

Proyecto Final Ingeniería Ambiental



**Estudio Hidrogeológico
para Determinar Contaminación
por Hidrocarburos en
Estación de Servicio
en la ciudad de Mar del Plata**

Alumna
María Victoria Galparsoro

Director
Ing. Máximo Menna

Co-Director
Lic. Mónica Espinosa

Octubre de 2011

ESTRUCTURA DE CONTENIDO

RESUMEN

AGRADECIMIENTO

INDICE DE CONTENIDO

LISTADO DE FIGURAS

LISTADO DE TABLAS

ABREVIATURAS Y SIGLAS

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO III: EL CASO DE ESTUDIO

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



RESUMEN

Este Proyecto Final aborda una problemática ambiental relacionada a las Estaciones de Servicio que expenden combustibles líquidos. La problemática ambiental se manifiesta con las pérdidas o derrames debido a las deficiencias estructurales de los sistemas de almacenamiento subterráneo de Hidrocarburos, o accidentes, convirtiendo directamente en Residuos Peligrosos al Suelo y potencialmente al Agua Subterránea, y consecuentemente afectando la salud del hombre y/o su calidad de vida.

El Proyecto aborda un caso real, ubicado en el macrocentro de la ciudad de Mar del Plata, donde se ejecutó el Estudio Hidrogeológico de diagnóstico, basado en un plan de muestreo de Suelo y Agua Subterránea, que incluyó obtención de muestras, análisis de laboratorio, interpretación de resultados, conclusiones y recomendaciones.

Este informe se ha estructurado en capítulos que abarcan: una introducción de la problemática en general y la legislación asociada, un marco teórico sobre las sustancias involucradas, sus efectos en la salud del hombre y los tratamientos de las matrices potencialmente afectadas, para luego abordar el caso de estudio describiendo actividades de campo y resultados, incluyendo conclusiones y recomendaciones.

Descriptor: Almacenamiento de combustibles líquidos, Contaminación por Hidrocarburos, Residuos Peligrosos, Ambiente, salud y calidad de vida.

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en
Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



AGRADECIMIENTOS

A mi Director

Máximo Menna

A mi Co-Directora

Mónica Espinosa

Al Laboratorio Fares-Tai

A mi familia

Juan Cruz y Lorenzo

A mis Padres y Hermanos

A mis Compañeros de la Facultad

Ángela, Bárbara y Vanessa

A mis amigos

Pao y Goto

A mis compañeros de trabajo

A la Cátedra de Proyecto Final

A mis Evaluadores

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

"Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata"



ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	3
AGRADECIMIENTOS.....	4
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	5
LISTADO DE FIGURAS.....	7
LISTADO DE TABLAS.....	9
ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	11
I. INTRODUCCIÓN.....	14
I.1. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE ESTACIONES DE SERVICIO.....	14
I.2. ANTECEDENTES.....	17
I.3. MARCO LEGAL.....	19
I.3.1. Constitución Nacional.....	19
I.3.2. Código Penal.....	20
I.3.3. Código Civil.....	20
I.3.4. Código Alimentario Argentino.....	20
I.3.5. Normativa Nacional de Protección Ambiental.....	21
I.3.6. Resoluciones de la Secretaría de Energía.....	23
I.3.7. Normativa Provincial de Protección Ambiental.....	24
I.3.7.1. Constitución Provincial.....	24
I.3.8. Otras Normas afines.....	27
I.3.9. Convenios Internacionales.....	27
I.3.10. Encuadre Legal Ambiental Municipal.....	27
I.3.11. Normativas Internacionales.....	28
I.4. NIVELES GUIAS DE CONCENTRACIÓN.....	30
I.5. ALCANCE DE ESTE PROYECTO FINAL.....	33
I.6. EL CASO DE ESTUDIO.....	34
II. MARCO TEÓRICO.....	36
II.1. CLASIFICACIÓN DE HIDROCARBUROS.....	36
II.1.1. Hidrocarburos Saturados o Parafínicos.....	36
II.1.2. Hidrocarburos Insaturados.....	38
II.2. CONTAMINACIÓN POR HIDROCARBUROS.....	40
II.3. PRODUCTOS DE LA REFINACION DEL PETRÓLEO.....	42
II.3.1. Naftas.....	42
II.3.2. Gasoils.....	43
II.3.3. Lubricantes.....	44
II.4. INDICADORES DE CONTAMINACIÓN.....	45
II.5. GRUPO BTEX.....	47
II.5.1. Benceno.....	48
II.5.2. Tolueno.....	48
II.5.3. Etilbenceno.....	49
II.5.4. Xileno.....	50
II.6. CARACTERISTICAS DEL GRUPO BTEX.....	51
II.7. GRUPO PHAs.....	52
II.8. EFECTOS SOBRE LA SALUD.....	54
II.9. METALES PESADOS.....	60

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



II.10. TRATAMIENTO DE SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS	61
II.10.1. Sistemas de Tratamiento.....	61
II.10.2. Técnicas de Remediación in Situ y ex Situ.....	62
II.11. DISPOSICIÓN FINAL DE SUELOS CON HIDROCARBUROS	68
III. EL CASO DE ESTUDIO	70
III.1. LA CIUDAD DE MAR DEL PLATA	70
III.2. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	73
III.2.1. Marco geológico regional	73
III.2.2. Marco Geológico de la zona bajo estudio.....	76
III.3. RECURSOS HÍDRICOS REGIONALES Y DE LA ZONA BAJO ESTUDIO	77
III.3.1. Recursos Hídricos Superficiales.....	77
III.3.2. Recursos Hídricos Subterráneos.....	79
III.4. UBICACION DEL INMUEBLE	80
III.5. ANTECEDENTES DE LA EX EESS	81
III.6. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO.....	81
III.7. BREVE DESCRIPCION DEL PREDIO DE LA EX EESS.....	82
III.8. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO	85
III.8.1. Objetivo e importancia del Plan de Muestreo	85
III.8.2. Diseño del Plan de Muestreo	86
III.8.3. Ubicación de los Pozos de Sondeo	87
III.8.4. Herramientas y materiales utilizados en el Muestreo.....	89
III.8.5. Extracción de muestras de Suelos	90
III.8.6. Análisis Textural Litológico de cada Pozo de Sondeo	92
III.8.7. Características constructivas del frentímetro	98
III.8.8. Extracción de muestras de Agua Subterránea	100
III.8.9. Conservación y traslado de las muestras	100
III.8.10. Conformación de los combos de muestras de Suelo a analizar	101
III.9. RESULTADOS DE LABORATORIO	101
III.9.1. Muestras de Suelo	101
III.9.2. Muestras de Agua Subterránea.....	103
III.10. COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON LAS NORMATIVAS.....	104
III.10.1. Muestras de Suelo.....	104
III.10.1.1. HTP.....	104
III.10.1.2. BTEX.....	106
III.10.1.2.1. Benceno	106
III.10.1.2.2. Tolueno	107
III.10.1.2.3. Etilbenceno.....	108
III.10.1.2.4. Xilenos Totales	109
III.10.2. Muestras de Agua Subterránea	110
III.11. INTERPRETACIÓN GENERAL DE RESULTADOS ANALÍTICOS	111
III.11.1. Muestras de Suelo.....	111
III.11.2. Muestra de Agua Subterránea	112
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	114
IV.1. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO	114
IV.2. RECOMENDACIONES	115
BIBLIOGRAFÍA.....	116

