organismo.
CL50	Concentración letal 50, corresponde a la concentración, mg de la sustancia por m <sup>3</sup> de aire mg/m <sup>3</sup> , ppm de una sustancia química en la atmósfera capaz de provocar la muerte al 50 % de los animales sometidos al experimento, en un tiempo determinado.
CMA	Concentración medida en el ambiente laboral
Cromatografía de gases	Técnica de análisis instrumental en la cual se pueden realizar el análisis cualitativo y cuantitativo de compuestos orgánicos volátiles.
DL50	Dosis letal 50, corresponde a la cantidad, mg de sustancia por Kg de peso corporal, mg/Kg necesaria para provocar la muerte en el 50 % de un grupo de animales sometidos al experimento
DMA	Di-metilamina
EPA	Abreviación (Environmental Protection Agency) de la agencia de los Estados Unidos de América equivalente a la SEMARNAT.
FDA	Abreviatura (Food and Drugs Agency), de la agencia de los Estados Unidos de América dedica al control de productos farmacéuticos y de los alimentos.
IDLH	Acrónimo en ingles (Immediately Dangerous to Life or Health)

del índice IPVS.

IPVS	Inmediato Peligro para la Vida y la Salud, es la concentración máxima de un agente químico bajo la cual una persona puede escapar en un período máximo de 30 minutos sin que los daños producidos impidan el escape o provoquen efectos irreversibles.
LMP	Límite Máximo Permisible reportado en una NOM.
LMP-CT	Límite Máximo Permisible de exposición de corto tiempo.
LMP-P	Límite Máximo Permisible de exposición pico.
LMP-PPT	Límite Máximo Permisible de exposición promedio ponderado en tiempo.
MMA	Mono-metilamina
Mutagenecidad	Propiedad de una sustancia química de causar cambios permanentes en las características genéticas de un organismo.
NFPA	National Fire Protection Agency
NIOSH	Abreviatura del National Institute of Occupational Safety and Health de los Estados Unidos de América.
NMX	Norma Mexicana que presenta alguna técnica de análisis para algún parámetro de control es considerada como recomendable su aplicación pero no obligatoria.
NOM	Norma Oficial Mexicana que indica los niveles máximos permitidos obligatorios de algún parámetro de control.
OSHA	Abreviación (Occupational Safety Health Administration) de la agencia de Estados Unidos de América equivalente a la Secretaria del Trabajo y Previsión Social.
Teratogenecidad	Propiedad de una sustancia química para producir malformaciones en el feto.
TMA	Tri-metilamina

Umbral de olor

La concentración más baja de una sustancia olorosa que puede ser detectada por el hombre; cuando se expone a esta concentración a un grupo de "inhaladores", y es percibido el olor por el 50% del grupo.

## **INTRODUCCIÓN**

Debido a los problemas en el ambiente de las ciudades existe un auge en cuanto al conocimiento de las condiciones ambientales, por lo que se están realizando un gran número de programas para la eliminación de este problema, que van desde la evaluación del ambiente de las ciudades (estaciones de monitoreo ambiental), hasta programas de control de fuentes de contaminación (programa de Hoy No Circula).

Las personas que trabajan en la Industria Química en general, además de estar expuestos a estos agentes ambientales de las ciudades, en ocasiones se suma también la existente en los centros de trabajo.

En estos centros de trabajo se pasa por lo menos 1/3 parte del día, por esto es indispensable conocer los niveles de contaminación a los que se está expuesto durante la jornada de trabajo, con la finalidad de prevenir posibles riesgos que a la larga puedan producir una enfermedad de trabajo. Esta prevención puede implicar un programa de dotación de equipo de protección personal, una optimización de los procesos, un programa de mantenimiento o una solución de ingeniería, etc. El hecho de tener dentro de las áreas laborales un ambiente limpio, tendrá como consecuencia que fuera de los centros de trabajo no se contamine el ambiente por efecto de las emisiones fugitivas.

## **EVALUACIÓN DE LAS MUESTRAS DEL AMBIENTE LABORAL**

Considerando la importancia que tiene este tipo de muestras obtenidas en el ambiente laboral, es indispensable asegurar que la metodología analítica proporcione los datos confiables que serán utilizados en la evaluación del impacto que tiene el ambiente sobre los trabajadores. Tomando en cuenta las normas nacionales<sup>2</sup> e internacionales<sup>3, 4 y 5</sup> y con la experiencia obtenida en la evaluación de diversos ambientes<sup>6</sup>, se presenta una serie de criterios para la implementación de procedimientos de evaluación del ambiente laboral. El método debe tomar en cuenta que para la obtención de las muestras se debe tener la sensibilidad, la exactitud y precisión para tener confiabilidad en los resultados, las posibles interferencias en el ambiente y los efectos de matriz, las limitaciones de costo y el tiempo de análisis.

Algunas de las causa por las cuales se requiere contar con criterios para desarrollar procedimientos de evaluación de muestras en el ambiente laboral son:

- No existen en la legislación nacional o internacional métodos para todas las sustancias.
- Algunas de las metodologías (publicadas en la normatividad internacional) requieren de equipos sofisticados con una inversión excesiva.

- Los métodos al ser reproducidos con las condiciones reportadas en las normas internacionales no proporcionan los datos confiables requeridos.
- Por las condiciones particulares de los procesos de fabricación, en ocasiones se generan interferencias por lo que es necesario cambiar las condiciones de operación del instrumento de medición (cromatógrafo de gases, colorímetro, espectrofotómetro, etc.) para eliminarlas.
- Existen normas que sugieren equipos o instrumentos obsoletos. No han sido actualizadas.
- Al implementar las metodologías se obtiene experiencia que es usada en el análisis diario.
- Se pueden evaluar alternativas en el muestreo.
- Se generan los datos particulares de precisión, exactitud, repetibilidad y reproducibilidad.

Generalmente en la Industria Química los posibles contaminantes que se tiene en las áreas laborales son compuestos orgánicos volátiles, los cuales son evaluados mediante cromatografía de gases, utilizando tubos adsorbedores de diferentes materiales dependiendo del compuesto a evaluar (carbón activado, sílica gel, tenax, etc.).

La técnica por cromatografía de gases es la más popular para la determinación de compuestos orgánicos volátiles, por lo tanto los criterios presentados están orientados a la aplicación de esta técnica, pero estos criterios pueden ser adaptados para el desarrollo de procedimientos por otra técnica analítica.

Aunque la realización de estas evaluaciones deberían ser solamente un acto ético de administración de cualquier centro de trabajo y una responsabilidad de los técnicos de las plantas, estas evaluaciones son obligatorias por legislación mexicana y se hace mención de esta obligatoriedad desde Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Ley Federal del Trabajo, el reglamento de la Ley Federal del Trabajo<sup>1</sup> y la norma<sup>2</sup> en materia de trabajo.

En las Normas Oficiales Mexicanas Nos. 5 y 10 se describen los criterios específicos que deben ser aplicados para la evaluación del ambiente laboral de compuestos orgánicos e inorgánicos.

En la Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1999 se mencionan las obligaciones de los patrones de efectuar el reconocimiento, la evaluación y el control para la prevención de las alteraciones en la salud de los trabajadores expuestos, así como los Límites Máximos Permisibles (LMP) a los cuales se



pueden exponer como máximo los trabajadores. Las definiciones de las tres categorías de LMP de importancia para el entendimiento de este trabajo, son:

- A) Límite máximo permisible de exposición promedio ponderado en tiempo (LMP-PPT), es la concentración promedio ponderada en tiempo de un contaminante del medio ambiente laboral para una jornada de ocho horas diarias y una semana laboral de cuarenta horas, a la cual se pueden exponer la mayoría de los trabajadores sin sufrir daños a su salud.
- B) Límite máximo permisible de exposición de corto tiempo (LMPE-CT), es la concentración máxima del contaminante del medio ambiente laboral, a la cual los trabajadores pueden estar expuestos de manera continua durante un periodo máximo de quince minutos, con intervalos de al menos una hora de no exposición entre cada periodo de exposición y un máximo de cuatro exposiciones en una jornada de trabajo y que no sobrepase el LMPE-PPT. Esta es la concentración a la cual los trabajadores podrán permanecer expuestos continuamente por un período corto de tiempo, sin sufrir:
- irritación
  - daños tisulares crónicos o irreversibles, o
  - narcosis de grado suficiente que pueda provocar aumento de predisposición a accidentes, dificultar el autosalvamento o reducir la eficiencia en el trabajo.
- C) Límite máximo permisible de exposición pico (P), es la concentración de un contaminante del medio ambiente laboral, que no debe rebasarse en ningún momento durante la exposición del trabajador.

En la norma NOM-010-STPS-1999 existen una serie de procedimientos de evaluación para la misma cantidad de compuestos químicos, en la que se indica el método de muestreo, instrumentos y análisis que debe aplicarse para el compuesto químico especificado, en caso de que un determinado compuesto químico no se encuentre en esta norma, se permite utilizar cualquier otro procedimiento, pero para que los resultados tengan validez es necesario solicitar autorización para su uso, ante las autoridades de Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS).

La administración de Grupo Celanese, S.A. preocupada por el cumplimiento de esta legislación, en el año de 1988 comisionó a un equipo de trabajo en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico con la finalidad de desarrollar procedimientos de evaluación en el ambiente laboral de los compuestos que se manejan en sus instalaciones y que no existían en la normatividad. Lo anterior promovió el desarrollo de criterios que permitieran adaptar la información bibliográfica e implementar los procedimientos de evaluación de estos compuestos y cubrir la carencia de la normatividad mexicana.

En el periodo de 1989 a 1991, se trabajó con un grupo de estos compuestos químicos que no existía normatividad en esa época, que son las metilaminas alifáticas derivadas del metanol (mono-metilamina, di-metilamina y tri-metilamina) que se fabrican en el Complejo Cangrejera en la “Planta de Metilaminas”.

Los objetivos que tenían que cumplirse eran los siguientes:

- Evaluar al mismo tiempo en el ambiente laboral las metilaminas alifáticas (mono-, di- y tri- metilamina) que se encuentran en el área de producción donde se producen o utilizan como materias primas.
- Utilizar un método analítico que pudiera realizarse en las instalaciones del laboratorio, con la infraestructura con que se cuenta.
- El procedimiento de muestreo debe ser de fácil implementación, utilizando equipos y materiales con que se cuenta en las instalaciones.
- Que las autoridades de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social aceptaran los resultados obtenidos como cumplimiento de la normatividad.

## I. GENERALIDADES

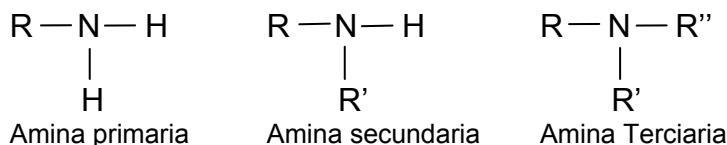
### I.1. DESCRIPCIÓN BREVE DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS METILAMINAS

Los derivados del amoníaco en el cual uno o más de los átomos de hidrógeno han sido reemplazados por algún grupo alifático o aromático es llamado amina. La gran importancia de las aminas es ilimitada en la industria ya que a partir de estas se produce una gran variedad de compuestos amino.

#### I.1.1. TIPOS DE AMINAS

Las aminas se clasifican como primarias, secundarias y terciarias dependiendo del número de átomos de hidrógeno que en la molécula de amonio ha sido sustituido por algún compuesto orgánico, este puede ser un grupo alifático o aromático. Por lo tanto una amina es primaria si un átomo de hidrógeno es remplazado por un grupo orgánico, es amina secundaria si han sido sustituidos dos átomos de hidrógeno y es una amina terciaria cuando han sido sustituidos los tres átomos de hidrógeno.

Los grupos orgánicos R, R' y R'' pueden ser los mismos o diferente:



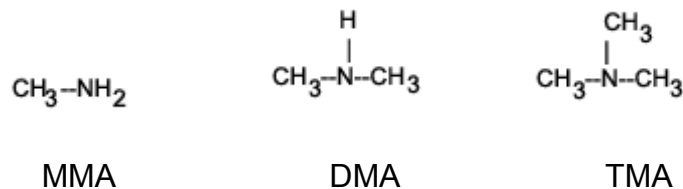
El amoníaco exhibe propiedades básicas por el par de electrones sobre el átomo de nitrógeno, el cual puede ser donado a algún átomo con deficiencia de electrones. La sustitución de los átomos de hidrógeno por grupos alquilo incrementa la tendencia a compartir o donar los electrones; por lo tanto las aminas alifáticas primarias son usualmente bases más fuertes que el amoníaco y las aminas secundarias alifáticas por lo general son base más fuertes que las aminas alifáticas primarias. Las aminas alifáticas terciarias son bases más fuertes que las aminas primarias pero más débiles que las aminas alifáticas secundarias. Esto se debe a que la tensión que ocurre en la molécula cuando los ángulos de enlace cambian cuando un protón es aceptado o un par de electrones es donado por la amina.

La sustitución de los átomos de hidrógeno por grupos arilo decrece la basicidad del átomo de nitrógeno debido a la estabilización por el fenómeno de resonancia. Las arilaminas son consideradas bases más débiles que las alquilaminas. La presencia de sustituyentes negativos sobre el anillo aromático de las arilaminas reduce la basicidad. Las aminas secundarias en la cual ambos grupos orgánicos son aromáticos esencialmente son neutras. Las aminas terciarias que contienen tres grupos arilo no exhiben ninguna basicidad. Las aminas secundarias y terciarias en la cual uno o dos grupos orgánicos es alifático y el otro es aromático son más básicas que una amina primaria aromática.

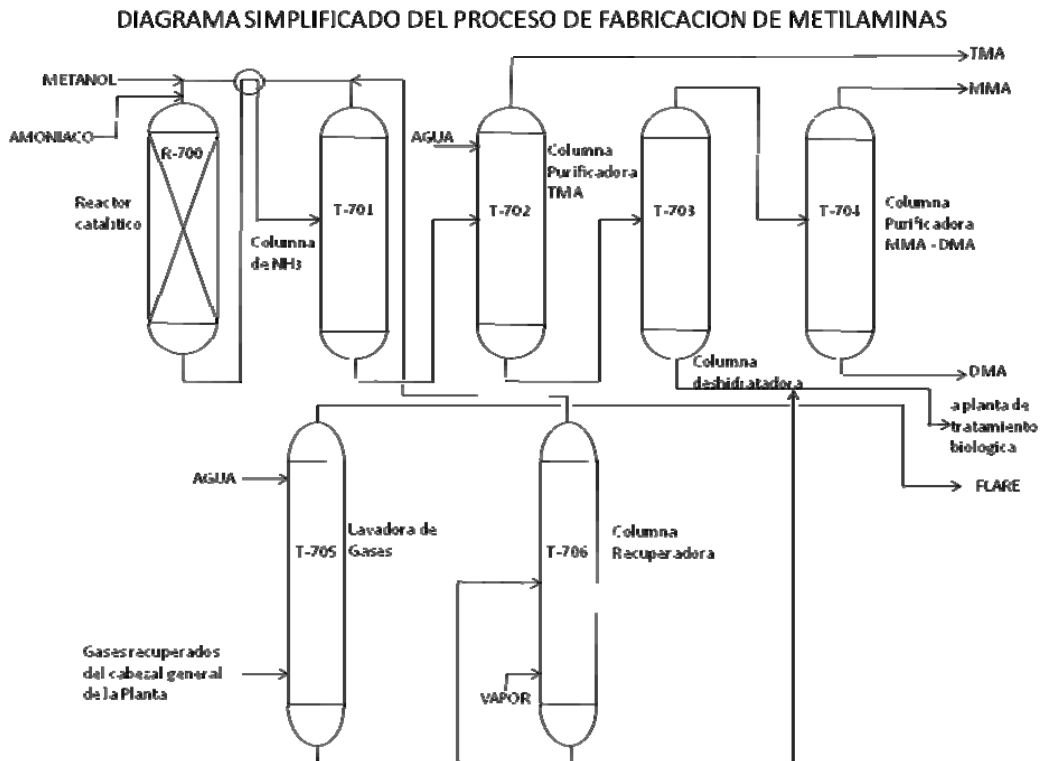
La basicidad de una amina heterocíclica varía grandemente dependiendo de su estructura. En general las aminas cíclicas saturadas son bases fuertes y se comportan como aminas alifáticas, y las aminas cíclicas insaturadas son bases débiles tal como las aminas aromáticas.

### I.1.2. PROCESO DE FABRICACIÓN

Las metilaminas que se fabrican por el Grupo Celanese S.A. en el Complejo Cangrejera en la planta denominada “Planta de Metilaminas”, son las aminas derivadas del metanol y son las tres posibles combinaciones con el amoniaco, que corresponde a la amina primaria, secundaria y terciaria, que se denomina como mono-metilamina (MMA), di-metilamina (DMA) y tri-metilamina (TMA). La representación estructural simplificada de estas aminas es la siguiente:

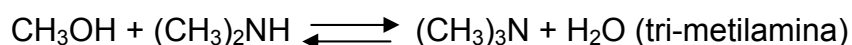
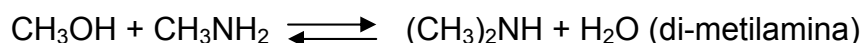
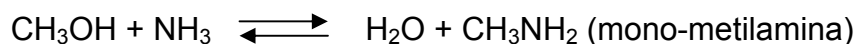


El proceso de fabricación es continuo y consiste en hacer reaccionar en fase gaseosa al amoniaco con el metanol, utilizando como reactivo en exceso al amoniaco y como reactivo limitante al metanol. La temperatura de reacción está comprendida entre 350 °C y 450 °C y una presión de 18 Kg/cm<sup>2</sup>. El diagrama simplificado del proceso es el siguiente:



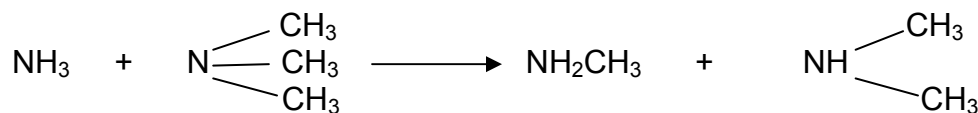
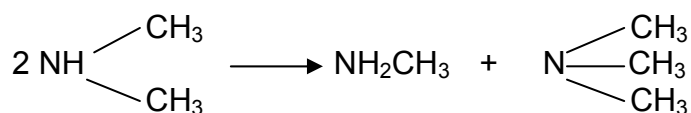
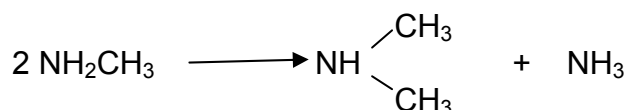
El reactor (R-700) esta empacado con un catalizador de deshidratación que es del tipo silica/alumina. Este catalizador permite alcanzar rápidamente las condiciones del equilibrio termodinámico.

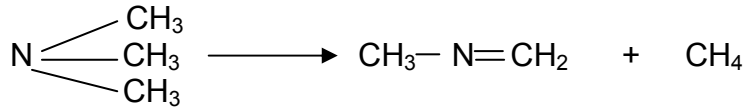
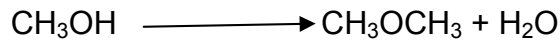
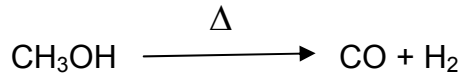
Bajo las condiciones de operación del reactor, el metanol no solamente reacciona con el amoniaco, sino también con la mono- y la di-metil amina de la siguiente manera:



Como se observa se obtienen las tres aminas y su composición está determinada por su equilibrio termodinámico. Este proceso se diseñó para alcanzar este equilibrio, pudiéndose modificar la composición de las tres aminas con el cambio de las condiciones de operación. Bajo las condiciones de operación del reactor el equilibrio de las reacciones se mantiene hacia la formación de las metilaminas, siendo despreciables las reacciones reversibles.

A altas temperaturas se efectúan las reacciones de ruptura de enlace y aminación. Las reacciones posibles son las siguientes:





A temperaturas mayores de 400 °C se hacen importantes las reacciones de ruptura (cracking), con formación de gases como el etileno, hidrógeno, metano, etc. y de líquidos pesados, producto de condensaciones complejas en los que se reconoce la presencia de pirroles.

Los productos de la reacción son separados y purificados por columnas de destilación de la siguiente manera:

- La columna T-701 separa los productos de la reacción del amoníaco sin reaccionar que es retornado por el domo de la columna al reactor R-700.
- La columna T-702 separa azeotrópicamente con una corriente de agua la tri-metilamina que sale por el domo de la columna como producto final al tanque de almacenamiento y por el fondo salen la mezcla de mono-metilamina y di-metilamina.
- La columna deshidratadora T-703 separa el agua de la mezcla de la mono-metilamina y la di-metilamina que sale por el domo de la columna. El agua de desecho que se separa por el fondo de la columna, es enviada a la planta de tratamiento biológico.
- La columna T-704 separa la mezcla de mono-metilamina/di-metilamina. Por el fondo de la columna se obtiene la di-metilamina y por el domo la mono-metilamina, enviándose al correspondiente tanque de almacenamiento de producto final.
- Los materiales recuperados del cabezal de venteos de la planta, son enviados a una columna lavadora de gases T-705 (scrubber) que separa los gases de desecho, que salen por el domo y son quemados en un mechero (flare). Los materiales recuperados salen por el fondo y son enviados a la columna agotadora T-706.

- Los materiales recuperados que vienen del fondo de la columna lavadora T-705, mediante una corriente de vapor son separados por el domo y son recirculados al reactor para su reproceso. El fondo acuoso de la columna es enviada a la planta de tratamiento biológico.

Bajo las condiciones de operación la planta está diseñada para producir aproximadamente:

1100 toneladas/año de mono-metilamina

5100 toneladas/año de di-metilamina

1800 toneladas/año de tri-metilamina

Estas cantidades pueden cambiar dependiendo de la condiciones de operación ya que si se modifican, se puede orientar el equilibrio hacia la obtención de una de las metilaminas.

Aun cuando la planta fue diseñada para operar herméticamente y no tener fugas de materiales, existen emisiones fugitivas en los sellos de las bombas, empaques de las bridas de las tuberías, empaques de los cambiadores de calor, columnas de destilación y el reactor, etc., que pueden provocar concentraciones en el área laboral suficiente para que el personal este expuestos a estas sustancias.

### I.1.3. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS.

Las propiedades más comunes de las aminas obtenidas por este proceso de fabricación son las siguientes:

Propiedad	MMA	DMA	TMA
Aspecto	Gas incoloro	Gas incoloro	Gas incoloro
Olor	fuerte a amoniaco	fuerte a amoniaco	fuerte a amoniaco
Presión de vapor	2251 mm Hg a 20°C	1307 mm Hg a 20°C	1454 mm Hg a 21°C
Densidad de vapor (Aire=1 a 20 °C)	1.07	1.6	2.0
Gravedad específica (g/cm <sup>3</sup> )	0.663 a 20 °C	0.67 a 15 °C	0.636 a 15 °C
Temperatura de ebullición (°C)	-6.3 °C	7°C	3°C
Temperatura de fusión, (°C)	-93.5 °C	-92°C	-117°C
Solubilidad en agua a 20 °C	100 %	100 %	100 %
Punto de ignición	no aplica	-18°C	-7°C
Reactividad con agua	estable	estable	estable

Estas propiedades indican que las metilaminas son gases con fuerte olor amoniacal, que debido a su presión de vapor pueden encontrarse en cualquier área en donde exista una emisión fugitiva, de acuerdo con la Hoja de Seguridad (se adjuntan en el anexo No. 3) presentan un riesgo de incendios por la NFPA (National Fire Protection Agency) de 4, por lo que deben ser manejadas con cuidado y fuera de fuentes cercanas de ignición.

#### I.1.4. TOXICIDAD Y EFECTOS A LA SALUD.

En la siguiente tabla se encuentran algunos datos sobre la toxicidad y efectos a la salud para las metilaminas.

	MMA	DMA	TMA
DL50 Oral (mg/Kg)	100 – 200 (l)	698 – 1000 (l)	766 (l)
CL50 Inhalación	5000 ratas ppm	> 5.8 ratas mg/L (s)	> 5.9 ratas mg/L (s)
	en general son nocivas en humanos, provoca lesiones en el tracto respiratorio, producen acumulación de fluidos en los pulmones (edema)		
Piel	Material corrosivo para la piel, ocasiona quemaduras dérmicas y para el caso de MMA se reporta que produce reacciones alergias.		
Ojos	corrosivo en solución puede ocasionar quemaduras severas irreversibles y a los vapores ocasiona irritación en los ojos		
Ingestión	Si se ingiere puede producir quemaduras en el sistema digestivo, se considera nocivo para el organismo.		
Mutagenicidad	Muestras resultados mixtos para el potencial mutágeno in vitro.	negativo	negativo
Carcinogenicidad	No hay evidencias	No se encontró evidencia	Sin información
Efectos teratogénicos	No hay evidencias de efectos de nacimiento	No se observa efecto maternal o fetal en ratas	> 295 mg/Kg existe menores no existe en ratas
Otra información:	En ratas se encontró que la exposición repetida provoca lesiones en el tracto respiratorio y a concentraciones de 750 ppm lesiones en el hígado que se disminuyen si hay periodos de recuperación	En ratas se encontró que la exposición repetida provoca lesiones nasales. La severidad es como sigue: Severo a 175 ppm Moderado a 50 ppm Suave a 10 ppm	En ratas se encontró que la exposición repetida provoca lesiones en la nariz, tráquea y pulmones. Los efectos fueron reversibles en un periodo de 14 días.

Nota 1: l = ligeramente o moderadamente tóxico; s = severamente tóxico

Nota 2: La información del DL50 y CL50 para ratas y para piel y ojos es en conejos

Esta tabla permite conocer que las metilaminas deben manejarse cuidadosamente y evitar su exposición, ya que producen varios efectos de índole agudo que



pueden dañar de manera severa al ser humano si se respiran o cae en la piel. Con respecto a la exposición crónica la información indica que puede haber daños en las vías respiratorias que son reversibles con un tiempo de no exposición. Se descartan los efectos cancerígenos, mutagénicos y teratogénicos. Para mayor detalle de la información sobre el manejo, almacenamiento y recomendaciones de seguridad se adjuntan en el anexo No. 3, las Hojas de Datos de Seguridad de Materiales de Grupo Celanese, S.A., para estos compuestos.

#### I.1.5. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN PARA LAS METILAMINAS.

Para determinar si el personal esta expuesto a valores de concentración que puedan producir un efecto, la NOM-010-STPS-1999 proporciona los Límites Máximos Permisibles (LMP) (ver definiciones en la Introducción pág. 9). Estos valores indican el nivel de concentración máximo que debe existir en las áreas laborales en donde el personal no presente ningún síntoma. Estos niveles se determinan mediante estudios epidemiológicos en donde la mayoría de las personas no presenta efecto, pero no se garantiza que a valores menores a este nivel, alguna persona pueda tener susceptibilidad y se presente síntomas por la exposición a un compuesto químico. Por lo anterior y para descartar que una persona susceptible tenga riesgo, se debe mantener en el área laboral un 50 % del valor máximo permisible. Los valores de la norma mexicana son los siguientes:

Componente	LMP-PPT		IPVS (IDLH)	Umbral de olor
	ppm	mg/m <sup>3</sup>		
MMA	10	12	100	4.7
DMA	10	18	2000	0.001 -1.6
*TMA	10	20	-	0.0001 a 0.9

\*En la NOM-010-STPS-1999 no existe LMP para la TMA se adoptó el mismo valor recomendado para las otra metilaminas debido a que se considera que tienen parecidas características tóxicas. Las autoridades de la STPS aceptaron este criterio.

#### I.1.6. EVALUACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO

En la norma se especifica que debe realizarse una evaluación cualitativa del riesgo considerando el:

- a) Grado de efecto a la salud del contaminante del medio ambiente de trabajo. En el anexo 1 se adjunta la tabla de criterios.
- b) Grado de exposición potencial. En el anexo 1 se adjunta la tabla de criterios.
- c) número de trabajadores expuestos.

Con la información de la toxicidad y efectos de la salud con que se cuenta se puede aplicar este criterio obteniéndose los siguientes grados de efecto para cada

una de las metilaminas. Para el grado de efecto a la salud se consideró el valor más alto y para el grado de exposición potencial se tomaron en cuenta algunos datos de evaluaciones esporádicas que se habían hecho con un laboratorio externo, en donde se encontraron valores muy cercanos al LMP-PPT. Estos valores son interrelacionados con la matriz de la “Clasificación cualitativa del riesgo”, clasificándose el riesgo para cada una de las aminas de acuerdo con la tabla siguiente:

**CLASIFICACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO**

GRADO DE EFECTO A LA SALUD	4	BAJA		MODERADA		ALTO		MUY ALTO	
	3								
	2	BAJA		MODERADA		ALTO		MUY ALTO	
	1								
	0	INOCUA		BAJA		ALTO		MUY ALTO	
	0	1	2	3	4	ALTO		MUY ALTO	
	GRADO DE EXPOSICIÓN POTENCIAL								
		COMPUESTO		MMA		DMA		TMA	
GRADO EFECTO A LA SALUD		2		1		1			
GRADO DE EXPOSICIÓN POTENCIAL		3		3		3			
CLASIFICACIÓN DEL RIESGO		ALTO		MODERADO		MODERADO			

Debido a que las tres aminas se encuentran en el ambiente, el criterio es considerar la de mayor riesgo, por lo que el área de la “Planta de Metilaminas” se considera de alto riesgo y su evaluación es prioritaria.

## **I.2. SELECCIÓN DEL MÉTODO ANALÍTICO Y DE MUESTREO**

### **I.2.1. RECURSOS DE INFORMACIÓN.**

Existe un gran número de bibliografía en las cuales se encuentran métodos establecidos para la evaluación del ambiente laboral. La consulta de estos recursos de información permitirá detectar la existencia de algún método de análisis y de muestreo específico para el compuesto a evaluar o uno que pueda ser adaptado, entre los recursos están:

- La Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1999 es la única fuente de información en la cual existen métodos para la evaluación del ambiente Laboral generadas por la STPS.

Esta norma tiene una estructura diferente a otras normas oficiales, se presentan:

- En el cuerpo las obligaciones del patrón y de los trabajadores, el reconocimiento, la evaluación y el control de la exposición de los trabajadores.
- En el apéndice I los "Límites Máximos Permisibles de exposición"
- En el apéndice II los "Procedimientos para la determinación de sustancias químicas en el medio ambiente laboral".
- En el apéndice III los "Dictámenes de unidades de verificación y reportes de laboratorios de pruebas".

En el apéndice II se encuentran 72 métodos en los que se indica la forma evaluar diversos compuestos. Debido a que estos métodos se encuentran en una Norma Oficial Mexicana los hace obligatorios. En caso de no encontrar el compuesto químico de interés es requisito indispensable solicitar autorización a la STPS el uso de cualquier otro método reportado internacionalmente o alguno que haya sido desarrollado, para que los resultados sean aceptados por esta dependencia. En ninguna otra norma mexicana (NMX) se reportan métodos para evaluar el ambiente laboral, pero es posible que alguna de las técnicas reportadas pueda ser utilizada como referencia para adaptarla a algún contaminante.

Los recursos de información extranjera en donde se puede encontrar información sobre metodologías son:

- Normas técnicas de la agencia gubernamental de E.U.A., la Occupational Safety Health Administration (OSHA) que se encuentran en el "OSHA Sampling & Analytical Methods Manual".
- Normas técnicas de la National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) que se encuentran en el "NIOSH Manual of Analytical Methods".

