

 Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vigencia Milenio	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(99)	

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTORES	DAYANA GABRIELA CASELLES HERRERA
FACULTAD	CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERÍA AMBIENTAL
DIRECTOR	JUAN CARLOS RODRIGUEZ
TÍTULO DE LA TESIS	MODELACIÓN DE DISPERSIÓN DE GASES (O ₂ , CO ₂ , H ₂ O, CH ₄) Y ANÁLISIS AL MATERIAL PARTICULADO (PM10), EN EL RELLENO SANITARIO DEL PARQUE TECNOLÓGICO MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS COMPUTARIZADAS

RESUMEN

EL PROYECTO PERMITIÓ CONOCER LOS MONITOREOS AMBIENTALES QUE LE REALIZAN A LOS CONTAMINANTES EN EL RELLENO SANITARIO DEL PARQUE SUS RESPECTIVAS EMISIONES AL AIRE, VALORANDO ASÍ LA DISPERSIÓN DE LOS GASES (O₂, CO₂, H₂O, CH₄) Y DANDO UN ANÁLISIS AL MATERIAL PARTICULADO (PM10) GENERADOS EN EL MISMO, PARA ASÍ CONTAR CON ESE APOYO TÉCNICO QUE PERMITA ESTIMAR LA CALIDAD DEL AMBIENTE DEL RELLENO SANITARIO.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 94	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:

**MODELACIÓN DE DISPERSIÓN DE GASES (O₂, CO₂, H₂S, CH₄) Y ANÁLISIS AL
MATERIAL PARTICULADO (PM₁₀), EN EL RELLENO SANITARIO DEL PARQUE
MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS COMPUTARIZADAS**

AUTOR:

DAYANA GABRIELA CASELLES HERRERA

**Trabajo de grado en la modalidad de pasantía presentado como requisito para optar al
título de ingeniería ambiental**

Director

JUAN CARLOS RODRIGUEZ

Ingeniero Ambiental

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

INGENIERÍA AMBIENTAL

Ocaña, Colombia

Septiembre, 2018

Índice

Resumen	xii
Introducción	xiii
Capítulo 1. Modelación de dispersión de gases (O₂, CO₂, H₂S, CH₄) y análisis al material de Aguachica, cesar mediante el uso de herramientas computarizadas	1
1.1. Descripción breve de la empresa	1
1.1.1. Misión	2
1.1.2. Visión.....	2
1.1.3. Objetivos de la empresa	2
1.1.4. Descripción de la estructura organizacional	3
1.1.5. Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado.....	4
1.2. Diagnóstico inicial de la dependencia asignada.....	5
1.2.1. Planteamiento del problema.....	6
1.3. Objetivos de la pasantía	8
1.3.1. General.....	8
1.3.2. Específicos	8
1.4. Descripción de las actividades a desarrollar en la misma	9
Capítulo 2. Enfoque referencial	10
2.1. Enfoque conceptual.....	10
2.2. Enfoque Legal	14

Capítulo 3. Informe de cumplimiento del trabajo	18
3.1. Presentación de resultados	18
3.1.1. Recopilar y analizar la información secundaria sobre la generación de gases (O ₂ , CO ₂ , N ₂ Y CH ₄) y material particulado (PM ₁₀) existente en el PTALB	18
3.1.2. Definir los modelos de aplicación para gases (O ₂ , CO ₂ , H ₂ S Y CH ₄)	34
3.1.3. Analizar el comportamiento del material particulado generado en el PTALB	38
3.1.3.1. Graficar el comportamiento del PM ₁₀ generado en el PTALB	38
3.1.3.2. Comparar los resultados con la normatividad actual	39
3.1.4. Diseñar la modelación de dispersión de gases para determinar la calidad del aire del PTALB	40
Capítulo 4. Diagnostico final	53
Capítulo 5. Conclusiones	54
Capítulo 6. Recomendaciones	56
Referencias.....	57

Lista de Figuras

Figura 1. Organigrama de la empresa Aseo Urbano Magdalena medio de Aguachica, Cesar	3
Figura 2. Rosa de los vientos por 24 horas	27

Lista de tablas

Tabla 1. Matriz DOFA de la empresa Aseo Urbano Magdalena Medio de Aguachica, Cesar	5
Tabla 2. Descripción de las actividades a desarrollar durante la pasantía	9
Tabla 3. Ubicación de las chimeneas de extracción.....	29
Tabla 4. Característica de las chimeneas de extracción	30
Tabla 5. Concentración de Gases en Chimeneas.....	30
Tabla 6. Resultados de muestreo de Material Particulado PM10	32
Tabla 7. Peso de los filtros	33
Tabla 8. Resultados del Software Screen View	40

Lista de Fotografías

Fotografía 1. Relleno	19
Fotografía 2. Reconocimiento del Área de Deposición Final de Residuos Sólidos.	19
Fotografía 3. Compactación de los residuos.	20
Fotografía 4. Piscinas de Lixiviado	20
Fotografía 5. Chimeneas de evacuación de gases.	21
Fotografía 6. Pozos de venteo de gases.	21
Fotografía 7. Estación de muestreo de Material Particulado y PST.	23
Fotografía 8. Ubicación Parque Tecnológico Ambiental las Bateas	25
Fotografía 9. Ubicación de las chimeneas en el Relleno Sanitario	29

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Concentración de Material Particulado PM10 comparado con la norma	38
Ilustración 2. Representación Gráfica del Comportamiento de Oxígeno (Chimenea 1)	42
Ilustración 3. Representación Gráfica del Comportamiento de Oxígeno (Chimenea 2)	43
Ilustración 4. Representación Gráfica del Comportamiento del Metano (Chimenea 2).....	44
Ilustración 5. Representación Gráfica del Comportamiento de Oxígeno (Chimenea 3)	45
Ilustración 6. Representación Gráfica del Comportamiento de Dióxido de Carbono (Chimenea 3)	46
Ilustración 7. Representación Gráfica del Comportamiento de Ácido Sulfhídrico (Chimenea 3)	47
Ilustración 8. Representación Gráfica del Comportamiento de Oxígeno (Chimenea 4)	48
Ilustración 9. Representación Gráfica del Comportamiento de Ácido Sulfhídrico (Chimenea 4)	49
Ilustración 10. Representación Gráfica del Comportamiento del Metano (Chimenea 4).....	50
Ilustración 11. Representación Gráfica del Comportamiento de Oxígeno (Chimenea 5)	51
Ilustración 12. Representación Gráfica del Comportamiento del Metano (Chimenea 5).....	52

Apéndices

Apéndice A. Análisis del comportamiento del oxígeno en Chimenea 1	59
Apéndice B. Análisis del comportamiento del oxígeno en Chimenea 2	61
Apéndice C. Análisis del comportamiento del Metano en Chimenea 2.....	64
Apéndice D. Análisis del comportamiento del oxígeno en Chimenea 3	67
Apéndice E. Análisis del comportamiento del Dióxido de Carbono en Chimenea 3	69
Apéndice F. Análisis del comportamiento del Ácido Sulfhídrico en Chimenea 3.....	71
Apéndice G. Análisis del comportamiento del oxígeno en Chimenea 4.....	73
Apéndice H. Análisis del comportamiento del Ácido Sulfhídrico en Chimenea 4.....	76
Apéndice I. Análisis del comportamiento del Metano en Chimenea 4.....	79
Apéndice J. Análisis del comportamiento del oxígeno en Chimenea 5.....	81
Apéndice K. Análisis del comportamiento del Metano en Chimenea 5	83

Resumen

El presente proyecto es el informe final de la pasantía realizada en la empresa de Aseo Urbano S.A.S E.S.P la cuál es una empresa dedicada al barrido, recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos, además de la disposición de residuos peligrosos y especiales.

Para este escrito se evalúa la dispersión ambiental de los gases generados en el relleno sanitario mediante la herramienta Screen View y se analizan los resultados de material particulado durante un periodo de 18 días, esto se alcanzó realizando la identificación y evaluación de los respectivos procesos y los monitoreos que se llevan a cabo para el control de la calidad del aire en el área de influencia; la modelación se aplicó mediante el modelo Screen es cual aplica el modelo Gassiano, modelo que permite conocer la concentraciones de gases a distancias discretas en el área; pudiéndose verificar que el área de influencia es una área que se encuentra en condiciones aceptables y el aire en este sitio es ambientalmente sostenible.

Introducción

El presente estudio es el informe final de las pasantías que tienen como finalidad realizar la modelación de dispersión espacial de gases (O_2 , CO_2 , S_2H , CH_4) y análisis del material particulado (PM10), en el Relleno Sanitario del (PTALB) de Aguachica, Cesar mediante el uso de herramientas computarizadas.

La modelación de gases y material particulado nos permite conocer la distribución de los mismos en un área de estudio, en los cuales se puede describir en qué condiciones se encuentran estos contaminantes a una distancia determinada, para así tener un análisis y un conocimiento claro de cómo se encuentra el estado del medio en que los rodea.

En el Relleno Sanitario de Aguachica Cesar denominado hoy día Parque Tecnológico rminado la dispersión de gases, en el cuál no cuentan con ese apoyo técnico que provee información relevante de la calidad del aire que permite conocer el estado actual del área de influencia; de esta manera obteniendo esta información se puede dar cumplimiento a normas y leyes en las cuales se apoya la empresa para la adecuada disposición final de los residuos sólidos ordinarios.

Para el desarrollo del informe se parte conociendo el área de influencia y cada una de las etapas que se llevan a cabo en el relleno sanitario, para identificar los puntos donde se generan los gases y material particulado, además de conocer cada estudio que desarrollan para el análisis de los mismos.

Luego, se estudian los diferentes modelos de dispersión existentes, para así aplica el modelo más viable que permita conocer la distribución y la concentración de los contaminantes a estudiar en el relleno sanitario.

Seguidamente, se analizaron los resultados del material particulado generado en el relleno sanitario conociéndose así como se comporta este en el área de estudio y en qué condiciones se encuentran en el mismo.

Por último, se desarrolla la modelación de los gases y PM10 en el relleno sanitario, para obtener información relevante de la calidad del aire en el área de influencia.

Capítulo 1. Modelación de dispersión de gases (O₂, CO₂, H₂S, CH₄) y análisis al material particulado (PM₁₀), en el relleno sanitario del parque

el uso de herramientas computarizadas

1.1.Descripción breve de la empresa

Aseo Urbano S.A.S E.S.P inicio operaciones en el municipio de Aguachica el 01 de agosto del 2007, a través de la ejecución del contrato de prestación de servicio No. 009 celebrado con la Empresa de Servicios Públicos cuyo objeto es la prestación del servicio público domiciliario de aseo en el Municipio de Aguachica (Cesar), en los siguientes componentes: a) Recolección y transporte de residuos ordinarios, barrido y limpieza de áreas públicas y disposición Final.

Actualmente el Relleno Sanitario Las Bateas (RSLB) opera como relleno sanitario regional con altos estándares de calidad convirtiéndose no sólo en una alternativa de disposición final de residuos ordinarios para el sur del Cesar sino para algunos municipios de Bolívar y Norte de Santander. Se disponen aproximadamente 120 Ton/día de los residuos sólidos generados en Aguachica, Pelaya, Pailitas, Curumaní, San Alberto, La gloria, Tamalameque, Ayacucho, El Carmen de Chucurí, El Carmen y La Esperanza de Norte de Santander), Río de Oro, San Martín, Ayacucho, Sabana de Torres y El Banco Magdalena.

1.1.1. Misión

Generamos desarrollo y bienestar a la sociedad gestionando soluciones ambientales en agua y residuos.

1.1.2. Visión

Ser el mejor aliado en soluciones ambientales integrales e innovadoras que superen las expectativas de nuestros grupos de interés.

1.1.3. Objetivos de la empresa

Mejorar los márgenes de rentabilidad financiera y económica.

El fomento de la responsabilidad social con los grupos de interés.

Brindar a nuestros clientes servicios con oportunidad, calidad y eficiencia buscando su satisfacción.

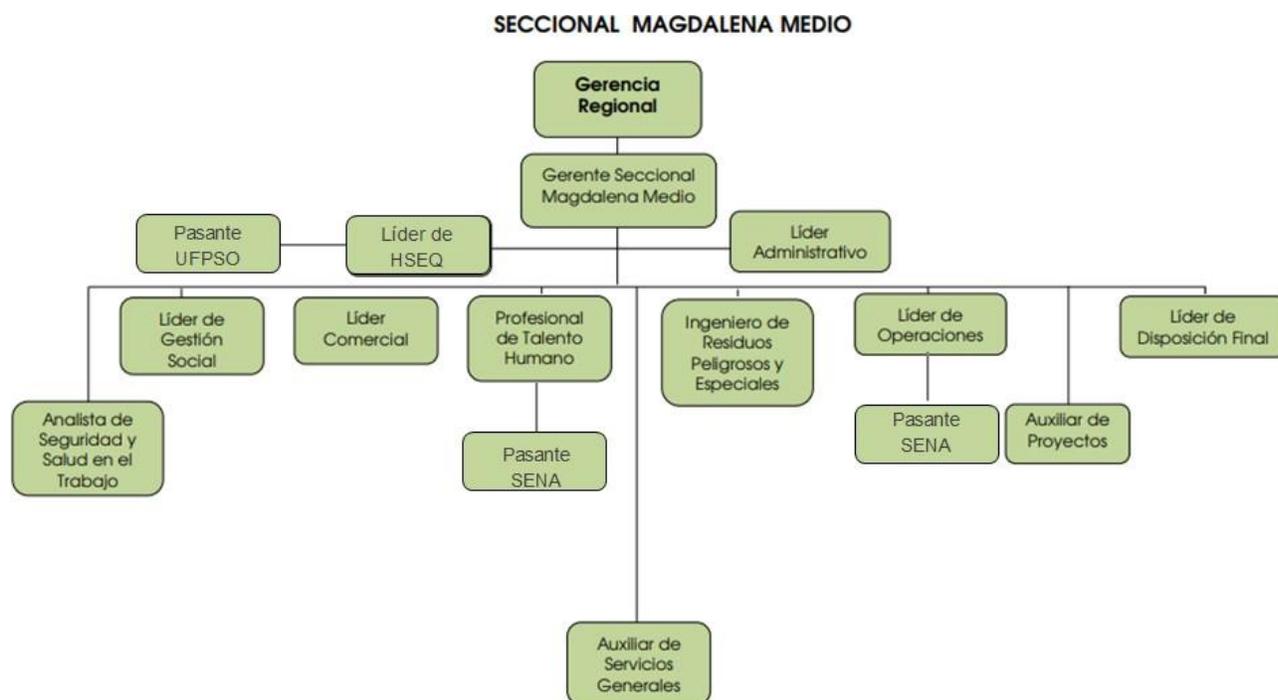
El cumplimiento de los requisitos legales en seguridad, salud ocupacional y ambiente, requisitos de otra índole vigente y aplicable a la organización.

El empleo responsable, racional y técnico de los recursos naturales.

La prevención de los incidentes, las lesiones personales, la enfermedad profesional y el daño a la propiedad.

La reducción del impacto socio-ambiental y la prevención de la contaminación que pudiere generar nuestra operación.

1.1.4. Descripción de la estructura organizacional



A continuación se presenta el organigrama de la empresa ASEO URBANO S.A.S. E.S.P

Figura 1. Organigrama de la empresa Aseo Urbano Magdalena medio de Aguachica, Cesar

1.1.5. Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado

La pasantía se llevara a cabo en el Área del Sistemas de Gestión Integral HSEQ, la cual es la encargada del cumplimiento de los sistemas de gestión en la empresa como los son el sistema de seguridad y salud en el trabajo, sistema de calidad y el sistema de gestión ambiental de la empresa.

La pasantía se desarrollara principalmente apoyando el sistema de gestión ambiental de la empresa, en la cual se llevara un seguimiento y se verificara el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente. Las funciones que se llevan a cabo en esta dependencia son:

Apoyar y ejecutar interventoría y auditorías ambientales de los procesos e instalaciones de la empresa tales como:

Base de operaciones Relleno sanitario

- Zonas de pre tratamiento
- Celdas de seguridad y zonas de biorremediacion.

Apoyar en las actividades y programas del sistema de gestión de empresa Garantizar la participación del recurso humano en los sistemas de gestión ambiental

1.2. Diagnóstico inicial de la dependencia asignada

Para el diagnóstico de la situación actual de la dependencia asignada se dará a conocer por medio de una matriz D.O.F.A (debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas) donde se dará a conocer también ciertas estrategias para la solución de algunas problemáticas que se presenta.