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



LISTADO DE FIGURAS

Figura I-1: Esquema de contaminación de Suelo y Agua Subterránea por pérdida de tanque o derrame de Hidrocarburos en una EESS.	16
Figura II-1: Estructura molecular de algunos Hidrocarburos alifáticos.	37
Figura II-2: Estructura molecular de algunos Hidrocarburos alicíclicos	37
Figura II-3: Estructura molecular de tres de los principales PHAs.....	39
Figura II-4: Composición porcentual general de los BTEX en las naftas	47
Figura II-5: Símbolo que representa a la estructura del benceno	48
Figura II-6: Símbolo que representa a la estructura del Tolueno.....	49
Figura II-7: Símbolo que representa a la estructura del Etilbenceno	49
Figura II-8: Símbolos que representan a la estructura de los Xilenos.....	50
Figura II-9: Detalles constructivos de la impermeabilización con membrana de un relleno de seguridad.....	68
Figura III-1: Ubicación geográfica de la ciudad de Mar del Plata.....	71
Figura III-2: Rutas de acceso a la ciudad de Mar del Plata.	72
Figura III-3: Plano Hidrológico del Pdo. de Gral. Pueyrredón.....	78
Figura III-4: Plano de hidrológico del Pdo. de Gral. Pueyrredón.....	78
Figura III-5: Vista de la ex EESS desde el exterior del predio, en esquina 9 de Julio y Jujuy de Mar del Plata.....	80
Figura III-6: Vista de la ex EESS desde el exterior del predio, en esquina 9 de Julio y Jujuy de Mar del Plata.....	82
Figura III-7: Plano del predio de la ex EESS con la ubicación de las bocas de tanques, islas de surtidores, y sentido de circulación de vehículos.	83
Figura III-8: Vista interna del predio. Al frente e izquierda: Las tres islas de surtidores.	84

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



Figura III-9: Plano del predio de la ex EESS con la ubicación de las bocas de tanques, pozos de sondeo de Suelo y Agua Subterránea, isla de surtidores, y limite de Playa de Carga.....	88
Figura III-10: Construcción del Pozo 1 de sondeo de suelo.	91
Figura III-11: Vista del orificio exterior del Pozo 4	91
Figura III-12: Barreno y sus tramos telescópicos.	91
Figura III-13: Toma de una muestra de Suelo en Pozo 4.	91
Figura III-14: Muestras ya extraídas y agrupadas en la bolsa contenedora, listas para transportarlas al Laboratorio.	92
Figura III-15: Momento de descripción litológica.	92
Figura III-16: Vista de la máquina perforadora rotativa con que se construyo el pozo freático.	99
Figura III-17: Esquema del freático construido.	99
Figura III-18: Imágenes de la extracción de muestra de agua subterránea y trasvase en el frasco de vidrio.	100
Figura III-19: Imagen de la medición del nivel freático.	100
Figura III-20: Nivel de concentración de HTP. Se muestra el valor numérico en [mg/kg] en los casos que superan el <i>Valor Guía</i> de HTP de la Lista Holandesa.....	105

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



LISTADO DE TABLAS

Tabla I-1: Valores Guía de BTEX para calidad de Suelo.....	30
Tabla I-2: Valores Guía de calidad para fuentes de agua de bebida humana	31
Tabla I-3: Valores Guía de HTP para Suelo y Agua subterránea.....	32
Tabla II-1: Parámetros a analizar en los combustibles	45
Tabla II-2: Características de Peligrosidad del grupo BTEX.....	51
Tabla II-3: PHAs de Mayor Interés Toxicológico	52
Tabla II-4: Clasificación carcinogénica de HC	54
Tabla II-5: Niveles guía de calidad de Suelos	57
Tabla II-6: Niveles guía de calidad de Agua	57
Tabla II-7: Efectos Cancerígenos Derivados de la Exposición a HC	58
Tabla II-8: Efectos No-Cancerígenos Derivados de la Exposición a HC	59
Tabla II-9: Tratamiento en Suelos, barros, y sedimentos	63
Tabla II-10: Tratamientos en Aguas superficiales, subterráneas y lixiviados	66
Tabla III-1: Coordenadas de Pozos de sondeo y distancias relativas.....	87
Tabla III-2: Análisis textural litológico Pozo 1	93
Tabla III-3: Análisis textural litológico Pozo 2	94
Tabla III-4: Análisis textural litológico Pozo 3	95
Tabla III-5: Análisis textural litológico Pozo 4	96
Tabla III-6: Análisis textural litológico Pozo 5	97
Tabla III-7: Análisis textural litológico Pozo 6	97
Tabla III-8: Análisis textural litológico Pozo A.....	98
Tabla III-9: Resultados analíticos de muestras de Suelo.....	102
Tabla III-10: Resultados analíticos de muestra de Agua Subterránea.....	103

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



Tabla III-11: Comparación de resultados analíticos de concentración de HTP con <i>Valores Guía</i> de la Legislación Holandesa.....	104
Tabla III-12: Comparación de resultados analíticos de concentración de benceno con el <i>Valor Guía</i> de uso residencial, del Decreto 831/93 Anexo II tabla 9.....	106
Tabla III-13: Comparación de resultados analíticos de concentración de tolueno con el <i>Valor Guía</i> de uso residencial, del Decreto 831/93 Anexo II tabla 9.....	107
Tabla III-14: Comparación de resultados analíticos de concentración de etilbenceno con el <i>Valor Guía</i> de uso residencial, del Decreto 831/93 Anexo II tabla 9.....	108
Tabla III-15: Comparación de resultados analíticos de concentración de xilenos totales con el <i>Valor Guía</i> de uso residencial, del Decreto 831/93 Anexo II tabla 9.....	109
Tabla III-16: Comparación de resultados analíticos de concentraciones de los compuestos analizados con el correspondiente <i>Valor Guía</i> de uso de agua para bebida de consumo humano, del Decreto 831/93 Anexo II tabla 1.....	110

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



ABREVIATURAS Y SIGLAS

ANSI : American National Standard Institute

API: American Petroleum Institute

ASTM : American Society of Testing and Material

BTEX: Benceno, Tolueno, Etilbenceno, y Xilenos

CAA: Certificado de Aptitud Ambiental

CFR: Code Federal Register

CN: Constitución Nacional

DHHS: Departamento de Salud y Servicios Humanos

COPs: Compuestos orgánicos persistentes

COVs: Compuestos orgánicos volátiles

CP: Constitución Provincial

DR: Decreto Reglamentario

E: Este

EESS: Estaciones de Servicio

EPA: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

FLNA: Fase Libre No Acuosa

HC: Hidrocarburos

HTP Hidrocarburos Totales de Petróleo

H₂O₂: Peróxidos de Hidrogeno

IARC: International Agency for Research on Cancer

mbbp: metros bajo boca de pozo

MdP: Mar del Plata

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



NO-SE: Noroeste- Sudeste

O: Oeste

OPDS: Organismo provincial para el desarrollo sostenible

O₃: Ozono

PAHs: Hidrocarburos Poliaromáticos

PBA: Provincia de Buenos Aires

Pb: Plomo

PMP: Presupuestos Mínimos de Protección

Res. SE: Resolución de la Secretaria de Energía

S: Sur

SASH: Sistemas de almacenamiento subterráneo de hidrocarburos

SCOVs: Compuestos orgánicos semivolátiles

SE: Secretaria de Energía

S.E: Sudeste

SO – NE: Sudoeste-Noreste

SPA: Secretaría de Política Ambiental

TSAB: The Science Advisory Board

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en
Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



Capítulo I

INTRODUCCIÓN

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



I. INTRODUCCIÓN

I.1. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE ESTACIONES DE SERVICIO

El petróleo empezó a utilizarse desde mediados del siglo XIX en Estados Unidos, y cobró especial importancia con el descubrimiento de los motores de combustión (K. Benz) y explosión (Diesel) que utilizaron los derivados del petróleo (gasolina, gasoil, kerosén) como fuentes de energía; una de las cosas que trajo consigo, es la aparición del automóvil particular. A partir de entonces, se inicia una nueva actividad económica, la cual alcanza su gran auge durante el siglo XX con el aumento de la población humana y el desarrollo industrial. Pero este crecimiento provocó daños ambientales, frente a los cuales ni el ambiente estaba adaptado ni la sociedad preparada. Entre ellos se destacan los que se producen a causa de las acciones generadas por el transporte y ventas de combustibles. El petróleo crudo es transportado desde los pozos petroleros a las refinerías mediante barcos, trenes de transporte y tuberías. Los productos refinados son transportados a los terminales de almacenamiento de combustibles e industrias petroquímicas por las mismas vías. Desde el terminal de almacenamiento, los combustibles son derivados mediante camiones tanque a las Estaciones de Servicio (EESS) acopiándose en el denominado Sistemas de Almacenamiento subterráneos de Hidrocarburos (SASH), que consisten en tanques enterrados, cañerías de conexión y surtidores, para abastecer finalmente al usuario.