- La American Industrial of Hygiene Association (AIHA) tiene publicado la “Analytical Guide Series”.
- La American Public Health Association (APHA) tiene publicado los “Methods of Air Sampling and Analysis”.
- La Environmental Protection Agency of United States (EPA) cuenta con un manual de métodos analíticos para la evaluación de contaminantes en el ambiente, que pueden ser adaptados para los requerimientos de esta metodología.
- La Food and Drugs Agency of United States (FDA) tiene un manual de métodos analíticos en donde es posible encontrar métodos para compuestos orgánicos volátiles.
- La American Society for Testing and Materials (ASTM) esta publicación cuenta con una sección enfocada a la evaluación de los contaminantes en el ambiente laboral.

La mayoría de estas publicaciones están hechas en los Estados Unidos de América ya que en este país se han realizado una gran cantidad de investigaciones sobre este tema. En otros países se pueden encontrar publicaciones como de la Federación de Repúblicas Rusas (anteriormente la URSS) existen muchos estudios sobre los efectos del ambiente en los trabajadores, pero la información es poco accesible. La Comunidad Económica Europea en las Normas de la International Organization for Standardization cuenta con datos sobre este tema.

Existen publicaciones periódicas en las cuales se pueden encontrar métodos para la evaluación del ambiente de compuestos orgánicos que pueden ser utilizados como referencia para la adaptación de la evaluación del ambiente laboral. Entre estas se pueden mencionar:

- Chemical Abstract
- American Industrial Hygiene Association Journal
- Analytical Chemistry
- Journal of Chromatographia
- Journal of American Chemical Society

En esta etapa es conveniente buscar los datos sobre propiedades físicas, químicas y toxicológicas. Estos datos pueden ayudar a encontrar los parámetros de operación del método analítico, así como la mejor forma de muestrearlo.

Si no existe información sobre el Nivel Máximo Permisible (NMP) del contaminante en las Normas Oficiales Mexicanas, en las normas extranjeras o en las

internacionales, deberá buscarse de ser posible el criterio toxicológico con el cual se pueda calificar la exposición de los trabajadores.

### I.2.2. INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LAS METILAMINAS.

En la normatividad mexicana no existía una técnica para la evaluación de las metilaminas, por lo que se realizó una revisión bibliográfica en los recursos extranjeros, principalmente de los trabajos realizados por las diversas agencias encargadas en Estados Unidos de América en materia de exposición laboral.

Se encontraron tres procedimientos en donde de manera individual se evalúan la mono-, di-, y tri- metilamina, están publicados en el manual de OSHA Sampling & Analytical Methods<sup>9, 10 y 11</sup>. En esta información se describe el análisis de la mono- y la di-metilamina mediante la técnica de cromatografía de líquidos acoplado a un detector de ultravioleta o de fluorescencia que es altamente costoso ( $\approx$  \$ 80,000.00 US) y es una técnica poco usual en los laboratorios. Para el caso de la tri-metilamina se encontró un método de análisis mediante cromatografía de gases con detector de ionización de flama.

Con respecto al muestreo para el caso de la mono- y la di-metilamina se indica la adsorción mediante un medio adsorbente poco común XAD-7 impregnado con el cloruro de (7-cloro-4-nitrobenzo-2-oxa-1,3-diazol), con una desadsorción mediante una mezcla de tetrahidrofurano, trazas de bicarbonato de sodio y la tri-metilamina con el mismo tubo adsorbente pero impregnado con 10 % de ácido fosfórico con desadsorción mediante 1 ml de 1:1 metanol:agua desionizada durante media hora de agitación y adición posterior, de una solución 1:4 de solución 1N de NaOH:metanol. Los equipos de muestreo utilizados son de uso común y se cuentan con estos para realizar el muestreo.

En el manual de “NIOSH Manual of Analytical Methods” se encontró un procedimiento<sup>12</sup> para la determinación de metilaminas alifáticas, pero se orienta para la determinación de la di-metilamina y la di-etilamina. El material adsorbente es silica gel con una desadsorción con 1 mL de solución de ácido sulfúrico 0.1 M en solución de metanol:agua (90% H<sub>2</sub>O + 10 % metanol). El análisis se realiza por cromatografía de gases con detector de ionización de flama.

En ninguna información se encontró la posibilidad de evaluar la mono-, di- y tri-metilamina en el ambiente laboral, al mismo tiempo.

En el laboratorio de control de calidad del Complejo Cangrejera del Grupo Celanese S.A., se cuenta con un procedimiento de análisis por cromatografía de gases con detector de ionización de flama de las tres metilaminas al mismo tiempo ya que se usa para determinar el cumplimiento de las especificaciones de la producción de estos compuestos, pero está desarrollado para la determinación de concentraciones a nivel de porcentajes, por lo que era necesario evaluar si este método tenía la sensibilidad apropiada para ser utilizado para la evaluación del Ambiente Laboral, que generalmente es a niveles de ppm o menores.

Toda esta información permitió definir las condiciones del método analítico y el de muestreo que se utilizaron para la implantación de la metodología de las metilaminas, las cuales se evaluaron con los criterios presentados en el punto 1.3. Las condiciones del método analítico y de muestreo fueron las siguientes:

- El análisis escogido fue por el método cromatografía de gases con detector de ionización de flama, instrumento con el cual se cuenta en el laboratorio del área de producción. Esto incluía las condiciones de operación del cromatógrafo de gases y la columna utilizada para la determinación de las especificaciones de calidad y el control de proceso de las metilaminas.
- El muestreo seleccionado fue con tubos adsorbentes que contienen silica gel con dos secciones con una relación 100/50 mg, a un volumen propuesto de  $\approx 50$  L para cubrir 8 horas de muestreo. Estos tubos son comerciales y según la información tienen la capacidad de adsorber las tres aminas<sup>a</sup>.
- Los equipos de muestreo son bombas de muestreo personal comerciales con capacidad de mantener el flujo constante y un volumen de 50 L. Se contaba con estas bombas en la planta.
- Todas las pruebas que se realizaron deberían generar un procedimiento que cumpla con los requisitos legales para que las autoridades aceptaran esta técnica para la evaluación de las aminas en el ambiente laboral.

---

<sup>a</sup> En el capítulo de experimentación se presentan las pruebas de desadsorción en la que se incluyen las tres aminas y las mezclas de soluciones más comunes definidas en los métodos encontrados en la bibliográfica.

### I.3. CRITERIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍAS DEL AMBIENTE LABORAL<sup>(3, 4, 5, 11, 13 y 14)</sup>

Con la finalidad de desarrollar metodologías para la evaluación del ambiente laboral se presentan una serie de criterios que permiten obtener la mínima información necesaria para determinar si un procedimiento analítico es el más apropiado para la detección del compuesto problema y como segundo paso escoger y evaluar el método de muestreo. Los criterios presentados han sido aplicados a métodos mediante cromatografía de gases, pero pueden ser aplicados a otras técnicas de análisis como espectrofotometría, volumetría, gravimetría, etc. Estos criterios no son exhaustivos y solo permiten calificar un método que se encuentra en la literatura que ya ha sido probado para la determinación del compuesto en otro tipo de matriz. Si el método para la determinación de un compuesto no existe reportado en la literatura se deberán realizar algunas pruebas adicionales.

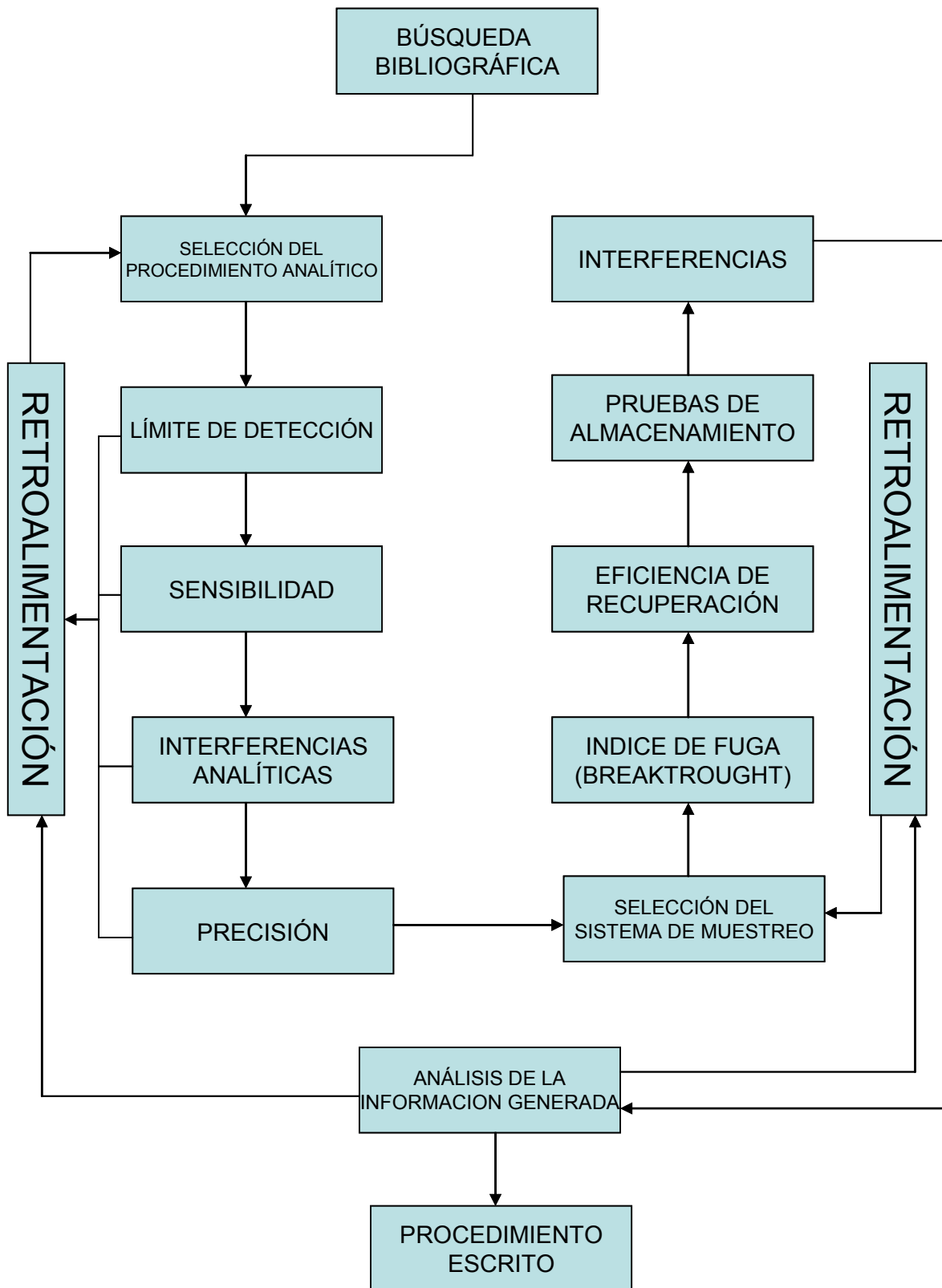
Los criterios incluyen la determinación de los siguientes parámetros en el método analítico:

- 1.- El Límite de Detección
- 2.- La Sensibilidad del Método
- 3.- Evaluar las Interferencias del Método
- 4.- Determinar la Precisión del Método

Si el método analítico cumple con los requisitos anteriores los siguientes parámetros proporcionaran los criterios para evaluar el procedimiento de muestreo. Los parámetros a determinar son los siguientes:

- 5.- Eficiencia de recuperación.
- 6.- Índice de fuga.
- 7.- Estudios de estabilidad o de almacenamiento.
- 8.- Requisitos estadísticos

Las etapas requeridas pueden describirse mediante el siguiente diagrama de flujo:





### **I.3.1. ETAPA DE EVALUACIÓN DEL MÉTODO ANALÍTICO.**

#### **I.3.1.1. SELECCIÓN DEL MÉTODO ANALÍTICO.**

De acuerdo con el diagrama de flujo la primera etapa es la de seleccionar un método de análisis y muestreo en la bibliografía dedicada a la normatividad en materia de evaluación ambiental, ya sea nacional o internacional, en el punto I.2.1 se presentan varias fuentes de información. La selección del método es difícil, ya que el método analítico debe ser capaz de determinar el compuesto químico con confiabilidad y la técnica de muestreo deben ser eficiente para coleccionar el compuesto de una manera que sea compatible con la técnica analítica.

Para escoger el método analítico y de muestreo, debe conocerse el estado físico del contaminante y los cambios que pueden presentarse durante el muestreo y el análisis. Por ejemplo, si durante el muestreo el contaminante es sólido y durante su transporte sublima o se funde.

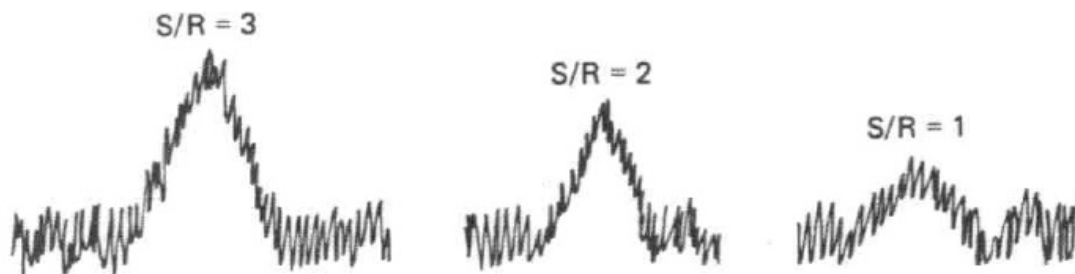
Se debe determinar si se cuenta con la infraestructura en el laboratorio (instrumental, reactivos, medios de muestreo, etc.) para implementar la técnica analítica y el personal capacitado para obtener datos confiables.

El costo es un factor importante y debe realizar una buena evaluación de costo-beneficio, esto permitirá que por ejemplo, si el costo de un método puede disminuirse a la mitad de lo presupuestado, entonces se puede duplicar el número de muestras analizadas o de métodos desarrollados con el mismo presupuesto. El costo del método debe ser balanceado por factores tales como el riesgo a la salud del contaminante, la futura rentabilidad o el uso posterior del equipamiento para otros métodos.

En esta etapa es conveniente buscar los datos sobre propiedades físicas, químicas, toxicológicas, los niveles máximos permisibles recomendados o de no existir, los criterios toxicológicos con el cual se pueda calificar la exposición de los trabajadores. Estos datos ayudarán a encontrar los parámetros de operación del método analítico, las condiciones de muestreo, los equipos y medios de muestreo que pueden utilizarse, los riesgos asociados por la exposición al contaminante, los criterios para escoger el equipo protección personal, las posibles recomendaciones para su control, etc.

#### **I.3.1.2. LIMITE DE DETECCIÓN (*LD*) DEL MÉTODO.**

El límite de detección se define como la menor cantidad que puede ser detectada con exactitud. La incertidumbre se debe generalmente a la señal de fondo del detector (ruido). Así el límite de detección generalmente se considera que debe ser de por lo menos, 2 veces mayor que la señal de fondo (ruido), valor con el cual una señal cromatográfica no se confunde con la señal de fondo.



Existen diversas maneras para determinar el límite de detección, en algunos casos se requiere un laborioso trabajo experimental, pero debido a que los niveles permitidos en las muestras de ambiente laboral no son tan pequeños se puede estimar un límite de detección considerando el error relativo obtenido al analizar los estándares experimentales.

Un requisito indispensable para aplicar esta técnica es que los datos se ajusten a una línea recta mediante un análisis de regresión lineal.

Los pasos son los siguientes:

- Preparar por lo menos 5 estándares con cantidades conocidas de contaminante, a diferentes cantidades que corresponden, aproximadamente al 12.5 %, 25.0 %, 50.0 %, 100 % y 200 % de LMP-PPT.
- Analizar estos estándares con el método analítico seleccionado.
- Calcular el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de varianza de los resultados de área cromatográfica obtenida de los 5 estándares.
- Calcular el coeficiente de varianza promedio, considerando los coeficientes de varianza individuales, utilizando la siguiente fórmula:

$$\overline{CV} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_i (CV_i)^2}{\sum_{i=1}^n f_i}}$$

Donde:

$\overline{CV}$  = Coeficiente de varianza promedio.

CV = coeficiente de varianza individual.

f = grados de libertad, es igual al número de estándares preparados menos uno.

n = Número de coeficientes de varianza utilizados para el cálculo.

- El coeficiente de varianza promedio debe ser  $\leq 0.1$ , para aplicar esta técnica. Si no se cumple, se tiene que repetir nuevamente la preparación y el análisis de los estándares.
- Realizar un análisis de regresión lineal para determinar si los datos se ajustan a una recta.
- Obtener la ecuación de regresión lineal. El coeficiente de correlación debe ser  $\geq 99.5\%$
- Calcular el error absoluto, del promedio de resultados de los 5 estándares con respecto a la cantidad real adicionada. El error absoluto se determina a cada una de las cantidades que corresponden, aproximadamente al 12.5 %, 25.0 %, 50.0 %, 100 % y 200 % de LMP-PPT.
- Calcular el error estándar de la regresión con la siguiente ecuación:

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum(\hat{Y}_i - Y_i)^2}{(N - 2)}}$$

Donde:

$S_y$  = Error estándar de la regresión

$\hat{Y}_i$  = Valor obtenido de “ $Y_i$ ” con la ecuación de regresión

$Y_i$  = Valor obtenido en el análisis

$N$  = Número de estándares utilizados

Error estándar absoluto =  $|\hat{Y}_i - Y_i|$

- Calcular el  $LD$  y el límite de cuantificación ( $LC$ )

$$LD = \frac{3 \times S_y}{m}$$

Donde:

$m$  es la pendiente obtenida de la ecuación de regresión

Aun cuando en todas las metodologías analíticas es importante determinar el  $LD$  para saber la capacidad de la técnica analítica, el parámetro Límite de Cuantificación ( $LC$ ) se define como la mínima cantidad que puede ser reportada con una precisión aceptable y esta definida por la siguiente ecuación:

$$LC = \frac{10 \times S_y}{m}$$

En la práctica el parámetro más importante es el  $LD$ , pero estos dos parámetros son reportados en los métodos analíticos con la finalidad de tener un criterio más amplio para juzgar la confiabilidad de los datos.

El límite de detección debe ser evidentemente menor a la cantidad que se requiere determinar y debe ser por lo menos del 10 % del LMP-PPT.

#### I.3.1.3. SENSIBILIDAD DEL MÉTODO.

La sensibilidad se define como el cambio en la respuesta del instrumento para un cambio dado en la concentración del analito. Es esencialmente la pendiente de la curva de calibración que se realiza a un rango entre 0.1 y 2.0 veces el LMP-PPT. La sensibilidad se expresa en términos de cantidad de masa (mg) o de concentración en miligramos por mililitro.

La sensibilidad es una medida de la variación de la respuesta cromatográfica con el aumento en la concentración del analito, esto significa que una variación pequeña de la respuesta cromatográfica con la concentración proporciona una pendiente que tiende a 0, por lo que no es posible diferenciar fácilmente las variaciones en concentración, ocasionándose incertidumbre en el rango de concentraciones requerido y determinarse el analito problema.

El criterio de validación es encontrar un método que nos proporcione una pendiente cercana o mayor de 1.0 o en grados  $> 45^\circ$ .

#### I.3.1.4. INTERFERENCIAS ANALÍTICAS.

Después de optimizar las condiciones de análisis con compuestos puros, deberán realizarse pruebas para verificar que ningún compuesto químico que esté presente en el área de muestreo provoque un resultado erróneo al evaluar el contaminante. Si existe una interferencia se deberán cambiar las condiciones de análisis para evitarla y en caso contrario debe buscarse otro método para su evaluación.

Esta prueba se realiza en el laboratorio experimentalmente, utilizando un estándar de cantidad conocida, generalmente en el rango de 0.1 veces el LMP-PPT, adicionando a este estándar el componente o componentes que se sospeche se encuentran en el ambiente a muestrear.

Existen métodos en la literatura que ya han sido probados para un determinado compuesto, pero en ocasiones ocurre que en el ambiente existe un componente que no puede ser eliminado por un simple cambio de condiciones de análisis, este método debe ser desechado, desarrollándose el método apropiado que permita eliminar la interferencia. Es conveniente que antes de utilizar un método descrito en la literatura se realice esta prueba para asegurar que no van a tenerse interferencias con los contaminantes existentes en el ambiente a evaluar.

En el caso de un método mediante cromatografía de gases las interferencias pueden ser si el componente interferente sale en el mismo tiempo de retención que el componente problema, alterando la cuantificación o dando falsos positivos.

También puede existir reacción entre el componente interferente con el problema, con la consecuente alteración en la cuantificación.

El criterio para considerar que el método es funcional y es que de existir interferencias, éstas puedan ser eliminadas por el cambio de las condiciones de análisis. Si no se pueden eliminar las interferencias, se debe encontrar o desarrollar el método que las elimine.

#### I.3.1.5. PRECISIÓN DEL MÉTODO.

La precisión se define como el coeficiente de varianza promedio (desviación estándar relativa). El coeficiente de varianza se debe determinar a concentraciones representativas de 0.5, 1.0 y 2.0 veces la concentración a evaluar. Un mínimo de 4 valores son necesarios para la determinación del coeficiente de varianza individual. Estos valores deben ser de inyecciones al cromatógrafo por duplicado. La precisión se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$\overline{CV} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_i (CV_i)^2}{\sum_{i=1}^n f_i}}$$

Donde:

$\overline{CV}$  = Precisión (coeficiente de varianza promedio o desviación estándar relativa).

CV = coeficiente de varianza individual.

f = grados de libertad, es igual al número de inyecciones a cada concentración dada menos uno.

n = Número de coeficientes de varianza utilizados para el cálculo.

Cuando los valores están muy dispersos el coeficiente de varianza tiende a 1, el criterio para considerar que el método proporciona datos confiables es cuando el coeficiente de varianza esta cercano a 0.1

Si se cumplen los criterios de evaluación del método analítico es posible pasar a la etapa de evaluación del procedimiento de muestreo. Si alguno de los parámetros anteriores no se cumple y no es posible realizar las modificaciones al método, que permitan cumplirlos, es necesario cambiar el método analítico y al nuevo método deberá aplicársele los mismos pasos.

### **I.3.2. ETAPA DE EVALUACIÓN DEL MÉTODO DE MUESTREO.**

En esta etapa se determina que tanto el método de muestreo es capaz de retener el compuesto químico contaminante y cuanto es recuperado por el proceso de desadsorción en el laboratorio para su análisis, así como su estabilidad durante el transporte y almacenaje antes de su análisis.

El medio de colección más utilizado para compuestos volátiles es el carbón activado y en conjunto con la sílica gel se cubre un 78 % de los métodos que se tiene conocimiento tanto en las fuentes bibliográficas mexicanas como extranjeras que fueron consultadas.

Al ser atrapado el compuesto químico contaminante en cualquiera de los adsorbentes, es necesario extraerlo, este proceso es conocido como “desadsorción”. Existen diversos métodos de desadsorción como, la desadsorción mediante un disolvente que penetra en los poros del adsorbente extrayéndolo, la desadsorción térmica que consiste en extraer el contaminante mediante calor en un recipiente cerrado y enriqueciendo una corriente gaseosa con el contaminante, introduciendo esta corriente al sistema de medición analítico. En el caso de atrapar el contaminante (neblinas, rocíos y polvos) con un medio filtrante, éste es desadsorbido con disolventes y, sólo si es suficientemente volátil, es utilizado el método de desadsorción térmica, pero no es un método común en estos casos.

#### **I.3.2.1. GENERACIÓN DE ESTÁNDARES DE COMPUESTOS VOLÁTILES**

Para la evaluación del método de muestreo y aplicación de los criterios en el laboratorio, es necesario generar estándares de diferente concentración, para cubrir el rango de uso del método. Desde el punto de vista analítico un estándar debe ser generado lo más parecido a la realidad, esto significa que los estándares para el caso de la evaluación del ambiente laboral deben generarse utilizando el medio de colección y mediante una atmósfera que contenga la concentración requerida. Las atmósferas con una concentración específica se pueden hacer de dos formas:

- 1) Atrapando un volumen conocido de aire en un recipiente, como en un cilindro metálico o en una bolsa de material inerte (generalmente de Tedlar o Teflón), e introduciendo dentro de la bolsa (mediante una jeringa cromatográfica) la cantidad de químico requerido para la concentración deseada. El volumen de aire puede ser introducido por medio de una corriente de aire previamente calibrada, obtenida mediante una bomba muestreadora, un cilindro o una compresora.



Al terminar de prepararse la bolsa con el contaminante, se conecta al medio de colección y mediante una bomba de succión (previamente calibrada) es introducido el contenido de la bolsa a través del medio de colección. Al final del procedimiento el medio de colección contiene la cantidad de contaminante requerido.

- 2) Introduciendo la cantidad apropiada del contaminante a una corriente de aire, previamente calibrado que proporcione la concentración requerida. El aire puede ser proporcionado por una bomba muestreadora, un cilindro con aire comprimido o una compresora. Al final del sistema es colocado el medio de colección, la corriente de aire pasa a través de éste y es adsorbido, El proceso finaliza después de que se pasa el volumen de aire requerido.

El criterio para la determinación del volumen de muestreo depende del período de exposición, del medio de colección y de la concentración del compuesto químico a evaluar. Si se requiere comparar la exposición con los Límites Máximos Permitidos la normatividad indica que se debe muestrear durante la jornada de trabajo (generalmente, 8 hrs) o durante el período de exposición del trabajador, esto es posible si la capacidad del medio de colección retiene todo el compuesto químico contaminante durante el tiempo de muestreo, por lo que es muy importante la selección del medio de colección. Es probable que el medio de colección escogido y la concentración del compuesto químico evaluado no permitan el muestreo durante el período de exposición, necesitando ajustar el volumen de muestreo a un valor óptimo que permita cubrir esta necesidad.

El volumen de muestreo depende del flujo de la bomba y el tiempo de muestreo, el flujo de la bomba para medios de colección que consisten en cartuchos adsorbentes, generalmente se utilizan a flujos de 20 a 200 cm<sup>3</sup>/min, experimentalmente se encontró una limitación del flujo de muestreo para cartuchos adsorbentes a valores mayores de 200 cm<sup>3</sup>/min, ya que existe el riesgo

de que el compuesto químico no sea retenido en la superficie del adsorbente eficientemente.

Para medios filtrantes e impactores los flujos recomendados se encuentran en el rango de 200 cm<sup>3</sup>/min a 2000 cm<sup>3</sup>/min. El volumen óptimo se obtiene por el incremento o decremento del tiempo y/o el flujo, tomado en cuenta las limitaciones del medio de colección. Se debe recordar que lo recomendable es obtener el mayor volumen de muestra posible ya que ello permite tener un mejor límite de detección global.

### I.3.2.2. EFICIENCIA DE DESADSORCIÓN O DE RECUPERACIÓN

La eficiencia de desadsorción o de recuperación es la cantidad de contaminante que se recupera después de realizar el muestreo y que se ocupa para el análisis. Este parámetro es importante porque permite saber si con un determinado proceso de desadsorción se extrae el contaminante de interés, de tal manera que se puedan tener resultados confiables ya que con este coeficiente se debe corregir el resultado analítico por el efecto de su recuperación.

La eficiencia de desadsorción debe determinarse independientemente de la técnica de análisis que se utiliza para cuantificar el contaminante.

Para su obtención es necesario realizar una serie de experimentos con diferentes técnicas de desadsorción ya sea mediante diversos disolventes o mediante técnicas instrumentales automáticas, como por ejemplo la desadsorción térmica, purga y trampa, etc., o una mezcla de éstas. Los experimentos permiten conocer la mejor eficiencia de recuperación con un proceso de desadsorción determinado para un contaminante en especial. Los casos posibles de desadsorción son los siguientes:

- Caso No.1. Desadsorción con una técnica instrumental como el sistema de desadsorción térmica (Headspace).
- Caso No.2. Desadsorción con un disolvente e introducción de la muestra automática al instrumento de análisis.
- Caso No.3. Desadsorción con un disolvente e introducción manual de la muestra al instrumento de análisis.

Para los Casos No. 2 y 3 se debe probar con diferentes disolventes hasta encontrar el que extrae mejor el contaminante de interés. El disolvente a probar debe tener las siguientes características:

- No debe reaccionar con el compuesto químico a evaluar
- No debe interferir en el análisis cromatográfico
- Debe ser compatible con la columna cromatográfica que se haya escogido



Como criterio general y para el caso de técnicas por cromatografía de gases, el disolvente desadsorbente depende de las características de polaridad del contaminante, generalmente para compuestos orgánicos medianamente y no polares, como hidrocarburos saturados, acetatos, alcoholes, cetonas, etc., se usa el disulfuro de carbono ( $CS_2$ ) que tiene un factor de respuesta muy bajo en el detector de ionización de flama, a altas concentraciones de  $CS_2$  las señales cromatográficas son muy pequeñas. Para el caso de compuestos polares se utiliza el agua que con el detector de ionización de flama no se obtiene señal cromatográfica y únicamente debe escogerse una columna cromatográfica adecuada que no sea afectada por la presencia de agua. Para el caso de compuestos halogenados se utiliza el cloroformo o el tetracloruro de carbono que tienen bajos factores de respuesta en el detector de ionización de flama. Con el uso de cualquiera de estos disolventes se garantiza que no interfieren con el análisis de las muestras.

La ventaja del uso de un sistema de inyección automático o de un sistema de desadsorción térmica es que se disminuyen los errores humanos de introducción de la muestra manual al instrumento, por lo que se debe preferir su uso.

En el caso del sistema de desadsorción térmica en algunos casos el contaminante no se extrae eficientemente del medio adsorbente por lo que debe evaluarse la conveniencia de su uso con la determinación de la eficiencia de desadsorción.

El coeficiente de desadsorción o de recuperación se define como el peso del contaminante ( $W_T$ ) de interés obtenido mediante la técnica analítica en ambas secciones del tubo, dividido entre el peso real ( $W_R$ ) agregado a los estándares preparados del contaminante. Este coeficiente se representa mediante la siguiente expresión:

$$E.D. = \frac{W_T}{W_R} \times 100$$

Como toda eficiencia el mejor valor será aquel que se acerque al 100 %.

Este parámetro debe ser probado bajo las condiciones extremas a las cuales será utilizado, se requiere que los estándares se preparen simulando en lo posible la realidad, generándose los estándares mediante atmósferas de concentración conocida de acuerdo como se menciona en el punto I.3.2.1.

Los experimentos mínimos que se requieren realizar para determinar la eficiencia de recuperación son los siguientes:

- Se deberá coleccionar por lo menos 5 estándares, con una cantidad que esté por arriba y por debajo de la LMP-PPT. Por lo general los estándares se preparan con valor que va desde el 50 al 200 % del LMP-PPT.
- Todos los estándares gaseosos deberán prepararse con aire limpio, utilizando el valor más cercano posible del volumen de muestreo propuesto con el cual se obtendrán las muestras en campo.
- Como mínimo se verificará el índice de recuperación a 4 niveles de concentración.

Criterios de aceptación del coeficiente de desadsorción.

El coeficiente de desadsorción es un parámetro complicado al cual no se le puede aplicar un criterio general ya que depende de varios factores para dar por aprobada la técnica de desadsorción con un determinado valor, pero se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Si los resultados se ajustan a una ecuación tal que el factor de correlación sea del 99.5 %. Esto indica que es posible obtener el coeficiente de desadsorción confiable con el cual se puede corregir el resultado analítico a cualquier valor obtenido.
- De acuerdo con la información bibliográfica el promedio obtenido con los estándares preparados experimentalmente debe ser  $\geq 70$  %.
- Los resultados estadísticos globales (muestreo/análisis) del método de evaluación deben cumplir con los criterios definidos (ver el punto I.3.3).

Considerando estos aspectos se podrá tener los elementos de juicio para aceptar una técnica de desadsorción.

Si con los resultados experimentales y con la evaluación de estos aspectos no se puede aceptar una técnica de desadsorción se debe proceder a cambiar la técnica de desadsorción, el medio de colección, el volumen de muestreo, o una mezcla de éstos.