Tabla 1.

Matriz DOFA de la empresa Aseo Urbano Magdalena Medio de Aguachica, Cesar

MATRIZ DOFA	Fortalezas La empresa cuenta con coordenadas definidas de los sitios de generación de gases y material particulado	Debilidades Falta de información de dispersión espacial de gases y material particulado que defina la calidad del aire del área de trabajo
	La empresa Aseo Urbano de Cúcuta cuenta con personal idóneo y recursos para la realización de las actividades	Falta de recursos para la dependencia administrativa sede magdalena medio
	Cuenta con shape del PTALB	La empresa sede magdalena medio no cuenta con el personal preparado para trabajar con shape
Oportunidades Hay apoyo por parte de la empresa para generar la modelación espacial	FO Socializar la información existente en el PTALB	DO Fallas en la apropiación de la información en la empresa
Cumplimiento de las normatividades ambientales	Gestionar nuevas tecnologías que contribuyan a la investigación	Obtener nuevas tecnologías que jugarán un papel fundamental en la investigación y conocimiento
El control y seguimiento realizados por los entes de control fortalece el cumplimiento de la normatividad ambiental	Formular un estudio de pre-factibilidad para la dispersión de gases y material particulado	Ejecución de los planes de mejoramientos que establezcan los entes de control

Nota. La tabla muestra información sobre las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de la empresa

Fuente: Elaboración propia del autor

Amenazas	FO	DO
Desconocimiento de la dispersión de gases en el PTALB	Dar a conocer a la comunidad la calidad del aire del área de trabajo	Gestionar soluciones con los entes municipales y autoridades ambientales para el mejoramiento de la calidad del aire
Presencia de recicladores informales en la celda transitoria de residuos ordinarios	Crear mecanismos para minimizar los asentamientos ilegales (recicladores)	Implementar dentro del diseño del relleno sanitario un sistema de disección espacial de gases y material particulado
Falta de cultura ciudadana respecto al manejo de residuos sólidos desde las fuentes de generación	Implementación de programas de sensibilización ambiental y cultura en manejo de residuos sólidos.	Optimizar la operación final del sitio de disposición final de los residuos sólidos ordinarios

Nota. Continuación tabla 1

1.2.1. Planteamiento del problema

Los rellenos sanitarios son sitios destinados a la disposición final de residuos sólidos, residuos que son generados diariamente por la humanidad, en estas áreas a medida que se da solución a un problema (disposición adecuada de residuos sólidos) genera un gran número de gases y material particulado que son emitidos al aire los cuales deben ser monitoreados y medidos para prevenir el nivel de contaminación.

Cada vez que se toman medidas de mitigación a la contaminación del aire, los científicos diseñan y generan un gran número de tecnologías computarizadas para evaluar el nivel de contaminación del aire en determinadas áreas, un ejemplo a esto son los modelos de dispersión de gases y material particulado, los cuales son utilizados para determinar la calidad del aire donde estos sean aplicados.

a la disposición final de residuos sólidos, residuos peligrosos e hidrocarburos; por el destino que se le da a este sitio se producen emisiones de gases y material particulado, los cuales tienen un control en chimenea y en los puntos que se genera el material particulado, pero a su vez no cuentan con un modelo de dispersión que permita evaluar de manera más exacta la calidad del aire del mismo.

Es por esta razón, que se hace necesario la elaboración de los modelos de gases y material particulado en el PTALB para tener un soporte de información a la toma de decisiones en el desarrollo de las actividades del parque.

1.3.Objetivos de la pasantía

1.3.1. General

Generar la modelación de dispersión de gases (O_2 , CO_2 , S_2H , CH_4) y análisis al material

Aguachica,

Cesar

1.3.2. Específicos

Recopilar y analizar la información secundaria sobre la generación de gases (O_2 , CO_2 , S_2H , CH_4) y material particulado (PM10) existente en el PTALB

Definir los modelos de aplicación para gases (O_2 , CO_2 , S_2H , CH_4)

Analizar el comportamiento del material particulado generado en el PTALB

Diseñar la modelación de gases (O_2 , CO_2 , S_2H , CH_4) para determinar la calidad del aire del PTALB

1.4.Descripción de las actividades a desarrollar en la misma

Tabla 2.

Descripción de las actividades a desarrollar durante la pasantía

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR
<p>Generar la modelación de dispersión de gases (CO, CO₂, S₂H, CH₄) y análisis al material particulado (PM10), en el relleno sanitario del parque tecnológico ambiental (PTALB) de Aguachica, Cesar mediante el uso de herramientas computarizadas</p>	<p>Recopilar y analizar la información secundaria sobre la generación de gases (O₂, CO₂, S₂H, CH₄) material particulado (PM10) existente en el PTALB</p>	<p>Visitar el PTALB</p> <p>Conocer los monitores y controles de gases y material particulado que realizan en el PTALB</p> <p>Obtener los datos de georeferenciación de los gases y material particulado</p>
	<p>Definir los modelos de aplicación para gases (O₂, CO₂, S₂H, CH₄) y material particulado (PM10)</p>	<p>Analizar los tipos de modelos de dispersión existentes</p> <p>Seleccionar los modelos de dispersión más viables para gases y material particulado</p>
	<p>Analizar el comportamiento del material particulado generado en el PTALB</p>	<p>Graficar el comportamiento del PM10 generado en el PTALB</p> <p>Comparar los resultados con la normatividad actual</p>
	<p>Diseñar la modelación de gases (O₂, CO₂, S₂H, CH₄) y material particulado (PM10) para determinar la calidad del aire del PTALB</p>	<p>Aplicar los modelos de dispersión seleccionados</p> <p>Valorar la calidad del aire del PTALB</p>

Nota: La tabla presenta información sobre los objetivos de la pasantía y las actividades para alcanzar estos objetivos.

Fuente: Elaboración propia del autor

Capítulo 2. Enfoque referencial

2.1.Enfoque conceptual

2.1.1. Relleno Sanitario.

Se denomina relleno sanitario al sitio adaptado para la disposición final de residuos ordinarios, lo cual es una técnica en la que se diseña de manera adecuada para enterrar los residuos en el suelo y con el pasar del tiempo estos se descompongan (Ministerio de Salud, 1997); esto se hace con el fin de disminuir los impactos ambientales que produce el gran número de desechos dispuestos al aire libre que sin control la humanidad genera a diario (Cultura del Banco de la Republica, 2017).

2.1.2. Modelación.

Es una representación de un objeto real o ficticio, los cuales requieren el uso de herramientas matemáticas y/o computarizadas para desarrollar la representación de algún sistema en la realidad y su comportamiento (Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano, 2018). Los modelos nos permiten conocer acerca de las estructura y las relaciones de la realidad, para así de una manera más concisa determinar el comportamiento del objeto de estudio (EcuRed, 1996).

2.1.3. Material Particulado.

El material particulado de una mezcla de sustancias líquidas y sólidas las cuales se encuentran en suspensión en el aire (Fundación para la Salud Geoambiental, 2013); el material particulado es un parámetro para definir que en determinado sitio hay contaminación ambiental, debido a que este puede generar problemas en la salud; este se genera por causas naturales o por efectos de procesos o materiales que son generados por la actividad humana (Gutiérrez Pez, Larrota Salamanca, & Niño Pedraza, 2013).

El material particulado es de forma, tamaño y composición variada; este se evalúa en partículas menores a 2,5 micras y partículas menores a 10 micras; siendo las primeras las más diminutas para estudiar y las segundas considerándose un poco más grandes (Arciniegas Suárez, 2011).

2.1.4. Gases atmosféricos.

Los gases atmosféricos son los gases que se pueden encontrar en el aire, unos por su naturaleza (aire, argón, helio, nitrógeno, oxígeno) y otros como subproducto de diferentes procesos químicos (dióxido de carbono) (Albello Linde, S.A.).

La mayoría de los gases se consideran no reactivos o inertes, y son los gases oxidantes, oxígeno y dióxido de carbono que reacciona con facilidad al tener contacto con otros elementos.

Es por esta razón que los procesos industriales tienden a generar el mayor número de reacciones de gases y así alterar la atmosfera (Albello Linde, S.A.).

2.1.5. Dióxido de Carbono (CO₂).

El dióxido de carbono es un gas inodoro e incoloro, que está compuesto por dos átomos de oxígeno y un átomo de carbono; este forma parte de la composición de la troposfera (capa más próxima a la composición de la tierra) y se considera un gas indispensable para la tierra, puesto que es necesario para que las plantas realicen su fotosíntesis (Fundacion para la Salud Geoambiental, 2013).

El CO₂ se genera principal mente por la acción humana, puesto que los humanos al exhalar transfieren este gas, además se estima que este puede ser producido en mayor cantidad por el uso excesivo de combustibles fósiles (carbón, petróleo y derivados) y las quemas con fines agrícolas; este incremento del CO₂ ocasiona alteraciones en el cambio climático (Braga, s.f.).

2.1.6. Monóxido de Carbono (CO).

El CO es un gas tóxico, inodoro, incoloro e insípido, este puede ser soluble en agua, alcohol y benceno, por motivo de la oxidación incompleta del carbono durante el proceso de combustión. Está compuesto por un átomo de carbono unido mediante enlace covalente (con una longitud de 0,1128 nm) a un átomo de oxígeno (CO) (FUNDACION Centro de Recursos Ambientales de Navarra, s.f.).

El CO se puede generar por el mal uso de los productos calefactores como la parrilla de carbón, parrilla a gas, estufas para acampar, estufas a madera, y aquellos productos mal ventilados como las cocinas y estufas a gas, y calentadores de agua; esto puede producir en mayor cantidad este gas alterando las condiciones ambientales que nos rodea y las condiciones a nuestra salud (COOPERATIVE EXTENSION Departamento y Agricultura, 1998).

2.1.7. Gas Metano (CH₄).

El gas metano es un gas incoloro y no toxico, este se produce por la digestión de animales o por las actividades humanas (agricultura); este gas se considera un gas altamente contaminante puesto que cada kilogramo de este calienta en mayor cantidad el planeta. El metano contribuye al calentamiento global en 15%, se genera en gran cantidad que se estima que a finales del siglo XXI este supere las concentraciones del dióxido de carbono en la atmosfera (Fundación Vida Sostenible, 2016).

2.1.8. Nitrógeno (N₂).

Es un elementos químico, este es un gas inoloro, incoloro y de carácter insípido, el nitrógeno compone gran parte del aire, se encuentra en un 78% (Real Academia Española, s.f.).

El nitrógeno es aprovechado normalmente como refrigerante y es de gran utilidad en los proceso de formación del amoniaco, el cual permite crear fertilizantes y explosivos, entre otros productos (Real Academia Española, s.f.).

2.2.Enfoque Legal

Constitución política de Colombia de 1999.

personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano, la ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo, es deber del estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la

naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.

Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistem

Decreto ley 2811 de 1974.

concernientes a:La calidad que debe tener el aire, como elemento indispensable para la salud humana, animal o vegetal; El grado permisible de concentración de sustancias aisladas o en combinación, capaces de causar perjuicios o deterioro en los bienes, en la salud humana, animal

y vegetal; Los métodos más apropiados para impedir y combatir la contaminación atmosférica; La contaminación atmosférica de origen energético, inclusive la producida por aeronaves y demás automotores; Restricciones o prohibiciones a la importación, ensamble, producción o circulación de vehículos y otros medios de transporte que alteren la protección ambiental, en lo relacionado con el control de gases, ruidos y otros factores contaminantes; La circulación de vehículos en lugares donde los efectos de contaminación sean más apreciables; El empleo de métodos adecuados para reducir las emisiones a niveles permisibles; Establecimiento de estaciones o redes de muestreo para localizar las fuentes de contaminación atmosférica y detectar

Decreto 948 de 1995.

artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la

trol de la calidad del aire de alcance general y aplicable en todo el territorio nacional, mediante el cual se establecen las normas y principios generales para la protección atmosférica, los mecanismos de prevención, control y atención de episodios por contaminación del aire, generada por fuentes contaminantes

Resolución 601 del 2006.

de al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, de acuerdo con los numerales 10, 11 y 14 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993, determinar las normas ambientales mínimas y las regulaciones de carácter general aplicables a todas las actividades que puedan producir de manera directa o indirecta daños ambientales y dictar regulaciones de carácter general para controlar y reducir la contaminación atmosférica en el

Resolución 909 del 2008.

mas y estándares de emisión

fuentes fijas por actividades industriales, equipos de combustión externa con calentamiento directo e indirecto, incineradores, instalaciones de combustión con capacidad instalada superior a

Resolución 910 del 2008.

de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91

Resolución 610 del 2010.

al se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de

establecen los niveles máximos permisibles a condiciones de referencia para contaminantes criterio, los cuales se calculan con el promedio geométrico para PST y promedio aritmético para

Resolución 2254 del 2017.

Capítulo 3. Informe de cumplimiento del trabajo

3.1. Presentación de resultados

3.1.1. Recopilar y analizar la información secundaria sobre la generación de gases (O₂, CO₂, N₂ Y CH₄) y material particulado (PM₁₀) existente en el PTALB

Para el alcance de este objetivo se llevó a cabo tres fase, la fase I consiste en conocer los procesos que se desarrollan en el área de Disposición Final, la fase II consiste en conocer cada uno de los monitoreos de gases y material particulado que desarrolla la empresa en el área de Disposición Final para dar tratamiento a los mismos y la fase III fue adquirir la información existente que sirviera de apoyo para la realización del proyecto.

A continuación se explicaran cada fase paso a paso:

FASE I. Conocer los procesos que se desarrollan en el área de Disposición Final

Se realizó una visita al Parque Tecnológico Ambiental La Bateas con el fin de conocer cada uno de los procesos que se desarrollan en el área de disposición final de los residuos ordinarios municipales.



Fotografía 1. Relleno Sanitario del Parque Tecnológico Ambiental “Las Bateas”

Fuente: Suministrado por Aseo Urbano S.A.S E.S.P



Fotografía 2. Reconocimiento del Área de Deposición Final de Residuos Sólidos.

Fuente: Autora de la pasantía

En esta visita se dio a conocer cada una de las etapas que se desarrollan en el área de influencia; identificándose así, que los gases se generan por la descomposición de los residuos ordinarios, además por la combustión de la maquinaria y a la emisión de material particulado producido por las labores de descapote, remoción de tierra y transporte.



Fotografía 3. Compactación de los residuos.

Fuente: Autora de la pasantía



Fotografía 4. Piscinas de Lixiviado

Fuente: Autora de la pasantía

La evacuación de estos gases se da mediante la construcción de pozos de venteo o chimeneas verticales sustentadas en piedra y malla para gavión, a través de los cuales fluye el gas, se separan para que sus zonas de influencia se complementen. Su espaciamiento es máximo de 40 m, de manera que se controlan, al cubrir toda la superficie del vertedero con las áreas de influencia, todos los gases emitidos a la atmosfera minimizando la contaminación. Para estas emisiones no se requiere de permiso de emisiones atmosféricas.



Fotografía 5. Chimeneas de evacuación de gases.

Fuente: Autora de la pasantía



Fotografía 6. Pozos de venteo de gases.

Fuente: Autora de la pasantía

FASE II. Conocer cada uno de los monitoreos de gases y material particulado que desarrolla la empresa en el área de Disposición Final

En el Parque Tecnológico Ambiental las Bateas (PTALB) se realiza cada tres meses un monitoreo de material particulado menor a 10 micras (PM10) y de partículas suspendidas totales (PST); así como también se hace un análisis a los gases en chimeneas para determinar la vulnerabilidad de los mismos.

Para el monitoreo de concentración de gases en chimenea se utiliza un equipo de medición de gases llamado Gas-Pro. El Gas-Pro es un instrumento portátil detector de gases; este detecta cinco gases como son O₂, CO₂, S₂H y CH₄ en un diseño compactado; para este instrumento se utiliza una bomba interna opcional la cual permite la identificación de los gases de estudio (CROWCON Detecting Gas, 06 de Noviembre del 2013).

Para el monitoreo de material particulado menor a 10 micras (PM10), de partículas suspendidas totales (PST) y el análisis de gases en chimenea se instala una estación en la cual se ubica un Gravimétrico por muestreador de alto volumen para medir las concentraciones de PST y un Gravimétrico por muestreador de alto volumen para diámetros aerodinámicos menor o igual a 10 micras para medir las concentraciones de PM10 en el área de influencia; para el análisis de los gases en chimenea se utiliza un analizador instrumental. Además se determina las variables

meteorológicas mediante un Seguimiento con reporte en memoria del monitor de la estación en la cual se toma una muestra continua cada 10 minutos.