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



El presente estudio está enfocado a la Problemática Ambiental generada por el almacenamiento de combustible en las EESS

La fuga y derrame de Hidrocarburos (HC) en EESS se debe principalmente a deficiencias estructurales, producto de instalaciones inadecuadas de los tanques y corrosión tanto de las paredes como de las tuberías. Además de impactar directamente en el Suelo, pueden alcanzar el Agua Subterránea (Figura I-1).

El problema se agrava debido a que las Aguas Subterráneas son una de las principales fuentes de suministro para uso doméstico y para el riego en muchas partes del mundo. La ciudad de Mar del Plata (MdP), obtiene agua para consumo humano del recurso subterráneo por lo tanto una contaminación, en las napas, representa un riesgo, no solo por sus efectos en el ambiente sino en la salud humana (EPA, 2007).

Por lo dicho anteriormente las EESS deben ser evaluadas ambientalmente ya que:

- Son bocas de expendio y almacenamiento de sustancias peligrosas.
- Son fuente de emisión de sustancias volátiles contaminantes y tóxicas.
- Generan residuos sólidos especiales o peligrosos, que necesitan tratamientos específicos.
- Producen efluentes líquidos, con alta carga de contaminantes como por ejemplo aceites, grasas, detergentes, etc.
- Pueden causar contaminación de napas y Suelos por pérdidas de tanques subterráneos y/o cañerías.

Para minimizar estos impactos, además de las medidas de prevención de fugas y

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”

derrames de HC por parte del operador de la EESS, se pueden aplicar métodos de recomposición que adoptan diversas tecnologías, que serán descriptas más adelante, que en general producen residuos especiales que deben ser tratado según la legislación vigente.

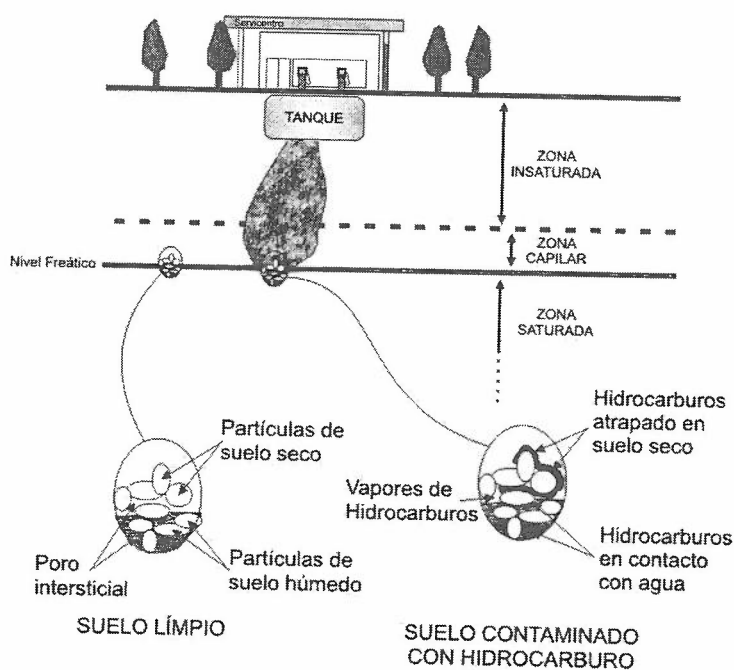


Figura I-1: Esquema de contaminación de Suelo y Agua Subterránea por pérdida de tanque o derrame de Hidrocarburos en una EESS.

Fuente: Modificado de *Cleanup Of Petroleum Contaminated Soil At Underground Storage Tanks, Part One*. Warren, J. Lyman 1990.

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



I.2. ANTECEDENTES

Un caso emblemático de contaminación con HC, que tuvo repercusiones a nivel mundial, fue el de California en los años 80, en el cual se comprobó que las filtraciones de los tanques subterráneos de una EESS son muy difíciles de detectar, y que pequeñas cantidades de combustible se pueden acumular durante años. Como consecuencia de esta situación, se impulsaron regulaciones severas para reducir los derrames o fugas desde los tanques subterráneo mejorando así las normas ambientales en EE.UU. Otros estudios estadísticos indicaron que el 85% de las EESS de Estados Unidos y Europa presentan filtraciones en sus tanques de almacenamiento subterráneos (API, 2004). Nuestra ciudad no escapa a esta situación de riesgo, ya que estudios sobre algunos casos han revelado existencia de contaminación de Suelo y Agua subterránea. (Menna, M., 2011).

En la Ciudad encontramos empresas como, YPF (Repsol), Esso, Shell, Petrobras, EG3, etc. En las Páginas web de estas empresas se puede consultar su política ambiental, que en general se centran en la adopción de las técnicas más avanzadas para, la prevención y remediación de la contaminación, la gestión de los derrames accidentales, y el mantenimiento de las instalaciones.

Mar del Plata cuenta con 130 EESS, de las cuales 85 están en operación y el resto se encuentran cerradas o han cambiado de rubro¹.

¹ Información suministrada por el Área de seguridad industrial y comercial de la municipalidad de General Pueyrredón

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en
Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



Siendo este último caso, uno de los motivos por los cuales la legislación vigente², establece realizar un Estudio Hidrogeológico para determinar existencia y concentración de sustancias contaminantes componentes de los combustibles líquidos, así mismo para las EESS que cambian de bandera³.

² Legislación vigente : Res SE 1102/04

³ Adecuación Técnica de Seguridad y Medio ambiente – SE PBA

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



I.3. MARCO LEGAL

Este Proyecto Final aborda una problemática generada por combustibles líquidos derivados del Petróleo, que se expenden en las EESS, que al igual que aquellos elementos con los que entran en contacto son considerados Residuos Peligrosos (normativa nacional) y Especiales (normativa provincial).

Con el objeto de lograr que el presente Proyecto se encuadre en la normativa general y específica, se presenta a continuación el marco legal vigente.

I.3.1. Constitución Nacional

El concepto de protección del ambiente se introdujo explícitamente en el Art. 41 de la Constitución Nacional (CN) en reforma constitucional del año 1.994. Reconociendo como derecho básico de los habitantes el gozar de un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras y el deber de preservarlo

También incorporó una modalidad específica para el reparto de competencias en el sistema federal introduciendo los “Presupuestos Mínimos de Protección” (PMP).

Así mismo, el Art. 124 de la CN reconoce el dominio originario de las Provincias sobre los recursos naturales dentro de su territorio. Este dominio originario otorga a las Provincias el poder de policía y jurisdicción sobre sus recursos naturales (facultad de regular los usos de ese bien y ejercer el poder de policía sobre ellos).

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



Sin embargo es posible la concurrencia de poderes o jurisdicción (CN art. 75 Inc. 30).

La CN reconoce expresamente a las autoridades provinciales y municipales los poderes de policía e imposición, en tanto no interfieran en el cumplimiento de los fines de la Nación.