#### I.3.2.3. ÍNDICE DE FUGA.

Por la importancia de este tipo de muestras se requiere asegurar que el contaminante se adsorbe eficientemente en el medio de colección. Los medios de colección comerciales están divididos en dos secciones adsorbentes, que contienen el mismo material adsorbente. La primera sección o la sección principal es la que debe retener la mayor cantidad de contaminante por lo que contiene más material adsorbente que la segunda sección o sección posterior, que sirve para prevenir la salida de contaminante, sino es suficiente la sección principal.

Es importante conocer la cantidad de contaminante que se adsorbe en la primera y segunda sección ya que con estos datos se cuenta con un criterio para definir si un muestreo se realizó correctamente sin la sospecha de fugas de contaminante del medio adsorbente.

Este parámetro depende de varios factores que pueden alterarlo:

- La velocidad de flujo de muestreo, debido a que un flujo muy alto puede provocar fuga del contaminante
- El volumen de muestreo y la cantidad de contaminante, ya que esto puede sobrepasar la capacidad de retención del adsorbente.
- Las condiciones del medio ambiente, a mayor temperatura el contaminante es más volátil y por lo tanto disminuye su capacidad de retenerse en el material adsorbente.
- La humedad, en la mayoría de los adsorbentes interfiere con el contaminante ya que compite con el proceso de adsorción.

Como se observa estos factores y una combinación de éstos pueden provocar que en un muestreo se pierda algo del contaminante o no sea retenido.

El Índice de Fuga se define como el peso del contaminante encontrado en la sección posterior ( $W_B$ ) del tubo dividido entre la suma de los pesos de los contaminantes de la sección posterior ( $W_B$ ) y la sección principal ( $W_A$ ) del tubo.

$$b = \frac{W_B}{W_A + W_B} \times 100$$

Para su evaluación en el laboratorio debe realizarse bajo las condiciones más críticas a las cuales será utilizado el método. Las pruebas que deben realizarse son las siguientes:

- Preparar de 3 a 5 muestras. Se requiere que los estándares se preparen simulando en lo posible la realidad, generándose los estándares mediante atmósferas de concentración conocida.
- EL nivel de concentración debe ser equivalente a 200 % el CPT.
- Se deben preparar con una humedad relativa mayor del 85 %.
- Los estándares deben prepararse a un flujo de muestreo y al volumen cercano al propuesto.

Criterios de aceptación para el índice de fuga.

Se considera aceptado el método cuando el valor del índice de fuga  $b$  es  $\leq 10$  %.

En el caso de que no se cumpla el criterio de aceptación con las condiciones propuestas, pueden disminuirse el flujo de muestreo o el tiempo. Si la disminución del flujo o el tiempo de muestreo no son suficientes para cumplir con el criterio se debe buscar otro medio de colección que tenga la capacidad de retención requerida.

Cabe mencionar que el criterio para considerar un muestreo como correcto, es cuando el valor del índice de fuga “b” es menor al 25%.

#### I.3.2.4. ESTUDIOS DE ESTABILIDAD O DE ALMACENAMIENTO.

Estos estudios consisten en evaluar durante un periodo de tiempo determinado, la estabilidad de las muestras, simulando el efecto de la transportación y el tiempo que permanecen las muestras en el laboratorio antes de su análisis. La intención es determinar si existe alteración de la muestra durante este periodo de tiempo. Este estudio se realiza considerando las condiciones extremas a las que se expone la muestra después del muestreo.

El término estabilidad se define con la siguiente fórmula y es el porcentaje de desviación que existe entre una muestra que se analiza a un periodo de tiempo definido por el usuario, con la muestra analizada inmediatamente.

$$S = \frac{C_D}{C_o} \times 100$$

DONDE:

S = Estabilidad de la muestra (%).

C<sub>D</sub> = Concentración media de la muestra almacenada en el tiempo definido por el usuario.

C<sub>o</sub> = Concentración de la muestra analizada en un periodo menor de 24 hrs.

La estabilidad “S” se determinará bajo las siguientes condiciones:

- Se colectaran mínimo 16 muestras a una cantidad de contaminante menor al requerido para un 50 % de CPT
- 8 de estas muestras a una humedad relativa ≥ 85 % y las 8 restantes ≤ 50 %.
- Dos muestras de diferente humedad y por duplicado son analizadas inmediatamente.
- Dos muestras de diferente humedad y por duplicado se analizan a 1, 3 y 5 días.
- Las muestras no se refrigeran y sólo se mantienen en un lugar fresco.

El período de tiempo utilizado para realizar estas pruebas es el máximo que se supone las muestras son transportadas y almacenadas antes de su análisis en el laboratorio.

Criterios de aceptación para los estudios de estabilidad o almacenamiento.

Una muestra se considera estable cuando la concentración media se encuentra entre 90 % y 120 % del valor real.

Si no se cumple con el criterio en alguno de los períodos evaluados, la muestra deberá ser analizada antes de que se cumpla el período anterior evaluado. Si en ninguno de los casos se cumple con el criterio la muestra debe ser analizada inmediatamente o si esto no es posible debe determinarse la causa (posible reacción o degradación de la muestra dentro del medio adsorbente) y cambiar el medio de muestreo o determinar el procedimiento que permita que la muestra no se degrade, como por ejemplo enviarlas refrigeradas o algún otro procedimiento que debe evaluarse su estabilidad.

### I.3.3. REQUISITOS ESTADÍSTICOS

Con el fin de determinar mediante una manipulación estadística la precisión y la exactitud del método completo, se usan los datos obtenidos experimentales de la prueba para la determinación del coeficiente de desadsorción, a cada uno de los niveles de concentración, ya que en esta prueba se aplica tanto las condiciones del muestreo y las analíticas del procedimiento propuesto. Estas pruebas estadísticas permiten determinar si el proceso completo para la evaluación de un contaminante en el ambiente laboral proporciona los datos de precisión y exactitud adecuados y decidir si es posible su uso. Los resultados estadísticos obtenidos en conjunto con todos los parámetros mencionados en este capítulo proporcionaran los datos para la obtención de muestras reales con resultados confiables en un área laboral.

Los siguientes parámetros estadísticos básicos se determinan a los datos individuales obtenidos a los diferentes niveles que se realizan experimentalmente y son:

#### A. Media Aritmética $\bar{X}$

Está definida por la siguiente ecuación:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Donde:

$\bar{X}$  = Media Aritmética

x= valor numérico de cada uno de los puntos  
n= número total de datos experimentales de cada nivel de concentración.

#### B. Desviación Estándar ( $\sigma$ )

Está definida por la siguiente ecuación:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i)^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}{n-1}}$$

#### C. Coeficiente de varianza o desviación estándar relativa (CV).

Está definida por la siguiente ecuación:

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

#### D. Sesgo Relativo (b).

Está definida por la siguiente ecuación:

$$b = \frac{\bar{X} - X_v}{X_v}$$

Donde:

$\bar{X}$  = promedio de los datos obtenidos a la concentración experimental.

$X_v$  = valor de concentración verdadero.

#### 5. Exactitud Relativa a un nivel de confianza del 95 % (A).

$$A = \pm \left[ |b| + \frac{t \psi}{n} \times (CV) \right] \times 100$$

Donde:

t = valores obtenidos de tablas "t student" para 95 % de confianza.

$\psi$  (grados de libertad) = n-1

Para determinar los parámetros en donde se mezclan todos los datos obtenidos a los diferentes niveles experimentales, se utilizan las siguientes ecuaciones:

a) La Desviación Estándar Relativa Promedio o Coeficiente de Varianza Promedio.

$$\overline{CV} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_i (CV_i)^2}{\sum_{i=1}^n f_i}}$$

Donde:

$\overline{CV}$  = precisión (desviación estándar relativa).

$CV_i$  = coeficiente de varianza individual.

$f_i$  = grados de libertad, el cual es igual al número de inyecciones a cada concentración dada menos uno.

$n$  = Número de coeficientes de varianza utilizados para el cálculo.

a) Exactitud del Sistema Promedio ( $\overline{A}$ ).

$$\overline{A} = \frac{\sum A}{N}$$

Donde:

$\overline{A}$  = Exactitud Relativa a un nivel de confianza del 95 %.

$N$  = Número de experimentos realizados.

Criterios de aceptación sobre los conceptos estadísticas aplicados a las metodologías.

El método debe proporcionar una exactitud relativa del sistema de por lo menos el +/- 25 % con un nivel de confianza del 95 %, para el proceso completo. Debido a que el límite máximo permitido debe cumplir plenamente con lo anterior, se permite que a un nivel de 50 % del límite máximo permitido sea de un +/- 35 % para un nivel de confianza del 95 %.

## II. EXPERIMENTACIÓN

Aplicando la información que se encontró en las referencias bibliográficas sobre la evaluación de las metilaminas para definir las condiciones del método analítico y el de muestreo (ver I.2.2) se aplicaron los criterios para la implementación de metodologías del ambiente laboral mediante el siguiente desarrollo experimental.

### II.1. DETERMINACIÓN DEL MEDIO DE DESADSORCIÓN.

El medio adsorbente que tiene la capacidad de adsorción de las tres metilaminas son tubos que contienen como adsorbente silica gel. La ventaja es que este medio es común y puede ser adquirido a través de varios proveedores.

No se tiene ninguna información de cual sería el mejor método de desadsorción cuando se usa la silica gel para la adsorción de las tres aminas, por lo que se decidió realizar diferentes pruebas que incluían parte de la información encontrada sobre la desadsorción. Con la finalidad de automatizar el proceso de análisis se consideró el utilizar un desadsorbedor térmico, conocido como “Headspace” y aprovechar la ventaja de la inyección automática al sistema de cromatografía de gases y evaluar si con este sistema es posible realizar el análisis sin disolvente de desadsorción.



SISTEMA HEADSPACE

Las pruebas consistieron en preparar una muestra en tubo adsorbente de silica gel, al que se le agregó una cantidad conocida de las tres diferentes metilaminas mediante una jeringa. Después de agregar las aminas estos tubos se dejan reposar durante 24 horas y posteriormente la silica gel es extraída del tubo adsorbente y se vacía a un frasco de vidrio o vial. Antes de tapar herméticamente el frasco, se agrega la cantidad especificada de adsorbente. Estos viales son colocados en un sistema de agitación ultrasónica, por una hora, para aumentar la eficiencia de desadsorción. La disolución obtenida es introducida al sistema



cromatográfico mediante una jeringa cromatográfica o mediante el sistema automático Headspace. Las diferentes disoluciones desadsorbentes usadas para la experimentación fueron:

IDENTIFICACIÓN	MEZCLA	COMPOSICIÓN	Cantidad adicionada
A	Agua destilada	100 % puro	2 ml
B	HCl:H <sub>2</sub> O:NaOH	50 ml:1.0 ml:1.0 ml	2 ml
C	NaOH	1 N	2 ml
D	H <sub>2</sub> O:NaOH 1N	1 ml:1 ml	2 ml
E	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1 N	2 ml

Para la preparación de las muestras se tomaron las siguientes consideraciones:

- Las muestras se prepararon con la misma cantidad de metilaminas (la cantidad requerida para aproximadamente 2.0 veces el Límite Máximo Permitido-PPT) de metilaminas.
- A cinco viales se agregan las tres aminas y la solución ayuda A, B, C, D y E, respectivamente, inyectándose al cromatógrafo de gases con el sistema Headspace (identificadas como EST-1, EST-2 y EST-3, EST-4 y EST-5). Estas pruebas indican la respuesta cromatográfica de las metilaminas sin estar adsorbidas en la silica gel.
- La prueba No. 0 fue inyectada mediante el sistema Headspace al cromatógrafo de gases sin agregar solución ayuda, con esto se evalúa la desadsorción que se logra mediante una desadsorción térmica con este equipo.
- A las pruebas restantes se le agregó la cantidad especificada de solución ayuda (2 ml) y se inyectó la muestra mediante el sistema Headspace.
- La solución desadsorbente C y D, son una modificación del método OSHA PV 2060 para la evaluación de trimetilamina en donde se especifica el proceso de desadsorción con 1 mL de solución 1:1 metanol:agua desionizada durante media hora de agitación y adición posterior de 0.5 mL de una solución 1:4 de 1N de NaOH : metanol. La razón por la cual no se realizó mediante este proceso, fue debido a que el metanol tiene una alta sensibilidad con el detector de ionización de flama e interfiere en el análisis cromatográfico cuando esta en alta concentración.
- La solución desadsorbente E, corresponde a una modificación del método NIOSH 2010 en donde se especifica el proceso de desadsorción agregando 1 mL de solución de ácido sulfúrico 0.1 M en solución de metanol : agua

(90% H<sub>2</sub>O + 10 % metanol). En este caso fue el mismo criterio de la sustitución de metanol.

Se calculó el % de recuperación de las metilaminas utilizando sólo el área cromatográfica de cada uno de los resultados obtenidos con las diferentes soluciones desadsorbentes.

Los mejores resultados de desadsorción se obtuvieron en la prueba No. 4 en donde la desadsorción fue de 59 %, 65 % y 86 % de mono, di y tri-metilamina, respectivamente, utilizando la solución "C" que consiste en agregar a la muestra 2 ml de solución acuosa de NaOH 1 N. Con estos resultados se decidió realizar la experimentación utilizando esta solución como "solución desadsorbedora" y la inyección automática al cromatógrafo mediante el sistema Headspace y de esta manera verificar mediante los criterios presentados si las condiciones propuestas para el análisis y el muestreo son las adecuadas para obtener resultados confiables.

## II.2. EVALUACIÓN DEL MÉTODO ANALÍTICO

Se realizaron las adaptaciones necesarias al método analítico encontrado en la revisión bibliográfica para mejorar las condiciones de sensibilidad necesarias para la evaluación de muestras en el Ambiente Laboral, se utilizó un cromatógrafo de gases con un detector de ionización de flama y una columna cromatográfica empacada con Chromosorb 103 tal y como lo indica el método analítico utilizado para el control de calidad de las aminas. El procedimiento de muestreo y análisis que se desarrolló en este trabajo en donde se detalla la metodología, se adjunta al final de la Discusión de Resultados, página 56.

### II.2.1. CURVA DE CALIBRACIÓN

Para la cuantificación de las metilaminas se prepararon tres curvas de calibración, una para cada una de las tres metilaminas. Las curvas de calibración se realizaron agregando cantidades aproximadas que corresponden a una concentración de 12.5%, 25%, 50%, 100% y 200% del LMP-PPT. Estos estándares se realizaron por quintuplicado para cada una de las tres metilaminas.

En la tabla siguiente se presentan los mg requeridos de cada una de las metilaminas

% DE *PPT ADICIONADO	MONOMETILAMINA (MMA)	DIMETILAMINA (DMA)	TRIMETILAMINA (TMA)
12.5	0.075	0.1125	0.1250
25.0	0.15	0.2250	0.25
50.0	0.30	0.45	0.5
100.0	0.60	0.9	1.0
200.0	1.2	1.8	2.0

PPT (concentración promedio ponderada en tiempo); MMA=12 mg/m<sup>3</sup>; DMA= 18 mg/m<sup>3</sup>; TMA= 20 mg/m<sup>3</sup>

Para el cálculo de estas concentraciones se consideró el volumen propuesto de 50 lts.

Las muestras se preparan en unos viales o recipientes de vidrio que se tapan herméticamente y cuentan en la parte superior con una tapa de teflón y silicón en la que es posible inyectar y extraer muestras mediante una jeringa especial de cromatografía de gases en donde se agrega la cantidad especificada en la tabla anterior.



Considerando los resultados de las pruebas se evalúa la linealidad, sensibilidad y la precisión del método propuesto.

#### II.2.2. Interferencias Analíticas.

Dentro del área donde se evalúa las aminas es posible que en el ambiente se encuentre metanol, dimetilformamida, tolueno, acetato de vinilo, ácido acético, acetona, e isopropanol. Para determinar una posible interferencia se analizó una muestra que contiene las metilaminas y se agregan estos componentes para determinar si en el tiempo de retención donde salen las metilaminas se detecta alguna interferencia para su cuantificación.

La prueba se realizó agregando una cantidad de 100 % el valor de LMP-PPT y 100 mg de cada uno de los componentes mencionados, en 2 ml de la solución desadsorbente. La muestra fue analizada utilizando el método analítico desarrollado con introducción directa mediante el sistema Headspace.

### II.3. EVALUACIÓN DE MÉTODO DE MUESTREO

Las condiciones de muestreo aplicadas para la experimentación y que se proponen evaluar son las siguientes:

Tubo adsorbente: Silica gel de 7 cm de longitud, 6 mm de diámetro exterior y 4 mm de diámetro interior. Los tubos deberán contener 2 secciones de silica-gel de malla 20/40. La parte frontal debe contener 150 mg y la parte posterior 75 mg, separadas por fibra de vidrio.

Flujo de muestreo: 100 mL/min

Volumen de muestreo de  $\approx$  50 L

Tiempo de muestreo de 8 horas

Desadsorción: 2 mL de solución acuosa 1N de NaOH

Tiempo de desadsorción: 1 H

Las muestras se preparan dinámicamente con una corriente gaseosa que pasa a través del tubo adsorbente de sílica gel con una cantidad conocida de las tres metilaminas, con cualquiera de las dos técnicas descritas en el punto 1.3.2.1. Se aplican las condiciones de muestreo propuestas lo más cercanamente posible, simulando lo que ocurre en un muestreo real. Con estas muestras se realiza la determinación del coeficiente de desadsorción o de recuperación, el índice de fuga y las pruebas de almacenamiento o estabilidad.

### II.3.1. COEFICIENTE DE DESADSORCIÓN O DE RECUPERACIÓN

Para determinar las curvas de eficiencia de desadsorción se preparan muestras por quintuplicado con una cantidad conocida de cada una de las metilaminas en tubos de sílica gel, que debe cubrir valores por abajo y por arriba del LMP-PPT. Se aplicó el procedimiento de desadsorción obtenido experimentalmente en el punto II.1.

Los miligramos aproximados de muestra de las metilaminas utilizada para la preparación de los tubos adsorbentes es la siguiente:

MONOMETILAMINA (MMA) mg	DIMETILAMINA (DMA) mg	TRIMETILAMINA (TMA) mg
0.30	0.45	0.5
0.60	0.9	1.0
1.2	1.8	2.0
2.0	3.6	4.0

Los resultados se calculan utilizando las curvas de calibración presentadas en el punto II.2.1.

La eficiencia de desadsorción se calcula con la ecuación presentada en el punto I.3.2.2.

### II.3.2. ÍNDICE DE FUGA

El índice de fuga es una medida de la capacidad del medio de muestreo para retener al contaminante y este parámetro indica si un muestreo se efectuó correctamente. La intención de determinar experimentalmente este parámetro es probar que bajo las condiciones con las cuales se obtendrán las muestras el medio de muestreo tiene la capacidad de retener el 90 % del contaminante, con

esto se asegura que la mayor cantidad de contaminante se retenga en la sección No. 1 del tubo.

El experimento consiste en generar muestras con cantidades conocidas del contaminante a  $\approx 2$  veces el LMP-PPT con una humedad  $> 85\%$ . Los miligramos de metilaminas que aproximadamente se agregaron a los tubos adsorbentes de silica gel son:

MONOMETILAMINA (MMA) mg	DIMETILAMINA (DMA) mg	TRIMETILAMINA (TMA) mg
2.0	3.6	4.0

Las muestras se prepararon por quintuplicado para cada una de las tres aminas y se analizan por el método de cromatografía de gases que se desarrolló, utilizando las curvas de calibración obtenidas previamente. Se separan cada una de las secciones de silica gel y se analizan de manera independiente.

Se realiza la prueba con una alta humedad debido a que el área en donde se va evaluar estos contaminantes esta en una zona con alta humedad relativa.

Para la determinación del índice de fuga se aplica la ecuación presentada en el punto I.3.2.3.

### II.3.3. Estudios de Estabilidad o de Almacenamiento

Esta prueba se realiza preparando 16 tubos adsorbentes de silica gel con cantidades equivalentes a  $\leq 0.5$  veces el LMP-PPT, con la finalidad de garantizar que cuando los contaminantes se encuentren en este orden de concentración no sufran alteración.

Las consideraciones de las muestras son las siguientes:

- 8 muestras se generan con una humedad  $> 85\%$  y 8 con humedad  $< 50\%$
- 2 muestras, de cada una de las diferentes humedades, se analizan inmediatamente después de terminar su preparación.
- 2 muestras, de cada una de las diferentes humedades, se analizan consecutivamente a 1, 3 y 5 días después de su preparación.
- En todos los casos se determina el índice de fuga, por lo que las dos secciones del tubo se analizan por separado.

Las muestras después de su preparación se conservaron en un lugar fresco a temperatura ambiente y sin refrigeración, para simular lo que sucede cuando son transportadas.

El tiempo de evaluación de 5 días se considera el adecuado como periodo de almacenamiento y de llegada al laboratorio.

La estabilidad de la muestra se calcula utilizando la ecuación presentada en el punto I.3.2.4

### **III. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **III.1. SELECCIÓN DEL MÉTODO**

La selección del método analítico que se realizó con la información bibliográfica encontrada permitió desarrollar un método que es una mezcla de esta información, cumpliendo con los objetivos establecidos de utilizar el equipo analítico y de muestreo con que se cuenta en el área operativa, así como utilizar medios adsorbentes comunes. Esto permitió el ahorro sobre la compra de un equipo costoso que solo se hubiera utilizado para el análisis de estas muestras.

#### **III.2. DETERMINACIÓN DEL MEDIO DE DESADSORCIÓN**

En la sección de Experimentación se realizó una prueba para determinar el mejor método de desadsorción, que es una solución acuosa de NaOH 1 N. Esta prueba fue solo una cuantificación en porcentaje del área cromatográfica. Los resultados completos de la prueba se presentan en la tabla No. 1 del anexo. Analizando los resultados presentados en esta tabla se observa que:

- En todas las pruebas existe desadsorción de las metilaminas, a excepción de las pruebas Nos. 0 y 1.
- La prueba en la cual se obtienen los mejores resultados de desadsorción de las tres aminas son las pruebas Nos. 3 y 4, con un promedio de 61 %, 62 % y 72 % para la mono-, di-, y tri- metilamina, respectivamente.
- Aun cuando en la mayoría de las pruebas se desadsorben las tres aminas, no en todos los casos se obtienen buenos resultados para los tres compuestos.
- Utilizando exclusivamente el sistema de desadsorción térmica (prueba No. 0) se obtienen resultados nulos, por lo que este sistema no puede ser utilizado para la evaluación de las metilaminas.
- El uso de agua como disolvente (prueba No. 1) de desadsorción también esta excluida ya que los resultados fueron nulos.

El análisis de los resultados permite determinar el esquema de desadsorción propuesto, incluye la solución acuosa de NaOH 1 N en combinación con el uso del sistema Headspace como sistema de introducción de la muestra al cromatógrafo de gases.

### III.3. EVALUACIÓN DEL MÉTODO ANALÍTICO

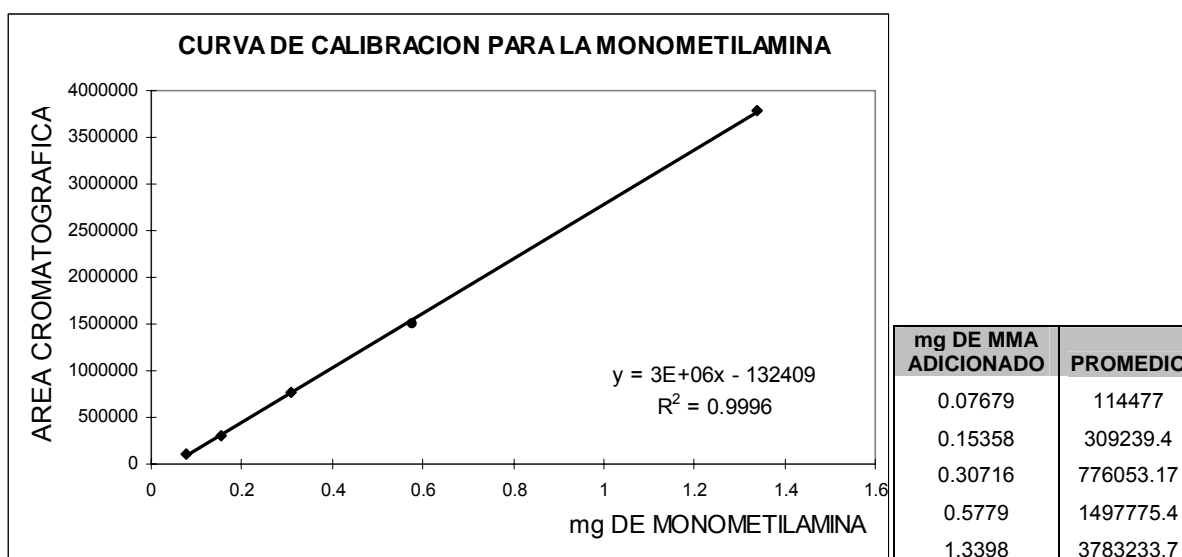
#### III.3.1. CURVA DE CALIBRACIÓN

Los resultados obtenidos de la experimentación para la construcción de la curva de calibración se presentan en la tabla No. 2 del anexo No. 2. En esta tabla se presenta los miligramos de metilamina agregados para la preparación de los estándares de concentración conocida, así como el promedio del área cromatográfica de los 5 análisis a diferentes niveles de concentración, para cada una de las tres metilaminas. Se adjunta la desviación estándar y el coeficiente de varianza de los resultados promedio del área cromatográfica.

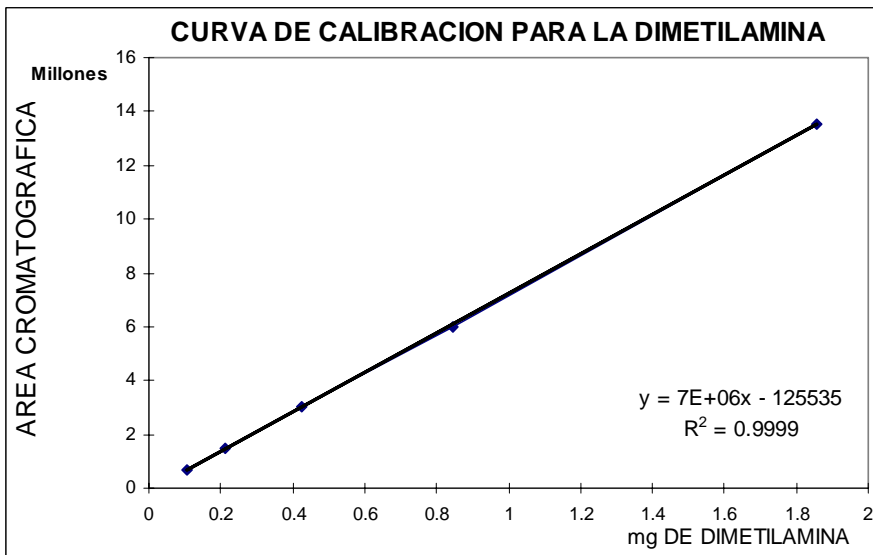
Se aplicó un análisis de regresión a los datos para determinar si se ajustaban a una línea recta y determinar su factor de correlación. El factor de correlación obtenido en todos los casos fue mayor de 99.0 %, lo que significa que los datos tienen un comportamiento lineal. Las ecuaciones de las rectas obtenidas para cada una de las metilaminas es la siguiente:

COMPUESTO	PENDIENTE	ORDENADA AL ORIGEN	FACTOR DE CORRELACIÓN
MONOMETILAMINA (MMA)	2909227	-132408	99.979 %
DIMETILAMINA (DMA)	7351477.9	-125535.42	99.994 %
TRIMETILAMINA (TMA)	16952392	744751.4	99.848 %

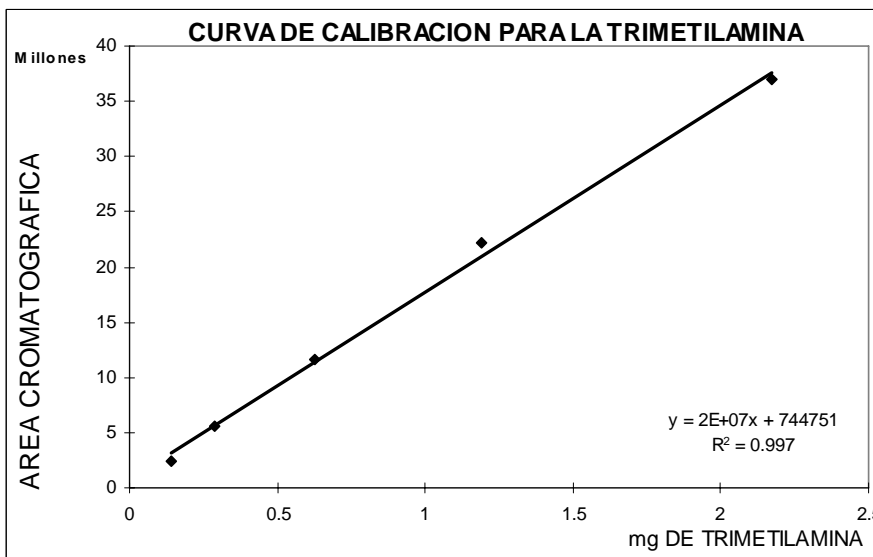
Si se grafican los miligramos adicionados de cada una de las metilaminas contra el promedio del área cromatográfica, se obtienen las curvas de calibración siguientes y la tendencia de la línea recta:







mg DE DMA ADICIONADO	PROMEDIO
0.1061	675502.2
0.2123	1456070.4
0.4246	3018347.4
0.8444	5979937.3
1.8557	13554339



mg DE TMA ADICIONADO	PROMEDIO
0.1436	2485832.8
0.2872	5567039.7
0.6275	11590984
1.1924	22152807
2.1749	36951599

Los resultados obtenidos indican que en el rango de estudio las curvas de calibración puede predecir con confiabilidad los resultados, por lo que se concluyó que es posible analizar las metilaminas con este método cromatográfico.

### III.3.2. SENSIBILIDAD

Los resultados experimentales obtenidos de sensibilidad del método para cada una de las metilaminas son las siguientes:

Compuesto	Sensibilidad (mg)	Pendiente obtenida	Pendiente (grados)
Monometilamina	0.07679-1.33980	2909227	89.99
Dimetilamina	0.10610-1.85557	7351477.9	89.99
Trimetilamina	0.14360-2.17490	16952392	89.99

Estos resultados indican que las metilaminas tiene un gran factor de respuesta con el detector de ionización de flama, ya que con una pequeña cantidad de cualquier metilamina introducida en el sistema cromatográfica se observa un gran valor en el área de integración. La sensibilidad determinada cumple con el criterio de validación ya que el valor de ángulo en grados es mayor a 45° o radianes es mayor a 1.

### III.3.3. Límite de Detección

En el punto III.3.1 se demostró que los datos obtenidos del análisis se ajustan a una línea recta con un coeficiente de correlación en todos lo casos por arriba del 99.5 % cumpliendo el requisito para la aplicación de la técnica del punto 1.3.1.2.

Los resultados obtenidos para las tres diferentes aminas son los siguientes:

COMPUESTO	Precisión (CV)	Límite de detección (ng)	Límite de cuantificación (ng)	mg necesarios para el 10 % del LMP-PPT
Monometilamina	0.0852	0.0125	0.0416	0.06
Dimetilamina	0.0690	0.0037	0.0123	0.09
Trimetilamina	0.0636	0.0093	0.0311	0.1

Nota: ng = nanogramos

El detalle del cálculo y los resultados obtenidos se presentan en la tabla No. 2 en el anexo.

En la tabla se observa que el coeficiente de varianza obtenido es menor de 0.1 % por lo que cumple con el requisito de aplicación del método.