Fotografía 7. Estación de muestreo de Material Particulado y PST.

Fuente: Autora de la pasantía

Este seguimiento de la calidad del aire en el área de influencia se ubica por un periodo de 18 días continuos, el cuál es el tiempo pertinente para determinar las concentraciones de gases, material particulado y partículas suspendidas en el área y así poder analizar las condiciones ambientales del relleno sanitario.

Estos monitoreos se realizan con el fin de contrarrestar los impactos ambientales que se pueden generar en el área de disposición final, para tener un mejoramiento continuo de la generación de los gases y material particulado.

FASE III. Adquirir la información existente que sirva de apoyo para la realización del proyecto.

Para la realización del plan de trabajo se consulta diferentes tipos de información, de manera que se adquirió la mayor cantidad de datos y referencias posibles. Para el análisis de gases y material particulado se realizó un análisis de la información teniendo en cuenta el área de influencia:

- Información geográfica del área, Usos del suelo
- Información meteorológica del área de influencia
- Información de las concentraciones de gases y material particulado en el área

A continuación se mostrara un breve resumen de la información requerida, la cual fue suministrada por la Empresa Aseo Urbano S.A.S E.S.P:

INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA, USOS DEL SUELO

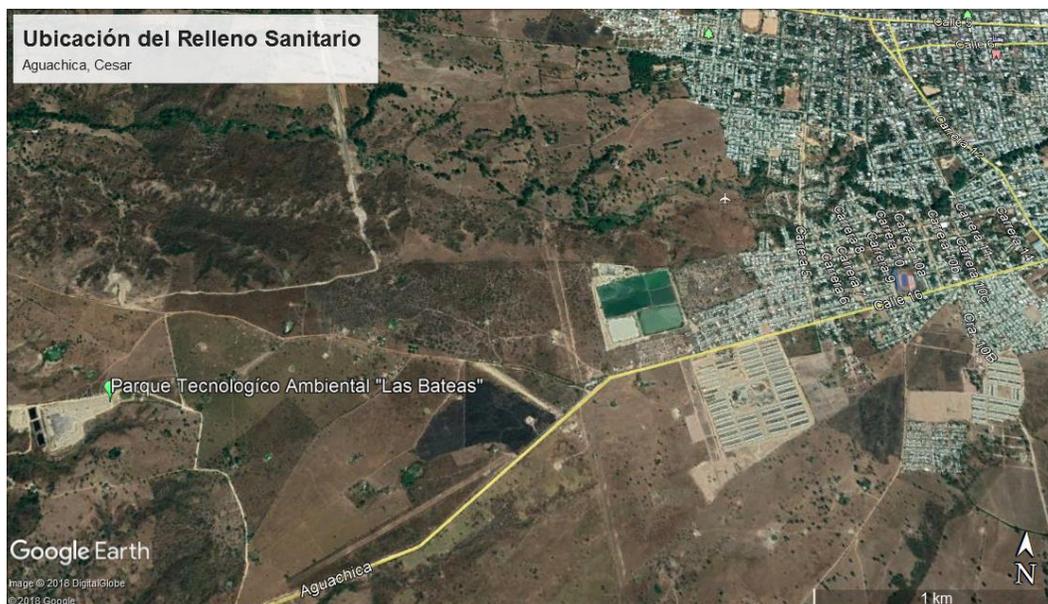
Datos Geográficos

El Parque Tecnológico Ambiental se encuentra ubicado a 5 kilómetros del Municipio de Aguachica sobre la vía que conduce al corregimiento de Puerto Mosquito, según coordenadas

MSNM, este terreno presenta una topografía plana, tiene un área de 77,13 metros cuadrados.

152 MSNM

77,13 m²



Fotografía 8. Ubicación Parque Tecnológico Ambiental las Bateas

Fuente: Imagen de Google Eart

De acuerdo a los estudios geotécnicos el suelo analizado es una arena arcillosa con grava, de color amarillo claro y café claro, con limite líquido que varía entre 25.4% y 29.8%, de baja permeabilidad y con índice de plasticidad inferior al 10%, la capacidad de material de cobertura es alta, estas condiciones nos permite usarlo como material de cobertura en el Parque Tecnológico Ambiental.

Donde se encuentra ubicado el Parque Tecnológico Ambiental es una zona muy seca, por esta razón no se encuentran fuentes de aguas permanentes y superficiales cercanas, que puedan ser contaminadas por la disposición de los residuos sólidos, ya que la fuente hídrica más cercana es el arroyo el palmar que se encuentra a una distancia de 3 kilómetros y la quebrada Buturama que se encuentra ubicada a más de 5 kilómetros.

El Parque Tecnológico Ambiental se localiza en la zona intertropical ecuatorial, con un área de 6 ha, temperatura media de 32°C, y precipitación media anual de 1 835 mm, limita al norte con los municipios de La Gloria (Cesar), por el Este con el municipio de Río de Oro (Cesar), por el sur con San Martín (Cesar) y Puerto Wilches (Santander), por el Oeste con el municipio de Gamarra (Cesar) y puerto Mosquito (Aguachica).

Uso del suelo:

El uso del suelo de Parque Tecnológico Ambiental las Bateas fue suministrada por la empresa Aseo Urbano S.A.S E.S.P, el cual me hace llegar un certificado del uso del suelo; el cual notifica que El predio donde está ubicado el relleno sanitario de propiedad de la empresa Aseo Urbano S.A.S E.S.P, está ubicado en la zona rural del municipio de Aguachica, y se encuentra localizados en la ZONA DE AREAS ESPECIALES R-E PLANTA PROCESADORA

Rec

Aguachica, aprobado mediante acuerdo 025 del 2002.

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Climatología:

La subdivisión más sencilla del clima en el Parque Tecnológico Ambiental Las Bateas se encuentra ligado a el piso térmico cuya distribución es la siguiente: Piso Térmico Cálido, con temperaturas superiores a los 32,0°C y alturas 130 - 150 msnm; la temperatura promedio anual es de 28°C, el mes de más alta temperatura es julio con valores que alcanzan casi los 40,0°C y el de más baja temperatura es octubre con 24,0°C aproximadamente.

Condiciones Meteorológicas

Dirección de los vientos:

En el PTALB predominan los vientos que ingresan por el lado Noroeste, que se dirigen al costado Sureste. La rosa de los vientos indica que el 35,3 % de los mismos fueron de calma, el 48,2 % presentaron velocidades entre 0,5 y 2,1 m/s, el 15,6 % presentaron velocidades entre 2,1 m/s y 3,6 m/s y el 0,9 % presentaron velocidades entre 3,6 m/s y 5,7 m/s.

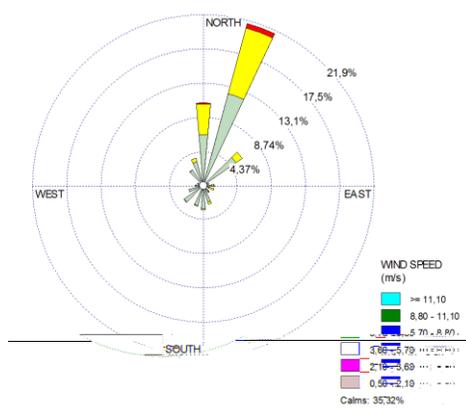


Figura 2. Rosa de los vientos por 24 horas

Temperaturas:

La zona baja se caracteriza por no presentar ningún obstáculo orográfico importante, y por lo tanto la distribución de la temperatura promedio es aproximadamente uniforme, con variaciones mensuales entre 28,2°C y 30,1°C, en general, las temperaturas máximas alcanzan valores entre los 35,8°C y 41,0°C y valores mínimos de 19,1°C.

Precipitaciones:

Las precipitaciones generadas sobre la región plana son de origen conectivo, es decir las masas de aire caliente ubicadas a bajas altitudes son enfriadas al ascender, provocando así la condensación y posteriormente la precipitación. Las precipitaciones de la zona media y alta son de tipo orográfico debido al desplazamiento de la zona de confluencia intertropical trayendo masas de nubes cargadas de vapor de agua que chocan con las barreras geográficas que se encuentran en la parte media de la cordillera oriental. El comportamiento de la precipitación disminuye con la altitud, presentándose un promedio anual que oscila entre los 1250 y 1400 mm/año.

CONCENTRACIONES DE LOS GASES (O₂, CO₂, S₂H, CH₄) Y MATERIAL

PARTICULADO PM10

Gases en Chimenea

Coordenadas:

Tabla 3.

Ubicación de las chimeneas de extracción

N° Sistema	MAGNA-SIRGAS/Colombia Bogota Zone		Geográficas	
	X	Y	N	W
1	1046224,677	1408391,616		
2	1046265,364	1408404,563		
3	1046306,677	1408404,606		
4	1046340,630	1408418,467		
5	1046465,164	1408433,653		

Nota: La tabla presenta la ubicación geográfica de las chimeneas en el relleno sanitario de Aguachica, Cesar



Fotografía 9. Ubicación de las chimeneas en el Relleno Sanitario

Fuente: Google Earth

Características de las chimeneas

Tabla 4.

Característica de las chimeneas de extracción

N° Serie	Altura (m)	Rata de Emisión (gr/seg)	Diámetro (m)	Velocidad de salida de gases (m/seg)	Temperatura de Salida de gases °C
1	9	950,30	0.1016	1,35	42
2	10	950,30	0.1016	1,17	42
3	12	950,30	0.1016	0,98	42
4	12,50	950,30	0.1016	0,95	42
5	13,1	950,30	0.1016	0,86	42

Nota: La tabla presenta información sobre las características que presentan las chimeneas de estudio.

Tabla 5.

Concentración de Gases en Chimeneas

N° Serie	O ₂ (gr/seg)	CO ₂ (gr/seg)	H ₂ S (gr/seg)	CH ₄ (gr/seg)
1	0.00025	0	0	0
2	0.00026	0	0	2,18E-6
3	0.00021	0.05127	2.3E-5	0
4	0.00021	0	1.32E-6	6.18E-7
5	0.00023	0	0	9.31E-7

Nota: La tabla nos muestra la emisión de los gases en las chimeneas en g/s.

Material Particulado PM10:

Para este estudio se instaló una estación de monitoreo durante 18 días con el instrumento Gravimétrico por muestreador de alto volumen para diámetros aerodinámicos menor o igual a 10 micras, esta se situó sobre andamios a una altura de 4 metros.

Los resultados obtenidos en el muestreo de PM10 se pueden revisar en la Tabla 6 y Figura 3; allí se muestran las fechas, el caudal succionado, los diferentes pesos de los filtros y el resultado de las concentraciones.

Tabla 6.*Resultados de muestreo de Material Particulado PM10*

Fecha	Lectura Manométrica ("H2O)		Caudal Real Inicial (m3/min)	Caudal Real Final (m3/min)	Caudal referencia inicial (m3/min)	Caudal referencia Final (m3/min)	Caudal referencia promedio (m3/min)	Filtro N°	Tiempo de muestreo (min.)	Peso filtro (gr.)			Concentración PM10 (µg/m3)
	Inicial	Final								Inicial	Final	Total	
06-abr-18	16,2	18	1,177	1,172	1,149	1,143	1,146	1627	1429	2,542 4	2,565 5	0,023 1	14,5
07-abr-18	16,2	16,3	1,177	1,178	1,149	1,145	1,147	1628	1410	2,542 5	2,597 7	0,055 2	34,6
08-abr-18	15,7	16,2	1,181	1,178	1,147	1,145	1,146	1629	1439	2,580 7	2,624	0,043 3	26,7
09-abr-18	16	16,3	1,179	1,175	1,145	1,151	1,148	1630	1447	2,582 2	2,633 5	0,051 3	31,3
10-abr-18	16,1	17,7	1,176	1,171	1,152	1,148	1,15	1631	1443	2,522 8	2,551	0,028 2	17,4
11-abr-18	17,5	17,3	1,171	1,174	1,146	1,147	1,147	1632	1439	2,510 8	2,526 3	0,015 5	9,8
12-abr-18	17,2	17,5	1,174	1,171	1,149	1,147	1,148	1633	1435	2,542 8	2,585 3	0,042 5	26,2
13-abr-18	17,3	17,5	1,172	1,174	1,148	1,141	1,145	1634	1439	2,511 9	2,542 5	0,030 6	19
16-abr-18	17,2	17,7	1,176	1,173	1,142	1,144	1,143	1636	1402	2,513 8	2,553 3	0,039 5	25,1
17-abr-18	17,4	17,5	1,173	1,174	1,146	1,14	1,143	1637	1415	2,513 8	2,545 5	0,031 7	20
18-abr-18	17,3	17,6	1,176	1,173	1,143	1,142	1,143	1638	1423	2,508 6	2,535 7	0,027 1	17,1
19-abr-18	17,3	17,9	1,174	1,173	1,142	1,138	1,14	1639	1424	2,515 2	2,569 1	0,053 9	33,6
20-abr-18	17,3	17,7	1,176	1,174	1,14	1,139	1,14	1640	1414	2,524 5	2,587 2	0,062 7	39,4
21-abr-18	17,5	17,7	1,174	1,176	1,138	1,136	1,137	1641	1403	2,522 5	2,596 7	0,074 2	46,9

22-abr-18	17,3	17,6	1,178	1,173	1,139	1,143	1,141	1642	1420	2,539 2	2,562 4	0,023 2	14,8
23-abr-18	17,4	17,6	1,173	1,174	1,143	1,138	1,14	1643	1417	2,526 7	2,559 3	0,032 6	20,6
24-abr-18	17,3	17,6	1,176	1,174	1,138	1,138	1,138	1644	1425	2,557 2	2,587 7	0,030 5	19,2

Nota: En la tabla se muestra detalladamente los resultados de muestreo de PM10 durante 18 días de estudio en el Relleno Sanitario

Tabla 7.

Peso de los filtros

Filtro	Peso Filtro (Gramos)			
	N°	Inicial	Final	Diferencia
1626		2.5448	2.5441	-0.0007

Nota: La tabla nos muestra la diferencia del peso de los filtros

3.1.2. Definir los modelos de aplicación para gases (O₂, CO₂, H₂S Y CH₄)

Para definir los modelos de dispersión de gases se tomó como referencia cuál era el modelo menos complejo de desarrollar y cuál tenía más relevancia con lo requerido en el desarrollo del plan de trabajo.

Los modelos de dispersión de la calidad del aire son modelos que usan representaciones matemáticas y numéricas, que sirven para simular los procesos físicos y químicos que afectan a los contaminantes cuando reaccionan y se dispersan en la atmósfera (Manzur, Benzal, & González, 2012).

Para la realización de estos modelos se requiere información como la ubicación geográfica de las fuentes, la concentración de los contaminantes emitidos, y factores meteorológicos tales como la turbulencia atmosférica, velocidad del viento, temperatura y presión atmosférica. Se dice que los datos de salida de los modelos (concentraciones diarias, horarias, etc) varían dependiendo de la complejidad de los modelos empleados (Generalitat de Catalunya, 2016).

Existen diferentes modelos atmosféricos para la evaluación de concentración de contaminantes, estos modelos se diferencian entre sí por su aplicabilidad, los datos que estos mismos requieren y por las limitaciones de cada uno; así como su fundamento matemático; Entre

(Cabrera Fernandez, 2012).

Para la modelación de gases en chimenea se seleccionó el modelo Gaussianos, el cual nos describe la distribución de gases en las condiciones meteorológicas, así como también la distribución de la pluma de emisión desde la fuente a una altura de la chimenea determinada.

Este modelo Gaussiano se aplicó mediante el software Screen View, el cual nos permite estimar las concentraciones de gases desde el nivel del suelo, nos da resultados a distancias discretas o automatizadas con la variación de la emisión para así valorar la dispersión de estos gases (Avilés Flores & Rivera Banegas , 2018).

SCREEN usa un modelo de pluma Gaussiana el cual incorpora factores que estén relacionados a la fuente y factores meteorológicos para calcular la concentración de contaminantes de fuentes continuas (EPA, 2000).

Este modelo asume que el contaminante no experimenta ninguna reacción química, y que ningún otro proceso de remoción (como deposición húmeda o seca) actúa sobre la pluma durante su transporte desde la fuente (EPA, 2000).

El software utiliza la ecuación 1 para determinar la concentración a nivel del suelo basada en el modelo Gaussiano (Ortiz, 2011).

