

UNIVERSIDAD METROPOLITANA
ESCUELA GRADUADA DE ASUNTOS AMBIENTALES
SAN JUAN, PUERTO RICO

**AVALÚO DE RIESGO DE SUSTANCIAS FENÓLICAS EN LA DESCARGA DE UNA
PLANTA DE AGUA POTABLE**

Requisito parcial para completar el
Grado de Maestría en Ciencias en Gerencia Ambiental
en Evaluación y Manejo de Riesgo Ambiental

Por
Wanda Ivette Ríos Martínez

13 de mayo de 2009

DEDICATORIA

*A mis padres Aurora Martínez y Luis Ríos,
QPD, por ser unos padres maravillosos. Los
cuales me apoyaron cuando más lo
necesite y son un ejemplo de
perseverancia. Gracias por todo su amor.*

AGRADÉCIMIENTOS

A Dios porque sin él no estaría aquí. Les agradezco infinitamente a mis padres y mi hermana por darme su apoyo y sus palabras de aliento cuando más lo necesitaba. Quiero agradecer a Manuel Cordero por su brindarme su apoyo.

Además quiero expresar mi agradecimiento a Facultad de la Escuela Graduada de Asuntos Ambientales, especialmente a mi Comité de Tesis, Nancy Ma. Cáceres Acosta, Dr. Carlos M. Padín Bibiloni y a mi mentor el Dr. Neftalí García Martínez.

Les agradezco a todas las personas que de alguna manera u otra me ayudó a cumplir con esta meta. Quiero hacer un reconocimiento especial a Nancy Ma. Cáceres Acosta el por la facilitación de los Informes de Descarga Mensuales. A el Sr. Casado y Sr. Capeles por la facilitación de los documentos de análisis químicos de sustancias fenólicas de la Planta Sergio Cuevas y Enrique Ortega.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE APÉNDICES.....	x
LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	
Trasfondo del problema.....	1
Problema de estudio.....	7
Justificación del estudio.....	8
Preguntas de investigación.....	9
Meta.....	9
Objetivos.....	9
CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA	
Trasfondo histórico.....	10
Marco conceptual.....	10
Estudios de caso.....	17
Marco legal.....	20
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	
Área de estudio.....	30
Objetivos.....	30
Descripción de la Muestra.....	31
Periodo de estudio.....	31
Fuentes de los datos.....	32
Análisis de las muestras.....	32
Procedimiento para medir turbiedad.....	33
Procedimiento para medir pH.....	34
Procedimiento para la evaluación de carbonos orgánicos totales.....	34
Procedimiento para el análisis de la alcalinidad.....	35
Procedimiento para evaluar fenoles individuales.....	35
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
Evaluación de los Informes de Monitoreo de la Descarga.....	37
Evaluación de los resultados de los análisis realizados a las muestras tomadas en los puntos de muestreo.....	41
Evaluación de datos de la Planta Sergio Cuevas y Enrique Ortega.....	44
Análisis de las posibles fuentes de sustancias fenólicas en la Planta de Filtración de Guaynabo para identificar las causas del problema.....	45
Peligro que representa el fenol y las sustancias fenólicas en los cuerpos de agua.....	47
Acción correctiva para las violaciones a la norma de sustancias fenólicas.....	47
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
Conclusiones.....	50

Recomendaciones.....	54
Limitaciones del estudio.....	55
LITARTATURA CITADA.....	57