I.3.2. Código Penal

Art 200 y siguientes. Establece los delitos contra la salud de la población. Regula en caso de adulteración o envenenamiento de aguas o sustancias alimenticias o medicinales destinadas al uso público o al consumo de una colectividad de personas.

I.3.3. Código Civil

Art 1.113. Establece la reparación de daños causados al medio natural y los perjuicios derivados de los efectos de contaminación sobre las personas y los bienes.

I.3.4. Código Alimentario Argentino

CAP. XII. Establece los límites máximos de concentración de HC en agua potable de suministro público y de uso domiciliario, tales como benceno, benzopireno; y el metal pesado, plomo (Pb).

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



I.3.5. Normativa Nacional de Protección Ambiental

Normas de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental

El sistema normativo ambiental actual de nuestro país se ajusta al Art. 41 CN, que establece que le corresponda a la Nación dictar los PMP, teniendo las provincias la potestad de complementar esta legislación con regulaciones de mayor detalle o incluso con normas más estrictas que lo establecido en los PMP.

Ley N° 25.675 General del Ambiente: Establece los PMP para una gestión sustentable del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable

Ley N° 25.831. Ley de Libre Acceso a la Información Pública Ambiental. Establece los PMP ambiental para garantizar el derecho de acceso a la información ambiental que se encontrare en poder del Estado.

Ley N° 25688. Régimen de Gestión Ambiental de Aguas. Establece los presupuestos mínimos ambientales, para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional, sobre el vertido de sustancias en aguas superficiales.

Ley N° 22.428. Preservación del Recurso Suelo, y DR N° 681/81. Establecen el régimen legal aplicable a la conservación y recuperación de los Suelos. Se aplica también en las provincias que adhieran.

Ley N° 25.612. Ley de Gestión Integral de Residuos Industriales y de Actividades de Servicio. Establece los PMP ambiental sobre la gestión integral de resi-

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



duos de origen industrial y de actividades de servicio, que sean generados en todo el territorio nacional y derivados de procesos industriales o de actividades de servicios.

Ley 24.051 de Residuos Peligrosos y su DR reglamentario 831/93. Establece las condiciones para la generación, manipulación, almacenamiento, disposición, transporte y tratamiento de residuos Peligrosos. El DR establece en sus Anexos los Niveles guía de calidad, de Suelos y Agua Subterránea, sobre régimen de desechos.

Ley 13660/49. Establece Normas vinculadas con la seguridad de grandes instalaciones destinadas a la elaboración, transformación y almacenamiento de combustibles sólidos minerales, líquidos y gaseosos, que satisfagan la seguridad y salubridad de las poblaciones. La autoridad de aplicación es la Secretaria de Energía (SE), dependiente del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.

DR 2407/83. Esta reglamentación, de interés para la SE, establece las Normas de seguridad aplicables al suministro o expendio de combustibles en EESS.

Resolución 266/2008, el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios: Crea el Registro de Universidades Nacionales para la Realización de Auditorías Técnicas, Ambientales y de Seguridad en áreas de almacenaje, bocas de expendio, plantas de procesamiento, de fraccionamiento y almacenamiento, refinerías, tanques de almacenaje subterráneos y no subterráneos, cisternas para transporte de hidrocarburos y sus derivados.

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



I.3.6. Resoluciones de la Secretaría de Energía

Res. SE 404/94. : Establece la obligación de contar con un servicio externo de auditoría de seguridad habilitado por la SE y otorgado por uno de los profesionales independientes o empresas auditoras de seguridad habilitados por esta Secretaría, que acredite el cumplimiento de las normas técnicas para control de pérdidas y contaminación en SASH , en bocas de expendio de combustibles líquidos establecidas en el anexo II A de la presente Resolución, y las establecidas en el DR 2407/83.

Res. SE 1102/04. En su artículo 34 establece las acciones en caso que las instalaciones de combustibles e HC permanezcan fuera de servicio por un tiempo superior a los 12 meses .En su artículo 35 establece las condiciones de cierre transitorio y/o definitivo de la actividad. En su artículo 36 establece los controles de perdidas en los sistemas de almacenaje subterráneo y/u otras instalaciones de combustibles e hidrocarburos.

Para la ejecución del estudio de diagnóstico ambiental en el marco de la Res. 1.102/04, el Estudio Hidrogeológico realizado en el que se enmarca este Proyecto Final se fundamenta en la *“Guía de requerimientos mínimos para la ejecución de un Estudio de Diagnóstico Ambiental y Proyecto de Remediación”*, de utilización orientativa ya que establece los lineamientos generales para la ejecución de Estudios Ambientales en sitios que almacenan o han almacenado combustibles líquidos.

Adecuación Técnica de Seguridad y Medio Ambiente –SE– PBA: Establece, en el caso de bocas de expendio y/o almacenamiento de combustibles que cambien de

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



Razón Social o bandera, la presentación de una auditoría ambiental, ante la autoridad ambiental respectiva, a fin que ésta verifique la ausencia de pasivo ambiental.

I.3.7. Normativa Provincial de Protección Ambiental

La Provincia de Buenos Aires (PBA) ejerce el dominio sobre el ambiente y los recursos naturales en su territorio incluyendo el subsuelo y el espacio aéreo correspondiente, el mar territorial y su lecho, la plataforma continental y los recursos naturales de la zona económicamente exclusiva, con el fin de asegurar una gestión ambientalmente adecuada.

I.3.7.1. Constitución Provincial

El Art 28 de la Constitución Provincial (CP) establece que deberá preservar, recuperar y conservar los recursos naturales, renovables y no renovables del territorio de la provincia, planificar el aprovechamiento racional de los mismos, controlar el impacto ambiental de todas las actividades que perjudiquen al ecosistema, promover acciones que eviten la contaminación del aire, el agua y Suelo, prohibir el ingreso en el territorio de residuos tóxicos o radiactivos, y garantizar el derecho a solicitar y recibir la adecuada información y a participar en la defensa del ambiente, de los recursos naturales y culturales.

Asimismo, asegura políticas de conservación y recuperación de la calidad del agua, aire y Suelo, compatibles con la exigencia de mantener su integridad física y su capacidad productiva, y el resguardo de áreas ecológicas, de la flora y la fauna.

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



Toda persona física o jurídica cuya acción u omisión pueda degradar el ambiente está obligada a tomar todas las precauciones para evitarlo.

Ley Nº 11.723 Ley de Protección, Conservación, y Mejoramiento y Restauración de los Recursos Naturales y el Ambiente. Tiene por objeto de protección, conservación, mejoramiento y restauración de los recursos naturales y del ambiente en general en el ámbito de la PBA, a fin de preservar la vida en su sentido más amplio, asegurando a las generaciones presentes y futuras la conservación de la calidad ambiental y la diversidad biológica.

Ley 11.459/93 Radicación Industrial y DR 1.741/96 SPA. Establece la categorización industrial y la necesidad de obtención del Certificado de Aptitud Ambiental (CAA) del proyecto de radicación industrial. **Res 231/96**, trata sobre recipientes sometidos a presión.

Ley 11.720 Residuos Especiales y DR 806/97. Establece las condiciones para la generación, manipulación, almacenamiento, disposición, transporte y tratamiento de residuos especiales. El DR establece el listado de Sustancias Especiales. La Ley en su Anexo I establece las categorías de desecho que hay que controlar, y en su Anexo II lista las características que le otorgan a los Residuos Especiales peligrosidad.

Resolución 2864/05 – OPDS (Organismo provincial para el desarrollo sostenible): Establece en su anexo I el listado de Sustancias Tóxicas.