Los límites de detección (LD) y el de cuantificación (LC) obtenidos para las tres metilaminas son menores a la cantidad necesaria para el 10 % del LMP-PPT, por lo que se cumple con el criterio de aceptación requerido.

El significado de obtener resultados que se encuentren entre el LD y el LC es que se presenta una mayor incertidumbre, que los obtenidos por arriba del LC. Aun cuando es importante obtener resultados por arriba del LC se debe tomar en cuenta que para el caso de la evaluación de muestras en el ambiente laboral la norma indica que en el ambiente no debe sobrepasarse el Límite Máximo Permitido que corresponde a un 100 % de LMP-PPT, los LC obtenidos están muy

por debajo de este valor por lo que se resta importancia en este caso, a este parámetro.

### III.3.4. INTERFERENCIAS ANALÍTICAS

Como parte del desarrollo analítico era de interés conocer si alguno de las materias primas y productos que se fabrican cerca de donde se evalúan las metilaminas provocan interferencia para su determinación se encontró que los siguientes compuestos no la producen:

- Butiraldehído
- Crotonaldehído
- Butanol
- Dimetilformamida
- Acetato de vinilo
- Ácido acético
- Dimetilcetona
- Isopropanol
- Tolueno

### III.4. EVALUACIÓN DEL MÉTODO DE MUESTREO.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la evaluación del método analítico se cumplieron con todos los criterios establecidos por lo que se determinaron los parámetros relativos a la evaluación del método de muestreo.

#### III.4.1. COEFICIENTE DE DESADSORCIÓN O DE RECUPERACIÓN

Los coeficientes de desadsorción obtenidos a los diferentes niveles de concentración fueron los siguientes:

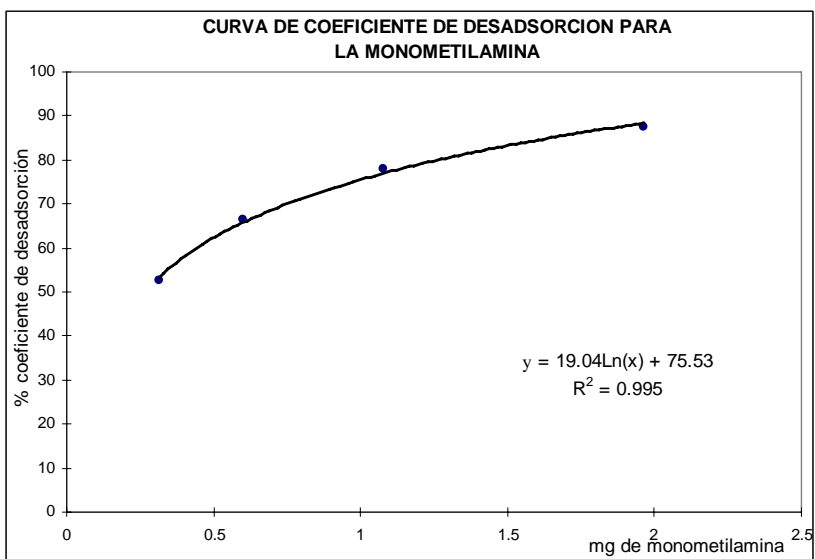
NIVEL DE LMP-PPT	COEFICIENTE DE DESADSORCIÓN		
	MMA	DMA	TMA
50 %	52.58	54.44	43.13
100 %	66.46	64.66	67.51
200 %	78.07	73.08	78.89
> 300 %	87.38	79.96	91.84
PROMEDIO	71.12	68.04	70.34

Los datos individuales con los cuales se realizó la prueba se presentan en las tablas Nos. 3, 4 y 5.

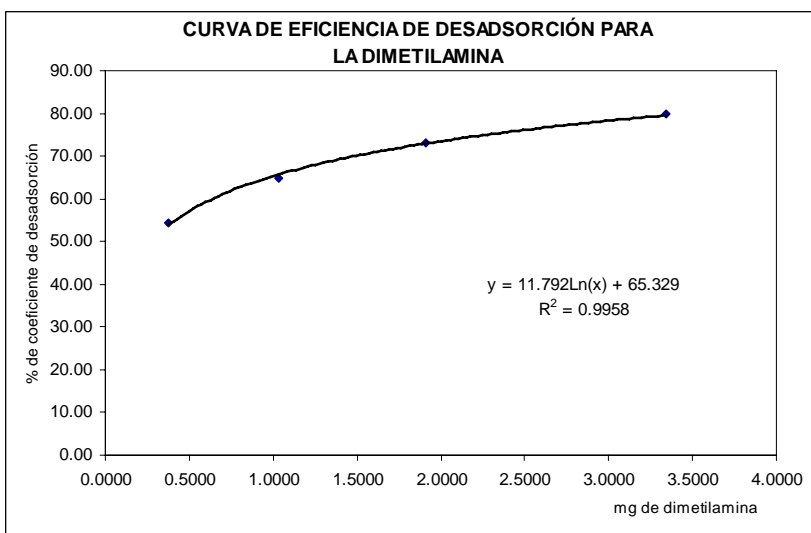
Con estos datos se realizó un análisis de regresión para encontrar una ecuación a la cual se ajustan los datos. Las ecuaciones son del tipo logaritmo:

Compuesto	Ecuación	Coefficiente de correlación
Monometilamina	$y = 19.04 \times \ln(x) + 75.53$	0.9974
Dimetilamina	$y = 11.792 \times \ln(x) + 65.329$	0.9978
Trimetilamina	$y = 22.903 \times \ln(x) + 58.834$	0.9999

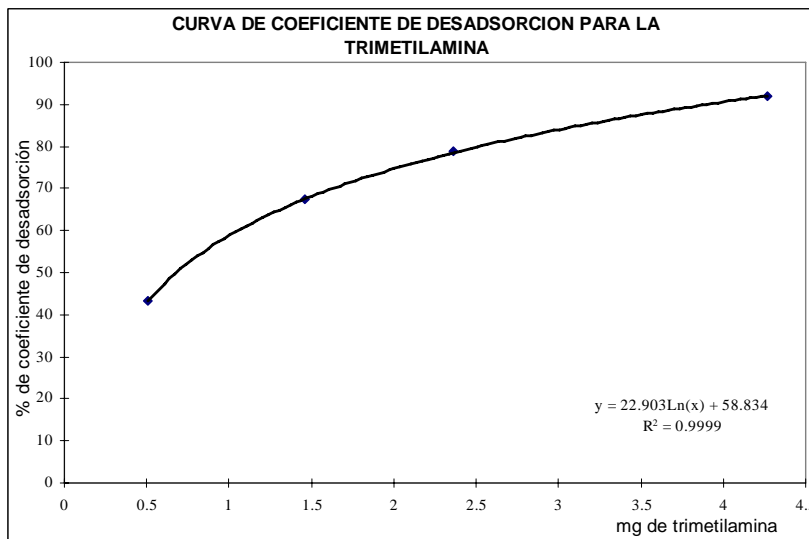
Las gráficas obtenidas son las siguientes:



mg AGREGADOS AL ESTÁNDAR	% EFICIENCIA DESADSORCIÓN
0.3126	52.58
0.5985	66.46
1.0778	78.07
1.9634	87.38
PROMEDIO	71.12



mg AGREGADOS AL ESTÁNDAR	% EFICIENCIA DESADSORCIÓN
0.3796	54.44
1.0316	64.66
1.9120	73.08
3.3430	79.96
PROMEDIO	68.04



mg AGREGADOS AL ESTÁNDAR	% EFICIENCIA DESADSORCIÓN
0.5057	43.13
1.4614	67.50
2.3658	78.89
4.2689	91.84
PROMEDIO	70.34

De acuerdo con los resultados obtenidos se observa:

- Los promedios de los datos de eficiencia de desadsorción para la mono-metilamina y la tri-metilamina cumplen el criterio de > 70 %.
- El promedio de datos de eficiencia de desadsorción para la di-metilamina aun cuando esta cerca del valor de 70%, no cumple con este requisito.
- En todos los casos la ecuación de ajuste de datos obtenida, cumple con el requisito del factor de correlación de mas del 99.5 %.

#### III.4.2. ÍNDICE DE FUGA

Los resultados promedio de la evaluación experimental del índice de fuga de las muestras son los siguientes:

COMPONENTE	CANTIDAD AGREGADA (mg)	FLUJO DE AIRE (cm <sup>3</sup> /min)	VOLUMEN DE MUESTREO (lts)	ÍNDICE DE FUGA (%)	*EFICIENCIA DE DESADSORCIÓN (%)
MONO-METILAMINA	1.9634	115.16	45.72	2.86	89.71
DI-METILAMINA	3.3430		45.72	0.87	81.07
TRI-METILAMINA	4.2689		45.72	0.27	90.80

\*El valor de eficiencia de desadsorción fue determinada en este experimento

El detalle de resultados se encuentra en la tabla No. 6 del anexo.

Los valores obtenidos demuestran que el medio de colección es capaz de mantener la mayor cantidad de contaminante en la 1ª sección del tubo, bajo las condiciones de muestreo propuestas y con la cantidad de contaminante equivalente de 200 % la CPT, al estar el índice de fuga por debajo del 10 %, cumple con el criterio especificado.

### III.4.3. ÍNDICE DE ALMACENAMIENTO

Los resultados de este parámetro permiten definir el tiempo máximo que debe existir entre el muestreo y el análisis. Los resultados promedio obtenidos de las muestras por duplicado durante 5 días de almacenamiento son los siguientes:

COMPONENTE	INDICE DE ALMACENAMIENTO CON > 85 % DE HUMEDAD (%)	INDICE DE ALMACENAMIENTO CON < 50 % DE HUMEDAD (%)
MONOMETILAMINA	97.68	97.45
DIMETILAMINA	96.58	98.41
TRIMETILAMINA	91.54	92.56

Los resultados para las tres aminas obtenidos para los días de almacenamiento 1 y 3, para los dos casos de humedad son muy similares y se presentan en las tablas Nos. 7, 8 y 9. En estas tablas se puede observar que en algunos casos el porcentaje obtenido es mayor de 100 y se debe a que durante la preparación a esos duplicados se les agregó una mayor cantidad de la metilamina que a las muestras inicialmente preparadas, condición normal debido a las cantidades en “mg” que se agregan durante la preparación de estas muestras.

Estos resultados indican que las muestras pueden analizarse hasta cinco días después del muestreo sin sufrir alteración, además de cumplir con el criterio del máximo de 90 % de desviación debido al almacenamiento de la muestras.

### III.5. REQUISITOS ESTADÍSTICOS

Los parámetros estadísticos se obtuvieron con los datos experimentales de la determinación del coeficiente de desadsorción. Se aplicaron las formulas obteniéndose los valores de desviación estándar promedio y exactitud promedio al 95 % de confianza del proceso global (muestreo y análisis), los resultados para cada una de las metilaminas es la siguiente:

Compuesto	Desviación estándar promedio ( $\overline{CV}$ )	EXACTITUD PROMEDIO AL 95 % DE CONFIANZA
Monometilamina	0.1216	± 14.6110
Dimetilamina	0.1040	± 12.2564
Trimetilamina	0.1283	± 15.9034

El detalle de los resultados para cada uno de los niveles que se probaron se presenta en la tabla No. 10 del anexo. En esta tabla se observa que el

comportamiento de los parámetros estadísticos es muy similar a cada uno de los niveles evaluados.

El valor obtenido de desviación estándar promedio, permite determinar la magnitud a la que se desvían datos duplicados, este parámetro es útil durante el análisis de un muestreo ya que los duplicados no deben desviarse más del valor obtenido en esta experimentación.

El valor de la exactitud promedio al 95 % de confianza, indica que en el rango de estudio existe una desviación máxima del valor real de +/- el valor encontrado para cada una de las metilaminas. El valor de exactitud esperado es menor al 25 %, por lo que se cumple con el requisito estadístico requerido para este parámetro.

Mediante los resultados obtenidos se elaboró un procedimiento interno en el que se presenta detalladamente como debe efectuarse el muestreo y el análisis de las metilaminas y se ha utilizado para evaluar la exposición de los trabajadores que realizan sus actividades en la Planta de Aminas. El procedimiento se presenta a continuación.

PROCEDIMIENTO: <b>DETERMINACIÓN DE METILAMINAS EN EL AIRE DEL MEDIO AMBIENTE LABORAL.</b>		
EN VIGOR: METSER-91, SEPT DE 1997	SUSTITUYE A: NUEVO	Hoja 1 de 10
<p>0.- INTRODUCCIÓN</p> <p>METILAMINAS, MONO (MMA), DI (DMA) Y TRI (TMA) Sustancia a analizar: Metilaminas alifáticas</p> <p>Medio: Aire</p> <p>Nivel máximo de concentración permisible: El que se indica en la NOM-010-STPS</p> <p>Intervalo: 6.228 – 39.184 mg/m<sup>3</sup> (MMA) 7.592 – 67.288 mg/m<sup>3</sup> (DMA) 10.068 – 85.402 mg/m<sup>3</sup> (TMA)</p> <p>Coefficientes totales de exactitud ± 14.6110 % (MMA) ± 12.2564 % (DMA) ± 15.9034 % (TMA)</p> <p>Precisión (CV<sub>T</sub>): 0.1216 (MMA) 0.1040 (DMA) 0.1283 (TMA)</p> <p>Volumen de muestreo: De 40 a 50 L.</p> <p>Procedimiento: Adsorción en silica gel, desadsorción con solución 1 N de NaOH. Cromatografía de gases (CG).</p>		
<p>1.- OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN</p> <p>Se establece el procedimiento de cromatografía de gases para la determinación de mono-, di- y tri-metilaminas en el aire del medio ambiente laboral.</p>		

Elaboró: J. Guzmán M.  
Autorizó: J. F. Carrasco H.



<b>PROCEDIMIENTO:</b> <b>DETERMINACIÓN DE METILAMINAS EN EL AIRE DEL MEDIO AMBIENTE LABORAL.</b>		
<b>EN VIGOR:</b> METSER-91, SEPT DE 1997	<b>SUSTITUYE A:</b> NUEVO	Hoja 2 de 10
<p><b>2.- PRINCIPIO DEL MÉTODO</b></p> <p>2.1 Las metilaminas son adsorbidas en un tubo de silica gel. Cada sección del tubo de silica gel se desadsorbe con ayuda de NaOH 1N y la muestra se separa en un sistema cromatográfico adecuado. La señal es obtenida mediante un detector de ionización de flama siendo proporcional a la concentración en un intervalo elegido.</p> <p><b>3.- RESUMEN DEL MÉTODO</b></p> <p>3.1 Pasar un volumen conocido de aire a través de un tubo con silica gel para atrapar los vapores de metilaminas presentes.</p> <p>3.2 Cada sección del tubo de silica gel se pasa a frascos de vidrio (viales) tipo serum de 20 cm<sup>3</sup> y se le adiciona inmediatamente 2 cm<sup>3</sup> de solución 1N de NaOH, sellando herméticamente el frasco de vidrio (vial).</p> <p>3.3 La muestra problema contenida en el frasco de vidrio es inyectada al cromatógrafo de gases que cuenta con una columna empacada con chromosorb 103 o su equivalente.</p> <p>3.4 Las concentraciones son calculadas mediante patrones cromatográficos y patrones de eficiencia de desadsorción.</p> <p>Nota: También se puede utilizar cualquier sistema de inyección automático.</p> <p><b>4.- INTERVALO, SENSIBILIDAD Y LÍMITE DE DETECCIÓN</b></p> <p>4.1 Los intervalos de este método son establecidos para las concentraciones ponderadas en el tiempo máximas y mínimas a 50 L de aire muestreado</p> <p>Límites inferiores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>6.228 mg/m<sup>3</sup> para MMA</li> <li>7.592 mg/m<sup>3</sup> para MMA</li> <li>10.068 mg/m<sup>3</sup> para MMA</li> </ul> <p>Límites superiores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>39.184 mg/m<sup>3</sup> para MMA</li> <li>67.288 mg/m<sup>3</sup> para DMA</li> <li>85.402 mg/m<sup>3</sup> para TMA</li> </ul>		

Elaboró: J. Guzmán M.  
 Autorizó: J. F. Carrasco H.

PROCEDIMIENTO:

**DETERMINACIÓN DE METILAMINAS EN EL AIRE DEL MEDIO AMBIENTE LABORAL.**

EN VIGOR: METSER-91, SEPT DE 1997	SUSTITUYE A: NUEVO	Hoja 3 de 10
--------------------------------------	-----------------------	--------------

5.- INTERFERENCIAS

5.1 La silica gel tiene una alta afinidad por el agua, algunos vapores no son atrapados eficientemente en presencia de alta humedad relativa. Este efecto puede ser importante aunque no exista evidencia visual de condensación de agua en el tubo.

5.2 Los siguientes compuestos fueron probados y no causaron interferencias (relativo a tiempos de retención cromatográficos):

BUTIRALDEHIDO

CROTONALDEHIDO

BUTANOL

DIMETILFORMAMIDA

ACETATO DE VINILO

ACIDO ACÉTICO

DIMETILCETONA

ISOPROPANOL

TOLUENO

6.- PRECISIÓN Y EXACTITUD

6.1 Los coeficientes de variación CV total para el proceso completo realizado en los intervalos de concentración dichos anteriormente son de: 0.1216 para la MMA, 0.1040 para la DMA y 0.1283 para la TMA.

6.2 La confiabilidad del análisis depende sobre todo de la precisión y sensibilidad de la técnica usada para cuantificar los picos o áreas de la cromatografía de gases de muestras y patrones. Los patrones cromatográficos en la columna de chromosorb 103 han dado correlaciones de 99.979 % para la MMA, 99.994 % para la DMA y 99.848 para la TMA a niveles de 2, 1, ½, ¼ y 1/8 de las concentraciones ponderada en el tiempo cuando se realiza un muestreo de 50 L.

6.3 La eficiencia de recolección o adsorción de estps agentes en la silica gel es de  $\approx 100\%$  en la sección principal (150 mg) cuando el flujo de aire no rebasa los 50 L de muestreo en 8 H ( $100 \text{ cm}^3/\text{min}$ ).

Elaboró: J. Guzmán M.

Autorizó: J. F. Carrasco H.

<b>PROCEDIMIENTO:</b> <b>DETERMINACIÓN DE METILAMINAS EN EL AIRE DEL MEDIO AMBIENTE LABORAL.</b>		
<b>EN VIGOR:</b> METSER-91, SEPT DE 1997	<b>SUSTITUYE A:</b> NUEVO	Hoja 4 de 10
<p>6.4 Las curvas de eficiencia de desadsorción deberán ser desarrolladas en cada periodo de muestreo o cuando se utilicen nuevos lotes de tubos de silica gel a las concentraciones ponderadas en el tiempo de 2, 1 y ½ tratando de que las pruebas abarquen el mayor número de concentraciones obtenidas en los muestreos. Para esto es importante el historial del comportamiento de las muestras en periodos anteriores.</p> <p>6.5 La normalización de la respuesta cromatográfica deberá ser analizado con un mínimo de 3 patrones y por un mínimo de 5 veces, para las pruebas de eficiencia de desadsorción deberán ser desarrollados a 3 niveles de concentración y repetidos por un mínimo de 5 veces.</p> <p>6.6 Los niveles mínimos detectables en nanogramos (ng) son de: (para las condiciones dadas en el método cromatográfico).</p> <p>Para MMA de 0.0125 ng</p> <p>Para DMA de 0.0037 ng</p> <p>Para TMA de 0.0093 ng</p> <p><b>7.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS</b></p> <p>7.1 El método puede ser usado para el análisis simultáneo de las 3 metilaminas presentes.</p> <p>7.2 La desadsorción y preparación de muestras para su análisis involucra procedimientos y equipos simples.</p> <p>7.3 Una desventaja es la tendencia a la oxidación de las aminas en la superficie del adsorbente cuando son expuestos al aire, esto es evitado por la adición rápida de la solución de NaOH 1N a las dos secciones de adsorbentes que se encuentra en los frascos y sellado rápidamente el frasco de vidrio con tapón de vinil con capa de teflón y sello de aluminio</p> <p><b>8.- INSTRUMENTACIÓN Y EQUIPO</b></p> <p>8.1 Bombas de muestreo personal calibradas capaces de mantener un flujo de 100 cm<sup>3</sup>/min ± 5 %.</p> <p>8.2 Tubos de silica gel de 7 cm de longitud, 6 mm de DE y 4 mm de DI. Los tubos deberán contener 2 secciones de silica gel de malla 20/40. La parte frontal deberá contener 150 mg y la parte posterior 75 mg separadas por fibra de vidrio.</p>		

Elaboró: J. Guzmán M.  
 Autorizó: J. F. Carrasco H.

PROCEDIMIENTO:  
**DETERMINACIÓN DE METILAMINAS EN EL AIRE DEL MEDIO AMBIENTE LABORAL.**

EN VIGOR: METSER-91, SEPT DE 1997	SUSTITUYE A: NUEVO	Hoja 5 de 10
--------------------------------------	-----------------------	--------------

Las terminales de los tubos deberán ser sellados a la flama. Deberán estar provistos de tapas de polietileno para sellar los tubos después del muestreo.

8.3 Cromatógrafo de gases equipado con detector con ionización de flama. Columna empacada de acero inoxidable de 1/8 de pulgada de diámetro y una longitud de 5.5 m , equipada con chromosorb 103 o su equivalente.

8.4 Graficador - Integrador o equivalente.

8.5 Frascos de 20 cm<sup>3</sup> de capacidad, tapones de vinil con capa de teflón, sellos de aluminio y una selladora para frascos.

8.6 Jeringas para cromatografía de gases de 20, 25, 50 y 1000 microlitros.

8.7 Frascos de 20 cm<sup>3</sup>

8.8 Balanza analítica

8.9 Estufa

8.10 Equipo para conocer temperatura, presión y humedad relativa en el ambiente.

9.- REACTIVOS

9.1 Monometilamina al 40%

Dimetilamina al 50%

Trimetilamina al 40%

9.2 Agua bidestilada libre de aldehidos

9.3 Disolución 1 N de NaOH

9.4 Gases para cromatógrafo: aire comprimido grado seco filtrado, hidrógeno prepurificado, nitrógeno ultra alta pureza.

NOTA: La resolución de picos adyacentes deberá tener un valor mínimo de 2.

Elaboró: J. Guzmán M.

Autorizó: J. F. Carrasco H.

PROCEDIMIENTO:  
**DETERMINACIÓN DE METILAMINAS EN EL AIRE DEL MEDIO AMBIENTE LABORAL.**

EN VIGOR: METSER-91, SEPT DE 1997	SUSTITUYE A: NUEVO	Hoja 6 de 10
--------------------------------------	-----------------------	--------------

10.- PROCEDIMIENTO

10.1 Limpieza del material:

Todo el material de vidrio utilizado para el análisis de laboratorio, debe ser lavado con detergente libre de fosfato, enjuagarse muy bien con agua de la llave y posteriormente con agua destilada y secados en estufa.

10.2 Recolección y almacenamiento de muestras.

10.2.1 Inmediatamente antes del muestreo rompa las puntas de los tubos de sílica gel para proveer una abertura de aproximadamente 2mm de diámetro interno.

10.2.2 Colocar en posición adecuada el tubo de muestreo en la bomba (entrada de aire en la sección mayor de sílica gel).

10.2.3 Muestrear 50 L de aire a una velocidad de 100 cm/min  $\pm 5\%$ . Se deberán anotar las condiciones de temperatura y presión. Si observa una humedad (muy cerca al 100%), muestrear un volumen menor, lo mismo si se sospecha de una alta concentración del agente contaminante

10.2.4 Una vez tomada la muestra quitar el tubo de sílica gel y transportarlo con sus tapas de polietileno. Transportar las muestras al laboratorio.

10.2.5 Obtener una muestra "blanco" de un tubo que se ha manejado en las mismas condiciones que las muestras, sin hacerle pasar el flujo de aire.

10.2.6 Las muestras no deberán ser almacenadas por más de dos días.

10.3 Análisis de las muestras.

10.3.1. Control de Calidad del Análisis de las Muestras.

Con objeto de adquirir certeza sobre los resultados que se obtengan al realizar el análisis de muestras proporcionadas por el cliente, se requiere:

- Garantizar que el funcionamiento del equipo es correcto durante el tiempo en que se analizo el lote de muestras, para lo cual, se generaran las muestras necesarias de estándares de comprobación de la curva líquida. y

- Garantizar que el manejo, preparación y análisis de las muestras del lote en cuestión, no tiene efectos sobre los resultados obtenidos, esto se logra mediante la preparación de un spike de control de calidad con cantidad de sustancia a analizar conocida, dicho spike se sujeta al mismo manejo, tratamiento y análisis que las muestras del lote problema.

Elaboró: J. Guzmán M.

Autorizó: J. F. Carrasco H.

**PROCEDIMIENTO:  
DETERMINACIÓN DE METILAMINAS EN EL AIRE DEL MEDIO AMBIENTE LABORAL.**

EN VIGOR: METSER-91, SEPT DE 1997	SUSTITUYE A: NUEVO	Hoja 7 de 10
--------------------------------------	-----------------------	--------------

10.3.1.1. Estándar de comprobación de la curva líquida.

Antes de iniciar el análisis de las muestras, se deberá:

a) Preparar un estándar de comprobación de la curva líquida con la sustancia analizar y el líquido de desorción, con una concentración que se encuentre en el intervalo de la curva de calibración, de la siguiente manera:

a.1) En un vial grande, agregar 5 ml de NaOH 1 N. y la cantidad calculada de la sustancia a analizar.

a.2) Identificar el vial con el nombre de la sustancia, la concentración y la fecha de preparación, introducir el vial dentro del refrigerador durante un tiempo mínimo de 30 minutos.

a.3) Sacar el vial del refrigerador, y vaciar aproximadamente 1 ml en 5 viales pequeños, identificarlos con un número consecutivo, iniciando con el número 1, almacénelos en el refrigerador y manéjelos únicamente cuando los va a usar.

a.4.) En caso necesario, prepare mas viales siguiendo el procedimiento mencionado, y cuando exista un sobrante de viales que contienen el estándar de comprobación, guárdelos como máximo una semana, y una vez transcurrido ese tiempo, deséchelos.

b) En caso de que el número de muestras a analizar de la misma sustancia sea superior a 10, será necesario introducir un mayor número de viales con el estándar, procurando que por cada diez viales analizados, existan dos estándares de comprobación de la curva líquida

c) Cada vez que vaya a analizar un lote de muestras, consulte la siguiente tabla para saber cuantos viales que contengan el estándar de comprobación y en que posición van a ser analizados.

**POSICIÓN DE LOS VIALES**

No. de viales a analizar	No. de Estándares de comprobación	Inicio	Final	Equidistantes
Menos de 10	2	1	1	0
Entre 11 y 20	3	1	1	1
Entre 21 y 30	4	1	1	2
Entre 31 y 40	5	1	1	3
Entre 41 y 50	6	1	1	4
Entre 51 y 60	7	1	1	5
Entre 61 y 70	8	1	1	6
Entre 71 y 80	9	1	1	7
Entre 81 y 90	10	1	1	8
Entre 91 y 100	11	1	1	9

Elaboró: J. Guzmán M.

Autorizó: J. F. Carrasco H.

PROCEDIMIENTO:  
**DETERMINACIÓN DE METILAMINAS EN EL AIRE DEL MEDIO AMBIENTE LABORAL.**

EN VIGOR: METSER-91, SEPT DE 1997	SUSTITUYE A: NUEVO	Hoja 8 de 10
--------------------------------------	-----------------------	--------------

10.3.1.2. Spikes de Control de Calidad.

a) Quitar los tapones del tubo muestreador, romper los extremos, e inyectar, en la sección A una cantidad de sustancia a analizar, la cual se encuentre en el intervalo de la curva de calibración. Colocar los tapones de hule en los extremos del tubo muestreador inmediatamente, identificarla como QC-compuesto, y dejarla reposar durante una noche a temperatura ambiente..

c) Sujetar esta muestra al mismo tratamiento que se aplica al lote de muestras a analizar.

d) Analizar la mencionada muestra, al mismo tiempo que el lote de muestras correspondiente.

10.3.1 Preparación de muestras. Transferir las secciones del tubo de sílica gel a frascos de vidrio de 20 cm<sup>3</sup> de capacidad. Identificar debidamente las muestras indicando en número de muestras y sección de sílica gel.

10.3.2 Agregar 2 cm<sup>3</sup> de disolución 1 N de NaOH a cada sección de sílica gel en su recipiente.

10.3.3 Mantener la muestra en contacto con disolución 1 N de NaOH durante una hora como mínimo con agitación esporádica.

10.4 Condiciones cromatográficas.

Temperatura inyector 423 K (150°C)

Temperatura detector 473 K (200°C)

Temperatura de columna 100 ° C durante 30 min.

Flujo de aire 300 cm<sup>3</sup>/min

Flujo de hidrógeno al detector 30 cm<sup>3</sup>/min

Flujo de nitrógeno 40.8 cm<sup>3</sup>/ min

Elaboró: J. Guzmán M.  
Autorizó: J. F. Carrasco H.

PROCEDIMIENTO:  
**DETERMINACIÓN DE METILAMINAS EN EL AIRE DEL MEDIO AMBIENTE LABORAL.**

EN VIGOR:  
 METSER-91, SEPT DE 1997

SUSTITUYE A:  
 NUEVO

Hoja 9 de 10

11.- PATRONES Y CALIBRACIÓN

Los patrones deberán ser preparados conteniendo todos los reactivos y disoluciones utilizados en el procedimiento y expresados en mg/2 cm<sup>3</sup> del patrón. Deberán prepararse como mínimo 3 niveles de concentración, los correspondientes a las concentraciones ponderadas en el tiempo de 2, 1, y 1/2. Establecer las curvas graficando la concentración en mg/2 cm<sup>3</sup> contra el área del pico cromatográfico.

12.- CÁLCULOS

12.1 Leer el peso en mg/2 cm<sup>3</sup> en la curva de calibración respectiva graficada contra el área de respuesta. Corregir el valor por el peso obtenido en el blanco, adicionar los pesos obtenidos en las segundas secciones de las muestras, para obtener el peso total de los componentes en el volumen de aire muestreado.

12.2 Dividir el peso total (mg<sub>corregidos</sub>) obtenido entre la eficiencia de desadsorción (E.D.) para obtener el peso de muestra corregido.

$$mg_{\text{corregidos}} = \frac{\text{Peso}_{\text{total}}}{E.D.}$$

12.3 La concentración del compuesto analizado en la muestra de aire puede ser expresado en mg/m<sup>3</sup>.

$$mg / m^3 = \frac{mg_{\text{corregidos}} \times 1000}{V_{\text{muestreado}}}$$

Donde:

$V_{\text{muestreado}}$  = Volumen de aire muestreado

12.6 Otra forma de expresar la concentración es en ppm (corregido a las condiciones normales de 25° C y de 760 mm de Hg).

$$ppm = mg / m^3 \times \frac{24.45}{PM} \times \frac{760}{p} \times \frac{(T + 273)}{298}$$

Donde:

P = presión del aire, del lugar en donde se obtuvo la muestra

Elaboró: J. Guzmán M.

Autorizó: J. F. Carrasco H.



PROCEDIMIENTO:  
**DETERMINACIÓN DE METILAMINAS EN EL AIRE DEL MEDIO AMBIENTE LABORAL.**

EN VIGOR:  
METSER-91, SEPT DE 1997

SUSTITUYE A:  
NUEVO

Hoja 10 de 10

T = Temperatura (°C) del aire del lugar en donde se obtuvo la muestra  
24.45 = volumen molar (L/mol) a 25° C y 760 mm de Hg  
PM = Peso molecular del compuesto  
760 = Presión atmosférica a condiciones normales (mm de Hg)

13.- INFORME DE EVALUACIÓN

De acuerdo con la NOM-010-STPS.