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Concentraciones ($\mu\text{g/l}$) de sustancias fenólicas descargadas por mes y año al Río Bayamón por la Planta de Cienos de la Planta de Agua Potable de Guaynabo.....	63
Tabla 2. Resultados de los análisis realizados a las muestras tomadas en la Planta de Agua Potable de Guaynabo el 26 de agosto de 2008.....	64
Tabla 3. Resultados de los análisis realizados a las muestras tomadas en la Planta de Agua Potable de Guaynabo el 7 de septiembre de 2008.....	65
Tabla 4. Resultados de los análisis realizados a las muestras tomadas en la Planta de Agua Potable de Guaynabo el 7 de enero de 2009.....	66
Tabla 5. Resultados para el análisis de sustancias fenólicas por fecha en el Punto 1 de la Planta de Agua Potable de Guaynabo.....	67
Tabla 6. Resultados para el análisis de sustancias fenólicas por fecha en el Punto 2 de la Planta de Agua Potable de Guaynabo.....	68
Tabla 7. Resultados para el análisis de sustancias fenólicas por fecha en el Punto 3 de la Planta de Agua Potable de Guaynabo.....	69
Tabla 8. Resultados para el análisis de sustancias fenólicas por fecha en el Punto 4 de la Planta de Agua Potable de Guaynabo.....	70
Tabla 9. Resultados para el análisis de sustancias fenólicas por fecha en el Punto 5 de la Planta de Agua Potable de Guaynabo.....	71
Tabla 10. Cuerpos de agua que son utilizados como fuente de agua cruda en la Planta de Agua Potable de Guaynabo.....	72
Tabla 11. Nivel de detección más bajo en el método 625 de EPA.....	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Concentraciones de sustancias fenólicas totales para el año 2002 en la descarga de la Planta de Cienos de la Planta de Agua Potable de Guaynabo.....	75
Figura 2.	Concentraciones de sustancias fenólicas totales para el año 2003 en la descarga de la Planta de Cienos de la Planta de Agua Potable de Guaynabo.....	76
Figura 3.	Concentraciones de sustancias fenólicas totales para el año 2004 en la descarga de la Planta de Cienos de la Planta de Agua Potable de Guaynabo.....	77
Figura 4.	Concentraciones de sustancias fenólicas totales para el año 2005 en la descarga de la Planta de Cienos de la Planta de Agua Potable de Guaynabo.....	78
Figura 5.	Concentraciones de sustancias fenólicas totales para el año 2006 en la descarga de la Planta de Cienos de la Planta de Agua Potable de Guaynabo.....	79
Figura 6.	Concentraciones de sustancias fenólicas totales para el año 2007 en la descarga de la Planta de Cienos de la Planta de Agua Potable de Guaynabo.....	80
Figura 7.	Grafica de concentraciones de sustancias fenólicas desde el año 2002 al 2007 en la descarga de la Planta de Cienos de la Planta de Agua Potable de Guaynabo.....	81
Figura 8.	Promedio de las concentraciones de sustancias fenólicas para los años 2002 al año 2007 en la descarga de la Planta de Cienos de la Planta de Agua Potable de Guaynabo.....	82
Figura 9.	Porciento de cumplimiento e incumplimiento para los años 2002 al 2007 en la descarga de la Planta de Cienos de la Planta de Agua Potable de Guaynabo.....	83
Figura 10.	Identificación de los Puntos de muestreo en la Planta de Agua Potable de Guaynabo.....	84
Figura 11.	Resultados del análisis para el parámetro de turbiedad para los 3 muestreos realizados en la Planta de Agua Potable de Guaynabo.....	85
Figura 12.	Resultados del análisis para el parámetro de TOC para los 3 muestreos realizados en la Planta de Agua Potable de Guaynabo.....	86
Figura 13.	Resultados del análisis para el parámetro de pH para los 3 muestreos realizados en la Planta de Agua Potable de Guaynabo.....	87

Figura 14. Resultados del análisis para el parámetro de alcalinidad para los 3
muestreos realizados en la Planta de Agua Potable de Guaynabo.....89

LISTA DE APENDICES

Apéndice A	Cadenas de custodia del laboratorio ambiental EQ Lab.....	90
Apéndice B	Resultados de laboratorio ambiental para el muestreo # 1.....	105
Apéndice C	Resultados de laboratorio ambiental para el muestreo # 2.....	111
Apéndice D	Resultados de laboratorio ambiental para el muestreo # 3.....	117