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



Ley 12.257 Régimen de Protección, Conservación y Manejo del Recurso Hídrico. Establece el **Código de Aguas** para la protección, conservación y manejo del recurso hídrico de la PBA. Crea la Autoridad del Agua, ente autárquico de derecho público y naturaleza multidisciplinaria que tendrá a su cargo la planificación, el registro, la constitución y la protección de los derechos, la policía y el cumplimiento y ejecución de las demás misiones que este Código y las Leyes que lo modifiquen, sustituyan o reemplacen.

Ley 5.965 Protección de las Fuentes de Provisión, de Cursos y Cuerpos Receptores de Aguas, y de la Atmósfera. Prohíbe cualquier tipo de descarga de efluentes residuales que signifiquen una degradación en desmedro de la provincia. Delega el poder de policía a los Municipios.

Resolución 336/2003. Dictada por la Autoridad del Agua, establece en su Anexo 2, las normas de calidad para el vertido de efluentes líquidos residuales e industriales a los distintos tipos de cuerpos receptores.

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



I.3.8. Otras Normas afines

Ley 8.912: Regula el ordenamiento territorial y el uso del Suelo. La Ley rige el ordenamiento del territorio de la PBA, y regula el uso, ocupación, subdivisión y equipamiento del Suelo.

Ley 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo y DR 351/79 Regula las condiciones de higiene y seguridad del trabajo de los operarios en todo el territorio de la Republica Argentina.

DR. 3395/96 y Res. 242/97. Regula los sistemas de emisiones gaseosas difusas.

I.3.9. Convenios Internacionales

Convenio de Basilea: Establece el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. Suscripto en Basilea, Suiza el 22/03/89 La Argentina adhiere a través de la Ley 23.922.

I.3.10. Encuadre Legal Ambiental Municipal

No hay ordenanzas de aplicación específica para el rubro de actividad ni decretos del ejecutivo. Se limitan a habilitación, uso de Suelos y permisos de construcción.

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



I.3.11. Normativas Internacionales

En este apartado se presenta la Normativa Internacional que ha sido referencia para generar la normativa Nacional, y que aún se aplica en los casos no legislados.

Legislación Ambiental en Estados Unidos: En 1970 se creó la Environmental Protection Agency (EPA), la cual se encarga de la vigilancia, ejecución y cumplimiento de las leyes federales promulgadas para la protección del ambiente.

Las publicaciones, códigos y recomendaciones de American Petroleum Institute (API), American Society of Testing and Material (ASTM), EPA y de Code Federal Register (CFR) , abarcan diversos temas (almacenamiento, manejo, análisis de Suelos contaminados por gasolina, seguridad en las EESS, etc.) relacionados con los combustibles automotrices, que fueron emitidas por estas Instituciones estadounidenses, que, a diferencia de las instituciones en Argentina, hacen una investigación más profunda del problema en cuestión y proponen tecnologías para la solución y prevención de éste.

Las recomendaciones que ofrece API en materia de instalación de sistemas de almacenamiento, se encuentran en sus publicaciones: PEI/RP100-1990 y PEI/RP200-1992 *Recommended Practices for Installation Underground and Aboveground Liquid Storage Systems for Motor Vehicle Fueling*.

Los materiales más adecuados para la instalación de la tubería y las prácticas recomendadas para hacerlo se encuentran en la publicación de American National Standard Institute (ANSI). En las publicaciones de API N° 1611: Guía para la capa-

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



cidad de los tanques en estaciones de servicio y ANSI B90.1 contienen la información pertinente en relación con los factores que deben ser considerados en una adecuada selección del tamaño del tanque.

Legislación Holandesa: Establece los niveles guías de HTP (Hidrocarburos totales de petróleo). Norma internacional comparativa debido a la ausencia de Normativa Nacional sobre nivel guía de concentración de HTP en Suelo y Agua para consumo humano.

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”

I.4. NIVELES GUIAS DE CONCENTRACIÓN

En este apartado se presentan los niveles guías de concentración de las sustancias componentes de los combustibles líquidos que se almacenan y se despachan en las EESS, y por lo tanto de interés específico para el Estudio Hidrogeológico a realizar en el marco de este Proyecto Final.

En la Tabla I-1 se presentan los valores guías de Benceno, Etilbenceno Tolueno, y Xilenos (BETX), utilizados para las muestras de Suelo, correspondiente a la calidad del Suelo.

Tabla I-1: Valores Guía de BTEX para calidad de Suelo			
Constituyente Peligroso	Nivel Guía ($\mu\text{g}/\text{kg}$)		
	<i>Uso Agrícola</i>	<i>Uso Residencial</i>	<i>Uso Industrial</i>
Benceno	50	500	5000
Etil benceno	100	5000	50000
Tolueno	100	3000	30000
Xilenos Totales	100	5000	50000

Fuente: Decreto 831/93 de la Ley Nacional N° 24.051, Anexo II tabla 9

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



En la Tabla I-2 se presentan los valores guías utilizados para las muestras de Agua Subterránea, correspondiente a calidad para fuentes de agua de bebida humana con tratamiento convencional.

Tabla I-2: Valores Guía de calidad para fuentes de agua de bebida humana	
Constituyente Peligroso	Nivel Guía ($\mu\text{g/L}$)
Plomo Total	50
Benceno	10
Etil benceno	700
Tolueno	1000
Xilenos Totales	10000
PAHs	0.03
Benzo(a)Pireno	0.01

Fuente: Decreto 831/93 de la Ley Nacional N° 24.051, Anexo II tabla 1

Debido a que la Ley 24051 no contempla el límite de los HTP, en Suelo y Agua, se recurre a una Norma internacional, de uso corriente en los países europeos.

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



En la Tabla I-3, la legislación de Holanda, establece los valores guías utilizados para determinar HTP en Suelo y Agua Subterránea.

Tabla I-3: Valores Guía de HTP para Suelo y Agua subterránea			
Hidrocarburos Totales (HTP) Nivel Guía (mg/Kg)			
<i>Matriz</i>	<i>Limpio</i>	<i>Necesidad de investigación</i>	<i>Riesgo Salud Humana</i>
Suelo	10	505	1000
Agua Subterránea	50	325	600

Fuente: legislación holandesa

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



I.5. ALCANCE DE ESTE PROYECTO FINAL

Este proyecto final de graduación en Ing. Ambiental aborda, mediante un Estudio Hidrogeológico y análisis de laboratorio, un diagnóstico ambiental con los siguientes objetivos.

Objetivo General:

Diagnosticar sobre el nivel de concentración de Hidrocarburos, en Suelos y Agua Subterránea en Estación de Servicio de la ciudad de Mar del Plata.

Objetivos Específicos:

- Compilar características y composición de combustibles líquidos; y los riesgos asociados al ambiente y la salud.
- Relevar, analizar y aplicar, en el ámbito internacional, nacional, provincial y local, las normativas correspondientes al uso y manejo de Hidrocarburos en EESS.
- Muestrear Suelo y Agua Subterránea en EESS, según instruye la legislación específica.
- Analizar físico-químicamente las muestras de Suelo y Agua Subterránea.
- Interpretar los resultados obtenidos, y generar recomendaciones y conclusiones.
- Generar un Informe de proyecto Final.

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



I.6. EL CASO DE ESTUDIO

El Estudio Hidrogeológico, se realizó en el terreno donde operó una EESS de bandera Esso, funcionando como servicentro: despacho de combustibles líquidos, servicio de lavadero, servicio de lubricantes, sector de minimercado, oficinas de administración y baños, en la intersección de las calles 9 de Julio y Jujuy de la ciudad de MdP.

Actualmente⁴ la ex EESS no opera, estando cerrado al acceso público. La estructura edilicia está siendo demolida (columnas, paredes internas y techos), incluyendo las islas de surtidores, pero mantiene enterrados los tanques de almacenamiento de combustible líquido.