Elaboró: J. Guzmán M.  
Autorizó: J. F. Carrasco H.

#### IV. CONCLUSIONES

Este trabajo se inició por la necesidad de desarrollar procedimientos para la evaluación del ambiente laboral de compuestos químicos fabricados por el Grupo Celanese, S.A. y que no existía en la normatividad mexicana, como la mono-metilamina, la di-metilamina y la tri-metilamina fabricadas en la Planta de Metilaminas del Complejo Cangrejera.

Las curvas de calibración, la sensibilidad, los límites de detección (LD), los límites de cuantificación (LC) y la precisión cumplieron con los criterios de aceptación propuestos, por lo que se concluye que el método analítico tiene la capacidad de determinar las tres aminas a los valores requeridos por los LMP-PPT.

El coeficiente de desadsorción, el índice de fuga y las pruebas de estabilidad para el caso de la mono- y tri-metilamina cumplen con todos los criterios. La di-metilamina no cumple con el requisito para el coeficiente de desadsorción.

Los valores de la desviación estándar promedio y la exactitud promedio al 95 % de confianza de la manipulación estadística de los datos cumplen con los criterios establecidos para la tres aminas.

Para decidir el uso de este procedimiento para la evaluación de la di- metilamina se consideró el cumplimiento de todos los otros criterios de evaluación, la curva de eficiencia de desadsorción se ajusta adecuadamente a una curva logarítmica y que los datos estadísticos indican que la precisión y exactitud son adecuadas.

Se cumplió con las directrices de la compañía con respecto al uso de medio de adsorción, equipo de muestreo e instrumento analítico disponible y no se necesitó invertir para su implantación, sin disminuir la calidad y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Los resultados obtenidos por este procedimiento fueron aceptados por las autoridades de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), se publicaron como Norma Oficial Mexicana en el diario oficial del 5 de diciembre de 1995 con la codificación NOM-091-STPS-1994, Higiene Industrial - Medio Ambiente Laboral, Determinación de Metilaminas en Aire, Método de Cromatografía de Gases. Posteriormente y debido a una reestructuración de las normas paso a formar parte de la Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1999, en el apéndice II, como procedimiento 59, Determinación de Metilaminas en Aire-Método de Cromatografía de Gases, publicada en el diario oficial el 13 de marzo de 2000, que actualmente está vigente.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo** 1997. -- México : STPS, 1997.
2. NOM-010-STPS-1999 Norma Oficial Mexicana relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral. -- México : STPS, 1999.
3. Industrial Hygiene Analytical : methods and procedure Celanese, 1982. -- United State : Celanese Inc., 1982. [Información interna]
4. National Institute for Occupational Safety and health. **Manual of analytical methods** (NMAM), 4th ed., DHHS (NIOSH) Publication No. 94-113 (August, 1994)
5. Occupational Safety and Health Administration. **An outline for the evaluation of organic sampling and analytical methods**. United State : OSHA, 1984.
6. Guzmán Martínez, J. **Validación de metodologías en el ambiente laboral**. México : Celanese Mexicana, S.A. de C.V., 1990 [Información interna]
7. Plog A., Barbara, George S. Benjamin and Kerwin A. Maureen, **Fundamentals of industrial hygiene**. 3<sup>a</sup> ed. United State : National Safety Council, 1988.
8. Fundación MAPFRE. **Manual de higiene industrial**. España : MAPFRE, S.A., 1991.
9. **OSHA sampling & analytical methods manual : method 40 "METHYLAMINE"**. Salt Lake City, UTAH : OSHA Analytical Laboratory, 1982.
10. **OSHA sampling & analytical methods manual : method 34 "DIMETHYLAMINE"**. Salt Lake City, UTAH : OSHA Analytical Laboratory, 1982.
11. **OSHA sampling & analytical methods manual : method PV2060 "TRIETHYLAMINE AND TRIMETHYLAMINE"**. Salt Lake City, UTAH : OSHA Analytical Laboratory, 1985.
12. **NIOSH manual of analytical methods (NMAM) : method 2010 "AMINES, ALIPHATIC**. Washington, D.C. : U.S. Government Printing Office, 1989. 4 p.

13. American Industrial Hygiene Association. **Quality assurance manual for industrial hygiene chemistry**. United State : Committee, 1988. 54 p.
14. Celanese Industrial Higiene Analytical Committee. **Industrial hygiene analytical methods and procedure**. Bay City Plant : Celanese Corporation, 1983. pág. varia. [Información interna]

# **ANEXO No. 1**

**TABLAS DE LA NOM-010-STPS-1999 PARA DETERMINAR EL  
GRADO DE EFECTO A LA SALUD Y EL GRADO DE  
EXPOSICIÓN POTENCIAL**

**TABLA 1**  
**GRADO DE EFECTO A LA SALUD DEL CONTAMINANTE**  
**DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO**

GRADO DE EFECTO A LA SALUD	EFECTO A LA SALUD	CRITERIOS DE TOXICIDAD			
		RATA DL <sub>50</sub> VIA ORAL	CONEJO DL <sub>50</sub> VIA CUTANEA	RATA CL <sub>50</sub> VIA RESPIRATORIA	
		mg/kg	mg/kg	mg/l	ppm
0	EFFECTOS LEVES REVERSIBLES O SIN EFECTOS CONOCIDOS	MAYOR QUE 5000	MAYOR QUE 2000	MAYOR QUE 20	MAYOR QUE 10000
1	EFFECTOS MODERADOS REVERSIBLES	MAYOR QUE 500 HASTA 5000	MAYOR DE 1000 HASTA 2000	MAYOR QUE 2 HASTA 20	MAYOR QUE 2000 HASTA 10000
2	EFFECTOS SEVEROS REVERSIBLES	MAYOR QUE 50 HASTA 500	MAYOR QUE 200 HASTA 1000	MAYOR QUE 0.5 HASTA 2	MAYOR QUE 200 HASTA 2000
3	EFFECTOS IRREVERSIBLES. SUSTANCIAS CARCINOGENAS SOSPECHOSAS, MUTAGENAS, TERATOGENAS	MAYOR QUE 1 HASTA 50	MAYOR QUE 20 HASTA 200	MAYOR QUE 0.05 HASTA 0.5	MAYOR QUE 20 HASTA 200
4	EFFECTOS INCAPACITANTES O FATALES, SUSTANCIAS CARCINOGENAS COMPROBADAS	IGUAL O MENOR DE 1	IGUAL O MENOR DE 20	IGUAL O MENOR DE 0.05	IGUAL O MENOR DE 20

**TABLA 2**  
**GRADO DE EXPOSICIÓN POTENCIAL**

GRADO	* DESCRIPCIÓN DE LA EXPOSICIÓN	** RANGO DEL LMPE (PPT o CT)
0	NO EXPOSICIÓN CON LA SUSTANCIA QUÍMICA	CMA ≤ 0.1 LMPE
1	EXPOSICIÓN POCO FRECUENTE CON LA SUSTANCIA QUÍMICA A BAJOS NIVELES O CONCENTRACIONES	0.1 LMPE < CMA ≤ 0.25 LMPE
2	EXPOSICIÓN FRECUENTE CON LA SUSTANCIA QUÍMICA A BAJAS CONCENTRACIONES O EXPOSICIÓN POCO FRECUENTE A ALTAS CONCENTRACIONES	0.25 LMPE < CMA ≤ 0.5 LMPE
3	EXPOSICIÓN FRECUENTE A ALTAS CONCENTRACIONES	0.5 LMPE < CMA ≤ 1.0 LMPE
4	EXPOSICIÓN FRECUENTE A MUY ALTAS CONCENTRACIONES	1.0 LMPE < CMA

**Notas:** \* En caso de no existir datos de evaluaciones anteriores, se debe utilizar este criterio.

\*\* En caso de evaluaciones anteriores, se debe utilizar este criterio.

**ANEXO No. 2**

**TABLAS DE RESULTADOS  
EXPERIMENTALES**

TABLA No. 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES PARA LA DETERMINACIÓN DEL MEDIO DE DESADSORCIÓN

PRUEBA	SOLUCION DESADSORBEDORA	AREA CROMATOGRAFICA DE MMA	AREA CROMATOGRAFICA DE DMA	AREA CROMATOGRAFICA DE TMA	% DE EFICIENCIA DE RECUPERACION DE MMA	% DE EFICIENCIA DE RECUPERACION DE DMA	% DE EFICIENCIA DE RECUPERACION DE TMA	BIBLIOGRAFIA APLICADA	DESCRIPCION EXPERIMENTAL	
EST-1	A	12383.0	10966.0	93966.0	-	-	-	-	ESTANDAR + SOL. DESADSORBENTE A	
EST-2	B	493606.0	739692.0	17346005.0	-	-	-	-	ESTANDAR + SOL. DESADSORBENTE B	
EST-3	C	700164.0	1054978.0	21233644.0	-	-	-	-	ESTANDAR + SOL. DESADSORBENTE C	
EST-4	D	615586.0	898381.0	19257668.0	-	-	-	-	ESTANDAR + SOL. DESADSORBENTE D	
EST-5	E	569517.0	854872.0	20024304.0	-	-	-	-	ESTANDAR + SOL. DESADSORBENTE E	
0	-	0.0	0.0	0.0	0	0	0	SIN REFERENCIA	HEADSPACE	
1	A	0.0	0.0	0.0	0	0	0		SILICA + ESTD. + SOL. DESADSORBENTE A	
2	B	236931.0	273686.0	6591482.0	48	37	38	METODO MODIFICADO OSHA PV2060	SILICA + ESTD. + SOL. DESADSORBENTE B	
3	C	442731.0	621325.0	12474388.0	63	59	58		SILICA + ESTD. + SOL. DESADSORBENTE C	
4	C	415638.0	690934.0	18422800.0	59	65	86		SILICA + ESTD. + SOL. DESADSORBENTE C	
5	D	291373.0	336615.0	6651768.0	43	34	31		SILICA + ESTD. + SOL. DESADSORBENTE C	
6	D	338574.0	366518.0	8165057.0	43	32	33		SILICA + ESTD. + SOL. DESADSORBENTE D	
7	D	233087.0	283705.0	7946445.0	35	30	39		SILICA + ESTD. + SOL. DESADSORBENTE D	
8	D	280284.0	281277.0	5952356.0	43	29	29		SILICA + ESTD. + SOL. DESADSORBENTE D	
9	D	281341.0	289253.0	8302387.0	44	31	42		SILICA + ESTD. + SOL. DESADSORBENTE D	
10	E	220116.0	211783.0	6286045.0	43	28	35		METODO MODIFICADO NIOSH 2010	SILICA + ESTD. + SOL. DESADSORBENTE E
11	E	240359.0	191719.0	6232215.0	44	24	29			SILICA + ESTD. + SOL. DESADSORBENTE E

Nota: Las soluciones desadsorbentes son: A= Agua destilada (2 ml); B = HCl: H2O: NaOH (50 ml:1ml:1ml); C = NaOH 1 N (2 ml); D = H2O: NaOH 1 N (1 ml:1ml); E = H2SO4 0.5 N: NaOH 1 N (1ml:1ml)



TABLA NO. 2. CURVAS DE CALIBRACION PARA LAS METILAMINAS

ESTANDAR DE MMA	mg DE METILAMINA /ml DISOLVENTE	PROMEDIO	NUMERO DE ESTANDARES	DESVIACION ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIANZA	FACTOR DE CORRELACION	ORDENADA AL ORIGEN	PENDIENTE	mg DE MMA CALCULADO	ERROR ABSOLUTO	PARAMETROS ANALITICOS	
12.5 % DEL VPM	0.07679	114477	5	12396.7	0.108	99.979	-132408	2909227	0.0849	0.0081	Coefficiente de varianza promedio	0.0852
25 % DEL VPM	0.15358	309239.4	5	23677.3	0.076				0.1518	0.0018	Error estándar de la regresión=	0.0121
50 % DEL VPM	0.30716	776053.17	6	91470.46	0.118				0.3123	0.0051	Límite de detección (ng) =	0.0125
100 % DEL VPM	0.5779	1497775.4	5	79603.41	0.053				0.5603	0.0176	Límite de cuantificación (ng)=	0.0416
200 % DEL VPM	1.3398	3783233.7	7	175562.4	0.046				1.3459	0.0061		

ESTANDAR DE DMA	mg DE METILAMINA / ml DISOLVENTE	PROMEDIO	NUMERO DE ESTANDARES	DESVIACION ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIANZA	FACTOR DE CORRELACION	ORDENADA AL ORIGEN	PENDIENTE	mg DE DMA CALCULADO	ERROR ABSOLUTO	PARAMETROS ANALITICOS	
12.5 % DEL VPM	0.1061	675502.2	5	44238.5	0.065	99.994	-125535.42	7351477.9	0.1090	0.0029	Coefficiente de varianza promedio	0.0690
25 % DEL VPM	0.2123	1456070.4	5	47515	0.033				0.2151	0.0028	Error estándar de la regresión=	0.0090
50 % DEL VPM	0.4246	3018347.4	7	374466.8	0.124				0.4277	0.0031	Límite de detección (ng) =	0.0037
100 % DEL VPM	0.8444	5979937.3	7	219056.7	0.037				0.8305	0.0139	Límite de cuantificación (ng)=	0.0123
200 % DEL VPM	1.8557	13554339	6	564640.8	0.042				1.8608	0.0051		

ESTANDAR DE TMA	mg DE METILAMINA / ml DISOLVENTE	PROMEDIO	NUMERO DE ESTANDARES	DESVIACION ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIANZA	FACTOR DE CORRELACION	ORDENADA AL ORIGEN	PENDIENTE	mg DE TMA CALCULADO	ERROR ABSOLUTO	PARAMETROS ANALITICOS	
12.5 % DEL VPM	0.1436	2485832.8	6	282711.4	0.114	99.848	744751.4	16952392	0.1027	0.0409	Coefficiente de varianza promedio	0.0636
25 % DEL VPM	0.2872	5567039.7	6	315675	0.057				0.2845	0.0027	Error estándar de la regresión=	0.0527
50 % DEL VPM	0.6275	11590984	5	178730.3	0.015				0.6398	0.0123	Límite de detección (ng) =	0.0093
100 % DEL VPM	1.1924	22152807	5	1278067.6	0.058				1.2628	0.0704	Límite de cuantificación (ng)=	0.0311
200 % DEL VPM	2.1749	36951599	5	746765.4	0.02				2.1358	0.0391		

Nota: ng = nanogramos

**TABLA No. 3. RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE DESADSORCIÓN PARA LA MONOMETILAMINA (MMA)**

COMPOSICION DEL ESTANDAR 50 % DEL VMP	mg DE MMA AGREGADOS	FLUJO DE AIRE cm <sup>3</sup> /min	VOLUMEN DE MUESTREO (lts)	AREA CROMATOGRAFICA	mg DE MMA RECUPERADOS	% DE EFICIENCIA DE DESADSORCIÓN	FACTOR DE CORRECCION PROMEDIO	mg DE MMA CORREGIDO
	0.2478	88.53	23.64	240919	0.1283	51.7877	1.9020	0.2441
	0.2859	86.55	23.11	314404	0.1536	53.7124		0.2921
	0.2859	88.17	23.81	332600	0.1598	55.9018		0.3040
	0.3526	84.91	22.67	400722	0.1833	51.9680		0.3486
	0.3908	83.89	22.4	430443	0.1935	49.5099		0.3680
PROMEDIO	0.3126	86.4100	23.1260	343818	0.1637	52.58		0.3114
DESV. EST.	0.0577					2.3845		0.0488
COEF. VARIANZA	0.1847					0.0454		0.1569

COMPOSICION DEL ESTANDAR 100 % DEL VMP	mg DE MMA AGREGADOS	FLUJO DE AIRE cm <sup>3</sup> /min	VOLUMEN DE MUESTREO (lts)	AREA CROMATOGRAFICA	mg DE MMA RECUPERADOS	% DE EFICIENCIA DE RECUPERACION	FACTOR DE CORRECCION PROMEDIO	mg DE MMA CORREGIDO
	0.5814	106.06	41.45	923095	0.3628	62.4050	1.5047	0.5459
	0.6004	91.39	40.28	934735	0.3668	61.0902		0.5519
	0.6672	91.83	38.66	1083866	0.4181	62.6604		0.6291
	0.5337	84.27	53.14	977632	0.3816	71.4893		0.5741
	0.6100	124.68	53.14	1192306	0.4554	74.6500		0.6852
PROMEDIO	0.5985	99.6460	45.3340	1022327	0.3969	66.46		0.5972
DESV. EST.	0.0483					6.1661		0.0591
COEF. VARIANZA	0.0807					0.0928		0.0989

COMPOSICION DEL ESTANDAR 200 % DEL VMP	mg DE MMA AGREGADOS	FLUJO DE AIRE cm <sup>3</sup> /min	VOLUMEN DE MUESTREO (lts)	AREA CROMATOGRAFICA	mg DE MMA RECUPERADOS	% DE EFICIENCIA DE RECUPERACION	FACTOR DE CORRECCION PROMEDIO	mg DE MMA CORREGIDO
	1.0865	106.06	41.24	2174380	0.7929	72.9800	1.2810	1.01572
	1.0906	91.39	35.53	2349967	0.8533	77.8500		1.09304
	1.0770	91.83	35.7	2113302	0.7719	71.6750		0.98883
	0.9722	84.27	36.65	2051091	0.7505	77.2040		0.96143
	1.1628	124.68	50.74	2932943	1.0537	90.6160		1.34972
PROMEDIO	1.0778	99.6460	39.9720	2324337	0.8445	78.07		1.0817
DESV. EST.	0.0682					7.5001		0.1576
COEF. VARIANZA	0.0633					0.0961		0.1457

COMPOSICION DEL ESTANDAR 300 % DEL VMP	mg DE MMA AGREGADOS	FLUJO DE AIRE cm <sup>3</sup> /min	VOLUMEN DE MUESTREO (lts)	AREA CROMATOGRAFICA	mg DE MMA RECUPERADOS	% DE EFICIENCIA DE RECUPERACION	FACTOR DE CORRECCION PROMEDIO	mg DE MMA CORREGIDO
	1.9920	110.46	42.95	4622362	1.6344	82.0480	1.1444	1.87037
	1.8966	97.25	37.81	4786865	1.6909	89.1530		1.93509
	1.9634	107.16	41.66	5154119	1.8172	92.5530		2.07956
	1.7728	131.45	53.5	4519521	1.5990	90.2000		1.82993
	2.1921	129.5	52.7	5157940	1.8185	82.9560		2.08106
PROMEDIO	1.9634	115.1640	45.7240	4848161	1.7120	87.38		1.9592
DESV. EST.	0.1532					4.6330		0.1167
COEF. VARIANZA	0.0780					0.0530		0.0596

**TABLA No. 4. RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE DESADSORCIÓN PARA LA DIMETILAMINA (DMA)**

COMPOSICION DEL ESTANDAR 50 % DEL VMP	mg DE DMA AGREGADOS	FLUJO DE AIRE cm <sup>3</sup> /min	VOLUMEN DE MUESTREO (Its)	AREA CROMATOGRAFICA	mg DE MMA RECUPERADOS	% DE EFICIENCIA DE DESADSORCIÓN	FACTOR DE CORRECCION PROMEDIO	mg DE DMA CORREGIDO
	0.4339	83.89	22.4	1605051	0.2354	54.2544	1.8369	0.4324
	0.3424	88.53	23.6	1240507	0.1858	54.2699		0.3413
	0.3553	86.55	23.11	1291483	0.1928	54.2499		0.3541
	0.3628	88.17	23.81	1345741	0.2001	55.1626		0.3676
	0.4038	84.198	22.67	1485217	0.2191	54.2620		0.4025
PROMEDIO	0.3796	86.2676	23.118	1393600	0.2066	54.44		0.3796
DESV. EST.	0.0380					0.4042		0.0373
COEF. VARIANZA	0.1002					0.0074		0.0983

COMPOSICION DEL ESTANDAR 100 % DEL VMP	mg DE DMA AGREGADOS	FLUJO DE AIRE cm <sup>3</sup> /min	VOLUMEN DE MUESTREO (Its)	AREA CROMATOGRAFICA	mg DE MMA RECUPERADOS	% DE EFICIENCIA DE RECUPERACION	FACTOR DE CORRECCION PROMEDIO	mg DE DMA CORREGIDO
	1.0195	106.62	41.45	4760021	0.6646	65.1840	1.5465	1.0277
	0.9678	103.59	40.28	4495765	0.6286	64.9535		0.9722
	1.0697	99.95	38.66	4813484	0.6718	62.8087		1.0390
	0.9360	130.57	53.14	4444291	0.6216	66.4159		0.9613
	1.1651	130.57	53.14	5352080	0.7451	63.9519		1.1523
PROMEDIO	1.0316	114.26	45.334	4773128	0.6664	64.66		1.0305
DESV. EST.	0.0903					1.3576		0.0760
COEF. VARIANZA	0.0876					0.0210		0.0737

COMPOSICION DEL ESTANDAR 200 % DEL VMP	mg DE DMA AGREGADOS	FLUJO DE AIRE cm <sup>3</sup> /min	VOLUMEN DE MUESTREO (Its)	AREA CROMATOGRAFICA	mg DE MMA RECUPERADOS	% DE EFICIENCIA DE RECUPERACION	FACTOR DE CORRECCION PROMEDIO	mg DE DMA CORREGIDO
	1.9053	106.06	41.24	9317520	1.2845	67.4167	1.3684	1.7578
	1.9221	91.39	35.53	10126288	1.3945	72.5538		1.9083
	1.7048	91.83	35.7	9052904	1.2485	73.2364		1.7085
	1.8886	84.27	36.65	9403568	1.2962	68.6325		1.7738
	2.1391	124.68	50.74	13011482	1.7870	83.5413		2.4454
PROMEDIO	1.9120	99.646	39.972	10182352	1.4022	73.08		1.9188
DESV. EST.	0.1543					6.3560		0.3036
COEF. VARIANZA	0.0807					0.0870		0.1582

COMPOSICION DEL ESTANDAR 400 % VMP	mg DE DMA AGREGADOS	FLUJO DE AIRE cm <sup>3</sup> /min	VOLUMEN DE MUESTREO (Its)	AREA CROMATOGRAFICA	mg DE MMA RECUPERADOS	% DE EFICIENCIA DE RECUPERACION	FACTOR DE CORRECCION PROMEDIO	mg DE DMA CORREGIDO
	3.4932	110.46	42.95	18755728	2.5684	73.5250	1.2507	3.2122
	3.3260	97.25	37.81	20515472	2.8077	81.5490		3.5115
	3.4430	107.16	41.66	21039259	2.8790	83.6190		3.6007
	3.1087	131.45	53.55	18503893	2.5341	81.5160		3.1693
	3.3441	129.5	52.74	19437590	2.6611	79.5760		3.3282
PROMEDIO	3.3430	115.164	45.742	19650388	2.6901	79.96		3.3644
DESV. EST.	0.1481					3.8695		0.1871
COEF. VARIANZA	0.0443					0.0484		0.0556

**TABLA No. 5. RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE DESADSORCIÓN PARA LA TRIMETILAMINA (TMA)**

COMPOSICION DEL ESTANDAR 50 % VMP	mg DE TMA AGREGADOS	FLUJO DE AIRE cm <sup>3</sup> /min	VOLUMEN DE MUESTREO (lts)	AREA CROMATOGRAFICA	mg DE TMA RECUPERADOS	% DE EFICIENCIA DE DESADSORCIÓN	FACTOR DE CORRECCION PROMEDIO	mg DE TMA CORREGIDO
	0.4807	88.53	23.64	4344479	0.2123	44.17	2.3183	0.4923
	0.4173	86.55	23.11	3884157	0.1852	44.38		0.4293
	0.4800	88.17	23.81	4314326	0.2106	43.87		0.4881
	0.5105	84.91	22.67	4438620	0.2179	42.68		0.5051
	0.6401	83.89	22.4	5147508	0.2597	40.57		0.6021
PROMEDIO	0.5057	86.4100	23.1260	4425818	0.2171	43.13		0.5034
DESV. EST.	0.0824					1.5738		0.0624
COEF. VARIANZA	0.1630					0.0475		0.1240

COMPOSICION DEL ESTANDAR 100 % VMP	mg DE TMA AGREGADOS	FLUJO DE AIRE cm <sup>3</sup> /min	VOLUMEN DE MUESTREO (lts)	AREA CROMATOGRAFICA	mg DE TMA RECUPERADOS	% DE EFICIENCIA DE RECUPERACION	FACTOR DE CORRECCION PROMEDIO	mg DE TMA CORREGIDO
	1.6506	106.62	41.45	20020547	1.1371	68.8880	1.4814	1.6844
	1.4055	103.59	40.28	16173914	0.9101	64.7550		1.3483
	1.2641	99.95	38.66	14920984	0.8362	66.1550		1.2388
	1.3605	130.57	53.14	16383017	0.9225	67.8060		1.3665
	1.6262	130.57	53.14	20020786	1.1371	69.9200		1.6844
PROMEDIO	1.4614	114.2600	45.3340	17503850	0.9886	67.50		1.4645
DESV. EST.	1.4235					2.0749		0.2066
COEF. VARIANZA	0.1344					0.0307		0.1411

COMPOSICION DEL ESTANDAR 200 % VMP	mg DE TMA AGREGADOS	FLUJO DE AIRE cm <sup>3</sup> /min	VOLUMEN DE MUESTREO (lts)	AREA CROMATOGRAFICA	mg DE TMA RECUPERADOS	% DE EFICIENCIA DE RECUPERACION	FACTOR DE CORRECCION PROMEDIO	mg DE TMA CORREGIDO
	2.3624	106.6	41.24	31213663	1.7973	76.082	1.2675	2.2782
	2.3831	91.39	35.53	33581852	1.9370	81.282		2.4552
	2.0037	91.83	35.7	25691829	1.4716	73.444		1.8653
	2.3417	94.27	36.65	32969635	1.9009	81.178		2.4095
	2.7382	124.68	50.74	39029675	2.2584	82.478		2.8626
PROMEDIO	2.3658	101.7540	39.9720	32497331	1.8730	78.89		2.3742
DESV. EST.	0.2601					3.917080954		0.3587
COEF. VARIANZA	0.1100					0.049650677		0.1511

COMPOSICION DEL ESTANDAR 400 % VMP	mg DE TMA AGREGADOS	FLUJO DE AIRE cm <sup>3</sup> /min	VOLUMEN DE MUESTREO (lts)	AREA CROMATOGRAFICA	mg DE TMA RECUPERADOS	% DE EFICIENCIA DE RECUPERACION	FACTOR DE CORRECCION PROMEDIO	mg DE TMA CORREGIDO
	3.8545	110.46	42.95	57560527	3.3515	86.952	1.0889	3.6493
	4.1238	97.25	37.81	67337682	3.9282	95.258		4.2773
	4.2689	107.16	41.66	68261095	3.9827	93.297		4.3366
	4.3310	131.45	53.5	69832125	4.0754	94.097		4.4376
	4.7662	129.5	52.7	73130609	4.2699	89.587		4.6494
PROMEDIO	4.2689	115.1640	45.7240	67224408	3.9215	91.84		4.2701
DESV. EST.	0.3331					3.459340934		0.3747
COEF. VARIANZA	0.0780					0.037667778		0.0878

TABLA NO. 6. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES PARA LA DETERMINACION DE INDICE DE FUGA

MONOMETILAMINA													
No. de Muestra	FLUJO DE AIRE cm3/min	VOLUMEN DE MUESTREO (lts)	mg DE MMA AGREGADOS	AREA CROMATOGRAFICA A	AREA B CROMATOGRAFICA B	AREA CROMATOGRAFICA TOTAL	mg DE MMA RECUPERADOS SECCION "A"	mg DE MMA RECUPERADOS SECCION "B"	mg DE MMA RECUPERADOS SECCION "A+B"	% INDICE DE FUGA (BREAKTHROUGHT)	% DE EFICIENCIA DE RECUPERACION	FACTOR DE CORRECCION PROMEDIO	mg DE MMA CORREGIDO
1	110.46	42.95	1.9920	4610035	12327	4622362	1.6301	0.0498	1.6799	2.9615	84.33	1.1858	1.8768
2	97.25	37.81	1.8966	4775601	11264	4786865	1.6870	0.0494	1.7364	2.8440	91.55	1.0923	1.9400
3	107.16	41.66	1.9634	5136838	17281	5154119	1.8112	0.0515	1.8627	2.7623	94.87	1.0541	2.0810
4	131.45	53.5	1.7728	4505303	14218	4519521	1.5941	0.0504	1.6445	3.0647	92.77	1.0780	1.8373
5	129.5	52.7	2.1921	5146543	11397	5157940	1.8146	0.0494	1.8640	2.6519	85.03	1.1760	2.0825
PROMEDIO	115.1640	45.7240	1.9634	4831540	16621	4848161				2.8563	89.71	1.1172	1.9635

DIMETILAMINA													
No. de Muestra	FLUJO DE AIRE cm3/min	VOLUMEN DE MUESTREO (lts)	mg DE DMA AGREGADOS	AREA CROMATOGRAFICA A	AREA B CROMATOGRAFICA B	AREA CROMATOGRAFICA TOTAL	mg DE DMA RECUPERADOS SECCION "A"	mg DE DMA RECUPERADOS SECCION "B"	mg DE DMA RECUPERADOS SECCION "A+B"	% INDICE DE FUGA (BREAKTHROUGHT)	% DE EFICIENCIA DE RECUPERACION	FACTOR DE CORRECCION PROMEDIO	mg DE DMA CORREGIDO
1	110.46	42.95	3.4932	18710528	45200	18755728	2.5622	0.0232	2.5854	0.8983	74.01	1.3511	3.1968
2	97.25	37.81	3.3260	20463151	52321	20515472	2.8006	0.0242	2.8248	0.8565	84.93	1.1774	3.4928
3	107.16	41.66	3.4430	20988941	50318	21039259	2.8721	0.0239	2.8961	0.8260	84.11	1.1889	3.5809
4	131.45	53.5	3.1087	18492705	46225	18538930	2.5326	0.0234	2.5559	0.9141	82.22	1.2163	3.1603
5	129.5	52.7	3.3441	19390265	47325	19437590	2.6547	0.0235	2.6782	0.8780	80.09	1.2486	3.3115
PROMEDIO	115.1640	45.7240	3.3430	19640775	16621	19657396				0.8746	81.07	1.2365	3.3484

TRIMETILAMINA													
No. de Muestra	FLUJO DE AIRE cm3/min	VOLUMEN DE MUESTREO (lts)	mg DE TMA AGREGADOS	AREA CROMATOGRAFICA A	AREA B CROMATOGRAFICA B	AREA CROMATOGRAFICA TOTAL	mg DE TMA RECUPERADOS SECCION "A"	mg DE TMA RECUPERADOS SECCION "B"	mg DE TMA RECUPERADOS SECCION "A+B"	% INDICE DE FUGA (BREAKTHROUGHT)	% DE EFICIENCIA DE RECUPERACION	FACTOR DE CORRECCION PROMEDIO	mg DE TMA CORREGIDO
1	110.46	42.95	3.8545	56734702	825625	57560527	3.3028	0.0048	3.3076	0.1446	85.81	1.1654	3.6469
2	97.25	37.81	4.1238	66399454	938228	67337682	3.8729	0.0114	3.8843	0.2938	94.19	1.0617	4.2828
3	107.16	41.66	4.2689	67305473	955622	68261095	3.9263	0.0124	3.9388	0.2158	92.27	1.0838	4.3428
4	131.45	53.5	4.3310	68942904	889221	69832125	4.0229	0.0085	4.0314	0.2114	93.08	1.0743	4.4450
5	129.5	52.7	4.7662	72104954	1025655	73130609	4.2094	0.0166	4.2260	0.3921	88.67	1.1278	4.6596
PROMEDIO	115.1640	45.7240	4.2689	67207787	16621	67224408				0.2715	90.80	1.1026	4.2754