Ecuación 1.- Modelo gaussiano empleado por screen view

$$x = \frac{Q}{2\pi U_s \sigma_y \sigma_z} \left\{ \begin{array}{l} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{Z_r - h_e}{\sigma_z}\right)^2\right] \\ + \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{Z_r + h_e}{\sigma_z}\right)^2\right] \\ + \sum_{N=1}^k \left[\begin{array}{l} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{Z_r - h_e - 2Nz_1}{\sigma_z}\right)^2\right] \\ + \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{Z_r + h_e - 2Nz_1}{\sigma_z}\right)^2\right] \\ + \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{Z_r + h_e + 2Nz_1}{\sigma_z}\right)^2\right] \end{array} \right] \end{array} \right\}$$

Donde:

X = concentración (g/m³)

Q = Tasa de emisión del contaminante (g/s)

U_s = Velocidad del viento a la altura de la chimenea (m/s)

y = Parámetro de dispersión lateral (m)

z = Parámetro de dispersión vertical

Z_r = altura del receptor a nivel del suelo (m)

h_e = Altura de la chimenea (m)

Z₁ = Altura de mezclado (m)

Las variables de entrada al modelo de dispersión Screen View la constituyen variables como:

Tipo de fuente

Coefficiente de emisión

Altura del receptor

Rata de emisión (concentración de gases) (g/s).

Altura de la fuente (m).

Diámetro de la fuente (m).

Velocidad de salida de los gases (m/s).

Temperatura de salida de los gases (°K).

Temperatura ambiente (°K).

Distancias automáticas (m).

Distancias discretas (m).

3.1.3. Analizar el comportamiento del material particulado generado en el PTALB

3.1.3.1. Graficar el comportamiento del PM10 generado en el PTALB

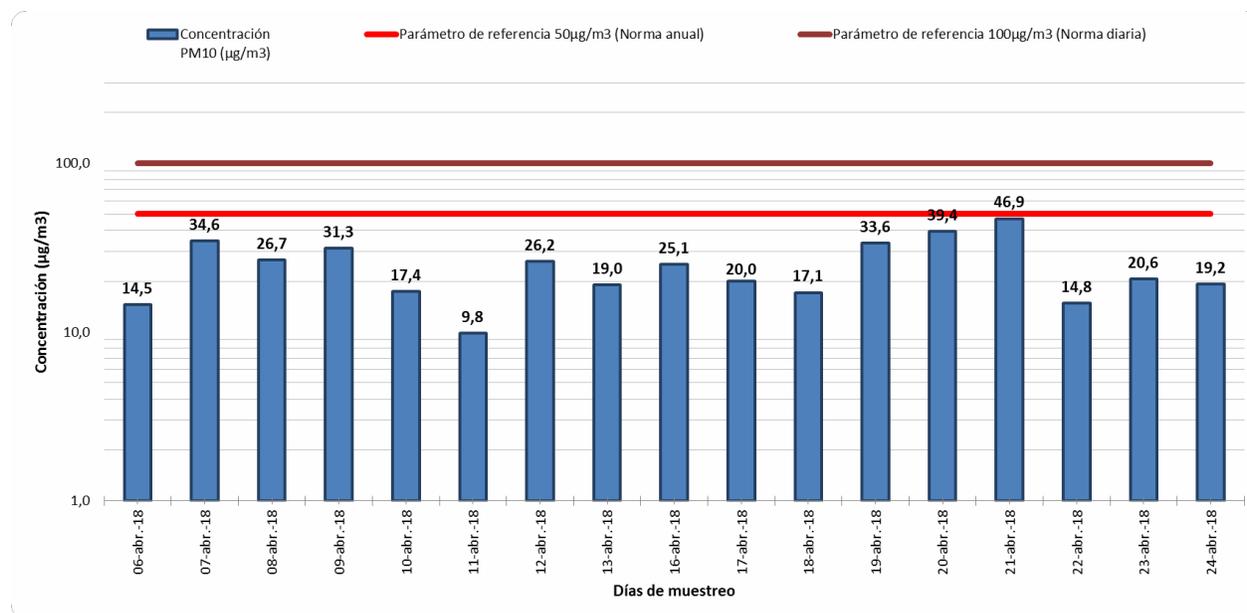


Ilustración 1. Concentración de Material Particulado PM10 comparado con la norma

Análisis: En la gráfica, se puede notar el comportamiento de Material Particulado durante los 18 días de estudio, en el cual se evidencia que el día en el que hubo más concentración de PM10 fue el día 14 con fecha de 21 de abril del 2018, con una concentración de $46,9 \text{ ug/m}^3$, esto es debido a la variada circulación de vehículos en el sitio y el viento que se genera; y el día en que hubo menos concentración de PM10 fue el día 6 con fecha de 11 de abril del 2018, con una emisión de $9,8 \text{ ug/m}^3$.

3.1.3.2. Comparar los resultados con la normatividad actual

De acuerdo a la norma 2254 del 01 de noviembre de 2017, podemos decir que los resultados se encuentran dentro del rango de emisión que es límite máximo permisible anual 50 ug/m^3 y diario 100 ug/m^3 , lo cual indica que en el sitio no se excede el límite máximo permisible por la normatividad ambiental.

3.1.4. Diseñar la modelación de dispersión de gases para determinar la calidad del aire del PTALB

Modelación de gases mediante el Software Screen View

Tabla 8.

Resultados del Software Screen View

N° Serie	Mayor Concentración a Nivel del Suelo (ug/m ³)				Distancia Máxima (m)
	O ₂	CO ₂	H ₂ S	CH ₄	
1	0.3978	0	0	0	88
2	0.3167	0	0	0.26*10 ⁻²	98
3	0.1782	43.52	0.20*10 ⁻¹	0	117
4	0.1641	0	0.10*10 ⁻²	0.48*10 ⁻³	122
5	0.1640	0	0	0.66*10 ⁻³	128

Nota: La tabla muestra los resultados de concentraciones de los gases y la distancia máxima a la que estos se encuentran modelados mediante el Software Screen View.

Podemos observar que la distancia máxima por cada contaminante no varía, en el cuál se le hace un análisis y muestra en que concentración se encuentra cada gas a la distancia máxima; pudiendo verificar que estas distancias varían entre los 80 y los 135 metros.

En el caso del Oxígeno O₂ se puede observar que la mayor concentración se presentó en la chimenea 1 con un valor de 0.3978 ug/m³ a una distancia de 88 y que la menor concentración se presentó en la chimenea número 5 con un valor de 0.1640 ug/m³ a una distancia de 128.

En el caso del Dióxido de Carbono CO_2 se puede notar que este gas se presenta solo en la chimenea número 3 con un valor de 43.52 ug/m^3 a una distancia máxima de 117, lo que indica que el resto de chimeneas se encuentran libres de dióxido de carbono.

En el caso del Ácido Sulfhídrico H_2S Se evidencia que este se presenta solo en la chimenea 4 y 5, presentando el mayor valor en la chimenea 4 de $0.20 \cdot 10^{-1} \text{ ug/m}^3$ a una distancia de 117 y el menor valor de $0.10 \cdot 10^{-2} \text{ ug/m}^3$ a una distancia de 128 en la chimenea 5.

Y por último en el caso del Metano CH_4 se puede evidenciar que este gas se presenta en las chimeneas 2, 4 y 5; con el mayor valor en la chimenea 2 de $0.26 \cdot 10^{-2} \text{ ug/m}^3$ a una distancia de 98 seguida de la chimenea 4 con un valor de $0.48 \cdot 10^{-3} \text{ ug/m}^3$ a una distancia de 122 y por último en la chimenea 5 con un valor de $0.66 \cdot 10^{-3} \text{ ug/m}^3$ a una distancia de 128.

Comportamiento de las concentraciones de gases en el Softwares Screen View

Chimenea 1

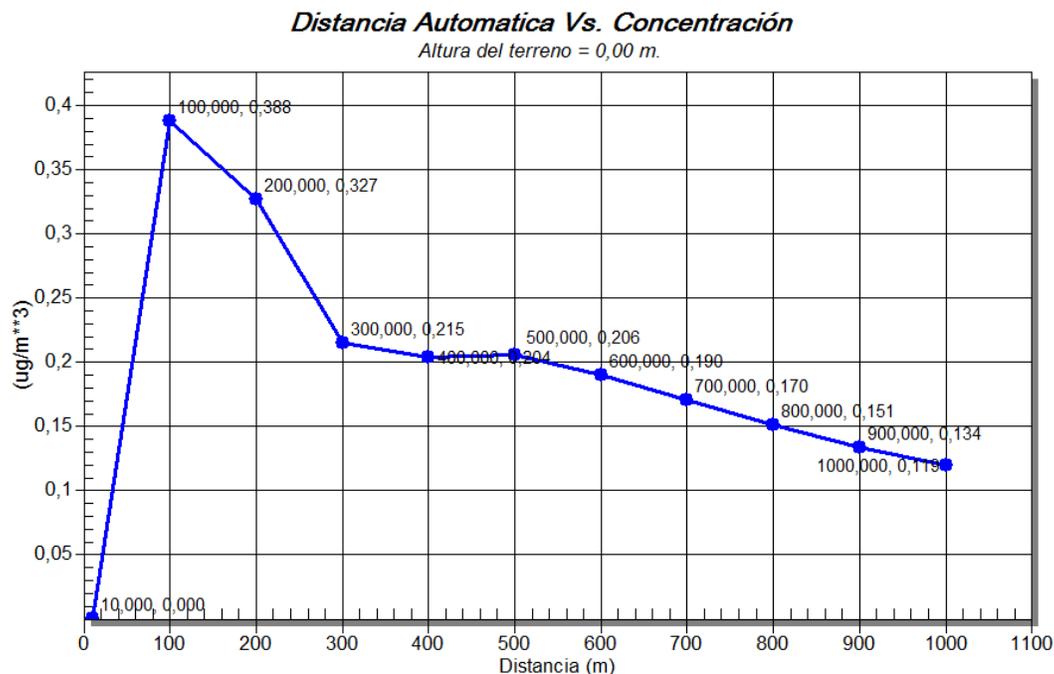


Ilustración 2. Representación Gráfica del Comportamiento de Oxígeno (Chimenea 1)

En la ilustración 2 la cual pertenece a la chimenea 1 se puede observar el comportamiento del Oxígeno a diferentes distancias en el relleno sanitario, observándose que a una distancia de 100 metros el contaminante se encuentra a mayor concentración con un valor de $0,388 \text{ ur/m}^3$ y a medida que este contaminante se va alejando, es decir, a mayor distancia, este va teniendo sus diferentes mezclas en el aire lo cual va disminuyendo su concentración en el mismo, pudiéndose verificar que a una distancia de 1000 metros este se encuentra en valor de $0,113 \text{ ug/m}^3$.

Chimenea 2

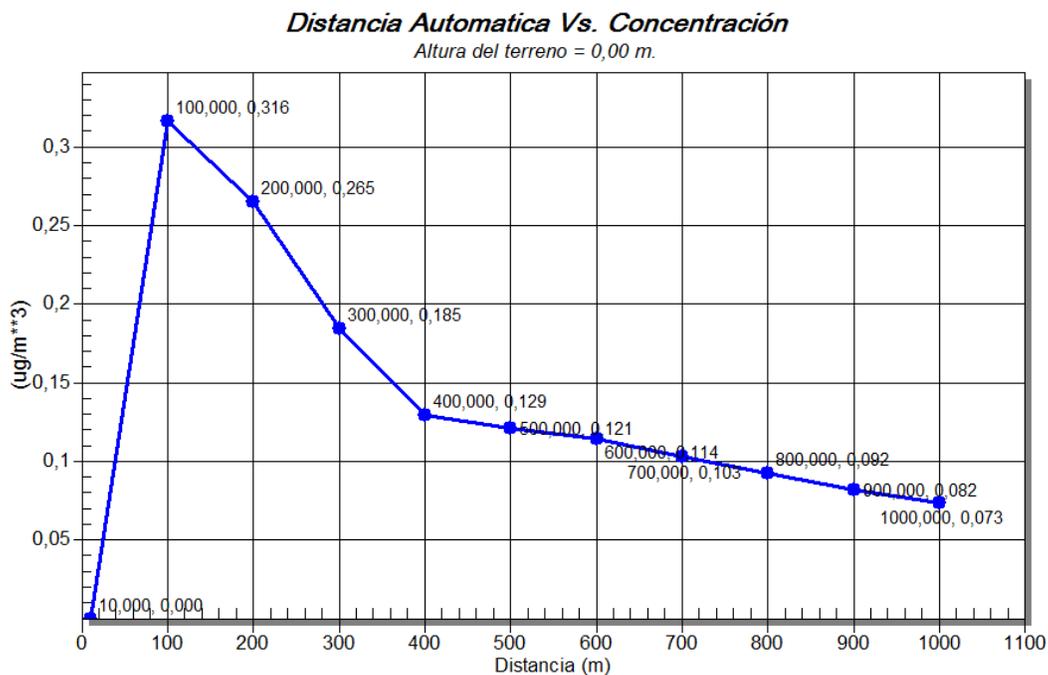


Ilustración 3. Representación Gráfica del Comportamiento de Oxígeno (Chimenea 2)

En la ilustración 3, la cual pertenece a la chimenea 2 se puede observar el comportamiento del Oxígeno a diferentes distancias en el relleno sanitario, observándose que a una distancia de 100 metros el contaminante se encuentra a mayor concentración con un valor de $0,316 \text{ ug/m}^3$ y a medida que este contaminante se va alejando, es decir, a mayor distancia, este va teniendo sus diferentes mezclas en el aire lo cual va disminuyendo su concentración en el mismo, pudiéndose verificar que a una distancia de 1000 metros este se encuentra en valor de $0,073 \cdot 10^{-1} \text{ ug/m}^3$.

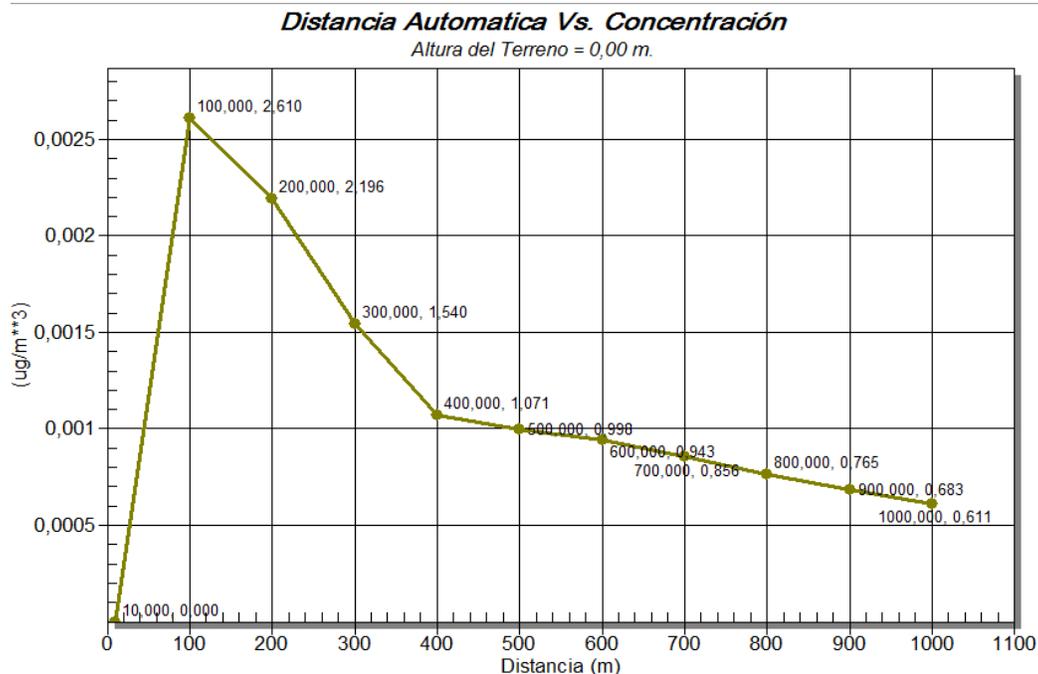


Ilustración 4. Representación Gráfica del Comportamiento del Metano (Chimenea 2)

En la ilustración 4, la cual pertenece a la chimenea 2 se puede observar el comportamiento del Metano a diferentes distancias en el relleno sanitario, observándose que a una distancia de 100 metros el contaminante se encuentra a mayor concentración con un valor de $0,26 \cdot 10^{-2} \text{ ug/m}^3$ y a medida que este contaminante se va alejando, es decir, a mayor distancia, este va teniendo sus diferentes mezclas en el aire lo cual va disminuyendo su concentración en el mismo, pudiéndose verificar que a una distancia de 1000 metros este se encuentra en valor de $0,611 \cdot 10^{-3} \text{ ug/m}^3$.