En el terreno bajo estudio se construirá un estacionamiento para automotores por lo que este cambio de rubro motiva la realización de este Estudio Hidrogeológico según la resolución de la SE 1102/04.

En el Capítulo III, se ampliara la descripción y características de la ex EESS bajo estudio.

⁴ julio de 2011

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en
Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



Capítulo II

MARCO TEORICO

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



II. MARCO TEÓRICO

Los Hidrocarburos son moléculas orgánicas constituidas principalmente de carbono e Hidrogeno, cuya fuente principal es el petróleo. Existen muchos productos químicos derivado de la refinación del petróleo, entre los cuales son de interés para este Proyecto Final las naftas, el gasoil, y los lubricantes en general, que contienen diferentes compuestos, entre los que se encuentran Hidrocarburos alifáticos, alicíclicos y aromáticos, en conjunto denominados HTP.

Los HTP pueden contener otros elementos en menor proporción como son oxígeno, nitrógeno, azufre, halógenos, etc., los que en condiciones normales de temperatura y presión (CNTP), podemos encontrarlos en forma de gas, líquido o sólido de acuerdo al número de átomos de carbono y otros elementos que posean.

II.1. CLASIFICACIÓN DE HIDROCARBUROS

II.1.1. Hidrocarburos Saturados o Parafínicos

Esta familia está integrada por HC que contienen enlaces simples saturados con átomos de Hidrogeno. A su vez pueden dividirse en:

Hidrocarburos Alifáticos: son HC de cadena abierta, lineales o ramificados con la formula general C_nH_{2n+2} . Las valencias de carbón están saturadas con hidrógeno y en ocasiones con otros elementos. Los nombres comunes para estos compuestos son Alcanos o isoalcanos.

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”

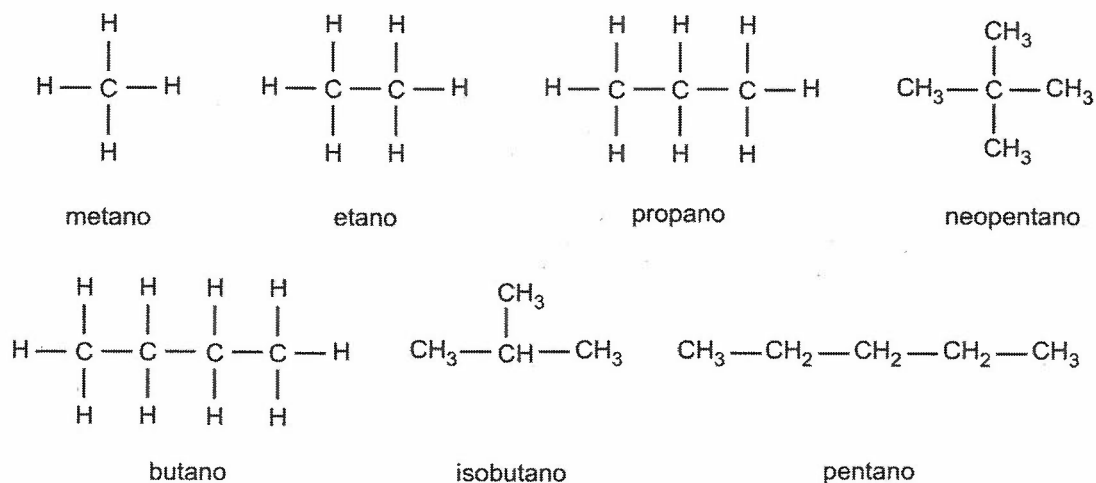


Figura II-1: Estructura molecular de algunos Hidrocarburos alifáticos.

Hidrocarburos alicíclicos: HC cíclicos con formula general C_nH_{2n} , estos compuestos que contienen uno o más anillos pueden también contener cadenas saturadas.

Los nombres comunes son: cicloalcanos

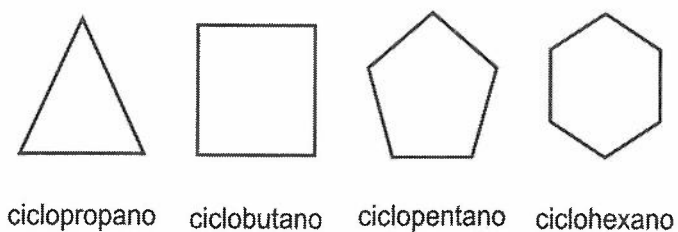


Figura II-2: Estructura molecular de algunos Hidrocarburos alicíclicos

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



II.1.2. Hidrocarburos Insaturados

Esta clase de compuestos tienen al menos 2 átomos de carbono en la molécula unidos por enlaces dobles o triples ($C = C$ para Alquenos, $C \equiv C$ para Alquinos).

Los Alquenos, también llamados Olefinas pueden ser de cadenas lineales, ramificados o compuestos cíclicos. Su formula general es C_nH_{2n}

Los Alquinos, también llamados Acetilenos, se presentan en cadenas lineales y estructuras ramificadas. Su formula general es C_nH_{2n-2} .

Una clase especial de HC insaturados, son aquellos que poseen una estructura cerrada en forma de anillo hexagonal en la cual un carbono satisface sus valencias mediante un doble enlace por un lado y un enlace sencillo por el otro. Se los conoce con el nombre de HC aromáticos, ya que su estructura se basa en la del anillo del benceno, así encontramos HC monoaromáticos (un anillo bencénico), diaromáticos (2 anillos bencénicos) e HC poliaromáticos (PHAs), con más de dos anillos bencénicos.

En los HC monoaromáticos, se encuentran el benceno y sus alquilados (monoalquilados como el tolueno y dialquilados como los xilenos), formando la familia de los BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno, y xilenos). Entre los diaromáticos encontramos al Naftaleno, entre los PHAs de tres anillos, encontramos el fenantreno, antraceno. Entre los PHAs de más de tres anillos, encontramos el fluoranteno (3 anillos bencénicos y uno no bencénico), pireno y criseno, benzo (a)antraceno, (4 anillos aromáticos), pireno y benzo(a)pireno (5 anillos aromáticos). Entre los PHAs

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”

de más de 5 anillos, encontramos al indeno (1,2,3-cd) Pireno (5anillos bencénicos y uno no bencénico) y coroneno (un PHAs pericondensado con 6 anillos bencénicos) (SAMANTA, 2002).

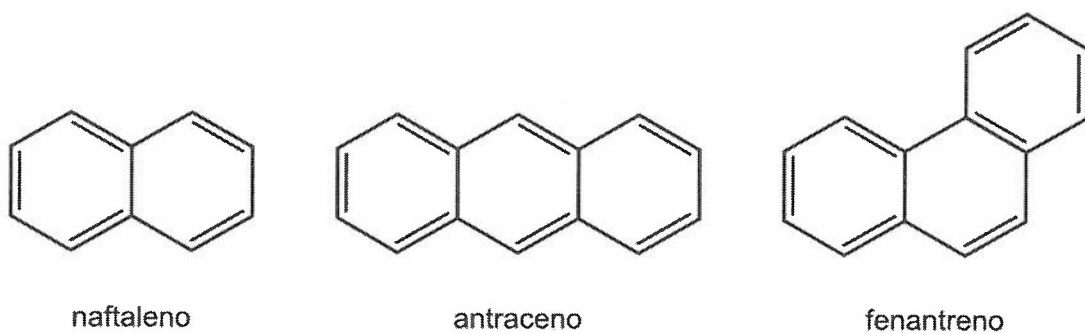


Figura II-3: Estructura molecular de tres de los principales PHAs

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



II.2. CONTAMINACIÓN POR HIDROCARBUROS

Para asegurar la correcta comprensión de este trabajo es necesario conocer ciertos conceptos teórico que respondan a ¿qué se considera un contaminante?, ¿Qué es la contaminación por HC?, y ¿Cómo se movilizan los HC en el Suelo y en el Agua Subterránea?, ya que estas cuestiones revelan porqué se encuentran legislados.