TABLA No. 7. RESULTADOS PRUEBAS DE ESTABILIDAD

PRUEBAS DE ALMACENAMIENTO PARA LA MONOMETILAMINAS CON UNA HUMEDAD DE 85 %

DÍAS DE ALMACENAMIENTO	mg DE MMA AGREGADOS	AREA CROMATOGRÁFICA A	AREA B CROMATOGRÁFICA B	AREA CROMATOGRÁFICA TOTAL	mg DE MMA RECUPERADOS SECCION "A"	mg DE MMA RECUPERADOS SECCION "B"	mg DE MMA RECUPERADOS SECCION "A+B"	mg DE MMA CORREGIDO	INDICE DE ALMACENAMIENTO
0	0.2040	178297	0	178297	0.1088	0	0.1088	0.2031	-
0	0.2072	183243	0	183243	0.1085	0	0.1085	0.2084	-
								0.2048	
1	0.1984	169861	0	169861	0.1039	0	0.1039	0.1976	96.52
1	0.2257	211463	0	211463	0.1182	0	0.1182	0.2248	109.80
PROMEDIO									103.16
3	0.2001	172479	0	172479	0.1048	0	0.1048	0.1993	97.35
3	0.1975	168406	0	168406	0.1034	0	0.1034	0.1987	96.05
PROMEDIO									96.70
5	0.1957	165788	0	165788	0.1025	0	0.1025	0.1950	95.22
5	0.2059	181207	0	181207	0.1078	0	0.1078	0.2050	100.14
PROMEDIO									97.68

PRUEBAS DE ALMACENAMIENTO PARA LA MONOMETILAMINA SIN HUMEDAD (MENOS DE 50 %)

DÍAS DE ALMACENAMIENTO	mg DE MMA AGREGADOS	AREA CROMATOGRÁFICA A	AREA B CROMATOGRÁFICA B	AREA CROMATOGRÁFICA TOTAL	mg DE MMA RECUPERADOS SECCION "A"	mg DE MMA RECUPERADOS SECCION "B"	mg DE MMA RECUPERADOS SECCION "A+B"	mg DE MMA CORREGIDO	INDICE DE ALMACENAMIENTO
0	0.2078	184116	0	184116	0.1088	0	0.1088	0.2089	-
0	0.2034	177425	0	177425	0.1085	0	0.1085	0.2026	-
PROMEDIO								0.2048	
1	0.1985	166951	0	166951	0.1029	0	0.1029	0.1957	95.59
1	0.1931	161715	0	161715	0.1011	0	0.1011	0.1923	93.92
PROMEDIO									94.75
3	0.1917	159678	0	159678	0.1004	0	0.1004	0.1910	93.27
3	0.1891	155605	0	400722	0.0990	0	0.0990	0.1883	91.96
PROMEDIO									92.61
5	0.1992	171024	0	400722	0.1043	0	0.1043	0.1984	96.89
5	0.2015	174515	0	400722	0.1055	0	0.1055	0.2007	98.00
PROMEDIO									97.45

**TABLA No. 8. RESULTADOS PRUEBAS DE ESTABILIDAD**

**TABLA DE PRUEBAS DE ALMACENAMIENTO PARA LA DIMETILAMINA CON UNA HUMEDAD DEL 85 %**

DIAS DE ALMACENAMIENTO	mg DE DMA AGREGADOS	AREA CROMATOGRAFICA A	AREA B CROMATOGRAFICA B	AREA CROMATOGRAFICA TOTAL	mg DE DMA RECUPERADOS SECCION "A"	mg DE DMA RECUPERADOS SECCION "B"	mg DE DMA RECUPERADOS SECCION "A+B"	mg DE DMA CORREGIDO	INDICE DE ALMACENAMIENTO
0	0.8749	2541681	0	2541681	0.3628	0	0.3628	0.8684	-
0	0.8600	2482769	0	2482769	0.3548	0	0.3548	0.8517	-
								0.8591	
1	0.8559	2486596	0	2486596	0.3526	0	0.3526	0.8477	100.00
1	0.8691	2518791	0	2518791	0.3597	0	0.3597	0.8607	102.01
									<b>101.01</b>
3	0.8725	2532024	0	2532024	0.3615	0	0.3615	0.8640	102.52
3	0.8796	2556284	0	2556284	0.3648	0	0.3648	0.8701	103.46
									<b>102.99</b>
5	0.8180	2316626	0	2316626	0.3322	0	0.3322	0.8102	94.21
5	0.8490	2439395	0	2439395	0.3489	0	0.3489	0.8409	98.95
PROMEDIO									<b>96.58</b>

**TABLA DE PRUEBAS DE ALMACENAMIENTO PARA LA DIMETILAMINA SIN HUMEDAD (MENOS DE 50 %)**

DIAS DE ALMACENAMIENTO	mg DE DMA AGREGADOS	AREA CROMATOGRAFICA A	AREA B CROMATOGRAFICA B	AREA CROMATOGRAFICA TOTAL	mg DE DMA RECUPERADOS SECCION "A"	mg DE DMA RECUPERADOS SECCION "B"	mg DE DMA RECUPERADOS SECCION "A+B"	mg DE DMA CORREGIDO	INDICE DE ALMACENAMIENTO
0	0.8712	2526878	0	2526878	0.3608	0	0.3608	0.8628	-
0	0.8732	2534964	0	2534964	0.3619	0	0.3619	0.8648	-
								0.8638	
1	0.8701	2522467	0	2522467	0.3602	0	0.3602	0.8617	99.68
1	0.8611	2487180	0	2487180	0.3554	0	0.3554	0.8528	98.35
									<b>99.02</b>
3	0.8719	2529818	0	2529818	0.3612	0	0.3612	0.8635	99.96
3	0.8697	2520997	0	2520997	0.3600	0	0.3600	0.8613	99.63
									<b>99.79</b>
5	0.8595	2480563	0	2480563	0.3545	0	0.3545	0.8512	98.10
5	0.8636	2496737	0	2496737	0.3567	0	0.3567	0.8552	98.71
PROMEDIO									<b>98.41</b>

TABLA No. 9. RESULTADOS PRUEBAS DE ESTABILIDAD

TABLA DE PRUEBAS DE ALMACENAMIENTO PARA LA TRIMETILAMINA CON UNA HUMEDAD DEL 85 %

DIAS DE ALMACENAMIENTO	mg DE TMA AGREGADOS	AREA CROMATOGRAFICA A	AREA B CROMATOGRAFICA B	AREA CROMATOGRAFICA TOTAL	mg DE TMA RECUPERADOS SECCION "A"	mg DE TMA RECUPERADOS SECCION "B"	mg DE TMA RECUPERADOS SECCION "A+B"	mg DE TMA CORREGIDO	INDICE DE ALMACENAMIENTO
0	0.5052	4414944	0	4414944	0.2165	0	0.2165	0.5019	-
0	0.5098	4448849	0	4448849	0.2185	0	0.2185	0.5065	-
								0.5042	
1	0.4979	4362392	0	4362392	0.2134	0	0.2134	0.4947	98.11
1	0.4928	4325097	0	4325097	0.2112	0	0.2112	0.4896	97.10
									97.61
3	0.4888	4296278	0	4296278	0.2095	0	0.2095	0.4857	96.32
3	0.4497	4004696	0	4004696	0.1923	0	0.1923	0.4458	88.41
									92.37
5	0.4636	4113192	0	4113192	0.1987	0	0.1987	0.4606	91.36
5	0.4656	4126754	0	4126754	0.1995	0	0.1995	0.4625	91.72
PROMEDIO									91.54

TABLA DE PRUEBAS DE ALMACENAMIENTO PARA LA TRIMETILAMINA SIN HUMEDAD (MENOS DE 50 %)

DIAS DE ALMACENAMIENTO	mg DE TMA AGREGADOS	AREA CROMATOGRAFICA A	AREA B CROMATOGRAFICA B	AREA CROMATOGRAFICA TOTAL	mg DE TMA RECUPERADOS SECCION "A"	mg DE TMA RECUPERADOS SECCION "B"	mg DE TMA RECUPERADOS SECCION "A+B"	mg DE TMA CORREGIDO	INDICE DE ALMACENAMIENTO
0	0.5222	4538697	0	4538697	0.2238	0	0.2238	0.5188	-
0	0.5227	4542087	0	4542087	0.224	0	0.224	0.5193	-
								0.5191	
1	0.5021	4392906	0	4392906	0.2152	0	0.2152	0.4989	96.11
1	0.4935	4330182	0	4330182	0.2115	0	0.2115	0.4903	94.46
									95.29
3	0.4755	4199649	0	4199649	0.2038	0	0.2038	0.4725	91.02
3	0.4632	4109801	0	4109801	0.1985	0	0.1985	0.4602	88.66
									89.84
5	0.4720	4174220	0	4174220	0.2023	0	0.2023	0.4690	90.35
5	0.4951	4342049	0	4342049	0.2122	0	0.2122	0.4919	94.77
PROMEDIO									92.56



**TABLA No. 10. RESUMEN DE RESULTADOS ESTADÍSTICOS**

LMP-PPT	PARAMETROS ESTADISTICOS	RESUMEN DE RESULTADOS ESTADISTICO PARA MMA	RESUMEN DE RESULTADOS ESTADISTICO PARA DMA	RESUMEN DE RESULTADOS ESTADISTICO PARA TMA
50%	n	5	5	5
	$\bar{x}$	0.311	0.380	0.503
	s	0.049	0.037	0.062
	CV	0.157	0.098	0.124
	b	0.0040	0.0002	0.0046
	A	19.877	12.224	15.854
100%	n	5	5	5
	$\bar{x}$	0.597	1.031	1.464
	s	0.059	0.076	0.207
	CV	0.099	0.074	0.141
	b	0.0022	0.0011	0.0021
	A	12.500	9.263	17.729
200%	n	5	5	5
	$\bar{x}$	1.082	1.919	2.374
	s	0.158	0.304	0.359
	CV	0.146	0.158	0.151
	b	0.0037	0.0035	0.0035
	A	18.458	19.995	19.108
300%	n	5	5	5
	$\bar{x}$	1.959	3.364	4.270
	s	0.117	0.187	0.375
	CV	0.060	0.056	0.088
	b	0.0021	0.0064	0.0003
	A	7.610	7.543	10.923
RESULTADOS GLOBALES	COEFICIENTE DE VARIANZA MEDIO ERROR RELATIVO	<b>0.1216</b>	<b>0.1040</b>	<b>0.1283</b>
	EXACTITUD RELATIVA AL 95 % DE CONFIANZA	<b>14.6110</b>	<b>12.2564</b>	<b>15.9034</b>

Nota: El valor utilizado para la "t student" con una  $\nu$  de 4 es igual a 2.776, obtenido de tablas<sup>14</sup>.

**ANEXO No. 3**  
**HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE**  
**MATERIALES PARA LAS METILAMINAS**  
**GRUPO CELANESE, S.A.**

**HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE  
MATERIALES PARA LA MONOMETILAMINA  
GRUPO CELANESE, S.A.**

<b>Nombre del producto:</b>	Monometilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	175
<b>Número de material:</b>	80175
<b>Publicada fecha:</b>	16/Septiembre/2005

# HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES

## 1. Identificación del producto y la compañía

**Nombre del producto:** Monometilamina, anhidra  
**Nombre comercial:** Monometilamina, anhidra  
**Familia química:** Aminas alifáticas  
**Número de HDSM:** 175  
**Número de material:** 80175

**Celanese Ltd.**  
1601 W. LBJ Freeway  
P.O. Box 819005  
Dallas, TX 75381-9005  
United States  
972 443 4000  
Internet: [www.celanesechemicals.us](http://www.celanesechemicals.us)

**Grupo Celanese, S.A.**  
Tecoyotitla # 412  
Col. Ex Hacienda de Guadalupe Chimalistac  
C.P. 01050  
Delegación Álvaro Obregón  
México, D.F.  
Teléfono: (55) 5480-9100  
Fax: (55) 5480-9264

**Sinónimos:** Metanoamina

### Números telefónicos para emergencias de transporte:

En EE.UU., llamar al 800 424 9300.  
Fuera de EE.UU., llamar al 703 527 3887, se aceptan llamadas con cobro revertido.  
En México, llamar al (921) 211-5048, 211-5000.

## 2. Composición/ Información sobre los ingredientes

Componente	No. de CAS	% Por Peso	Categoría de riesgo OSHA
Monometilamina	74-89-5	98	Peligroso

## 3. Identificación de peligros

-----  
-----  
**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.  
**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día  
(921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Monometilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	175
<b>Número de material:</b>	80175
<b>Publicada fecha:</b>	16/Septiembre/2005

**Resumen de Emergencia: ¡PELIGRO!**

- Gas inflamable. Es posible que ocasione fuego instantáneo.
- Causa irritación en las vías respiratorias, en la piel y en los ojos.
- El vapor es más pesado que el aire y puede desplazarse una distancia considerable a una fuente de ignición, con resultado de un retroceso de la llama

**Descripción del producto**

**Aspecto:** Gas incoloro.  
**Olor:** Olor fuerte a amoníaco

**Posibles efectos en la salud**

**Vías de exposición:** Piel, ojos, inhalación.

**Efectos inmediatos**

**Piel:** Ocasiona quemaduras dérmicas. Es posible que los síntomas de exposición incluyan: enrojecimiento o decoloración, hinchazón, prurito o formación de ampollas en la piel.

**Ojos:** Exposición a líquido ocasiona quemaduras oculares severas, daño irreversible. Exposición a vapores ocasiona irritación en los ojos. Es posible que los síntomas de exposición incluyan: irritación, ardor, dolor, lagrimeo en los ojos y/o cambios en la visión. trastornos visuales pasajeros caracterizados por visión ligeramente borrosa y una decoloración azul grisácea de la vista. Este efecto se conoce comúnmente como neblina azul o visión en aureola, recibiendo su nombre de este último término por la aparición de una aureola al mirar fuentes de luz. Estos efectos se deben a una ligera irritación de la córnea y edema, y por lo general desaparecen varias horas después de la exposición. Exposición a líquido ocasiona quemaduras oculares severas, daño irreversible. Exposición a vapores ocasiona irritación en los ojos. Es posible que los síntomas de exposición incluyan: irritación, ardor, dolor, lagrimeo en los ojos y/o cambios en la visión. trastornos visuales pasajeros caracterizados por visión ligeramente borrosa y una decoloración azul grisácea de la vista. Este efecto se conoce comúnmente como neblina azul o visión en aureola, recibiendo su nombre de este último término por la aparición de una aureola al mirar fuentes de luz. Estos efectos se deben a una ligera irritación de la córnea y edema, y por lo general desaparecen varias horas después de la exposición.

**Inhalación:** Ocasiona irritación en las vías respiratorias. Nocivo si se inhala. Es posible que los síntomas de exposición incluyan: secreción nasal, ronquera, tos, dolor de pecho y dificultad para respirar. Acumulación de fluido en los pulmones (edema pulmonar) - los síntomas pueden demorarse varias horas. Náusea, dolor de cabeza y/o mareo.

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día  
(921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Monometilamina, anhidra	
<b>Número de HDSM:</b>	175	
<b>Número de material:</b>	80175	
<b>Publicada fecha:</b>	16/Septiembre/2005	

**Ingestión:** Ocasiona quemaduras en el sistema digestivo. Nocivo si se traga. Es posible que los síntomas de exposición incluyan: náusea, vómitos, pérdida de apetito, irritación gastrointestinal y/o diarrea. Daño severo en la boca, la garganta, el esófago y/o el estómago.

**Reproducción:** No hay evidencia de efectos en la reproducción.

**Cancerígeno:** No hay evidencia de cancerigenosidad

**Mutágeno:** Muestra resultados mixtos para el potencial mutágeno in vitro

**Teratógeno** No hay evidencia de defectos de nacimiento.

**Efectos en los órganos blancos: Sobre exposición (exposición prolongada o repetida) puede causar:**

- daño a los ojos
- irritación de las vías respiratorias
- daño en las vías digestivas
- daño a la piel.

**Condiciones médicas para las cuales generalmente se reconoce un empeoramiento debido a la exposición:** Exposición significativa a este químico puede perjudicar a las personas con enfermedades agudas o crónicas de:

- las vías respiratorias
- la piel
- los ojos
- las vías digestivas
- puede causar respuesta asmática en personas con asma, quienes son particularmente sensitivas a irritantes respiratorios.

**Para información adicional, ver:** Sección 4. Medidas de primeros auxilios  
 Sección 5. Medidas para combatir incendios  
 Sección 6. Medidas en caso de liberación accidental  
 Sección 8. Controles de exposición / Protección personal  
 Sección 9. Propiedades físicas y químicas  
 Sección 10. Estabilidad y reactividad

#### **4. Medidas de primeros auxilios**

**Piel:** El tratamiento urgente inicial deberá consistir en lavar con grandes cantidades de ácido acético al 5% (vinagre acuoso), alternando con jabón y agua. Seguir con este régimen durante por lo menos 15 minutos, aunque se podrá suspender el ácido acético una vez que haya desaparecido la pegajosidad. En todos los casos, el enjuague con grandes cantidades de agua sola durante 5 minutos es el paso final.

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
 703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
 (921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU., 24 hrs/día.  
 (921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Monometilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	175
<b>Número de material:</b>	80175
<b>Publicada fecha:</b>	16/Septiembre/2005

<b>Ojos:</b>	Lavar los ojos inmediatamente con abundante agua durante por lo menos 15 minutos. Si se usan lentes de contacto, removerlas si se lo puede hacer con facilidad. Obtener atención médica inmediatamente.
<b>Inhalación:</b>	Llevar la víctima al aire fresco. Si no está respirando, dar respiración artificial. Si tiene dificultad para respirar, dar oxígeno. Llamar a un médico.
<b>Ingestión:</b>	Sin información
<b>Nota para el médico:</b>	Observar por edema pulmonar latente. Podría haber neumonitis química tras la exposición respiratoria.

## **5. Medidas para combatir incendios**

**NFPA:** Salud: 3 Fuego: 4 Reactividad: 0

### **Propiedades inflamables**

**Punto de inflamación:** No aplica

### **Límites inflamables, en aire, % por volumen**

**Superior:** 20.8 %

**Inferior:** 5 %

**Temperatura de auto ignición:** 430.3°C (806°F)

**Productos de la combustión:** Monóxido De Carbono.

**Medios de extinción:** Usar una espuma formadora de capa acuosa tipo alcohol para incendios grandes. Usar CO<sub>2</sub> o un agente químico seco para incendios pequeños.

**Preocupaciones ambientales de la lucha contra el Fuego:** Es posible que el escurrimiento de agua y la nube de vapor sean corrosivos. Se debe contener y captar el agua utilizada para combatir incendios para su neutralización antes de liberarla. Se puede controlar los vapores y gases de combustión usando un chorro de agua nebulizada. Descontaminar los equipos de búnker y otros equipos para combatir incendios antes de volver a usarlos.

**Instrucciones de la lucha contra el Fuego:** Aunque sea ineficaz, deberá usarse agua para enfriar las estructuras y los recipientes expuestos al fuego. Utilizar agua rociada para incendios grandes. Se puede usar agua rociada para reducir la intensidad de las llamas y diluir los derrames a una mezcla no inflamable. Mantener el personal alejado y viento arriba del fuego. Si existe la posibilidad de la exposición a vapores o productos de combustión, usar el equipo completo para combatir incendios y un aparato respiratorio autónomo aprobado por NIOSH. Es posible que sustancias químicas oxidantes aceleren la velocidad de quema en una situación de incendio. El vapor es más pesado que el aire y puede viajar una distancia considerable hasta una fuente de ignición y retornar con la llama.

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día  
(921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Monometilamina, anhidra	
<b>Número de HDSM:</b>	175	
<b>Número de material:</b>	80175	
<b>Publicada fecha:</b>	16/Septiembre/2005	

## **6. Medidas en caso de liberación accidental**

**Instrucciones en caso de fuga o derrame:** Eliminar las fuentes de ignición. Ver la Sección 8 para los equipos de protección personal apropiados. Contener el derrame con diques de tierra o absorbente no inflamable para minimizar el área contaminada. Si existe la posibilidad de incendio, inertizar el derrame con espuma que forma película de tipo alcohólico o usar un chorro de agua nebulizada para dispersar los vapores. Evitar el escurrimiento en el drenaje pluvial y las zanjas que conducen a vías fluviales. De requerirse, notificar a las autoridades estatales y locales. Colocar los recipientes con pérdidas en un área bien ventilada. Neutralizar con cal o bicarbonato sódico. Limpiar los derrames pequeños utilizando un absorbente no inflamable o lavándolos con pequeñas cantidades de agua. Contener los derrames más grandes con diques o absorbentes no inflamables. Limpiar aspirando o barriendo.

Dentro de los Estados Unidos, llamar al Centro Nacional de Respuesta (800-424-8802) y las autoridades estatales y locales apropiadas si la cantidad liberada a lo largo de 24 horas es igual a o mayor que la cantidad notificable que figura a continuación: 100 lbs. del material como está, basado en una cantidad reportable de 100 lbs. para Monometilamina.

Mantener alejadas a las personas No prescindibles; aislar el área de peligro y negar la entrada. Mantenerse viento arriba; evitar las áreas bajas. Aisle 800 metros ó 0,5 millas en todas las direcciones si un tanque, un vagón de tren, o un camión tanque está envuelto en fuego. Evacuar las áreas viento abajo según lo justifiquen las condiciones para evitar la exposición y permitir que los vapores o humos se disipen. Es posible que los derrames expongan a las áreas viento abajo a concentraciones tóxicas o inflamables a lo largo de distancias considerables en algunos casos.

## **7. Manejo y almacenamiento**

**Manejo:** Usar con ventilación adecuada. Mantener cerrados los recipientes cuando no están en uso. Abrir los recipientes siempre lentamente para permitir la ventilación de toda presión excedente. No respirar el vapor. Evitar el contacto con los ojos, la piel o la ropa. Lavarse meticulosamente con jabón y agua después del manejo. Descontaminar la ropa sucia meticulosamente antes de volver a usarla. Destruir la ropa de cuero contaminada.

Es posible que este producto genere una carga estática. Aterrizar/poner a tierra los equipos al transferir el material para evitar una acumulación estática. En los Estados Unidos, los equipos eléctricos y los circuitos en todo el almacenamiento y el manejo deberán conformarse a los requisitos del Código Eléctrico Nacional (Artículos 500 y 501) para una ubicación peligrosa.

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.



<b>Nombre del producto:</b>	Monometilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	175
<b>Número de material:</b>	80175
<b>Publicada fecha:</b>	16/Septiembre/2005

**Almacenamiento:** Mantener todos los recipientes herméticamente cerrados cuando no están en uso. Almacenar fuera de la luz solar directa, sobre un piso impermeable. No almacenar con materiales incompatibles. Ver Sección 10. Estabilidad y reactividad.

## **8. Controles de exposición / Protección personal**

**Controles de ingeniería** Con frecuencia la ventilación general o por dilución es insuficiente como medio único para controlar la exposición de los empleados. Por lo general se prefiere ventilación local.

**Equipos de protección personal** Una regadera y un lavajos de seguridad deben estar fácilmente disponibles. Una solución de ácido acético al 5% (vinagre acuoso) debería estar fácilmente disponible para tratamiento de primeros auxilios de salpicaduras en la piel.

**Protección dérmica:** Usar ropa y guantes impermeables para evitar el contacto. Se recomienda caucho de nitrilo. Se podrá usar otro material protector, según la situación, si hay datos adecuados sobre la degradación y permeabilidad. Si se usan otras sustancias químicas junto con esta sustancia química, la selección del material deberá basarse en la protección en contra de todas las sustancias químicas presentes.

**Protección ocular/facial:** Usar goggles para salpicaduras químicas cuando hay una posibilidad razonable de contacto con los ojos. Además de los goggles, usar un protector facial si hay una posibilidad razonable de salpicaduras en la cara.

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día  
(921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Monometilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	175
<b>Número de material:</b>	80175
<b>Publicada fecha:</b>	16/Septiembre/2005

**Protección respiratoria:** Según el nivel de contaminantes en el lugar de trabajo y los límites de trabajo del respirador, usar un respirador aprobado por NIOSH. El siguiente es el equipo mínimo recomendado para un nivel de exposición ocupacional. Para calcular un nivel de exposición ocupacional ver la Sección 3, Sección 8 y Sección 11.

Para concentraciones >1 y <10 veces el nivel de exposición ocupacional: usar un respirador purificador de aire de cara completa y cartucho(s) de aminas o un respirador de cara completa con canister de aminas o un respirador purificador de aire de potencia de cara completa equipado con cartucho(s) de aminas. El elemento purificador de aire deberá tener un indicador de fin de la vida de servicio, o se deberá establecer un régimen de cambio documentado. De lo contrario, usar suministro de aire.

Para concentraciones mayores a 10 veces el nivel de exposición ocupacional y menores a lo que sea más bajo ó 100 veces el nivel de exposición ocupacional o el IPVS (IDLH): Usar un respirador con suministro de aire de cara completa, tipo C operado en la modalidad de demanda a presión o flujo continuo.

Para concentraciones >100 veces el nivel de exposición ocupacional o mayor que el nivel de IPVS (IDLH) o concentraciones desconocidas (como en emergencias): usar un aparato respiratorio autónomo con máscara completa en la modalidad de demanda a presión o un respirador de cara completa con suministro de aire a presión positiva, tipo C, con un sistema de escape auxiliar de aparato respiratorio autónomo a presión positiva.

Para escape: Usar un aparato respiratorio autónomo con máscara completa o cualquier respirador específicamente aprobado para escapar.

## Guías para la exposición

Componente	No. de CAS	% Por Peso	ACGIH TWA	ACGIH STEL	ACGIH CEILING	OSHA TWA:	OSHA STEL:	OSHA CEILING	Celanese WEL
Monometilamina	74-89-5	98	5 ppm	15 ppm	-	10 ppm	-	-	*

Componente	No. de CAS	% Por Peso	STPS PPT	STPS CT	STPS TECHO	Umbral de Olor
Monometilamina	74-89-5	98	10 ppm	12 ppm	-	4.7 ppm

Componente	No. de CAS	% Por Peso	IPVS(IDLH) 1990 NIOSH (Reconocido por OSHA)	IPVS(IDLH) 1994 NIOSH
Monometilamina	74-89-5	98	100 ppm	-

**Comentarios:** \* Límite de exposición en el lugar de trabajo. Celanese ha adoptado los niveles TLV® de ACGIH.

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Monometilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	175
<b>Número de material:</b>	80175
<b>Publicada fecha:</b>	16/Septiembre/2005

### **9. Propiedades físicas y químicas**

<b>Aspecto:</b>	Gas incoloro.
<b>Olor:</b>	Olor fuerte a amoníaco.
<b>Presión de Vapor:</b>	2251 mm Hg @ 20°C
<b>Densidad de Vapor (Aire=1 @ 20°C):</b>	1.07
<b>Temperatura de Ebullición (760 mmHg):</b>	-6.3°C (20.7°F)
<b>Temperatura de Fusión:</b>	-93.5°C (-136.3°F)
<b>Solubilidad en Agua @ 20°C:</b>	100 %
<b>Gravedad Específica:</b>	0.663 a 20°C
<b>Peso Molecular:</b>	31.1
<b>Velocidad de Evaporación (Acetato de n-Butilo= 1):</b>	No aplica
<b>Reactividad con agua:</b>	No

### **10. Estabilidad y reactividad**

<b>Estabilidad:</b>	Estable.
<b>Condiciones a evitarse:</b>	Evite el calor, las llamas, las chispas, y otras fuentes de encendido.
<b>Materiales a evitarse:</b>	Mantener lejos de ácidos, agentes oxidantes, nitritos, cobre, aleaciones de cobre o nitrato de celulosa.
<b>Combustión o productos de descomposición peligrosos:</b>	Productos de descomposición térmica pueden incluir óxidos de nitrógeno y carbono.
<b>Polimerización peligrosa:</b>	No habrá polimerización peligrosa.

<b>Emergencia de transporte:</b>	800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día. 703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día. (921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.
<b>Emergencia de producto:</b>	800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día (921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Monometilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	175
<b>Número de material:</b>	80175
<b>Publicada fecha:</b>	16/Septiembre/2005

## 11. Información toxicológica

### Información Toxicológica de Componentes

Componente	Metanoamina
------------	-------------

**Exposición aguda:**

**DL50 Oral:** 0.1-0.2 g/kg como solución básica acuosa al 40% (ratas); moderadamente tóxico a animales.

**CL50 Inhalación:** 5000 ppm (estimado para ratas, 1 hr.); 1890 ppm (ratones, 2 hrs.); moderadamente tóxico a animales. Irritación transitoria en nariz y garganta fue reportado en humanos de breves exposiciones a 20-100 ppm, pero no a concentraciones menores que 10 ppm. Un caso de alergia o bronquitis crónica fue reportado en un trabajador expuesto a monometilamina.

**Piel:** monometilamina licuada o solución básica acuosa a 40% es corrosiva a piel de animales; los vapores pueden producir irritación.

**Ojos:** solución básica acuosa al 40% fue corrosiva a ojos de conejo. Irritación transitoria de ojos fue reportada en humanos de breve exposición a 20-100 ppm, pero no a concentraciones menores que 10 ppm. Los vapores de aminas relacionadas han sido reportadas a causar edema de cornea con resultado de "halovisión" alrededor de luces.

**Mutagenicidad:** resultados de genotoxicidad fueron equívocos in vitro: negativo en prueba de Ames y positiva en ensayo celular de linfomas de ratón. Información in vivo no fue disponible.

**Carcinogenicidad:** sin información.

**Efectos Reproductivos/Desarrollados:** sin información.

**Exposición Repetida:** Ratas fueron sujetas a exposición por inhalación (6 hrs./día; 5 días/semana) por 2 semanas a concentraciones de vapor de 75, 250 ó 750 ppm. Animales adicionales expuestos similarmente fueron permitidos a 2 semanas de recuperación después de la exposición final. Irritación del tracto respiratorio superior (lesión nasal) fue observada en todos los grupos, aunque efectos fueron marginales a 75 ppm. Mortalidad e indicadores de hallazgos químicos clínicos de lesiones del hígado fueron también vistos a 750 ppm. Los efectos fueron disminuidos durante periodo de recuperación de los animales.

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Monometilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	175
<b>Número de material:</b>	80175
<b>Publicada fecha:</b>	16/Septiembre/2005

## 12. Información ecológica

### Información Ecológica de Componentes

Componente	Metanoamina
	<p><b>Ecotoxicidad:</b> Monometilamina presenta ligera toxicidad aguda a especies acuáticas. La naturaleza alcalina de este material probablemente aumenta la toxicidad al incrementar el pH en sistemas de prueba acuática. La CL50 para varias especies de peces son como sigue:            Creek chub (24 hrs., pH 8.3) &gt; 10 ppm but &lt; 30 ppm;            Brook trout (22 hrs., pH buffer a 7.5) 90 ppm.            La CE50 – 48 hr. para la pulga e agua (daphnid) es 163-702 ppm (pH mayor que o igual a 7).            En la alga verde, Scenedesmus obliquus, fotosíntesis fue inhibida a 160 ppm (pH 7.9).</p>

## 13. Consideraciones acerca de la eliminación

Eliminar el material derramado según los reglamentos estatales y locales para los residuos peligrosos. Los métodos recomendados son incineración o tratamiento biológico en un establecimiento de eliminación autorizado federal o estatal. Nótese que esta información se aplica al material según lo fabricado; es posible que el procesamiento, el uso o la contaminación hagan que esta información se vuelva inapropiada, inexacta o incompleta.