LISTA DE SIMBOLOS Y ABREVIATURAS

AAA	Autoridad de Acueductos y Alcantarillado
ASTDR	Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades
BAT	Mejor Tecnología Disponible
BPT	Mejor Tecnología Practicable
CERCLA	Ley Federal de Responsabilidad, Compensación y Recuperación Ambiental
CWA	Ley Federal de Agua Limpia
DMR	Informe de Descarga Mensual
EPA	Agencia de Protección Ambiental
JCA	Junta de Calidad Ambiental
MGD	mega galones diarios
NPDES	Sistema Nacional de Eliminación de Descargas de Contaminantes
NPL	Lista Nacional de Prioridades
NTU	Nephelometric Turbidity Units
PRUWA	Unificación de Evaluación de Cuencas Hidrográficas y las actividades de restauración en Puerto Rico
POTW	Propiedad Pública de Trabajos de Tratamiento
SDWA	Ley de Agua Potable Segura
TOC	Carbonos Orgánicos Totales
TiO ₂	Dióxido de Titanio
UV	Ultra Violeta
µg /l	microgramos por litro
mg /l	miligramos por litro
mL /l	mililitros por litro

RESUMEN

Este estudio tuvo como meta establecer las acciones correctiva para cumplir con el estándar de descarga de sustancias fenólicas en la Planta de Cieno de la Planta de Agua Potable de Guaynabo. Los objetivos fueron el analizar las concentraciones de sustancias fenólicas en la descarga de la Planta de Cienos. Evaluar las posibles fuentes de fenol en la planta de filtración de agua. Identificar el peligro de las sustancias fenólicas sobre las especies acuáticas en el Río Bayamón. Además recomendar cursos de acción correctiva para las violaciones a la norma de sustancias fenólicas. Evaluando los Informes de Descarga Mensual de los años 2002 al 2007 se encontró que los resultados para sustancias fenólicas son erráticos y no se encontró factores comunes con las violaciones a la norma de sustancias fenólicas de 1 µg/l. Para el año 2008 al 2009 la Planta de Cienos hace una renovación del permiso de descarga (NPDES), con este nuevo método no se detectan sustancias fenólicas en la descarga. Se establecieron puntos de muestreos en la planta de agua potable en las áreas donde se sospecha que se pueden encontrar fenoles. Se definen los puntos de muestreo como: Punto # 1 es la entrada de aguas cruda del Río Guaynabo, Punto # 2 es la entrada de aguas cruda del Río Bayamón, Punto # 3 salida de los sedimentadores, Punto # 4 es el área de descarga 001 y el Punto # 5 sólidos de los lechos de secado. Estas muestras fueron analizadas para pH, alcalinidad, TOC, turbiedad, fenol, fenoles clorados y nitrados. Los resultados no muestran variaciones significativas en los parámetros de pH, alcalinidad, TOC y turbiedad. No se detecto fenol, fenoles clorados y nitrados en los muestreos realizados. Se realizo una evaluación de los métodos de la EPA 420.2 y el 625 para la detección de sustancias fenólicas. Encontrando que con la utilización del método 420.2 se detectan fenoles y con el método 625 no se detectan. Evaluamos los resultados para análisis químicos para las Plantas Sergio Cuevas y Enrique Ortega para los años 2006 al 2009. Encontramos que al cambiar el método de la EPA del 420.2 al 625 no se detectaron sustancias fenólicas. Lo cual no indica que el método 420.2 tiene problemas para la detección de fenoles.