Chimenea 3

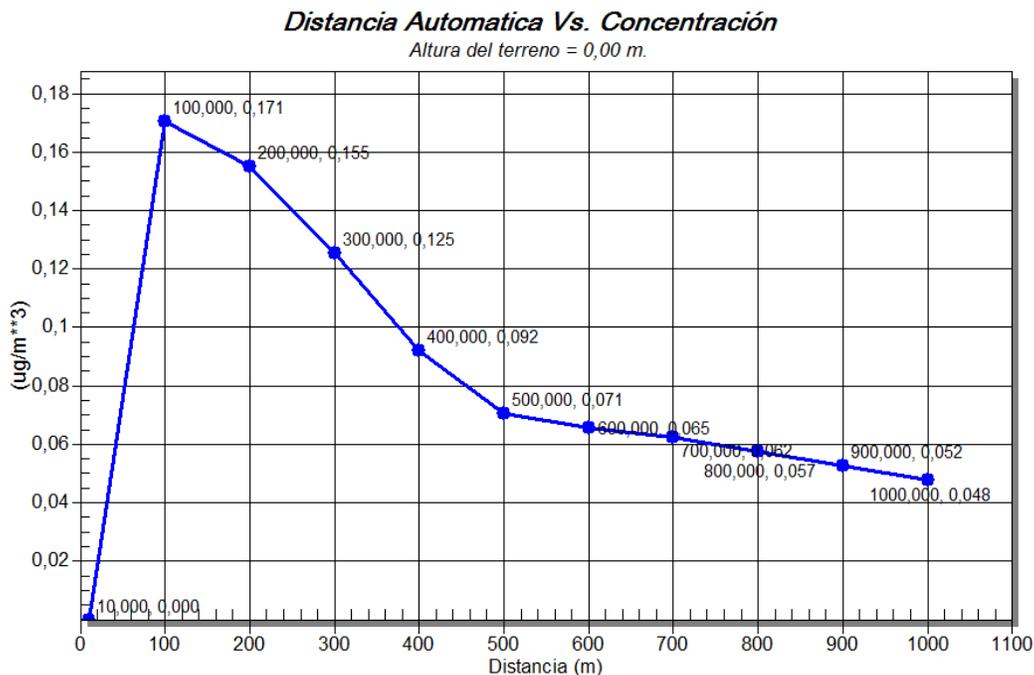


Ilustración 5. Representación Gráfica del Comportamiento de Oxígeno (Chimenea 3)

En la ilustración 5, la cual pertenece a la chimenea 3 se puede observar el comportamiento del Oxígeno a diferentes distancias en el relleno sanitario, observándose que a una distancia de 100 metros el contaminante se encuentra a mayor concentración con un valor de $0,171 \text{ ug/m}^3$ y a medida que este contaminante se va alejando, es decir, a mayor distancia, este va teniendo sus diferentes mezclas en el aire lo cual va disminuyendo su concentración en el mismo, pudiéndose verificar que a una distancia de 1000 metros este se encuentra en valor de $0,048 \text{ ug/m}^3$.

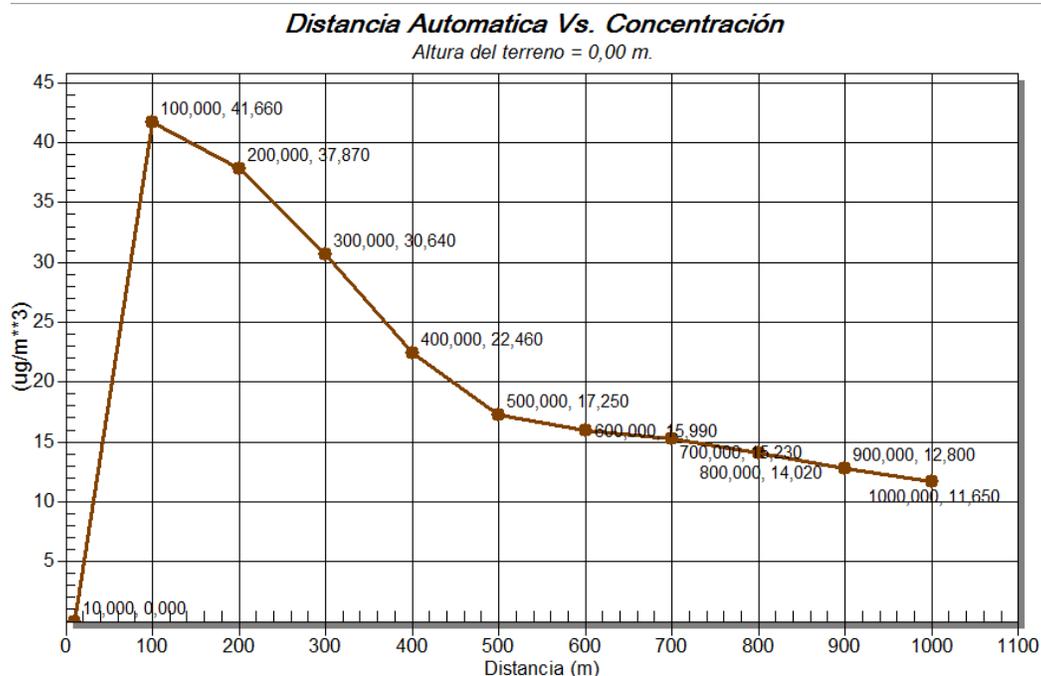


Ilustración 6. Representación Gráfica del Comportamiento de Dióxido de Carbono (Chimenea 3)

En la ilustración 6, la cual pertenece a la chimenea 3 se puede observar el comportamiento del Dióxido de Carbono a diferentes distancias en el relleno sanitario, observándose que a una distancia de 100 metros el contaminante se encuentra a mayor concentración con un valor de 41,668 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y a medida que este contaminante se va alejando, es decir, a mayor distancia, este va teniendo sus diferentes mezclas en el aire lo cual va disminuyendo su concentración en el mismo, pudiéndose verificar que a una distancia de 1000 metros este se encuentra en valor de 11,650 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

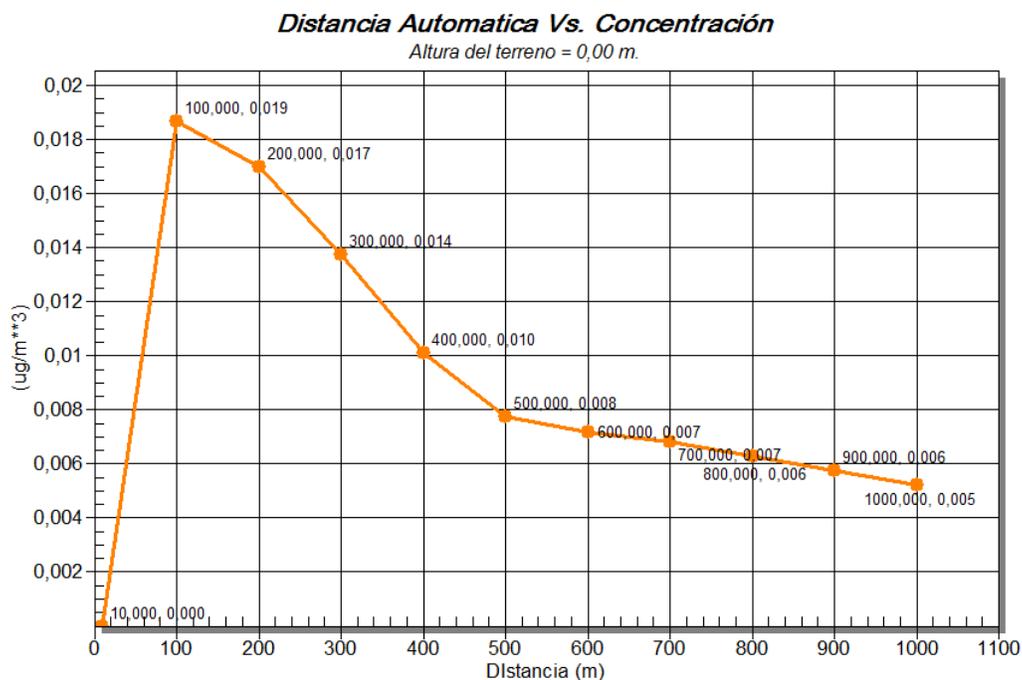


Ilustración 7. Representación Gráfica del Comportamiento de Ácido Sulhídrico (Chimenea 3)

En la ilustración 7, la cual pertenece a la chimenea 3 se puede observar el comportamiento del Ácido Sulhídrico a diferentes distancias en el relleno sanitario, observándose que a una distancia de 100 metros el contaminante se encuentra a mayor concentración con un valor de $0,019 \text{ ug/m}^3$ y a medida que este contaminante se va alejando, es decir, a mayor distancia, este va teniendo sus diferentes mezclas en el aire lo cual va disminuyendo su concentración en el mismo, pudiéndose verificar que a una distancia de 1000 metros este se encuentra en valor de $0,005 \text{ ug/m}^3$.

Chimenea 4

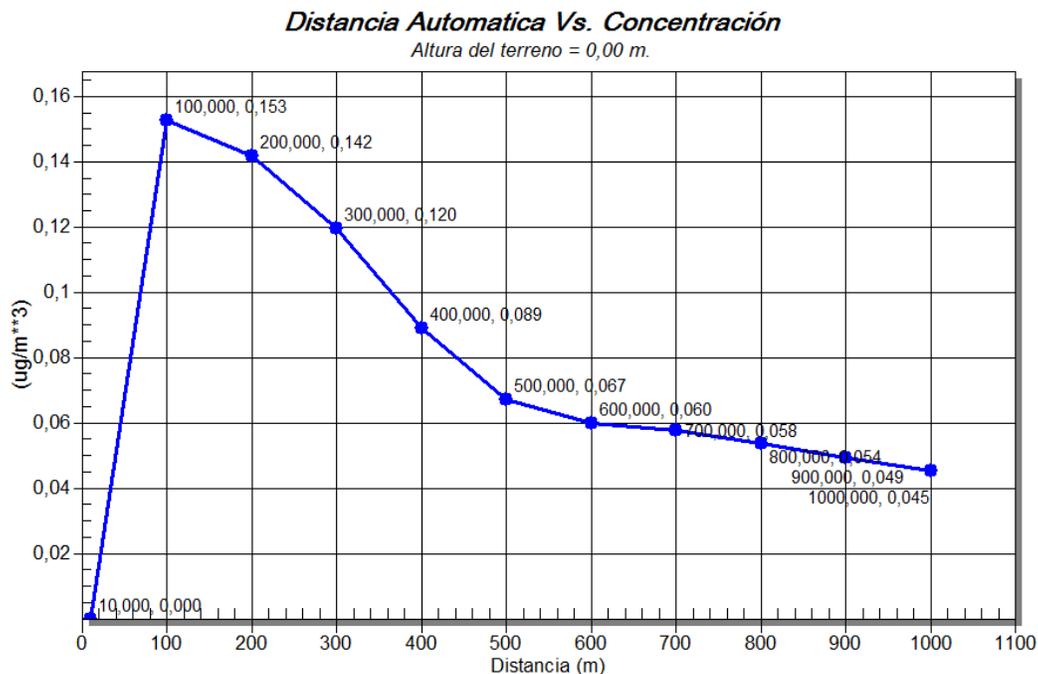


Ilustración 8. Representación Gráfica del Comportamiento de Oxígeno (Chimenea 4)

En la ilustración 8, la cual pertenece a la chimenea 4 se puede observar el comportamiento del Oxígeno a diferentes distancias en el relleno sanitario, observándose que a una distancia de 100 metros el contaminante se encuentra a mayor concentración con un valor de $0,153 \text{ ug/m}^3$ y a medida que este contaminante se va alejando, es decir, a mayor distancia, este va teniendo sus diferentes mezclas en el aire lo cual va disminuyendo su concentración en el mismo, pudiéndose verificar que a una distancia de 1000 metros este se encuentra en valor de $0,045 \text{ ug/m}^3$.

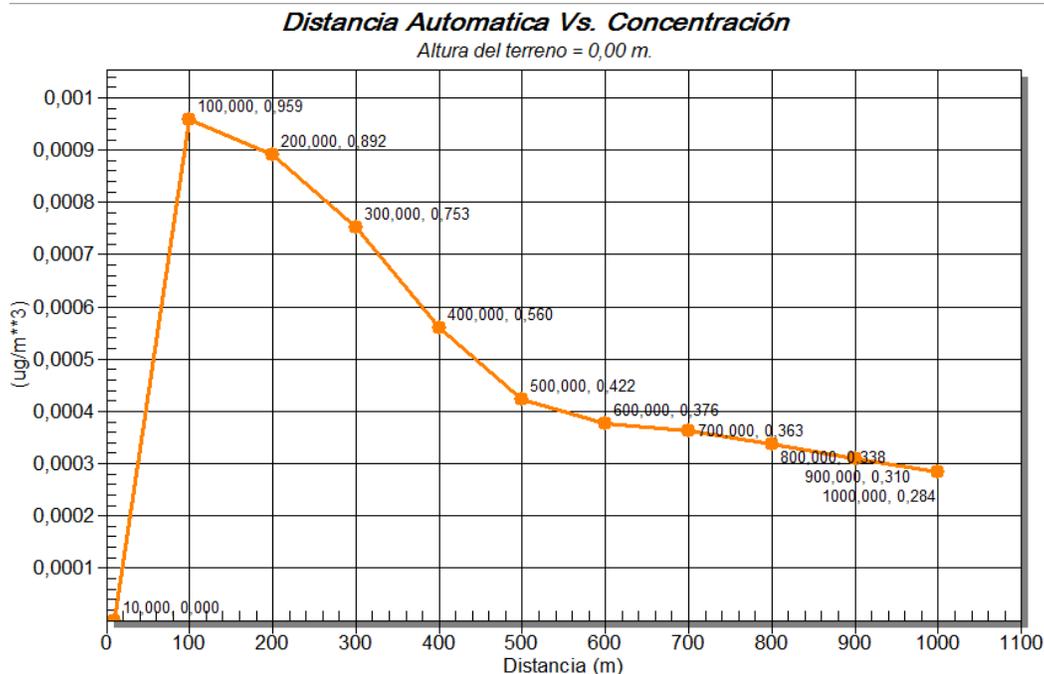


Ilustración 9. Representación Gráfica del Comportamiento de Ácido Sulhídrico (Chimenea 4)

En la ilustración 9, la cual pertenece a la chimenea 4 se puede observar el comportamiento del Ácido Sulhídrico a diferentes distancias en el relleno sanitario, observándose que a una distancia de 100 metros el contaminante se encuentra a mayor concentración con un valor de $0,959 \cdot 10^{-3} \text{ ug/m}^3$ y a medida que este contaminante se va alejando, es decir, a mayor distancia, este va teniendo sus diferentes mezclas en el aire lo cual va disminuyendo su concentración en el mismo, pudiéndose verificar que a una distancia de 1000 metros este se encuentra en valor de $0,284 \cdot 10^{-3} \text{ ug/m}^3$.