Nótese que es posible que esta información sobre el manejo y la eliminación también se aplique a recipientes vacíos, revestimientos y enjuagues. Los reglamentos o restricciones estatales y locales son complejos y pueden ser diferentes a los reglamentos federales. Esta información tiene la intención de ser una ayuda en el manejo y la eliminación correctas; la responsabilidad final por el manejo y la eliminación es del propietario de los residuos. Ver Sección 9 Propiedades físicas y químicas.

Código(s) de residuos peligrosos de EPA: D001, D002

## 14. Información acerca del transporte

### Departamento de Transportación de USA

<b>Nombre del embarque:</b>	MONOMETILAMINA, ANHIDRA
<b>Clase de Riesgo:</b>	2.1
<b>Número UN/NA:</b>	UN 1061
<b>Cantidad a reportar DOT (RQ):</b>	100 lbs./ 45.4 kg

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
 703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
 (921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día  
 (921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Monometilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	175
<b>Número de material:</b>	80175
<b>Publicada fecha:</b>	16/Septiembre/2005

**Guía de Respuesta en emergencia 2004:** 118

## Secretaría de Comunicaciones y Transporte de México

**Nombre del embarque:** MONOMETILAMINA, ANHIDRA  
**Clase de Riesgo:** 2.1  
**Número UN:** 1061

### ICAO/IATA:

**Número IATA UN:** UN 1061  
**Nombre del embarque:** MONOMETILAMINA, ANHIDRA  
**Clasificación de Riesgo:** 2.1 (Gas Inflamable)  
**Etiqueta:** No determinado. (Cargo Aircraft solamente)

### IMDG

**Número UN Marítimo Internacional:** UN 1061  
**Nombre del embarque propio:** MONOMETILAMINA, ANHIDRA  
**Clase de Riesgo:** 2.1  
**Punto de inflamación:** No aplica

## Transporte de Canadá

**Nombre del embarque propio:** MONOMETILAMINA, ANHIDRA  
**Clase de Riesgo:** 2.1

### Información de tratado

**Código B Programado (exportación):** 2921.11.0000

## 15. Información reglamentaria

### Reglamentos estatales estadounidenses:

Químicos asociados con el producto los cuales estén sujetos a regulaciones estatales del derecho a saber están listados junto el estado(s) donde aplica:

Metanoamina 74-89-5

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.  
**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día  
(921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Monometilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	175
<b>Número de material:</b>	80175
<b>Publicada fecha:</b>	16/Septiembre/2005

<b>Pennsylvania</b>	Listado
<b>New York</b>	Listado
<b>New Jersey</b>	Listado
<b>Illinois</b>	Listado
<b>Massachusetts</b>	Listado
<b>Rhode Island</b>	Listado

## REGLAS REGULATORIAS DE U.S.A.

**Inventario TSCA:** Nosotros certificamos que todos los componentes están en el inventario TSCA o califican para una excepción.

### Regulaciones ambientales

Metanoamina 74-89-5

**Sustancia Riesgosa CERCLA** Listado

### SARA 311:

**Salud agudo:** Si

**Salud crónico:** No

**Fuego:** Si

**Emisión de presión repentina:** No

**Reactivo:** No

## REGULACIONES INTERNACIONALES

### Inventarios químicos:

Listado en los inventarios químicos de los siguientes países o calificado para una excepción:

AUSTRALIA, CHINA, CANADA, EUROPA, KOREA, FILIPINAS, JAPON

### Reglamentos Canadienses:

### Clasificación de WHMIS:

Clase B, División 3. Clase E. Clase D, División 2, Subdivisión B.

Este producto ha sido clasificado de acuerdo con el criterio de riesgo del CPR y la HDSM que contiene toda la información requerida por el CPR.

## 16. Información adicional

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día  
(921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Monometilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	175
<b>Número de material:</b>	80175
<b>Publicada fecha:</b>	16/Septiembre/2005

**Preparado por:** Departamento de Seguridad del Producto de Celanese  
**Revisado por:** Juan Galen Drury Limón, Especialista de Higiene Industrial de Grupo Celanese, S.A.

**Clasificaciones de peligro** Esta información está destinada exclusivamente para el uso de personas capacitadas en los sistemas de NFPA y/o HMIS.

**NFPA:** Salud: 3 Fuego: 4 Reactividad: 0

**HMIS:** Salud: 3 Fuego: 4 Reactividad: 0

La información que se encuentra en la presente es precisa a nuestro mejor saber y entender. No sugerimos ni garantizamos que cualesquiera de los peligros que figuran en la presente sean los únicos que existan. Celanese Ltd. no extiende ninguna garantía de ningún tipo, ya sea expresa o implícita, en cuanto al uso seguro de este material en su proceso o en combinación con otras sustancias. Los efectos pueden ser agravados por otros materiales y/o este material puede agravar o añadir a los efectos de otros materiales. Es posible que este material sea liberado de materiales gaseosos, líquidos o sólidos hechos directa o indirectamente de él. El usuario es el único responsable por determinar la conveniencia de los materiales para cualquier uso y forma de uso contemplado. El usuario deberá observar todas las normas de seguridad y salud aplicables. Celanese Ltd. proporciona hojas de datos de seguridad de materiales por Internet como servicio para sus clientes. El hecho de que una persona tenga una HDSM de Internet no indica que tal persona haya comprado o sea usuario del producto en cuestión.

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día  
(921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.



**HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE  
MATERIALES PARA LA DIMETILAMINA  
GRUPO CELANESE, S.A.**

<b>Nombre del producto:</b>	Dimetilamina, anhidra		
<b>Número de HDSM:</b>	30		
<b>Número de material:</b>	80030		
<b>Publicada fecha:</b>	17/Septiembre/2005		

# HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES

## 1. Identificación del producto y la compañía

**Nombre del producto:** Dimetilamina, anhidra  
**Nombre comercial:** Dimetilamina, anhidra  
**Familia química:** Aminas alifáticas  
**Número de HDSM:** 30  
**Número de material:** 80030

**Celanese Ltd.**  
 1601 W. LBJ Freeway  
 P.O. Box 819005  
 Dallas, TX 75381-9005  
 United States  
 972 443 4000  
 Internet: www.celanesechemicals.us

**Grupo Celanese, S.A.**  
 Tecoyotitla # 412  
 Col. Ex Hacienda de Guadalupe Chimalistac  
 C.P. 01050  
 Delegación Álvaro Obregón  
 México, D.F.  
 Teléfono: (55) 5480-9100  
 Fax: (55) 5480-9264

**Sinónimos:** N-metil metanoamina

<b>Números telefónicos para emergencias de transporte:</b> En EE.UU., llamar al 800 424 9300. Fuera de EE.UU., llamar al 703 527 3887, se aceptan llamadas con cobro revertido. En México, llamar al (921) 211-5048, 211-5000.
---

**Uso del producto:** Intermedio para síntesis de Dimetilformamida.

## 2. Composición/ Información sobre los ingredientes

Componente	No. de CAS	% Por Peso	Categoría de riesgo OSHA
Dimetilamina	124-40-3	99	Peligroso

## 3. Identificación de peligros

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
 703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
 (921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día  
 (921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Dimetilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	30
<b>Número de material:</b>	80030
<b>Fecha de elaboración/revisión:</b>	17/Septiembre/2005

**Resumen de Emergencia:** **¡PELIGRO!**

- Gas inflamable. Es posible que ocasione fuego instantáneo.
- Causa irritación en las vías respiratorias, en la piel y en los ojos.
- Es posible que ocasione una reacción dérmica alérgica.
- El vapor es más pesado que el aire y puede desplazarse una distancia considerable a una fuente de ignición, con resultado de un retroceso de la llama

**Descripción del producto**

**Aspecto:** Gas incoloro.  
**Olor:** Amoniaca.

**Posibles efectos en la salud**

*Vías de exposición:* Piel, ojos, inhalación.

*Efectos inmediatos*

- Piel:** Ocasiona quemaduras dérmicas. Es posible que ocasione una reacción alérgica en la piel. Es posible que los síntomas de exposición incluyan: enrojecimiento o decoloración, hinchazón, prurito o formación de ampollas en la piel.
- Ojos:** Exposición a líquido ocasiona quemaduras oculares severas, daño irreversible. Exposición a vapores ocasiona irritación en los ojos. Es posible que los síntomas de exposición incluyan: irritación, ardor, dolor, lagrimeo en los ojos y/o cambios en la visión. trastornos visuales pasajeros caracterizados por visión ligeramente borrosa y una decoloración azul grisácea de la vista. Este efecto se conoce comúnmente como neblina azul o visión en aureola, recibiendo su nombre de este último término por la aparición de una aureola al mirar fuentes de luz. Estos efectos se deben a una ligera irritación de la córnea y edema, y por lo general desaparecen varias horas después de la exposición.
- Inhalación:** Ocasiona irritación en las vías respiratorias. Nocivo si se inhala. Es posible que los síntomas de exposición incluyan: secreción nasal, ronquera, tos, dolor de pecho y dificultad para respirar. Acumulación de fluido en los pulmones (edema pulmonar) - los síntomas pueden demorarse varias horas. Náusea, dolor de cabeza y/o mareo.
- Ingestión:** Ocasiona quemaduras en el sistema digestivo. Nocivo si se traga. Es posible que los síntomas de exposición incluyen: náusea, vómitos, pérdida de apetito, irritación gastrointestinal y/o diarrea. Daño severo en la boca, la garganta, el esófago y/o el estómago.
- Reproducción:** No hay evidencia de efectos en la reproducción.
- Cancerígeno:** No hay evidencia de cancerigenosidad

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día  
(921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Dimetilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	30
<b>Número de material:</b>	80030
<b>Fecha de elaboración/revisión:</b>	17/Septiembre/2005

**Mutágeno:** No muestra potencial mutágeno en la mayoría de las pruebas en Vitro. No muestra potencial mutagénico en el ensayo en vivo.

**Teratógeno** No hay evidencia de defectos de nacimiento.

**Efectos en los órganos blancos: Sobre exposición (exposición prolongada o repetida) puede causar:**

- daño a los ojos
- irritación de las vías respiratorias
- daño en las vías digestivas
- daño a la piel.

**Condiciones médicas para las cuales generalmente se reconoce un empeoramiento debido a la exposición:** Exposición significativa a este químico puede perjudicar a las personas con enfermedades agudas o crónicas de:

- las vías respiratorias
- la piel
- los ojos
- las vías digestivas
- puede causar respuesta asmática en personas con asma, quienes son particularmente sensitivas a irritantes respiratorios.

**Para información adicional, ver:** Sección 4. Medidas de primeros auxilios  
 Sección 5. Medidas para combatir incendios  
 Sección 6. Medidas en caso de liberación accidental  
 Sección 8. Controles de exposición / Protección personal  
 Sección 9. Propiedades físicas y químicas  
 Sección 10. Estabilidad y reactividad

#### **4. Medidas de primeros auxilios**

**Piel:** El tratamiento urgente inicial deberá consistir en lavar con grandes cantidades de ácido acético al 5% (vinagre acuoso), alternando con jabón y agua. Seguir con este régimen durante por lo menos 15 minutos, aunque se podrá suspender el ácido acético una vez que haya desaparecido la pegajosidad. En todos los casos, el enjuague con grandes cantidades de agua sola durante 5 minutos es el paso final.

**Ojos:** Lavar los ojos inmediatamente con abundante agua durante por lo menos 15 minutos. Si se usan lentes de contacto, removerlas si se lo puede hacer con facilidad. Obtener atención médica inmediatamente.

**Inhalación:** Llevar la víctima al aire fresco. Si no está respirando, dar respiración artificial. Si tiene dificultad para respirar, dar oxígeno. Llamar a un médico.

**Ingestión:** Sin información

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
 703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
 (921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día  
 (921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Dimetilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	30
<b>Número de material:</b>	80030
<b>Fecha de elaboración/revisión:</b>	17/Septiembre/2005

**Nota para el médico:** Observar por edema pulmonar latente. Podría haber neumonitis química tras la exposición respiratoria.

## **5. Medidas para combatir incendios**

**NFPA:** Salud: 3 Fuego: 4 Reactividad: 0

### **Propiedades inflamables**

**Punto de inflamación:** -18°C (0° F) (Copa Cerrada)

### **Límites inflamables, en aire, % por volumen**

**Superior:** 14.4 %  
**Inferior:** 2.8 %

**Temperatura de auto ignición:** 402°C (756°F)

**Productos de la combustión:** Monóxido De Carbono.

**Medios de extinción:** Usar una espuma formadora de capa acuosa tipo alcohol para incendios grandes. Usar CO<sub>2</sub> o un agente químico seco para incendios pequeños.

**Preocupaciones ambientales de la lucha contra el Fuego:** Es posible que el escurrimiento de agua y la nube de vapor sean corrosivos. Se debe contener y captar el agua utilizada para combatir incendios para su neutralización antes de liberarla. No se deberá dirigir chorros de agua al líquido, ya que esto hará que el líquido hierva y genere más vapor. Descontaminar los equipos de búnker y otros equipos para combatir incendios antes de volver a usarlos.

**Instrucciones de la lucha contra el Fuego:** Aunque sea ineficaz, deberá usarse agua para enfriar las estructuras y los recipientes expuestos al fuego. Utilizar agua rociada para incendios grandes. Se puede usar agua rociada para reducir la intensidad de las llamas y diluir los derrames a una mezcla no inflamable. Mantener el personal alejado y viento arriba del fuego. Si existe la posibilidad de la exposición a vapores o productos de combustión, usar el equipo completo para combatir incendios y un aparato respiratorio autónomo aprobado por NIOSH. Es posible que sustancias químicas oxidantes aceleren la velocidad de quema en una situación de incendio. El vapor es más pesado que el aire y puede viajar una distancia considerable hasta una fuente de ignición y retornar con la llama. Extinguir solamente si el flujo de gas puede ser parado. Usar cantidades de chorro de agua como neblina. Enfriar recipientes con cantidades de chorro de agua desde una distancias tan lejos como sea posible. Evitar respirar vapores; Mantenerse viento arriba. Si el fuego es no controlable o recipientes están expuestos a fuego, evacuar en un radio de 1500 pies (457 metros). Considerar evacuación de áreas viento abajo si el material está fugando.

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día  
(921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>		Dimetilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	30	
<b>Número de material:</b>	80030	
<b>Fecha de elaboración/revisión:</b>	17/Septiembre/2005	

## **6. Medidas en caso de liberación accidental**

**Instrucciones en caso de fuga o derrame:** Eliminar las fuentes de ignición. Ver la Sección 8 para los equipos de protección personal apropiados. Contener el derrame con diques de tierra o absorbente no inflamable para minimizar el área contaminada. Si existe la posibilidad de incendio, inertizar el derrame con espuma que forma película de tipo alcohólico o usar un chorro de agua nebulizada para dispersar los vapores. Evitar el escurrimiento en el drenaje pluvial y las zanjas que conducen a vías fluviales. De requerirse, notificar a las autoridades estatales y locales. Colocar los recipientes con pérdidas en un área bien ventilada. Neutralizar con cal o bicarbonato sódico. Limpiar los derrames pequeños utilizando un absorbente no inflamable o lavándolos con pequeñas cantidades de agua. Contener los derrames más grandes con diques o absorbentes no inflamables. Limpiar aspirando o barriendo.

Dentro de los Estados Unidos, llamar al Centro Nacional de Respuesta (800-424-8802) y las autoridades estatales y locales apropiadas si la cantidad liberada a lo largo de 24 horas es igual a o mayor que la cantidad notificable que figura a continuación: 1000 lbs. del material como está, basado en una cantidad reportable de 1000 lbs. para Dimetilamina.

Mantener alejadas a las personas prescindibles; aislar el área de peligro y negar la entrada. Mantenerse viento arriba; evitar las áreas bajas. Evacuar las áreas viento abajo según lo justifiquen las condiciones para evitar la exposición y permitir que los vapores o humos se disipen. Es posible que los derrames expongan a las áreas viento abajo a concentraciones tóxicas o inflamables a lo largo de distancias considerables en algunos casos. Aisle 1,600 metros ó 1 milla en todas las direcciones si un tanque, un vagón de tren, o un camión tanque está envuelto en fuego.

## **7. Manejo y almacenamiento**

**Manejo:** Usar con ventilación adecuada. Mantener cerrados los recipientes cuando no están en uso. Abrir los recipientes siempre lentamente para permitir la ventilación de toda presión excedente. No respirar el vapor. Evitar el contacto con los ojos, la piel o la ropa. Lavarse meticulosamente con jabón y agua después del manejo. Descontaminar la ropa sucia meticulosamente antes de volver a usarla. Destruir la ropa de cuero contaminada.

Es posible que este producto genere una carga estática. Aterrizar/poner a tierra los equipos al transferir el material para evitar una acumulación estática. En los Estados Unidos, los equipos eléctricos y los circuitos en todo el almacenamiento y el manejo deberán conformarse a los requisitos del Código Eléctrico Nacional (Artículos 500 y 501) para una ubicación peligrosa.

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día  
(921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Dimetilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	30
<b>Número de material:</b>	80030
<b>Fecha de elaboración/revisión:</b>	17/Septiembre/2005

**Almacenamiento:** Mantener todos los recipientes herméticamente cerrados cuando no están en uso. Almacenar fuera de la luz solar directa, sobre un piso impermeable. No almacenar con materiales incompatibles. Ver Sección 10. Estabilidad y reactividad.

## **8. Controles de exposición / Protección personal**

**Controles de ingeniería** Con frecuencia la ventilación general o por dilución es insuficiente como medio único para controlar la exposición de los empleados. Por lo general se prefiere ventilación local.

**Equipos de protección personal** Una regadera y un lavajos de seguridad deben estar fácilmente disponibles. Una solución de ácido acético al 5% (vinagre acuoso) debería estar fácilmente disponible para tratamiento de primeros auxilios de salpicaduras en la piel.

**Protección dérmica:** Usar ropa y guantes impermeables para evitar el contacto. Se recomienda neopreno. Se podrá usar otro material protector, según la situación, si hay datos adecuados sobre la degradación y permeabilidad. Si se usan otras sustancias químicas junto con esta sustancia química, la selección del material deberá basarse en la protección en contra de todas las sustancias químicas presentes.

**Protección ocular/facial:** Usar goggles para salpicaduras químicas cuando hay una posibilidad razonable de contacto con los ojos. Además de los goggles, usar un protector facial si hay una posibilidad razonable de salpicaduras en la cara.

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día  
(921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Dimetilamina, anhidra		
<b>Número de HDSM:</b>	30		
<b>Número de material:</b>	80030		
<b>Fecha de elaboración/revisión:</b>	17/Septiembre/2005		

**Protección respiratoria:** Según el nivel de contaminantes en el lugar de trabajo y los límites de trabajo del respirador, usar un respirador aprobado por NIOSH. El siguiente es el equipo mínimo recomendado para un nivel de exposición ocupacional. Para calcular un nivel de exposición ocupacional ver la Sección 3, Sección 8 y Sección 11.

Para concentraciones >1 y <10 veces el nivel de exposición ocupacional: usar un respirador purificador de aire de cara completa y cartucho(s) de aminas o un respirador de cara completa con canister de aminas o un respirador purificador de aire de potencia de cara completa equipado con cartucho(s) de aminas. El elemento purificador de aire deberá tener un indicador de fin de la vida de servicio, o se deberá establecer un régimen de cambio documentado. De lo contrario, usar suministro de aire.

Para concentraciones mayores a 10 veces el nivel de exposición ocupacional y menores a lo que sea más bajo ó 100 veces el nivel de exposición ocupacional o el IPVS (IDLH): Usar un respirador con suministro de aire de cara completa, tipo C operado en la modalidad de demanda a presión o flujo continuo.

Para concentraciones >100 veces el nivel de exposición ocupacional o mayor que el nivel de IPVS (IDLH) o concentraciones desconocidas (como en emergencias): usar un aparato respiratorio autónomo con máscara completa en la modalidad de demanda a presión o un respirador de cara completa con suministro de aire a presión positiva, tipo C, con un sistema de escape auxiliar de aparato respiratorio autónomo a presión positiva.

Para escape: Usar un aparato respiratorio autónomo con máscara completa o cualquier respirador específicamente aprobado para escapar.

## Guías para la exposición

Componente	No. de CAS	% Por Peso	ACGIH TWA	ACGIH STEL	ACGIH CEILING	OSHA TWA:	OSHA STEL:	OSHA CEILING	Celanese WEL
Dimetilamina	124-40-3	99	5 ppm	15 ppm	-	10 ppm	-	-	*

Componente	No. de CAS	% Por Peso	STPS PPT	STPS CT	STPS TECHO	Umbral de Olor
Dimetilamina	124-40-3	99	10 ppm	18 ppm	-	0.001 a 1.6 ppm

Componente	No. de CAS	% Por Peso	IPVS(IDLH) 1990 NIOSH (Reconocido por OSHA)	IPVS(IDLH) 1994 NIOSH
Dimetilamina	124-40-3	99	2000	500 ppm

**Comentarios:** \* Límite de exposición en el lugar de trabajo. Celanese ha adoptado los niveles TLV® de ACGIH.

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día  
(921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.



<b>Nombre del producto:</b>		Dimetilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	30	
<b>Número de material:</b>	80030	
<b>Fecha de elaboración/revisión:</b>	17/Septiembre/2005	

## 9. Propiedades físicas y químicas

<b>Aspecto:</b>	Gas incoloro.
<b>Olor:</b>	Olor fuerte a amoníaco.
<b>Presión de Vapor:</b>	1307 mm Hg @ 20°C
<b>Densidad de Vapor (Aire=1 @ 20°C):</b>	1.6
<b>Temperatura de Ebullición (760 mmHg):</b>	7°C (45°F)
<b>Temperatura de Fusión:</b>	-92°C (-134°F)
<b>Solubilidad en Agua @ 20°C:</b>	100 %
<b>Solubilidad en Otros Solventes:</b>	Sin informacion.
<b>Gravedad Específica:</b>	1.38 a 15°C
<b>Peso Molecular:</b>	45.08
<b>Velocidad de Evaporación (Acetato de n-Butilo= 1):</b>	No aplica
<b>Reactividad con agua:</b>	No

## 10. Estabilidad y reactividad

<b>Estabilidad:</b>	Estable si se almacena y manipula bajo las condiciones recomendadas.
<b>Condiciones a evitarse:</b>	Evite el calor, las llamas, las chispas, y otras fuentes de encendido.
<b>Materiales a evitarse:</b>	Mantener lejos de ácidos, agentes oxidantes, nitritos, cobre, aleaciones de cobre o nitrato de celulosa.
<b>Combustión o productos de descomposición peligrosos:</b>	Productos de descomposición térmica pueden incluir óxidos de nitrógeno y carbono.
<b>Polimerización peligrosa:</b>	No habrá polimerización peligrosa.

<b>Emergencia de transporte:</b>	800 424 9300	En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.
	703 527 3887	Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.
	(921) 211 5048 / 211 5000	En México, 24 hrs/día.
<b>Emergencia de producto:</b>	800 835 5235	Celanese en EE.UU, 24 hrs/día
	(921) 211 5048 / 211 5000	en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Dimetilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	30
<b>Número de material:</b>	80030
<b>Fecha de elaboración/revisión:</b>	17/Septiembre/2005

## 11. Información toxicológica

### Información Toxicológica de Componentes

Componente	N-metil metanoamina
	<p><b>Exposición aguda:</b></p> <p><b>DL50 Oral:</b> 698 – 1000 mg/kg (dosificado como solución acuosa al 33% a 44% en ratas); ligeramente tóxico a animales.</p> <p><b>CL50 Inhalación:</b> &gt; 5.8 mg/l (ratas, 4 hrs.); ligeramente tóxico a animales. Vapores/aerosols son severamente irritantes al tracto respiratorio.</p> <p><b>Piel:</b> Corrosivo a piel de Conejos (dosificado como soluciones acuosas a 6%-40%).</p> <p><b>Ojos:</b> Corrosivo a ojos de conejo (dosificado como solución acuosa al 5% y concentraciones más altas).</p> <p><b>Mutagenicidad:</b> No mutagénico en la mayoría de pruebas en vivo y en vitro, incluyendo el ensayo de Ames</p> <p><b>Carcinogenicidad:</b> Dimetilamina fue administrada vía inhalación como un vapor a ratas y ratones por 6 horas /día, 5 días/semana por 2 años a concentraciones de 0, 10, 50 ó 175 ppm. NO hubo evidencia de carcinogenicidad.</p> <p><b>Efectos Reproductivos/Desarrollados:</b> ratones preñados fueron tratados intraperitonealmente con un máximo a 5 mmoles de Dimetilamina/kg/día durante los días 1-17 de la gestación. Ningún efecto maternal o fetal fue observado.</p> <p><b>Exposición Repetida:</b> Dimetilamine fue administrado vía inhalación como vapor a ratas y ratones por 6 horas /día, 5 días/semana por 2 años a concentraciones de 0, 10, 50 ó 175 ppm. Lesiones nasales fueron observadas a todas las dosis. La severidad de la respuesta fue como sigue: 175 ppm-severo; 50 ppm-moderado; 10 ppm-suave.</p>

## 12. Información ecológica

### Información Ecológica de Componentes

Componente	N-metil metanoamina
<b>Emergencia de transporte:</b>	800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día. 703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/dia. (921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/dia.
<b>Emergencia de producto:</b>	800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día (921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/dia.

<b>Nombre del producto:</b>		Dimetilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	30	
<b>Número de material:</b>	80030	
<b>Fecha de elaboración/revisión:</b>	17/Septiembre/2005	

**Ecotoxicidad:**

Presenta baja a moderada toxicidad aguda a especies acuáticas.

Pez (Salmo gairdneri), CL50 – 96 hr. = 118 ppm.

Pez (Poecilia reticulata), CL50 – 96 hr. = 210 ppm.

Pez (Oryzias latipes), CL50 – 48 hr. = 1000 ppm.

Pez (Lebistes reticulatus), CL50 – 24 hr. = 55 ppm.

Pez (Rutilus rutilus), 4 día TDLo = 200 ppm.

Pez (Perca fluviatilis), 4 día TDLo = 150 ppm.

Pez (Salmo gairdneri), NOEC - 30 días (efecto en peso corporal) = 20 ppm.

Pulga de agua (Daphnia magna), CE50 - 48hr. = 88.7 ppm.

Pulga de agua (Daphnia magna), CE50 - 24hr. = 105 ppm.

Pulga de agua (Daphnia sp.), CI50 – 24 hr. (efecto de inmovilización) = 48 ppm.

Alga (Selenastrum capricornutum), CE50 – 96 hr. = 9 ppm.

Alga (Chlorella pyrenoidosa), CE50 – 96 hr. = 30 ppm.

Bacteria (Pseudomonas putida), CE50 = 1000 ppm.

**Destino Ambiental:****Degradación:**

Biodegradable rápidamente a condiciones aeróbicas. El método de lodos activados de MITI indicaron biodegradación de 30%-100% después de 14 días. A una concentración de Dimetilamina de 10 mg/l pruebas respirométrica indicaron 75.1% y 79.8-100% de biodegradación después de 14 días usando bacteria de lodo de río o lodo de planta de tratamiento, respectivamente. La media vida de degradación fotoquímica atmosférica es estimada a ser de 4.4 días.

**Bioacumulación:**

Valores reportados para el coeficiente de partición n-octanol/agua logarítmico están en el rango de : -0.421 a -0.274. Esto sugiere bajo potencial a bioacumularse.

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día  
(921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Dimetilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	30
<b>Número de material:</b>	80030
<b>Fecha de elaboración/revisión:</b>	17/Septiembre/2005

### 13. Consideraciones acerca de la eliminación

Eliminar el material derramado según los reglamentos estatales y locales para los residuos peligrosos. Los métodos recomendados son incineración o tratamiento biológico en un establecimiento de eliminación autorizado federal o estatal. Nótese que esta información se aplica al material según lo fabricado; es posible que el procesamiento, el uso o la contaminación hagan que esta información se vuelva inapropiada, inexacta o incompleta.

Nótese que es posible que esta información sobre el manejo y la eliminación también se aplique a recipientes vacíos, revestimientos y enjuagues. Los reglamentos o restricciones estatales y locales son complejos y pueden ser diferentes a los reglamentos federales. Esta información tiene la intención de ser una ayuda en el manejo y la eliminación correctas; la responsabilidad final por el manejo y la eliminación es del propietario de los residuos. Ver Sección 9 Propiedades físicas y químicas.

Código(s) de residuos peligrosos de EPA: D001, D002

### 14. Información acerca del transporte

#### Departamento de Transportación de USA

<b>Nombre del embarque:</b>	DIMETILAMINA, ANHIDRA
<b>Clase de Riesgo:</b>	2.1
<b>Número UN/NA:</b>	UN 1032
<b>Cantidad a reportar DOT (RQ):</b>	1000 lbs./ 454 kg
<b>Guía de Respuesta en emergencia 2004:</b>	118

#### Secretaría de Comunicaciones y Transporte de México

<b>Nombre del embarque:</b>	DIMETILAMINA, ANHIDRA
<b>Clase de Riesgo:</b>	2.1
<b>Número UN:</b>	1032
<b>ICAO/IATA:</b>	
<b>Número IATA UN:</b>	UN 1032
<b>Nombre del embarque:</b>	DIMETILAMINA, ANHIDRA
<b>Clasificación de Riesgo:</b>	2.1 (Gas Inflamable)
<b>Etiqueta:</b>	No determinado. (Cargo Aircraft solamente)

#### IMDG

<b>Emergencia de transporte:</b>	800 424 9300	En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.
	703 527 3887	Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.
	(921) 211 5048 / 211 5000	En México, 24 hrs/día.
<b>Emergencia de producto:</b>	800 835 5235	Celanese en EE.UU, 24 hrs/día
	(921) 211 5048 / 211 5000	en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Dimetilamina, anhidra	
<b>Número de HDSM:</b>	30	
<b>Número de material:</b>	80030	
<b>Fecha de elaboración/revisión:</b>	17/Septiembre/2005	

<b>Número UN Marítimo Internacional:</b>	UN 1032
<b>Nombre del embarque propio:</b>	DIMETILAMINA, ANHIDRA
<b>Clase de Riesgo:</b>	2.1
<b>Punto de inflamación:</b>	-18°C (0°F) (Copa Cerrada)

### Transporte de Canadá

<b>Nombre del embarque propio:</b>	DIMETILAMINA, ANHIDRA
<b>Clase de Riesgo:</b>	2.1

### Información de tratado

<b>Código B Programado (exportación):</b>	2921.11.0000
<b>Código de Harmonización (importación):</b>	29211100

## 15. Información reglamentaria

### Reglamentos estatales estadounidenses:

Químicos asociados con el producto los cuales estén sujetos a regulaciones estatales del derecho a saber están listados junto el estado(s) donde aplica:

N-metil metanoamina 124-40-3

<b>Pennsylvania</b>	Listado
<b>New York</b>	Listado
<b>New Jersey</b>	Listado
<b>Illinois</b>	Listado
<b>Massachusetts</b>	Listado
<b>Rhode Island</b>	Listado

### REGLAS REGULATORIAS DE U.S.A.

**Inventario TSCA:** Nosotros certificamos que todos los componentes están en el inventario TSCA o califican para una excepción.