Un contaminante es un agente presente en el ambiente como resultado, al menos en parte, de las actividades humanas, y que genera algún tipo de efecto nocivo para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población; o que puedan ser perjudiciales para la vida; o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación, y/o el goce de los mismos.

Un HC se considera contaminante cuando su estado y características fisicoquímicas le permiten entrar en contacto con los organismos de forma que pueden originar un efecto adverso para su salud.

Los HC son contaminantes comunes en la industria del petróleo, abarcando desde el pozo de extracción, oleoducto, refinerías, transporte terrestre y marítimo, almacenamiento, y venta.

Desde el momento que los HC toman contacto con medios naturales comienzan a modificarse por una serie de fenómenos físicos, químicos y biológicos que dependen tanto de la naturaleza de los compuestos químicos que forman parte de la mezcla original como de las características de la matriz que lo contiene. Inicial-

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



mente, la ruta preferencial de los HC, que provienen de una fuga o derrame, sería vertical, filtrándose por el espacio poral del Suelo por acción de la gravedad. También habrá migración horizontal si se dan las condiciones, por ejemplo de capilaridad, sin embargo para este trabajo es más importante el descenso de los HC y la posibilidad de llegar a contaminar el Agua Subterránea. Una vez que alcanzan la napa freática, parte de los HC se disolverán en el agua y desde ese momento la ruta preferencial de transporte será horizontal, cuya movilidad dependerá de la velocidad de la napa freática.

Una vez que los HC son transportados por el Agua Subterránea, pueden alcanzar estructuras edilicias, por lo cual los vapores de HC pueden llegar a espacios cerrados, generando así una situación de riesgo.

Este potencial riesgo para la salud humana, incluyendo los casos reales ya ocurrido, es razón suficiente para que la concentración de los HC se encuentre legislada en sus niveles mínimos permitidos, según el uso del lugar donde se encuentre situada las posibles fuentes de contaminación.

Es de interés para este Proyecto Final la fracción de HTP presente en las naftas en el gasoil, y en los lubricantes, ya que contienen los HC a analizar según la “Guía de requerimientos mínimos para la ejecución de un Estudio de Diagnóstico Ambiental y Proyecto de Remediación”-SE-Ministerio de Infraestructura-PBA, para determinar la presencia o ausencia de Contaminación en Suelo y Agua Subterránea, en el emplazamiento de una EESS.

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



II.3. PRODUCTOS DE LA REFINACION DEL PETRÓLEO

En este apartado se presentan los productos de la refinación del Petróleo que se almacenan y se comercializan en las EESS, por lo que son de interés para este Proyecto Final.

La calidad de estos compuestos, depende de la composición del petróleo crudo del que ha sido refinado, del proceso de refinamiento empleado y de los tipos y cantidades de aditivos que brindan propiedades funcionales específicas. La mezcla compleja de HC determina el grado de peligrosidad de estos compuestos.

II.3.1. Naftas

Las naftas, principales combustibles para motores de explosión interna, se caracteriza por ser un líquido incoloro, comúnmente se le agrega un colorante para diferenciarlas. Es una mezcla de HC volátiles de bajo peso molecular con índices de carbono predominantemente en el rango de C_4 a C_{10} ó a C_{12} y aditivos químicos (API, 2004), (Shell-Nafta, 2009). Los HC representan el 90% o más, con la siguiente distribución: alcanos (4-8%), alquenos (2-5%), isoalcanos (25-40%), cicloalcanos (3-7%), cicloalquenos (1-4%) y aromáticos (20-50%). provenientes de la destilación del petróleo, así mismo el benceno contenido en la nafta es 0,12-3,5%. (Junta de Andalucía- CMA, 2004).

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



Entre los compuestos aromáticos están los BTEX que abarcan el 18% en peso de la nafta (Fargo, 1993). Los PHAs no están presentes o lo están en muy pequeñas cantidades en la nafta, debido a su alto peso molecular y elevado punto de ebullición; la excepción la constituye el naftaleno, que puede estar presente en un 1% en peso (Fargo 2003). Entre los aditivos están los éteres oxigenados: éter metil-terbutílico (MTBE), que a partir de la década del 90 sustituye al tetraetilo de plomo (Pb) en la nafta, éter etil-terbutílico (ETBE), éter metil-teramílico (TAME), éter diisopropil (DIPE), y alcoholes (como etanol, alcohol ter-butílico ó butanol, metanol).

II.3.2. Gasoils

Los gasoils, principal combustible para motores se caracteriza por ser un líquido viscoso de un tono entre transparente y ligeramente amarillento, comúnmente se le agrega un colorante para diferenciarlos.

Es una mezcla compuesta de HC parafínicos, cicloparafínicos, aromáticos y oleofínicos, donde predominan átomos de carbono en el intervalo de C₁₀ a C₂₂ (Shell-Diesel, 2003) entre ellos encontramos los siguientes PHAs: Naftaleno, Antraceno, fenantreno, acenafteno, fluoreno, pireno, aunque también podemos encontrar PHAs de 5 a 6 anillos. Puede contener uno o más de los siguientes aditivos: anti-oxidantes, inhibidores de la corrosión, desactivadores de metales, compuestos congelantes para carburadores, y preparados para mejorar el rendimiento. En comparación con la nafta tienen una mayor concentración de cicloalcanos y PAHs,

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



es por ello que son productos más densos, de menor volatilidad y menos solubles, y por ende menos móviles que la nafta. Las viscosidad es entre 4 a 5 veces mayor que la nafta (API, 2004).

II.3.3. Lubricantes

Los aceites minerales están constituidos por una compleja mezcla de HC alifáticos de bajo y alto peso molecular (C_{15} - C_{50}), HC aromáticos, metales y aditivos. Su composición varía ampliamente dependiendo de la composición original del petróleo, del proceso de refinado usado, de los tipos de aditivos, y luego de su uso su composición depende de la eficacia y tipo de motor en el que es usado, del tipo de combustible empleado en el motor, y del tiempo que el aceite es usado en el motor. Se ha demostrado que el uso continuo en los motores generan compuestos como: criseno, benzopireno, benzo(a) antraceno, benso(b) fluoranteno, que son probables cancerígenos.

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



II.4. INDICADORES DE CONTAMINACIÓN

Para cada combustible existen HC típicos, por lo tanto cuando se sospecha contaminación en Suelo y Agua Subterránea, estos se buscan como indicadores de presencia de combustibles, particularmente se buscan aquellos que por sus características puedan representar un riesgo a la salud. Estos indicadores son HTP, el grupo BTEX y los PHAs (Tabla II-1), los cuales a determinada concentración son tóxicos, generando efectos agudos y crónicos en la población a través de las siguientes vías de exposición: inhalación, ingestión, absorción dérmica, y varios de ellos han mostrado ser cancerígenos.