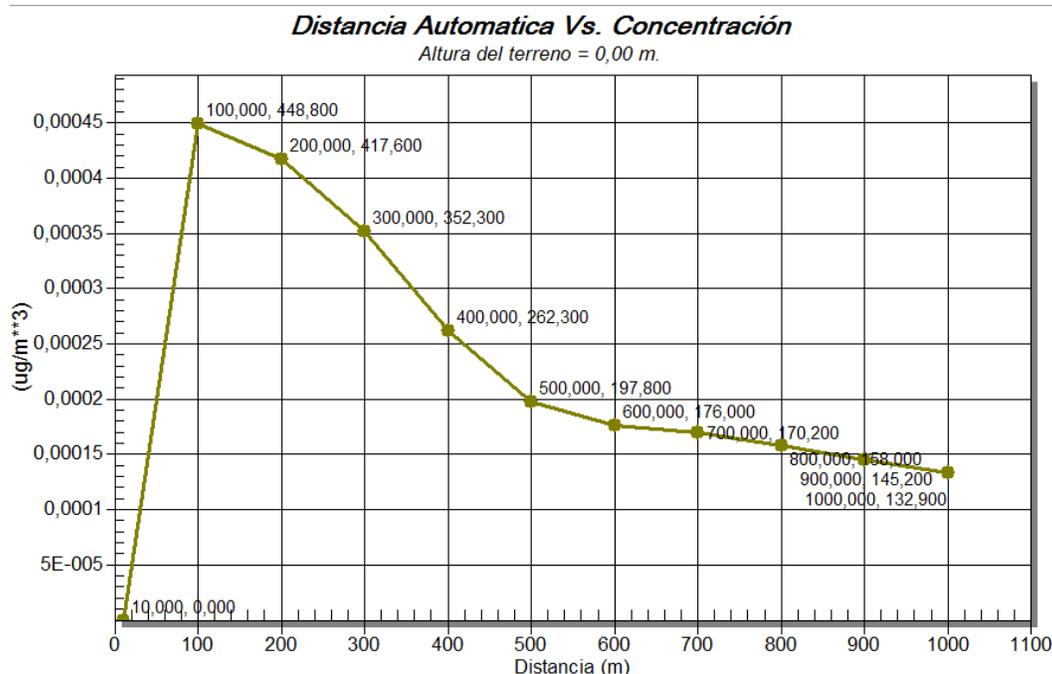


Ilustración 10. Representación Gráfica del Comportamiento del Metano (Chimenea 4)

En la ilustración 10, la cual pertenece a la chimenea 4 se puede observar el comportamiento del Metano a diferentes distancias en el relleno sanitario, observándose que a una distancia de 100 metros el contaminante se encuentra a mayor concentración con un valor de $0,44 \cdot 10^{-3} \text{ ug/m}^3$ y a medida que este contaminante se va alejando, es decir, a mayor distancia, este va teniendo sus diferentes mezclas en el aire lo cual va disminuyendo su concentración en el mismo, pudiéndose verificar que a una distancia de 1000 metros este se encuentra en valor de $0,132 \cdot 10^{-3} \text{ ug/m}^3$.

Chimenea 5

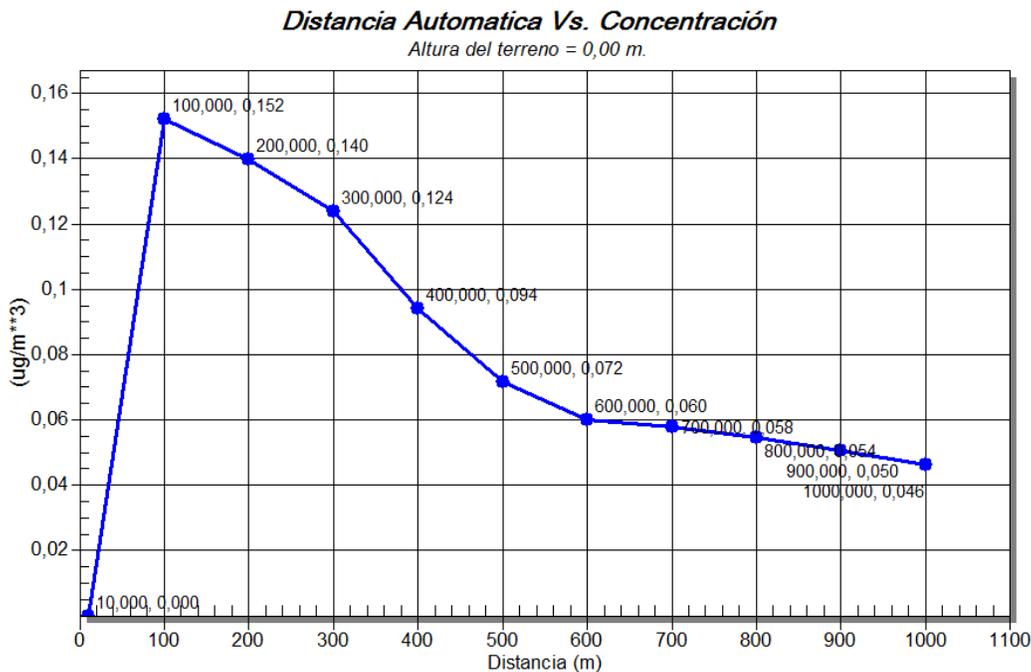


Ilustración 11. Representación Gráfica del Comportamiento de Oxígeno (Chimenea 5)

En la ilustración 11, la cual pertenece a la chimenea 5 se puede observar el comportamiento del Oxígeno a diferentes distancias en el relleno sanitario, observándose que a una distancia de 100 metros el contaminante se encuentra a mayor concentración con un valor de $0,152 \text{ ug/m}^3$ y a medida que este contaminante se va alejando, es decir, a mayor distancia, este va teniendo sus diferentes mezclas en el aire lo cual va disminuyendo su concentración en el mismo, pudiéndose verificar que a una distancia de 1000 metros este se encuentra en valor de $0,046 \text{ ug/m}^3$.

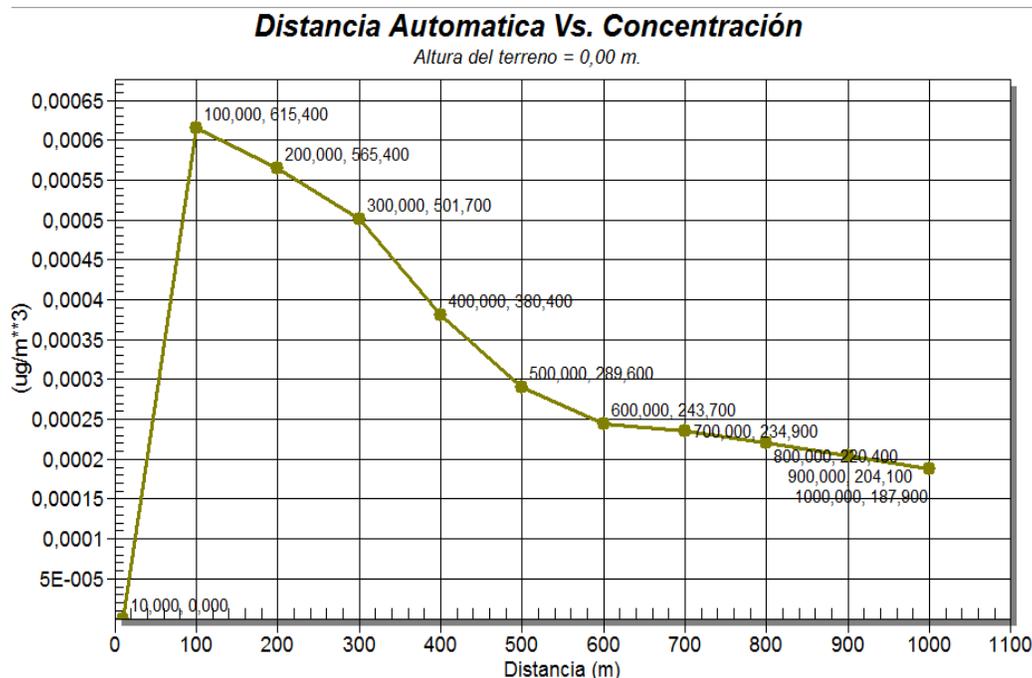


Ilustración 12. Representación Gráfica del Comportamiento del Metano (Chimenea 5)

En la ilustración 12, la cual pertenece a la chimenea 5 se puede observar el comportamiento del Metano a diferentes distancias en el relleno sanitario, observándose que a una distancia de 100 metros el contaminante se encuentra a mayor concentración con un valor de $0,61 \cdot 10^{-3} \text{ ug/m}^3$ y a medida que este contaminante se va alejando, es decir, a mayor distancia, este va teniendo sus diferentes mezclas en el aire lo cual va disminuyendo su concentración en el mismo, pudiéndose verificar que a una distancia de 1000 metros este se encuentra en valor de $0,19 \cdot 10^{-3} \text{ ug/m}^3$.

Capítulo 4. Diagnostico final

Con la realización de la propuesta para la modelación de dispersión de gases (O_2 , CO_2 , H_2S , CH_4) y material particulado (PM (PTALB) de Aguachica, Cesar mediante el uso de herramientas computarizadas, se busca identificar la dispersión de estos contaminantes y a que distancia se encuentra la mayor concentración en el área de influencia.

El aporte como pasante de Ingeniería Ambiental en la empresa Aseo Urbano S.A.S E.S.P fue significativo, puesto que se buscó y aplicó la herramienta computacional de elevación de gases más viable que permitiera conocer el comportamiento de estos en el relleno sanitario; por consiguiente, se presenta una valoración de la calidad del ambiente, pudiéndose determinar que estos gases giran hacia el Sureste y que dependiendo de la velocidad en que estos son arrojados al ambiente se estima la dispersión de los mismo.

Esta investigación se desarrolló con el fin de tener un control de la elevación de estos gases y material particulado para proteger la vida humana; así como también, las condiciones del ambiente natural de Relleno Sanitario.

Capítulo 5. Conclusiones

Durante el desarrollo de esta propuesta investigativa, se pudo conocer los procesos que se realizan en el Relleno Sanitario, llamado hoy día Parque Tecnológico Ambiental las Bateas de Aguachica, Cesar, como también cuales son los monitoreos ambientales que desarrollan en el mismo tanto para cumplir con la normatividad ambiental como para tener un control de la contaminación en el área de influencia, los cuales permitieron determinar qué tan alterado se encuentra el ambiente natural en el área de estudio.

Se seleccionaron los tipos de modelación de dispersión aplicables para gases que permitieran tener un conocimiento del comportamiento de estos gases en el área de influencia, además, se seleccionaron las herramientas computacionales que permitieran representar la elevación de los mismos en el relleno sanitario, donde se aplicó el modelo Gaussiano el cual nos permitió conocer estos gases a una altura de las chimeneas como la concentración de los mismos a mayor distancia.

Podemos señalar que las herramientas computacionales son de gran importancia, debido a que estas nos permiten tener esa representación gráfica de los contaminantes en un área de estudio.

En cuanto al material particulado PM10 las concentraciones no exceden el límite máximo permisible por la norma, lo cual indica que en esta zona la contaminación ambiental de PM10 es

baja, por lo cual la calidad del aire en el área de estudio es buena y no representa un riesgo para la salud humana.

Con la modelación de estos gases utilizando el modelo Screen con la herramienta Screen Vw se conoció la representación de la dispersión de estos gases a unas distancias determinada, concluyéndose que en el área de influencia la concentración de gases es baja, lo que permite aclarar que el ambiente en esa área no se encuentra altamente alterado.

Es de vital importancia mencionar que estos gases y material particulado PM10 son dirigidos hacia el Sureste, tomando direcciones hacia áreas en las cuáles no se trabaja con frecuencia, definiéndose que el área está controlada ambientalmente en las emisiones de gases.

Capítulo 6. Recomendaciones

- Realizar un estudio de Material Particulado PM10 por hora, para desarrollar una modelación espacial diaria que permita conocer cómo cambian estas concentraciones por hora.
- Realizar una modelación espacial de gases y material particulado en Software especializados para tener una representación más precisa con el área de influencia.

Referencias

- Abello Linde, S.A. (s.f.). *www.abellolinde.es*. Obtenido de *www.abellolinde.es*:
http://www.abellolinde.es/es/products_and_supply/gases_atmospheric/index.html
- Arciniegas Suarez, C. A. (12 de Agosto de 2011). *www.scielo.org.co*. Obtenido de *www.scielo.org.co*: <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n34/n34a12.pdf>
- Avilés Flores , D. M., & Rivera Banegas , M. Á. (2018). *DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS POR FUENTES FIJAS DE COMBUSTIÓN DEL PARQUE INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DE CUENCA, MEDIANTE LOS SOFTWARE SCREEN VIEW 3 Y DISPER 5.2*". Cuenca - Ecuador.
- Braga, L. (s.f.). *www.mendoza-conicet.gob.ar*. Obtenido de *www.mendoza-conicet.gob.ar*:
<https://www.mendoza-conicet.gob.ar/portal/enciclopedia/terminos/DioxiCar.htm>
- Cabrera Fernandez, J. (2012). *opac.pucv.cl*. Obtenido de *opac.pucv.cl*:
http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-3000/UCF3110_01.pdf
- COOPERATIVE EXTENSION Depatamento y Agricultura. (1998). *nasdonline.org*. Obtenido de *nasdonline.org*: http://nasdonline.org/static_content/documents/1423/d001223-s.pdf
- CROWCON Detecting Gas. (06 de Noviembre del 2013). *Gas-Pro Manual del Usuario y el Operador*. M07995/spa.
- Cultura del Banco de la Republica. (2017). *www.banrepcultural.org*. Obtenido de *www.banrepcultural.org*:
http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/ciencias/relleno_sanitario
- EcuRed. (1996). *www.ecured.cu*. Obtenido de *www.ecured.cu*:
https://www.ecured.cu/M%C3%A9todo_de_modelaci%C3%B3n
- EPA. (Septiembre de 2000). *www3.epa.gov*. Obtenido de *www3.epa.gov*:
<https://www3.epa.gov/ttnecat1/dir2/scrn3ds.pdf>
- FUndacion Centro de Recursos Ambientales de Navarra. (s.f.). *www.crana.org*. Obtenido de *www.crana.org*: http://www.crana.org/es/contaminacion/mas-informacion_3/monaxido-carbono
- Fundacion para la Salud Geoambiental. (2013). *www.saludgeoambiental.org*. Obtenido de *www.saludgeoambiental.org*: <http://www.saludgeoambiental.org/dioxido-carbono-co2>
- Fundacion para la Slaud Geoambiental. (2013). *www.saludgeoambiental.org*. Obtenido de *www.saludgeoambiental.org*: <http://www.saludgeoambiental.org/material-particulado>
- Fundación Vida Sostenible. (2016). *www.vidasostenible.org*. Obtenido de *www.vidasostenible.org*: <http://www.vidasostenible.org/informes/metano-vacas-y-cambio-climatico/>

- Generalitat de Catalunya. (09 de Noviembre de 2016). *mediambient.gencat.cat*. Obtenido de *mediambient.gencat.cat*:
http://mediambient.gencat.cat/es/05_ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat_de_laيرة/avaluacio/models-de-pronostic-de-qualitat-de-laيرة/
- Gutierrez Pez, Y. A., Larrota Salamanca, Y., & Niño Pedraza, K. A. (29 de Diciembre de 2013). *es.slideshare.net*. Obtenido de *es.slideshare.net*:
<https://es.slideshare.net/yeka2306/material-particulado-salud-ocupacional>
- Manzur, M., Benzal, G., & González, S. (2012). MODELO DE DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS. *COngreso Medio Ambiente/AUGM*, 3-4.
- Ministerio de Salud. (1997). *www.binasss.sa.cr*. Obtenido de *www.binasss.sa.cr*:
<http://www.binasss.sa.cr/poblacion/rellenosanitario.htm>
- Ortiz, A. A. (2011). *repositorio.uta.edu.ec*. Obtenido de *repositorio.uta.edu.ec*:
<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1864/1/BQ.12%20pdf>
- Real Academia Española. (s.f.). *dle.rae.es*. Obtenido de *dle.rae.es*:
<http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=nitr%C3%B3geno>
- Rocha, F. R. (s.f.). *fcorubilarrocha.com*. Obtenido de *fcorubilarrocha.com*:
<https://fcorubilarrocha.com/pagina-de-inicio/sig-y-modelacion-espacial/>
- UEA Geométrica. (s.f.). *sites.google.com*. Obtenido de *sites.google.com*:
<https://sites.google.com/a/inbio.ac.cr/geomatica/modelacion-espacial>
- Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano. (2018). *www.utadeo.edu.co*. Obtenido de *www.utadeo.edu.co*: <https://www.utadeo.edu.co/es/link/maestria-en-modelado-y-simulacion-mms/26106/layout-1/que-es-modelado-y-simulacion-ms>

Apéndices

Apéndice A. Análisis del comportamiento del oxígeno en Chimenea 1

*** SCREEN3 MODEL RUN ***
 *** VERSION DATED 13043 ***

SIMPLE TERRAIN INPUTS:

SOURCE TYPE = POINT
 EMISSION RATE (G/S) = 0.250000E-03
 STACK HEIGHT (M) = 9.0000
 STK INSIDE DIAM (M) = 0.1016
 STK EXIT VELOCITY (M/S) = 1.3500
 STK GAS EXIT TEMP (K) = 315.1500
 AMBIENT AIR TEMP (K) = 305.1500
 RECEPTOR HEIGHT (M) = 0.0000
 URBAN/RURAL OPTION = RURAL
 BUILDING HEIGHT (M) = 0.0000
 MIN HORIZ BLDG DIM (M) = 0.0000
 MAX HORIZ BLDG DIM (M) = 0.0000

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.
 A NON-REGULATORY ANEMOMETER HEIGHT (HANE) OF 4.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = 0.001 M**4/S**3; MOM. FLUX = 0.005 M**4/S**2.