### Regulaciones ambientales

N-metil metanoamina 124-40-3

<b>EPCRA (SARA Título III)</b>	Listado
<b>Sección 313</b>	
<b>Sustancia Riesgosa CERCLA</b>	Listado

### SARA 311:

<b>Salud agudo:</b>	Si
<b>Salud crónico:</b>	No

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Dimetilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	30
<b>Número de material:</b>	80030
<b>Fecha de elaboración/revisión:</b>	17/Septiembre/2005
<b>Fuego:</b>	Si
<b>Emisión de presión repentina:</b>	Si
<b>Reactivo:</b>	No

## REGULACIONES INTERNACIONALES

### Inventarios químicos:

Listado en los inventarios químicos de los siguientes países o calificado para una excepción:

AUSTRALIA, CHINA, CANADA, EUROPA, KOREA, FILIPINAS, JAPON

## 16. Información adicional

<b>Preparado por:</b>	Departamento de Seguridad del Producto de Celanese
<b>Revisado por:</b>	Juan Galen Drury Limón, Especialista de Higiene Industrial de Grupo Celanese, S.A.
<b>Clasificaciones de peligro</b>	Esta información está destinada exclusivamente para el uso de personas capacitadas en los sistemas de NFPA y/o HMIS.
<b>NFPA:</b>	Salud: 3 Fuego: 4 Reactividad: 0
<b>HMIS:</b>	Salud: 3 Fuego: 4 Reactividad: 0

**Revisiones:** Se ha revisado lo siguiente desde la última versión de esta HDSM:

Pie de página: número de información del producto

La información que se encuentra en la presente es precisa a nuestro mejor saber y entender. No sugerimos ni garantizamos que cualesquiera de los peligros que figuran en la presente sean los únicos que existan. Celanese Ltd. no extiende ninguna garantía de ningún tipo, ya sea expresa o implícita, en cuanto al uso seguro de este material en su proceso o en combinación con otras sustancias. Los efectos pueden ser agravados por otros materiales y/o este material puede agravar o añadir a los efectos de otros materiales. Es posible que este material sea liberado de materiales gaseosos, líquidos o sólidos hechos directa o indirectamente de él. El usuario es el único responsable por determinar la conveniencia de los materiales para cualquier uso y forma de uso contemplado. El usuario deberá observar todas las normas de seguridad y salud aplicables. Celanese Ltd. proporciona hojas de datos de seguridad de materiales por Internet como servicio para sus clientes. El hecho de que una persona tenga una HDSM de Internet no indica que tal persona haya comprado o sea usuario del producto en cuestión.

<b>Emergencia de transporte:</b>	800 424 9300	En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.
	703 527 3887	Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.
	(921) 211 5048 / 211 5000	En México, 24 hrs/día.
<b>Emergencia de producto:</b>	800 835 5235	Celanese en EE.UU, 24 hrs/día
	(921) 211 5048 / 211 5000	en México, 24 hrs/día.

**HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE  
MATERIALES PARA LA TRIMETILAMINA  
GRUPO CELANESE, S.A.**

<b>Nombre del producto:</b>		Trimetilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	90	
<b>Número de material:</b>	80090	
<b>Publicada fecha:</b>	18/Septiembre/2005	

# HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES

## 1. Identificación del producto y la compañía

**Nombre del producto:** Trimetilamina, anhidra  
**Nombre comercial:** Trimetilamina, anhidra  
**Familia química:** Aminas  
**Número de HDS:** 90  
**Número de material:** 80090

**Celanese Ltd.**  
 1601 W. LBJ Freeway  
 P.O. Box 819005  
 Dallas, TX 75381-9005  
 United States  
 972 443 4000  
 Internet: www.celanesechemicals.us

**Grupo Celanese, S.A.**  
 Tecoyotitla # 412  
 Col. Ex Hacienda de Guadalupe Chimalistac  
 C.P. 01050  
 Delegación Álvaro Obregón  
 México, D.F.  
 Teléfono: (55) 5480-9100  
 Fax: (55) 5480-9264

**Sinónimos:** N,N'- Dimetil metanoamina, TMA

<b>Números telefónicos para emergencias de transporte:</b> En EE.UU., llamar al 800 424 9300. Fuera de EE.UU., llamar al 703 527 3887, se aceptan llamadas con cobro revertido. En México, llamar al (921) 211-5048, 211-5000.
---

**Uso del producto:** Intermedio para cloruro de colina (suplemento dietético para aves de corral).

## 2. Composición/ Información sobre los ingredientes

Componente	No. de CAS	% Por Peso	Categoría de riesgo OSHA
Trimetilamina	75-50-3	98.5	Peligroso

## 3. Identificación de peligros

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
 703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
 (921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU., 24 hrs/día  
 (921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.



<b>Nombre del producto:</b>	Trimetilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	90
<b>Número de material:</b>	80090
<b>Fecha de elaboración/revisión:</b>	18/Septiembre/2005

**Resumen de Emergencia:** **¡PELIGRO!**

- Gas inflamable. Es posible que ocasione fuego instantáneo.
- Causa irritación en las vías respiratorias, en la piel y en los ojos.
- El vapor es más pesado que el aire y puede desplazarse una distancia considerable a una fuente de ignición, con resultado de un retroceso de la llama

**Descripción del producto**

**Aspecto:** Gas incoloro.  
**Olor:** Amoniacal.

**Posibles efectos en la salud**

*Vías de exposición:* Piel, ojos, inhalación.

*Efectos inmediatos*

**Piel:** Ocasiona quemaduras dérmicas. Es posible que los síntomas de exposición incluyan: enrojecimiento o decoloración, hinchazón, prurito o formación de ampollas en la piel.

**Ojos:** Exposición a líquido ocasiona quemaduras oculares severas, daño irreversible. Exposición a vapores ocasiona irritación en los ojos. Es posible que los síntomas de exposición incluyan: irritación, ardor, dolor, lagrimeo en los ojos y/o cambios en la visión. trastornos visuales pasajeros caracterizados por visión ligeramente borrosa y una decoloración azul grisácea de la vista. Este efecto se conoce comúnmente como neblina azul o visión en aureola, recibiendo su nombre de este último término por la aparición de una aureola al mirar fuentes de luz. Estos efectos se deben a una ligera irritación de la córnea y edema, y por lo general desaparecen varias horas después de la exposición.

**Inhalación:** Ocasiona irritación en las vías respiratorias. Nocivo si se inhala. Es posible que los síntomas de exposición incluyan: secreción nasal, ronquera, tos, dolor de pecho y dificultad para respirar. Acumulación de fluido en los pulmones (edema pulmonar) - los síntomas pueden demorarse varias horas. Náusea, dolor de cabeza y/o mareo.

**Ingestión:** Ocasiona quemaduras en el sistema digestivo. Nocivo si se traga. Es posible que los síntomas de exposición incluyan: náusea, vómitos, pérdida de apetito, irritación gastrointestinal y/o diarrea. Daño severo en la boca, la garganta, el esófago y/o el estómago.

**Reproducción:** No hay evidencia de efectos en la reproducción.

**Cancerígeno:** No hay evidencia de cancerigenosidad.

**Mutágeno:** No hay evidencia de mutagenicidad.

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
 703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
 (921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día  
 (921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Trimetilamina, anhidra	
<b>Número de HDSM:</b>	90	
<b>Número de material:</b>	80090	
<b>Fecha de elaboración/revisión:</b>	18/Septiembre/2005	

**Teratógeno** No hay evidencia de defectos de nacimiento.

**Efectos en los órganos blancos: Sobre exposición (exposición prolongada o repetida) puede causar:**

- daño a los ojos
- irritación de las vías respiratorias
- daño en las vías digestivas
- daño a la piel.

**Condiciones médicas para las cuales generalmente se reconoce un empeoramiento debido a la exposición:**

Exposición significativa a este químico puede perjudicar a las personas con enfermedades agudas o crónicas de:

- la piel
- el hígado
- los ojos
- las vías digestivas
- puede causar la liberación de histamina y, consecuentemente, en una disminución en la presión arterial, taquicardia, eritema y otros efectos relacionados a la liberación de histamina.

**Para información adicional, ver:** Sección 4. Medidas de primeros auxilios  
 Sección 5. Medidas para combatir incendios  
 Sección 6. Medidas en caso de liberación accidental  
 Sección 8. Controles de exposición / Protección personal  
 Sección 9. Propiedades físicas y químicas  
 Sección 10. Estabilidad y reactividad

#### **4. Medidas de primeros auxilios**

**Piel:** El tratamiento urgente inicial deberá consistir en lavar con grandes cantidades de ácido acético al 5% (vinagre acuoso), alternando con jabón y agua. Seguir con este régimen durante por lo menos 15 minutos, aunque se podrá suspender el ácido acético una vez que haya desaparecido la pegajosidad. En todos los casos, el enjuague con grandes cantidades de agua sola durante 5 minutos es el paso final.

**Ojos:** Lavar los ojos inmediatamente con abundante agua durante por lo menos 15 minutos. Si se usan lentes de contacto, removerlas si se lo puede hacer con facilidad. Obtener atención médica inmediatamente.

**Inhalación:** Llevar la víctima al aire fresco. Si no está respirando, dar respiración artificial. Si tiene dificultad para respirar, dar oxígeno. Llamar a un médico.

**Ingestión:** Sin información

**Nota para el médico:** Observar por edema pulmonar latente. Podría haber neumonitis química tras la exposición respiratoria.

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
 703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
 (921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día  
 (921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>		Trimetilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	90	
<b>Número de material:</b>	80090	
<b>Fecha de elaboración/revisión:</b>	18/Septiembre/2005	

## 5. Medidas para combatir incendios

**NFPA:** Salud: 3 Fuego: 4 Reactividad: 0

### Propiedades inflamables

**Punto de inflamación:** -6.7°C (20° F) (Copa Cerrada)

### Límites inflamables, en aire, % por volumen

**Superior:** 11.6 %  
**Inferior:** 2.0 %

**Temperatura de auto ignición:** 190°C (374°F)

**Productos de la combustión:** Monóxido De Carbono.

**Medios de extinción:** Usar una espuma formadora de capa acuosa tipo alcohol para incendios grandes. Usar CO<sub>2</sub> o un agente químico seco para incendios pequeños.

**Preocupaciones ambientales de la lucha contra el Fuego:** El escurrimiento de agua puede ocasionar daños ambientales. Se debe contener y captar el agua utilizada para combatir incendios para su eliminación correcta. Se puede controlar los vapores y gases de combustión usando un chorro de agua nebulizada. Descontaminar los equipos de búnker y otros equipos para combatir incendios antes de volver a usarlos.

**Instrucciones de la lucha contra el Fuego:** Aunque sea ineficaz, deberá usarse agua para enfriar las estructuras y los recipientes expuestos al fuego. Utilizar agua rociada para incendios grandes. Se puede usar agua rociada para reducir la intensidad de las llamas y diluir los derrames a una mezcla no inflamable. Mantener el personal alejado y viento arriba del fuego. Si existe la posibilidad de la exposición a vapores o productos de combustión, usar el equipo completo para combatir incendios y un aparato respiratorio autónomo aprobado por NIOSH. Es posible que sustancias químicas oxidantes aceleren la velocidad de quema en una situación de incendio. El vapor es más pesado que el aire y puede viajar una distancia considerable hasta una fuente de ignición y retornar con la llama. Extinguir solamente si el flujo de gas puede ser parado. Usar cantidades de chorro de agua como neblina. Enfriar recipientes con cantidades de chorro de agua desde una distancias tan lejos como sea posible. Evitar respirar vapores; Mantenerse viento arriba. Si el fuego es no controlable o recipientes están expuestos a fuego, evacuar en un radio de 1500 pies (457 mts). Considerar evacuación de áreas viento abajo si el material está fugando.

## 6. Medidas en caso de liberación accidental

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día  
(921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Trimetilamina, anhidra	
<b>Número de HDSM:</b>	90	
<b>Número de material:</b>	80090	
<b>Fecha de elaboración/revisión:</b>	18/Septiembre/2005	

**Instrucciones en caso de fuga o derrame:** Eliminar las fuentes de ignición. Ver la Sección 8 para los equipos de protección personal apropiados. Contener el derrame con diques de tierra o absorbente no inflamable para minimizar el área contaminada. Si existe la posibilidad de incendio, inertizar el derrame con espuma que forma película de tipo alcohólico o usar un chorro de agua nebulizada para dispersar los vapores. Evitar el escurrimiento en el drenaje pluvial y las zanjas que conducen a vías fluviales. De requerirse, notificar a las autoridades estatales y locales. Colocar los recipientes con pérdidas en un área bien ventilada. Neutralizar con cal o bicarbonato sódico. Limpiar los derrames pequeños utilizando un absorbente no inflamable o lavándolos con pequeñas cantidades de agua. Contener los derrames más grandes con diques o absorbentes no inflamables. Limpiar aspirando o barriendo.

Dentro de los Estados Unidos, llamar al Centro Nacional de Respuesta (800-424-8802) y las autoridades estatales y locales apropiadas si la cantidad liberada a lo largo de 24 horas es igual a o mayor que la cantidad notificable que figura a continuación: 100 lbs. del material como está, basado en una cantidad reportable de 100 lbs. para Trimetilamina.

Mantener alejadas a las personas prescindibles; aislar el área de peligro y negar la entrada. Mantenerse viento arriba; evitar las áreas bajas. Evacuar las áreas viento abajo según lo justifiquen las condiciones para evitar la exposición y permitir que los vapores o humos se disipen. Es posible que los derrames expongan a las áreas viento abajo a concentraciones tóxicas o inflamables a lo largo de distancias considerables en algunos casos. Aisle 1,600 metros ó 1 milla en todas las direcciones si un tanque, un vagón de tren, o un camión tanque está envuelto en fuego.

## 7. Manejo y almacenamiento

### Manejo:

Usar con ventilación adecuada. Mantener cerrados los recipientes cuando no están en uso. Abrir los recipientes siempre lentamente para permitir la ventilación de toda presión excedente. No respirar el vapor. Evitar el contacto con los ojos, la piel o la ropa. Lavarse meticulosamente con jabón y agua después del manejo. Descontaminar la ropa sucia meticulosamente antes de volver a usarla. Destruir la ropa de cuero contaminada.

Almacenar en un área bien ventilada a temperaturas de producto por debajo de 38° C (100° F).

Es posible que este producto genere una carga estática. Aterrizar/poner a tierra los equipos al transferir el material para evitar una acumulación estática. En los Estados Unidos, los equipos eléctricos y los circuitos en todo el almacenamiento y el manejo deberán conformarse a los requisitos del Código Eléctrico Nacional (Artículos 500 y 501) para una ubicación peligrosa.

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día  
(921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Trimetilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	90
<b>Número de material:</b>	80090
<b>Fecha de elaboración/revisión:</b>	18/Septiembre/2005

**Almacenamiento:** Mantener todos los recipientes herméticamente cerrados cuando no están en uso. Almacenar fuera de la luz solar directa, sobre un piso impermeable. No almacenar con materiales incompatibles. Ver Sección 10. Estabilidad y reactividad.

## **8. Controles de exposición / Protección personal**

**Controles de ingeniería** Con frecuencia la ventilación general o por dilución es insuficiente como medio único para controlar la exposición de los empleados. Por lo general se prefiere ventilación local.

**Equipos de protección personal** Una regadera y un lavajos de seguridad deben estar fácilmente disponibles. Una solución de ácido acético al 5% (vinagre acuoso) debería estar rápidamente disponible para tratamiento de primeros auxilios de salpicaduras en la piel.

**Protección dérmica:** Usar ropa y guantes impermeables para evitar el contacto. Se recomienda polietileno clorado. Se podrá usar otro material protector, según la situación, si hay datos adecuados sobre la degradación y permeabilidad. Si se usan otras sustancias químicas junto con esta sustancia química, la selección del material deberá basarse en la protección en contra de todas las sustancias químicas presentes.

**Protección ocular/facial:** Usar goggles para salpicaduras químicas cuando hay una posibilidad razonable de contacto con los ojos. Además de los goggles, usar un protector facial si hay una posibilidad razonable de salpicaduras en la cara.

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día  
(921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Trimetilamina, anhidra		
<b>Número de HDSM:</b>	90		
<b>Número de material:</b>	80090		
<b>Fecha de elaboración/revisión:</b>	18/Septiembre/2005		

**Protección respiratoria:** Según el nivel de contaminantes en el lugar de trabajo y los límites de trabajo del respirador, usar un respirador aprobado por NIOSH. El siguiente es el equipo mínimo recomendado para un nivel de exposición ocupacional. Para calcular un nivel de exposición ocupacional ver la Sección 3, Sección 8 y Sección 11.

Para concentraciones >1 y <10 veces el nivel de exposición ocupacional: usar un respirador purificador de aire de cara completa y cartucho(s) de aminas o un respirador de cara completa con canister de aminas o un respirador purificador de aire de potencia de cara completa equipado con cartucho(s) de aminas. El elemento purificador de aire deberá tener un indicador de fin de la vida de servicio, o se deberá establecer un régimen de cambio documentado. De lo contrario, usar suministro de aire.

Para concentraciones mayores a 10 veces el nivel de exposición ocupacional y menores a lo que sea más bajo ó 100 veces el nivel de exposición ocupacional o el IPVS (IDLH): Usar un respirador con suministro de aire de cara completa, tipo C operado en la modalidad de demanda a presión o flujo continuo.

Para concentraciones >100 veces el nivel de exposición ocupacional o mayor que el nivel de IPVS (IDLH) o concentraciones desconocidas (como en emergencias): usar un aparato respiratorio autónomo con máscara completa en la modalidad de demanda a presión o un respirador de cara completa con suministro de aire a presión positiva, tipo C, con un sistema de escape auxiliar de aparato respiratorio autónomo a presión positiva.

Para escape: Usar un aparato respiratorio autónomo con máscara completa o cualquier respirador específicamente aprobado para escapar.

## Guías para la exposición

Componente	No. de CAS	% Por Peso	ACGIH TWA	ACGIH STEL	ACGIH CEILING	OSHA TWA:	OSHA STEL:	OSHA CEILING	Celanese WEL
Trimetilamina	75-50-3	98.5	5 ppm	15 ppm	-	-	-	-	*

Componente	No. de CAS	% Por Peso	STPS PPT	STPS CT	STPS TECHO	Umbral de Olor
Trimetilamina	75-50-3	98.5	-	-	-	0.0001 a 0.9 ppm

Componente	No. de CAS	% Por Peso	IPVS(IDLH) 1990 NIOSH (Reconocido por OSHA)	IPVS(IDLH) 1994 NIOSH
Trimetilamina	75-50-3	98.5	-	-

### Comentarios:

- Límite de exposición en el lugar de trabajo. Celanese ha adoptado los niveles TLV® de ACGIH.
- No se tiene ningún valor de IPVS establecido por la NIOSH.

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día  
(921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>		Trimetilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	90	
<b>Número de material:</b>	80090	
<b>Fecha de elaboración/revisión:</b>	18/Septiembre/2005	

## 9. Propiedades físicas y químicas

<b>Aspecto:</b>	Gas incoloro.
<b>Olor:</b>	Olor fuerte a amoniacó.
<b>Presión de Vapor:</b>	1454 mm Hg @ 21°C
<b>Densidad de Vapor (Aire=1 @ 20°C):</b>	2.0
<b>Temperatura de Ebullición (760 mmHg):</b>	2.8°C (37°F)
<b>Temperatura de Fusión:</b>	-117°C (-179°F)
<b>Solubilidad en Agua @ 20°C:</b>	100 %
<b>Solubilidad en Otros Solventes:</b>	Sin informacion.
<b>Gravedad Específica:</b>	0.636 a 15°C
<b>Peso Molecular:</b>	59.13
<b>Velocidad de Evaporación (Acetato de n-Butilo= 1):</b>	No aplica
<b>Reactividad con agua:</b>	No

## 10. Estabilidad y reactividad

<b>Estabilidad:</b>	Estable si se almacena y manipula bajo las condiciones recomendadas.
<b>Condiciones a evitarse:</b>	Evitar almacenar a temperatura de producto arriba de 52° C ( 126° F). Evite el calor, las llamas, las chispas, y otras fuentes de encendido.
<b>Materiales a evitarse:</b>	Mantener lejos de ácidos, agentes oxidantes, nitritos, cobre, aleaciones de cobre o nitrato de celulosa.
<b>Combustión o productos de descomposición peligrosos:</b>	Productos de descomposición térmica pueden incluir óxidos de nitrógeno y carbono.
<b>Polimerización peligrosa:</b>	No habrá polimerización peligrosa.

<b>Emergencia de transporte:</b>	800 424 9300	En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.
	703 527 3887	Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.
	(921) 211 5048 / 211 5000	En México, 24 hrs/día.
<b>Emergencia de producto:</b>	800 835 5235	Celanese en EE.UU, 24 hrs/día
	(921) 211 5048 / 211 5000	en México, 24 hrs/día.



<b>Nombre del producto:</b>	Trimetilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	90
<b>Número de material:</b>	80090
<b>Fecha de elaboración/revisión:</b>	18/Septiembre/2005

## 11. Información toxicológica

### Información Toxicológica de Componentes

Componente	N,N'-Dimetil metanoamina
------------	--------------------------

**Exposición aguda:**

**DL50 Oral:** 766 mg/kg (dosificado como solución acuosa al 45% en ratas); ligeramente tóxico a animales.

**CL50 Inhalación:** > 5.9 mg/l (ratas, 4 hrs.); ligeramente tóxico a animales. Vapores/aerosoles son severamente irritantes al tracto respiratorio.

**Piel:** Corrosivo a piel de Conejos (dosificado como soluciones acuosas a 45%).

**Ojos:** Corrosivo a ojos de conejo (dosificado como solución acuosa al 45% y concentraciones más altas). Vapores/aerosols son esperados a ser severamente irritantes a los ojos (basado en analogía a otras estructuras relacionadas a las aminas).

**Mutagenicidad:** No mutagénico en pruebas en vivo y en vitro, incluyendo el ensayo de Ames

**Carcinogenicidad:** no hay información disponible.

**Efectos Reproductivos/Desarrollados:** Solamente estudios de calidad limitada conducidos vía rutas (i.p.) no representativas de exposición en el lugar de trabajo fueron disponibles.

Ratones preñados fueron tratados intraperitonealmente (i.p.) con 15, 60, 150 ó 295 mg de Clorhidruro (hydrochloride) de Trimetilamina /kg/día durante los días 1-17 de gestación. Ningún efecto maternal o fetal fue observado a dosis de 15 ó 60 mg/kg/día. A 150 mg/kg/día, fetotoxicidad (disminución del peso corporal) fue observado, pero ningún efecto maternal fue evidente. A 295 mg/kg/día, fetotoxicidad y toxicidad maternal (incluyendo mortalidad) fue observado. En otro estudio, ratones preñados fueron tratados intraperitonealmente (i.p.) con 60, 150, 300 ó 450 mg de Trimetilamina/kg/día durante los días 6-15 de gestación. Ningún efecto maternal o fetal fue observado a dosis de 60 ó 150 mg/kg/día. A 300 mg/kg/día, fetotoxicidad fue observada, pero ningún efecto maternal fue evidente. A 450 mg/kg/día, fetotoxicidad y toxicidad maternal fue observada.

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día  
(921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.



<b>Nombre del producto:</b>	Trimetilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	90
<b>Número de material:</b>	80090
<b>Fecha de elaboración/revisión:</b>	18/Septiembre/2005

**Exposición Repetida:**

Grupos de 10 ratas macho fueron expuestas vía inhalación (vapor) a trimetilamina a concentraciones de 75 ppm, 250 ppm ó 750 ppm por 6 horas/día, 5 días/semana por 2 semanas. Efectos en el tracto respiratorio fueron observados a todos los niveles de dosis.

A 75 ppm, efectos en el tejido nasal fueron notados y a dosis más altas efectos en la nariz, traquea y pulmones fueron observados. Aunque un NOEL (nivel de efecto no observado) para trimetilamina no fue determinado en este estudio, solamente efectos del tejido nasal mínimos fueron observados a 75 ppm y estos fueron reversibles siguiendo un periodo de recuperación de 14 días.

## 12. Información ecológica

### Información Ecológica de Componentes

Componente	N,N'-Dimetil metanoamina
------------	--------------------------

**Ecotoxicidad:**

Presenta baja a moderada toxicidad aguda a especies acuáticas.

Pez (*Oryzias latipes*), CL50 – 48 hr. = 1000 ppm.

Pulga de agua (*Daphnia magna*), CE50 - 48hr. = 139 ppm.

Pulga de agua (*Daphnia magna*), CE50 - 24hr. = 165 ppm.

Alga (*Scenedesmus subspicatus*), CE50 – 96 hr. = 74.2 ppm.

Alga (*Scenedesmus subspicatus*), CE50 – 72 hr. = 98.8 ppm.

Bacteria (*Pseudomonas putida*), CE50 – 17 hr. = 210 ppm.

**Destino Ambiental:**

**Degradación:**

Biodegradable rápidamente a condiciones aeróbicas. El método de lodos activados de MITI indicaron biodegradación de 92% después de 14 días.

Una prueba respirométrica indicó biodegradación >70% después de 8 días. La media vida de degradación fotoquímica atmosférica (basada en reacción con radicales hidroxilo) es estimada a ser de 4 horas.

**Bioacumulación:**

El coeficiente de partición n-octanol/agua logarítmico medido es de 0.245. Esto sugiere bajo potencial a bioacumularse.

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
 703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
 (921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU, 24 hrs/día  
 (921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Trimetilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	90
<b>Número de material:</b>	80090
<b>Fecha de elaboración/revisión:</b>	18/Septiembre/2005

### 13. Consideraciones acerca de la eliminación

Eliminar el material derramado según los reglamentos estatales y locales para los residuos peligrosos. Los métodos recomendados son incineración o tratamiento biológico en un establecimiento de eliminación autorizado federal o estatal. Nótese que esta información se aplica al material según lo fabricado; es posible que el procesamiento, el uso o la contaminación hagan que esta información se vuelva inapropiada, inexacta o incompleta.

Nótese que es posible que esta información sobre el manejo y la eliminación también se aplique a recipientes vacíos, revestimientos y enjuagues. Los reglamentos o restricciones estatales y locales son complejos y pueden ser diferentes a los reglamentos federales. Esta información tiene la intención de ser una ayuda en el manejo y la eliminación correctas; la responsabilidad final por el manejo y la eliminación es del propietario de los residuos. Ver Sección 9 Propiedades físicas y químicas.

Código(s) de residuos peligrosos de EPA: D001, D002

### 14. Información acerca del transporte

#### Departamento de Transportación de USA

<b>Nombre del embarque:</b>	TRIMETILAMINA, ANHIDRA
<b>Clase de Riesgo:</b>	2.1
<b>Número UN/NA:</b>	UN 1083
<b>Cantidad a reportar DOT (RQ):</b>	100 lbs./ 45.4 kg
<b>Guía de Respuesta en emergencia 2004:</b>	118

#### Secretaría de Comunicaciones y Transporte de México

<b>Nombre del embarque:</b>	TRIMETILAMINA, ANHIDRA
<b>Clase de Riesgo:</b>	2.1
<b>Número UN:</b>	1083

#### ICAO/IATA:

<b>Número IATA UN:</b>	UN 1083
<b>Nombre del embarque:</b>	TRIMETILAMINA, ANHIDRA
<b>Clasificación de Riesgo:</b>	2.1 (Gas Inflamable)
<b>Etiqueta:</b>	No determinado. (Cargo Aircraft solamente)

#### IMDG

<b>Emergencia de transporte:</b>	800 424 9300	En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.
	703 527 3887	Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.
	(921) 211 5048 / 211 5000	En México, 24 hrs/día.
<b>Emergencia de producto:</b>	800 835 5235	Celanese en EE.UU, 24 hrs/día
	(921) 211 5048 / 211 5000	en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>	Trimetilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	90
<b>Número de material:</b>	80090
<b>Fecha de elaboración/revisión:</b>	18/Septiembre/2005

<b>Número UN Marítimo Internacional:</b>	UN 1083
<b>Nombre del embarque propio:</b>	TRIMETILAMINA, ANHIDRA
<b>Clase de Riesgo:</b>	2.1 (Gas Inflamable)
<b>Punto de inflamación:</b>	-6.7°C (20°F) (Copa Cerrada)

## Transporte de Canadá

<b>Nombre del embarque propio:</b>	TRIMETILAMINA, ANHIDRA
<b>Clase de Riesgo:</b>	2.1

## Información de tratado

<b>Código B Programado (exportación):</b>	2921.11.0000
<b>Código de Harmonización (importación):</b>	29211100

## 15. Información reglamentaria

### Reglamentos estatales estadounidenses:

Químicos asociados con el producto los cuales estén sujetos a regulaciones estatales del derecho a saber están listados junto el estado(s) donde aplica:

N,N'-Dimetil metanoamina 75-50-3

<b>Pennsylvania</b>	Listado
<b>New York</b>	Listado
<b>New Jersey</b>	Listado
<b>Illinois</b>	Listado
<b>Massachusetts</b>	Listado
<b>Rhode Island</b>	Listado

### REGLAS REGULATORIAS DE U.S.A.

**Inventario TSCA:** Nosotros certificamos que todos los componentes están en el inventario TSCA o califican para una excepción.

### Regulaciones ambientales

N,N'-Dimetil metanoamina 75-50-3

**Sustancia Riesgosa CERCLA** Listado

### SARA 311:

<b>Salud agudo:</b>	Si
<b>Salud crónico:</b>	No
<b>Fuego:</b>	Si
<b>Emisión de presión repentina:</b>	Si

**Emergencia de transporte:** 800 424 9300 En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.  
703 527 3887 Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 En México, 24 hrs/día.

**Emergencia de producto:** 800 835 5235 Celanese en EE.UU., 24 hrs/día.  
(921) 211 5048 / 211 5000 en México, 24 hrs/día.

<b>Nombre del producto:</b>		Trimetilamina, anhidra
<b>Número de HDSM:</b>	90	
<b>Número de material:</b>	80090	
<b>Fecha de elaboración/revisión:</b>	18/Septiembre/2005	
<b>Reactivo:</b>	No	

## REGULACIONES INTERNACIONALES

### Inventarios químicos:

Listado en los inventarios químicos de los siguientes países o calificado para una excepción:

AUSTRALIA, CHINA, CANADA, EUROPA, KOREA, FILIPINAS, JAPON

## 16. Información adicional

<b>Preparado por:</b>	Departamento de Seguridad del Producto de Celanese
<b>Revisado por:</b>	Juan Galen Drury Limón, Especialista de Higiene Industrial de Grupo Celanese, S.A.
<b>Clasificaciones de peligro</b>	Esta información está destinada exclusivamente para el uso de personas capacitadas en los sistemas de NFPA y/o HMIS.
<b>NFPA:</b>	Salud: 3 Fuego: 4 Reactividad: 0
<b>HMIS:</b>	Salud: 3 Fuego: 4 Reactividad: 0

**Revisiones:** Se ha revisado lo siguiente desde la última versión de esta HDSM:

Pie de página: número de información del producto

La información que se encuentra en la presente es precisa a nuestro mejor saber y entender. No sugerimos ni garantizamos que cualesquiera de los peligros que figuran en la presente sean los únicos que existan. Celanese Ltd. no extiende ninguna garantía de ningún tipo, ya sea expresa o implícita, en cuanto al uso seguro de este material en su proceso o en combinación con otras sustancias. Los efectos pueden ser agravados por otros materiales y/o este material puede agravar o añadir a los efectos de otros materiales. Es posible que este material sea liberado de materiales gaseosos, líquidos o sólidos hechos directa o indirectamente de él. El usuario es el único responsable por determinar la conveniencia de los materiales para cualquier uso y forma de uso contemplado. El usuario deberá observar todas las normas de seguridad y salud aplicables. Celanese Ltd. proporciona hojas de datos de seguridad de materiales por Internet como servicio para sus clientes. El hecho de que una persona tenga una HDSM de Internet no indica que tal persona haya comprado o sea usuario del producto en cuestión.

<b>Emergencia de transporte:</b>	800 424 9300	En EE.UU., CHEMTREC 24 hrs/día.
	703 527 3887	Fuera de EE.UU., se aceptan llamadas con cobro revertido, 24 hrs/día.
	(921) 211 5048 / 211 5000	En México, 24 hrs/día.
<b>Emergencia de producto:</b>	800 835 5235	Celanese en EE.UU, 24 hrs/día
	(921) 211 5048 / 211 5000	en México, 24 hrs/día.