Tabla II-1: Parámetros a analizar en los combustibles			
	HTP	BTEX	PHAs
Lubricantes	X	X	X
Nafta	X	X	
gasoil	X		X

La legislación que los enmarca tanto en la jurisdicción nacional como provincial, se refiere a compuestos “peligrosos” o “especiales” respectivamente, que se definen en las mismas:

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”



La Ley 24.051 sobre Residuos Peligrosos en su Artículo 2 define...” *Será considerado Peligroso, a los efectos de esta Ley, todo Residuo que pueda causar daño directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmosfera o el ambiente en general. En particular serán considerados peligrosos los residuos indicados en el Anexo I o que posean alguna de las características enumeradas en el Anexo II de esta Ley. Quedan excluidos de los alcances de esta Ley los residuos domiciliarios, los radiactivos, y los residuos patogénicos”.*

En forma similar, con algunas variantes, la Ley de la PBA 11720 sobre Residuos Especiales en su Artículo 3 define “... *Se entiende por Residuo a cualquier sustancia u objeto, gaseoso, (siempre que se encuentre contenido en recipientes), solido, semisólido o liquido del cual su poseedor, productor o generador se desprenda o tenga la obligación legal de hacerlo. Por lo que serán residuos especiales los que pertenezcan a cualquiera de las categorías enumeradas en el Anexo I, a menos que no tenga ninguna de las características descriptas en el Anexo II; y todo aquel residuo que posea sustancias o materias que figuran en el Anexo I en cantidades, concentraciones a determinar por la Autoridad de Aplicación, o de naturaleza tal que directa o indirectamente representen un riesgo para la salud o el medio ambiente en general. Quedan excluidos del régimen de la presente Ley y sujetos a la normativa específica conforme a su objeto: los residuos patogénicos, radiactivos, y domiciliarios”.*

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”

II.5. GRUPO BTEX

Los BTEX son un grupo de compuestos orgánicos volátiles (COVs) que se caracterizan por encontrarse en forma líquida a temperatura ambiente y por ser insolubles o ligeramente solubles en agua. Se consideran compuestos poco persistentes, no solo por sus características volátiles, sino que, por ser compuestos naturales, su estructura orgánica sufre procesos de degradación por bacterias en presencia y/o ausencia de O_2 permaneciendo en el medioambiente durante horas o meses. Son considerados tóxicos, por sus efectos en la salud, el benceno es el único del grupo que se le comprobó efectos cancerígenos en el hombre.

En la Figura II-4 se muestra un gráfico de sectores con la composición porcentual de los BTEX en las naftas, con los Xilenos discriminados.

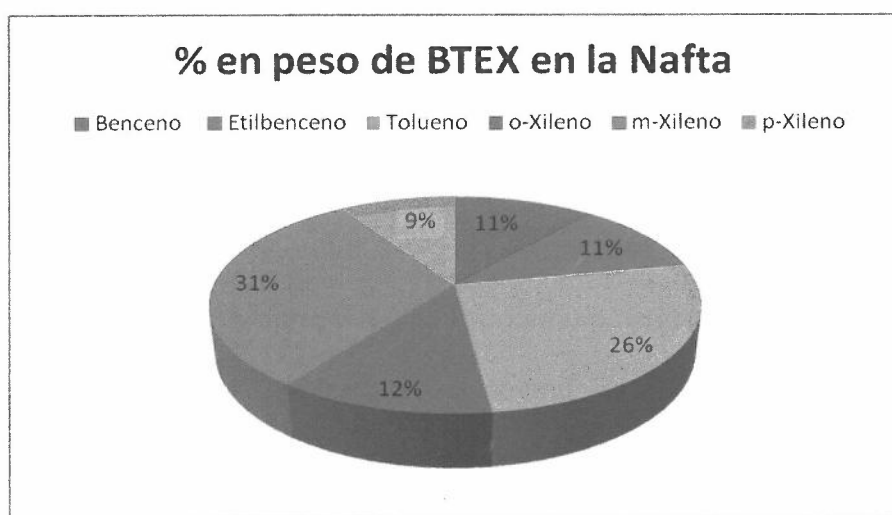


Figura II-4: Composición porcentual general de los BTEX en las naftas

Fuente: Christensen & Elton, 1996 en *Soil and Groundwater Pollution from BTEX*

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”

II.5.1. Benceno

Es el primer compuesto de la serie aromática. Su fórmula condensada es C_6H_6 , presenta tres enlaces dobles en resonancia que forman una estructura cerrada en forma de anillo. Es líquido de color amarillo claro a incoloro, altamente refractivo, con olor aromático. Este compuesto es no polar, pero su estructura le permite disolverse ligeramente en el agua. Se degrada biológicamente de manera aeróbica.

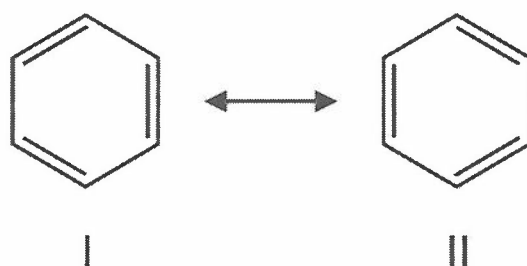


Figura II-5: Símbolo que representa a la estructura del benceno

II.5.2. Tolueno

Es un compuesto aromático derivado del benceno, en el cual un átomo de hidrógeno es sustituido por un grupo metilo. Su fórmula condensada es C_7H_8 . Denominado también como metilbenceno o fenilmetano, Es una sustancia prácticamente insoluble en agua, pero miscible con disolventes orgánicos, es un líquido incoloro, de olor semejante al del benceno. Se degrada biológicamente de manera aeróbica y anaeróbica.

Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Ambiental

“Estudio Hidrogeológico para Determinar Contaminación por Hidrocarburos en Estación de Servicio en la ciudad de Mar del Plata”

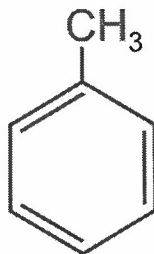


Figura II-6: Símbolo que representa a la estructura del Tolueno

II.5.3. Etilbenceno

Es un compuesto aromático derivado del benceno, en el cual un átomo de hidrógeno es sustituido por un grupo etilo. Su fórmula condensada es C_8H_{10} , es un líquido incoloro, de olor similar a la nafta. Es una sustancia no polar, y además por su estructura, es prácticamente insoluble en agua, pero miscible en disolventes orgánicos y sustancias lipofílicas (aceites y grasas). Se degrada biológicamente de manera aeróbica.

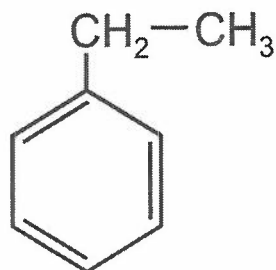


Figura II-7: Símbolo que representa a la estructura del Etilbenceno

II.5.4. Xileno

Es un compuesto aromático derivado del benceno en el cual dos de los átomos de hidrógeno han sido sustituidos por grupos metilo. Su fórmula condensada es C_8H_{10} . Según la ubicación de este grupo metilo, encontramos orto-xileno, meta-xileno y para-xileno. Es una sustancia prácticamente insoluble en agua, pero miscible en disolventes orgánicos. Se caracteriza por ser un líquido incoloro con un característico olor parecido al tolueno. Se degrada biológicamente de manera aeróbica.

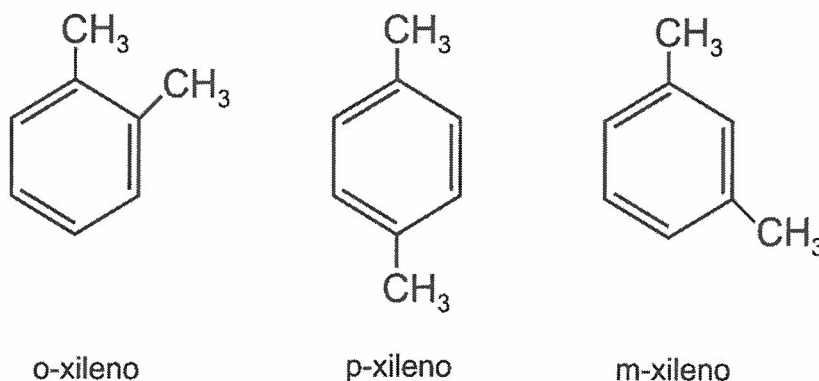


Figura II-8: Símbolos que representan a la estructura de los Xilenos.