*** FULL METEOROLOGY ***

 *** SCREEN AUTOMATED DISTANCES ***

** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES **

	DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	UHANE (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)
DWASH									
--									
NO	10.	0.6628E-06	1	2.5	2.5	800.0	8.97	3.36	1.58
NO	100.	0.3877	3	1.0	1.0	320.0	9.38	12.46	7.44
NO	200.	0.3272	4	1.0	1.0	320.0	9.38	15.56	8.50
NO	300.	0.2154	4	1.0	1.0	320.0	9.38	22.61	12.09
NO	400.	0.2036	6	1.0	1.0	10000.0	11.54	14.66	7.09
NO	500.	0.2057	6	1.0	1.0	10000.0	11.54	17.98	8.43
NO	600.	0.1904	6	1.0	1.0	10000.0	11.54	21.25	9.71

```

    700.  0.1705      6    1.0    1.0 10000.0  11.54  24.47  10.95
NO
    800.  0.1511      6    1.0    1.0 10000.0  11.54  27.64  12.00
NO
    900.  0.1341      6    1.0    1.0 10000.0  11.54  30.78  13.00
NO
   1000.  0.1195      6    1.0    1.0 10000.0  11.54  33.89  13.97
NO

```

```

MAXIMUM 1-HR CONCENTRATION AT OR BEYOND 10. M:
    88.  0.3978      3    1.0    1.0  320.0   9.38  11.19   6.69
NO

```

```

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

```

```

*****
*** SCREEN DISCRETE DISTANCES ***
*****

```

** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES **

```

    DIST      CONC      UHANE  USTK  MIX HT  PLUME  SIGMA  SIGMA
    (M)      (UG/M**3)  STAB  (M/S) (M/S)  (M)  HT (M)  Y (M)  Z (M)
DWASH
-----
--
    200.    0.3272      4    1.0    1.0  320.0   9.38  15.56   8.50
NO

```

```

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

```

```

*****
*** SUMMARY OF SCREEN MODEL RESULTS ***
*****

```

```

CALCULATION      MAX CONC      DIST TO      TERRAIN
PROCEDURE      (UG/M**3)      MAX (M)      HT (M)
-----
SIMPLE TERRAIN      0.3978      88.      0.

```

```

*****
** REMEMBER TO INCLUDE BACKGROUND CONCENTRATIONS **
*****

```

Apéndice B. Análisis del comportamiento del oxígeno en Chimenea 2

*** SCREEN3 MODEL RUN ***
 *** VERSION DATED 13043 ***

SIMPLE TERRAIN INPUTS:

SOURCE TYPE = POINT
 EMISSION RATE (G/S) = 0.260000E-03
 STACK HEIGHT (M) = 10.0000
 STK INSIDE DIAM (M) = 0.1016
 STK EXIT VELOCITY (M/S) = 1.1700
 STK GAS EXIT TEMP (K) = 315.1500
 AMBIENT AIR TEMP (K) = 305.1500
 RECEPTOR HEIGHT (M) = 0.0000
 URBAN/RURAL OPTION = RURAL
 BUILDING HEIGHT (M) = 0.0000
 MIN HORIZ BLDG DIM (M) = 0.0000
 MAX HORIZ BLDG DIM (M) = 0.0000

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.
 A NON-REGULATORY ANEMOMETER HEIGHT (HANE) OF 4.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = 0.001 M**4/S**3; MOM. FLUX = 0.003 M**4/S**2.

*** FULL METEOROLOGY ***

 *** SCREEN AUTOMATED DISTANCES ***

** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES **

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	UHANE (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)
10.	0.1832E-07	1	2.0	2.1	640.0	9.97	3.36	1.58
100.	0.3161	3	1.0	1.1	320.0	10.24	12.46	7.44
200.	0.2649	4	1.0	1.1	320.0	10.21	15.56	8.50
300.	0.1847	4	1.0	1.1	320.0	10.21	22.61	12.09
400.	0.1291	5	1.0	1.4	10000.0	12.52	22.02	10.84
500.	0.1214	6	1.0	1.7	10000.0	11.91	17.98	8.42
600.	0.1142	6	1.0	1.7	10000.0	11.91	21.24	9.70
700.	0.1033	6	1.0	1.7	10000.0	11.91	24.46	10.95
800.	0.9212E-01	6	1.0	1.7	10000.0	11.91	27.64	11.99

900. 0.8213E-01 6 1.0 1.7 10000.0 11.91 30.78 13.00
 NO
 1000. 0.7344E-01 6 1.0 1.7 10000.0 11.91 33.89 13.97
 NO

MAXIMUM 1-HR CONCENTRATION AT OR BEYOND 10. M:
 97. 0.3167 3 1.0 1.1 320.0 10.24 12.23 7.31
 NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

 *** SCREEN DISCRETE DISTANCES ***

** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES **

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	UHANE (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)
200.	0.2649	4	1.0	1.1	320.0	10.21	15.56	8.50

DWASH

 --
 NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

*** INVERSION BREAK-UP FUMIGATION CALC. ***
 CONC (UG/M**3) = 0.000
 DIST TO MAX (M) = 100.00

DIST TO MAX IS < 2000. M. CONC SET = 0.0

 PLUME HEIGHT IS BELOW TIBL HEIGHT
 FOR DISTANCE TO SHORELINE OF 200.00 M.
 NO SHORELINE FUMIGATION CALCULATION MADE.

 *** SUMMARY OF SCREEN MODEL RESULTS ***

CALCULATION PROCEDURE	MAX CONC (UG/M**3)	DIST TO MAX (M)	TERRAIN HT (M)
SIMPLE TERRAIN	0.3167	97.	0.

** REMEMBER TO INCLUDE BACKGROUND CONCENTRATIONS **

Apéndice C. Análisis del comportamiento del Metano en Chimenea 2

*** SCREEN3 MODEL RUN ***
 *** VERSION DATED 13043 ***

SIMPLE TERRAIN INPUTS:

SOURCE TYPE = POINT
 EMISSION RATE (G/S) = 0.218000E-05
 STACK HEIGHT (M) = 10.0000
 STK INSIDE DIAM (M) = 0.1016
 STK EXIT VELOCITY (M/S) = 1.3500
 STK GAS EXIT TEMP (K) = 315.1500
 AMBIENT AIR TEMP (K) = 305.1500
 RECEPTOR HEIGHT (M) = 0.0000
 URBAN/RURAL OPTION = RURAL
 BUILDING HEIGHT (M) = 0.0000
 MIN HORIZ BLDG DIM (M) = 0.0000
 MAX HORIZ BLDG DIM (M) = 0.0000

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.
 A NON-REGULATORY ANEMOMETER HEIGHT (HANE) OF 4.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = 0.001 M**4/S**3; MOM. FLUX = 0.005 M**4/S**2.

*** FULL METEOROLOGY ***

 *** SCREEN AUTOMATED DISTANCES ***

** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES **

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	UHANE (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)
10.	0.1334E-09	1	2.5	2.7	800.0	9.95	3.36	1.58
100.	0.2610E-02	3	1.0	1.1	320.0	10.32	12.46	7.44
200.	0.2196E-02	4	1.0	1.1	320.0	10.29	15.56	8.50
300.	0.1540E-02	4	1.0	1.1	320.0	10.29	22.61	12.09
400.	0.1071E-02	4	1.0	1.1	320.0	10.29	29.45	15.27
500.	0.9975E-03	6	1.0	1.7	10000.0	12.03	17.98	8.42
600.	0.9428E-03	6	1.0	1.7	10000.0	12.03	21.25	9.71
700.	0.8556E-03	6	1.0	1.7	10000.0	12.03	24.46	10.95
800.	0.7645E-03	6	1.0	1.7	10000.0	12.03	27.64	11.99

900. 0.6827E-03 6 1.0 1.7 10000.0 12.03 30.78 13.00
 NO
 1000. 0.6111E-03 6 1.0 1.7 10000.0 12.03 33.89 13.97
 NO

MAXIMUM 1-HR CONCENTRATION AT OR BEYOND 10. M:
 98. 0.2612E-02 3 1.0 1.1 320.0 10.32 12.35 7.37
 NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

 *** SCREEN DISCRETE DISTANCES ***

** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES **

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	UHANE (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)
200.	0.2196E-02	4	1.0	1.1	320.0	10.29	15.56	8.50

DWASH

 --
 NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

*** INVERSION BREAK-UP FUMIGATION CALC. ***
 CONC (UG/M**3) = 0.000
 DIST TO MAX (M) = 100.00

DIST TO MAX IS < 2000. M. CONC SET = 0.0

 PLUME HEIGHT IS BELOW TIBL HEIGHT
 FOR DISTANCE TO SHORELINE OF 200.00 M.
 NO SHORELINE FUMIGATION CALCULATION MADE.

 *** SUMMARY OF SCREEN MODEL RESULTS ***

CALCULATION PROCEDURE	MAX CONC (UG/M**3)	DIST TO MAX (M)	TERRAIN HT (M)
SIMPLE TERRAIN	0.2612E-02	98.	0.

** REMEMBER TO INCLUDE BACKGROUND CONCENTRATIONS **

Apéndice D. Análisis del comportamiento del oxígeno en Chimenea 3

*** SCREEN3 MODEL RUN ***
 *** VERSION DATED 13043 ***

SIMPLE TERRAIN INPUTS:

SOURCE TYPE = POINT
 EMISSION RATE (G/S) = 0.210000E-03
 STACK HEIGHT (M) = 12.0000
 STK INSIDE DIAM (M) = 0.1016
 STK EXIT VELOCITY (M/S) = 0.9800
 STK GAS EXIT TEMP (K) = 315.1500
 AMBIENT AIR TEMP (K) = 305.1500
 RECEPTOR HEIGHT (M) = 0.0000
 URBAN/RURAL OPTION = RURAL
 BUILDING HEIGHT (M) = 0.0000
 MIN HORIZ BLDG DIM (M) = 0.0000
 MAX HORIZ BLDG DIM (M) = 0.0000

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.
 A NON-REGULATORY ANEMOMETER HEIGHT (HANE) OF 4.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = 0.001 M**4/S**3; MOM. FLUX = 0.002 M**4/S**2.

*** FULL METEOROLOGY ***

 *** SCREEN AUTOMATED DISTANCES ***

** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES **

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	UHANE (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)
10.	0.2921E-11	1	2.0	2.2	640.0	11.93	3.36	1.58
100.	0.1707	3	1.0	1.1	320.0	12.14	12.46	7.44
200.	0.1551	4	1.0	1.2	320.0	12.12	15.56	8.50
300.	0.1255	4	1.0	1.2	320.0	12.12	22.61	12.09
400.	0.9200E-01	4	1.0	1.2	320.0	12.12	29.45	15.27
500.	0.7065E-01	5	1.0	1.5	10000.0	14.28	27.03	12.82
600.	0.6548E-01	6	1.0	1.8	10000.0	13.69	21.24	9.70
700.	0.6239E-01	6	1.0	1.8	10000.0	13.69	24.46	10.94
800.	0.5743E-01	6	1.0	1.8	10000.0	13.69	27.64	11.99

900. 0.5243E-01 6 1.0 1.8 10000.0 13.69 30.78 12.99
 NO
 1000. 0.4774E-01 6 1.0 1.8 10000.0 13.69 33.89 13.96
 NO

MAXIMUM 1-HR CONCENTRATION AT OR BEYOND 10. M:
 117. 0.1782 3 1.0 1.1 320.0 12.14 14.52 8.66
 NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

 *** SCREEN DISCRETE DISTANCES ***

** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES **

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	UHANE (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)
200.	0.1551	4	1.0	1.2	320.0	12.12	15.56	8.50

DWASH

 --
 NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

*** INVERSION BREAK-UP FUMIGATION CALC. ***
 CONC (UG/M**3) = 0.000
 DIST TO MAX (M) = 100.00

DIST TO MAX IS < 2000. M. CONC SET = 0.0

 PLUME HEIGHT IS BELOW TIBL HEIGHT
 FOR DISTANCE TO SHORELINE OF 200.00 M.
 NO SHORELINE FUMIGATION CALCULATION MADE.

 *** SUMMARY OF SCREEN MODEL RESULTS ***

CALCULATION PROCEDURE	MAX CONC (UG/M**3)	DIST TO MAX (M)	TERRAIN HT (M)
SIMPLE TERRAIN	0.1782	117.	0.


```

      800.    14.02        6    1.0    1.8 10000.0    13.69    27.64    11.99
NO
      900.    12.80        6    1.0    1.8 10000.0    13.69    30.78    12.99
NO
     1000.    11.65        6    1.0    1.8 10000.0    13.69    33.89    13.96
NO

```

```

MAXIMUM 1-HR CONCENTRATION AT OR BEYOND    10. M:
      117.    43.52        3    1.0    1.1   320.0    12.14    14.52    8.66
NO

```

```

DWASH=    MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
DWASH=NO  MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
DWASH=HS  MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
DWASH=SS  MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
DWASH=NA  MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

```

```

*****
*** SCREEN DISCRETE DISTANCES ***
*****

```

** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES **

```

      DIST      CONC          UHANE    USTK    MIX HT    PLUME    SIGMA    SIGMA
      (M)      (UG/M**3)    STAB   (M/S)   (M/S)     (M)     HT (M)   Y (M)   Z (M)
DWASH
-----
--
      200.      37.87          4      1.0     1.2     320.0    12.12    15.56    8.50
NO

```

```

DWASH=    MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
DWASH=NO  MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
DWASH=HS  MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
DWASH=SS  MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
DWASH=NA  MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

```

```

*** INVERSION BREAK-UP FUMIGATION CALC. ***
CONC (UG/M**3)    =    0.000
DIST TO MAX (M)   =    100.00

```

DIST TO MAX IS < 2000. M. CONC SET = 0.0

```

***
PLUME HEIGHT IS BELOW TIBL HEIGHT
FOR DISTANCE TO SHORELINE OF 200.00 M.
NO SHORELINE FUMIGATION CALCULATION MADE.
***

```

```

*****
*** SUMMARY OF SCREEN MODEL RESULTS ***
*****

```

```

CALCULATION          MAX CONC          DIST TO          TERRAIN
PROCEDURE            (UG/M**3)        MAX (M)         HT (M)
-----

```

SIMPLE TERRAIN 43.52 117. 0.

 ** REMEMBER TO INCLUDE BACKGROUND CONCENTRATIONS **

Apéndice F. Análisis del comportamiento del Ácido Sulhídrico en Chimenea 3

*** SCREEN3 MODEL RUN ***
 *** VERSION DATED 13043 ***

SIMPLE TERRAIN INPUTS:

SOURCE TYPE = POINT
 EMISSION RATE (G/S) = 0.230000E-04
 STACK HEIGHT (M) = 12.0000
 STK INSIDE DIAM (M) = 0.1016
 STK EXIT VELOCITY (M/S) = 0.9800
 STK GAS EXIT TEMP (K) = 315.1500
 AMBIENT AIR TEMP (K) = 305.1500
 RECEPTOR HEIGHT (M) = 0.0000
 URBAN/RURAL OPTION = RURAL
 BUILDING HEIGHT (M) = 0.0000
 MIN HORIZ BLDG DIM (M) = 0.0000
 MAX HORIZ BLDG DIM (M) = 0.0000

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.
 A NON-REGULATORY ANEMOMETER HEIGHT (HANE) OF 4.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = 0.001 M**4/S**3; MOM. FLUX = 0.002 M**4/S**2.

*** FULL METEOROLOGY ***

 *** SCREEN AUTOMATED DISTANCES ***

** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES **

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	UHANE (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)
10.	0.3199E-12	1	2.0	2.2	640.0	11.93	3.36	1.58
100.	0.1869E-01	3	1.0	1.1	320.0	12.14	12.46	7.44
200.	0.1699E-01	4	1.0	1.2	320.0	12.12	15.56	8.50
300.	0.1374E-01	4	1.0	1.2	320.0	12.12	22.61	12.09
400.	0.1008E-01	4	1.0	1.2	320.0	12.12	29.45	15.27
500.	0.7737E-02	5	1.0	1.5	10000.0	14.28	27.03	12.82
600.	0.7171E-02	6	1.0	1.8	10000.0	13.69	21.24	9.70

NO	700.	0.6833E-02	6	1.0	1.8	10000.0	13.69	24.46	10.94
NO	800.	0.6290E-02	6	1.0	1.8	10000.0	13.69	27.64	11.99
NO	900.	0.5742E-02	6	1.0	1.8	10000.0	13.69	30.78	12.99
NO	1000.	0.5228E-02	6	1.0	1.8	10000.0	13.69	33.89	13.96

MAXIMUM 1-HR CONCENTRATION AT OR BEYOND 10. M:
 NO 117. 0.1952E-01 3 1.0 1.1 320.0 12.14 14.52 8.66

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

 *** SCREEN DISCRETE DISTANCES ***

** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES **

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	UHANE (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)
200.	0.1699E-01	4	1.0	1.2	320.0	12.12	15.56	8.50

NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

*** INVERSION BREAK-UP FUMIGATION CALC. ***
 CONC (UG/M**3) = 0.000
 DIST TO MAX (M) = 100.00

DIST TO MAX IS < 2000. M. CONC SET = 0.0

 PLUME HEIGHT IS BELOW TIBL HEIGHT
 FOR DISTANCE TO SHORELINE OF 200.00 M.
 NO SHORELINE FUMIGATION CALCULATION MADE.

 *** SUMMARY OF SCREEN MODEL RESULTS ***

CALCULATION MAX CONC DIST TO TERRAIN

NO	600.	0.5980E-01	6	1.0	1.9	10000.0	14.15	21.24	9.70
NO	700.	0.5782E-01	6	1.0	1.9	10000.0	14.15	24.46	10.94
NO	800.	0.5370E-01	6	1.0	1.9	10000.0	14.15	27.64	11.99
NO	900.	0.4935E-01	6	1.0	1.9	10000.0	14.15	30.78	12.99
NO	1000.	0.4517E-01	6	1.0	1.9	10000.0	14.15	33.89	13.96

MAXIMUM 1-HR CONCENTRATION AT OR BEYOND 10. M:
 122. 0.1641 3 1.0 1.1 320.0 12.63 15.09 8.99
 NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

 *** SCREEN DISCRETE DISTANCES ***

** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES **

DWASH	DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	UHANE (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)
NO	200.	0.1419	4	1.0	1.2	320.0	12.60	15.56	8.50

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

*** INVERSION BREAK-UP FUMIGATION CALC. ***
 CONC (UG/M**3) = 0.000
 DIST TO MAX (M) = 100.00

DIST TO MAX IS < 2000. M. CONC SET = 0.0

PLUME HEIGHT IS BELOW TIBL HEIGHT
 FOR DISTANCE TO SHORELINE OF 200.00 M.
 NO SHORELINE FUMIGATION CALCULATION MADE.

 *** SUMMARY OF SCREEN MODEL RESULTS ***

CALCULATION PROCEDURE	MAX CONC (UG/M**3)	DIST TO MAX (M)	TERRAIN HT (M)
----- SIMPLE TERRAIN	----- 0.1641	----- 122.	----- 0.

** REMEMBER TO INCLUDE BACKGROUND CONCENTRATIONS **

Apéndice H. Análisis del comportamiento del Ácido Sulhídrico en Chimenea 4

*** SCREEN3 MODEL RUN ***
 *** VERSION DATED 13043 ***

SIMPLE TERRAIN INPUTS:

SOURCE TYPE = POINT
 EMISSION RATE (G/S) = 0.132000E-05
 STACK HEIGHT (M) = 12.5000
 STK INSIDE DIAM (M) = 0.1016
 STK EXIT VELOCITY (M/S) = 0.9500
 STK GAS EXIT TEMP (K) = 315.1500
 AMBIENT AIR TEMP (K) = 305.1500
 RECEPTOR HEIGHT (M) = 0.0000
 URBAN/RURAL OPTION = RURAL
 BUILDING HEIGHT (M) = 0.0000
 MIN HORIZ BLDG DIM (M) = 0.0000
 MAX HORIZ BLDG DIM (M) = 0.0000

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.
 A NON-REGULATORY ANEMOMETER HEIGHT (HANE) OF 4.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = 0.001 M**4/S**3; MOM. FLUX = 0.002 M**4/S**2.

*** FULL METEOROLOGY ***

 *** SCREEN AUTOMATED DISTANCES ***

** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES **

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	UHANE (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)
10.	0.1681E-14	1	2.0	2.2	640.0	12.42	3.36	1.58
100.	0.9586E-03	3	1.0	1.1	320.0	12.63	12.46	7.44
200.	0.8919E-03	4	1.0	1.2	320.0	12.60	15.56	8.50
300.	0.7525E-03	4	1.0	1.2	320.0	12.60	22.61	12.09
400.	0.5602E-03	4	1.0	1.2	320.0	12.60	29.45	15.27
500.	0.4224E-03	4	1.0	1.2	320.0	12.60	36.15	18.30
600.	0.3759E-03	6	1.0	1.9	10000.0	14.15	21.24	9.70
700.	0.3634E-03	6	1.0	1.9	10000.0	14.15	24.46	10.94
800.	0.3376E-03	6	1.0	1.9	10000.0	14.15	27.64	11.99

900. 0.3102E-03 6 1.0 1.9 10000.0 14.15 30.78 12.99
 NO
 1000. 0.2839E-03 6 1.0 1.9 10000.0 14.15 33.89 13.96
 NO

MAXIMUM 1-HR CONCENTRATION AT OR BEYOND 10. M:
 122. 0.1031E-02 3 1.0 1.1 320.0 12.63 15.09 8.99
 NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

 *** SCREEN DISCRETE DISTANCES ***

** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES **

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	UHANE (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)
200.	0.8919E-03	4	1.0	1.2	320.0	12.60	15.56	8.50

DWASH

 --
 NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

*** INVERSION BREAK-UP FUMIGATION CALC. ***
 CONC (UG/M**3) = 0.000
 DIST TO MAX (M) = 100.00

DIST TO MAX IS < 2000. M. CONC SET = 0.0

 PLUME HEIGHT IS BELOW TIBL HEIGHT
 FOR DISTANCE TO SHORELINE OF 200.00 M.
 NO SHORELINE FUMIGATION CALCULATION MADE.

 *** SUMMARY OF SCREEN MODEL RESULTS ***

CALCULATION PROCEDURE	MAX CONC (UG/M**3)	DIST TO MAX (M)	TERRAIN HT (M)
SIMPLE TERRAIN	0.1031E-02	122.	0.

** REMEMBER TO INCLUDE BACKGROUND CONCENTRATIONS **

Apéndice I. Análisis del comportamiento del Metano en Chimenea 4

*** SCREEN3 MODEL RUN ***
 *** VERSION DATED 13043 ***

SIMPLE TERRAIN INPUTS:

SOURCE TYPE = POINT
 EMISSION RATE (G/S) = 0.618000E-06
 STACK HEIGHT (M) = 12.5000
 STK INSIDE DIAM (M) = 0.1016
 STK EXIT VELOCITY (M/S) = 0.9500
 STK GAS EXIT TEMP (K) = 315.1500
 AMBIENT AIR TEMP (K) = 305.1500
 RECEPTOR HEIGHT (M) = 0.0000
 URBAN/RURAL OPTION = RURAL
 BUILDING HEIGHT (M) = 0.0000
 MIN HORIZ BLDG DIM (M) = 0.0000
 MAX HORIZ BLDG DIM (M) = 0.0000

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.
 A NON-REGULATORY ANEMOMETER HEIGHT (HANE) OF 4.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = 0.001 M**4/S**3; MOM. FLUX = 0.002 M**4/S**2.

*** FULL METEOROLOGY ***

 *** SCREEN AUTOMATED DISTANCES ***

** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES **

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	UHANE (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)
10.	0.7870E-15	1	2.0	2.2	640.0	12.42	3.36	1.58
100.	0.4488E-03	3	1.0	1.1	320.0	12.63	12.46	7.44
200.	0.4176E-03	4	1.0	1.2	320.0	12.60	15.56	8.50
300.	0.3523E-03	4	1.0	1.2	320.0	12.60	22.61	12.09
400.	0.2623E-03	4	1.0	1.2	320.0	12.60	29.45	15.27
500.	0.1978E-03	4	1.0	1.2	320.0	12.60	36.15	18.30
600.	0.1760E-03	6	1.0	1.9	10000.0	14.15	21.24	9.70
700.	0.1702E-03	6	1.0	1.9	10000.0	14.15	24.46	10.94
800.	0.1580E-03	6	1.0	1.9	10000.0	14.15	27.64	11.99

900. 0.1452E-03 6 1.0 1.9 10000.0 14.15 30.78 12.99
 NO
 1000. 0.1329E-03 6 1.0 1.9 10000.0 14.15 33.89 13.96
 NO

MAXIMUM 1-HR CONCENTRATION AT OR BEYOND 10. M:
 122. 0.4829E-03 3 1.0 1.1 320.0 12.63 15.09 8.99
 NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

 *** SCREEN DISCRETE DISTANCES ***

** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES **

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	UHANE (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)
200.	0.4176E-03	4	1.0	1.2	320.0	12.60	15.56	8.50

DWASH

 --
 NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

*** INVERSION BREAK-UP FUMIGATION CALC. ***
 CONC (UG/M**3) = 0.000
 DIST TO MAX (M) = 100.00

DIST TO MAX IS < 2000. M. CONC SET = 0.0

 PLUME HEIGHT IS BELOW TIBL HEIGHT
 FOR DISTANCE TO SHORELINE OF 200.00 M.
 NO SHORELINE FUMIGATION CALCULATION MADE.

 *** SUMMARY OF SCREEN MODEL RESULTS ***

CALCULATION PROCEDURE	MAX CONC (UG/M**3)	DIST TO MAX (M)	TERRAIN HT (M)
SIMPLE TERRAIN	0.4829E-03	122.	0.

 ** REMEMBER TO INCLUDE BACKGROUND CONCENTRATIONS **

Apéndice J. Análisis del comportamiento del oxígeno en Chimenea 5

*** SCREEN3 MODEL RUN ***
 *** VERSION DATED 13043 ***

SIMPLE TERRAIN INPUTS:

SOURCE TYPE = POINT
 EMISSION RATE (G/S) = 0.230000E-03
 STACK HEIGHT (M) = 13.1000
 STK INSIDE DIAM (M) = 0.1016
 STK EXIT VELOCITY (M/S) = 0.8600
 STK GAS EXIT TEMP (K) = 315.1500
 AMBIENT AIR TEMP (K) = 305.1500
 RECEPTOR HEIGHT (M) = 0.0000
 URBAN/RURAL OPTION = RURAL
 BUILDING HEIGHT (M) = 0.0000
 MIN HORIZ BLDG DIM (M) = 0.0000
 MAX HORIZ BLDG DIM (M) = 0.0000

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.
 A NON-REGULATORY ANEMOMETER HEIGHT (HANE) OF 4.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = 0.001 M**4/S**3; MOM. FLUX = 0.002 M**4/S**2.

*** FULL METEOROLOGY ***

 *** SCREEN AUTOMATED DISTANCES ***

** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES **

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	UHANE (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)
10.	0.1558E-13	1	2.0	2.2	640.0	13.00	3.36	1.58
100.	0.1520	2	1.0	1.1	320.0	13.20	19.27	10.60
200.	0.1397	4	1.0	1.2	320.0	13.16	15.56	8.50
300.	0.1240	4	1.0	1.2	320.0	13.16	22.61	12.09
400.	0.9397E-01	4	1.0	1.2	320.0	13.16	29.45	15.27
500.	0.7153E-01	4	1.0	1.2	320.0	13.16	36.15	18.30
600.	0.6020E-01	5	1.0	1.5	10000.0	15.23	31.94	14.71
700.	0.5802E-01	6	1.0	1.9	10000.0	14.66	24.46	10.94

800. 0.5445E-01 6 1.0 1.9 10000.0 14.66 27.64 11.99
 NO
 900. 0.5042E-01 6 1.0 1.9 10000.0 14.66 30.78 12.99
 NO
 1000. 0.4642E-01 6 1.0 1.9 10000.0 14.66 33.89 13.96
 NO

MAXIMUM 1-HR CONCENTRATION AT OR BEYOND 10. M:
 128. 0.1640 3 1.0 1.1 320.0 13.18 15.77 9.39
 NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

 *** SCREEN DISCRETE DISTANCES ***

** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES **

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	UHANE (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)
200.	0.1397	4	1.0	1.2	320.0	13.16	15.56	8.50

NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

*** INVERSION BREAK-UP FUMIGATION CALC. ***
 CONC (UG/M**3) = 0.000
 DIST TO MAX (M) = 100.00

DIST TO MAX IS < 2000. M. CONC SET = 0.0

PLUME HEIGHT IS BELOW TIBL HEIGHT
 FOR DISTANCE TO SHORELINE OF 200.00 M.
 NO SHORELINE FUMIGATION CALCULATION MADE.

 *** SUMMARY OF SCREEN MODEL RESULTS ***

CALCULATION PROCEDURE	MAX CONC (UG/M**3)	DIST TO MAX (M)	TERRAIN HT (M)
SIMPLE TERRAIN	0.1640	128.	0.

```
*****
** REMEMBER TO INCLUDE BACKGROUND CONCENTRATIONS **
*****
```

Apéndice K. Análisis del comportamiento del Metano en Chimenea 5

```
*** SCREEN3 MODEL RUN ***
*** VERSION DATED 13043 ***
```

SIMPLE TERRAIN INPUTS:

```
SOURCE TYPE           =           POINT
EMISSION RATE (G/S)   =       0.931000E-06
STACK HEIGHT (M)      =       13.1000
STK INSIDE DIAM (M)   =       0.1016
STK EXIT VELOCITY (M/S) =       0.8600
STK GAS EXIT TEMP (K) =       315.1500
AMBIENT AIR TEMP (K)  =       305.1500
RECEPTOR HEIGHT (M) =       0.0000
URBAN/RURAL OPTION    =           RURAL
BUILDING HEIGHT (M)   =       0.0000
MIN HORIZ BLDG DIM (M) =       0.0000
MAX HORIZ BLDG DIM (M) =       0.0000
```

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.
A NON-REGULATORY ANEMOMETER HEIGHT (HANE) OF 4.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = 0.001 M**4/S**3; MOM. FLUX = 0.002 M**4/S**2.

```
*** FULL METEOROLOGY ***
```

```
*****
*** SCREEN AUTOMATED DISTANCES ***
*****
```

** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES **

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	UHANE (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)
10.	0.6308E-16	1	2.0	2.2	640.0	13.00	3.36	1.58
100.	0.6154E-03	2	1.0	1.1	320.0	13.20	19.27	10.60
200.	0.5654E-03	4	1.0	1.2	320.0	13.16	15.56	8.50
300.	0.5017E-03	4	1.0	1.2	320.0	13.16	22.61	12.09
400.	0.3804E-03	4	1.0	1.2	320.0	13.16	29.45	15.27
500.	0.2896E-03	4	1.0	1.2	320.0	13.16	36.15	18.30
600.	0.2437E-03	5	1.0	1.5	10000.0	15.23	31.94	14.71

700. 0.2349E-03 6 1.0 1.9 10000.0 14.66 24.46 10.94
 NO
 800. 0.2204E-03 6 1.0 1.9 10000.0 14.66 27.64 11.99
 NO
 900. 0.2041E-03 6 1.0 1.9 10000.0 14.66 30.78 12.99
 NO
 1000. 0.1879E-03 6 1.0 1.9 10000.0 14.66 33.89 13.96
 NO

MAXIMUM 1-HR CONCENTRATION AT OR BEYOND 10. M:
 128. 0.6639E-03 3 1.0 1.1 320.0 13.18 15.77 9.39
 NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

 *** SCREEN DISCRETE DISTANCES ***

** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES **

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	UHANE (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)
200.	0.5654E-03	4	1.0	1.2	320.0	13.16	15.56	8.50

DWASH

 --
 NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

*** INVERSION BREAK-UP FUMIGATION CALC. ***
 CONC (UG/M**3) = 0.000
 DIST TO MAX (M) = 100.00

DIST TO MAX IS < 2000. M. CONC SET = 0.0

*** PLUME HEIGHT IS BELOW TIBL HEIGHT
 FOR DISTANCE TO SHORELINE OF 200.00 M.
 NO SHORELINE FUMIGATION CALCULATION MADE. ***

 *** SUMMARY OF SCREEN MODEL RESULTS ***

CALCULATION PROCEDURE	MAX CONC (UG/M**3)	DIST TO MAX (M)	TERRAIN HT (M)
-----	-----	-----	-----

SIMPLE TERRAIN 0.6639E-03 128. 0.

** REMEMBER TO INCLUDE BACKGROUND CONCENTRATIONS **