ABSTRACT

The goal of this study was to establish corrective actions to meet the discharge standard of phenolic substances in the Mud Plant of Drinking Water Plant of Guaynabo. The objectives were to analyze the concentrations of phenolic substances in the discharge from the Mud Plant. Assess possible sources of phenol in the water filtration plant. Identify the danger of phenolic substances on aquatic species in the Bayamón River. In addition recommend courses of corrective action for violations of the standard of phenolic substances. Assessing of the Discharge Monthly Reports for the years 2002 to 2007 we found that the results for phenolic substances are erratic and not have any common factors with the violations of the standard phenolic substances of 1 µg/l. For the years 2008 to 2009, the plant makes a renewal of the discharge permit (NPDES), with this new method does not detect phenolic substances in the discharge. Sampling points were established at the drinking water in areas where it is suspected that phenols can be found. Defined as the sampling points: Point # 1 is the influent of raw water from the Guaynabo River, Point # 2 is the influent of raw water Bayamón River, Point # 3 out of the sediments tank, Point # 4 is the discharge area 001 and Point # 5 solids of the drying beds. These samples were analyzed for pH, alkalinity, TOC, turbidity, phenol, chlorinated phenols and nitrated. The results show no significant variations in the parameters of pH, alkalinity, TOC and turbidity. Not detected phenol, chlorinated and nitrated phenols in the samples made. We make an evaluation of the EPA methods 420.2 and 625 for the detection of phenolic substances. Finding when used the method 420.2 phenols were detected and with the method 625 are not detected. We evaluated the results for chemical analysis for Plants Sergio Cuevas and Enrique Ortega for the years 2006 to 2009. We found that by changing the method of EPA 420.2 to 625 phenolic substances were not detected. Indicate that the method 420.2 of EPA has problems for the detection of phenols.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Trasfondo del problema

El humano ha necesitado recurrir al uso de los recursos naturales como parte central de su sobrevivencia. Con el pasar del tiempo, el crecimiento de la economía y la tecnología ha venido acompañado del incremento de la población y lo que antes tenía un impacto imperceptible hoy es un problema social. Los estilos de vida actuales y la economía de consumo, trae como consecuencia que el humano contamine los recursos naturales, entre ellos, uno de los más preciados, el agua (Santos, 2001).

Sin cantidades suficientes de agua todos los organismos corren peligro de morir y hasta desaparecer. El agua debe ser de buena calidad para asegurar la supervivencia y desarrollo de todo tipo de población (JCA, 2005). El planeta Tierra se constituye un 70 por ciento (%) de agua, pero no toda esta disponible para el consumo (Chiras, 2001). Desde la antigüedad con la formación de las primeras comunidades las cuales se establecían cerca de los cuerpos de agua con el propósito de satisfacer sus necesidades principales y realizar sus tareas diarias. Como parte del crecimiento, las ciudades y los municipios también se establecieron cerca de estas con el mismo propósito (Santos, 2001). Mientras los contaminantes que se depositaban en los cuerpos de agua eran mínimos los sistemas de purificación y limpieza natural compensaban y transformaban los mismos a su estado natural. Sin embargo, cuando la frecuencia y la cantidad en la que se depositaron los mismos fueron en aumento, como consecuencia del crecimiento poblacional, los sistemas naturales no daban abasto para retornar el balance en los cuerpos de agua (Solomon, Berg & Martin, 2005).

Uno de los contaminantes principales en los cuerpos de agua son los desechos humanos. Desde la antigüedad el humano ha utilizado los cuerpos de agua como depósito de sus desechos creando así problemas de salud, higiene y problemas de carácter estético. Con el crecimiento de las ciudades, los pobladores comenzaron a utilizar los ríos, junto a los cuales vivían, no sólo para abastecerse de agua y alimento, sino también para deshacerse de los desperdicios domésticos. También las manufactureras e industrias descargaron sus residuos en los ríos aumentando la contaminación del agua y el peligro para la salud. Esta práctica descontrolada comenzó a provocar el surgimiento de epidemias e infecciones transmitidas por el consumo de agua contaminada. Las epidemias fueron provocadas por los patógenos que contenía el agua, tales como cólera, disentería, hepatitis entre otros. El primer tanque séptico fue creado por Louis Mouras en el 1860, antes de esta fecha los desperdicios se descargaban directamente a los cuerpos de agua y las superficies. Como resultado de esta práctica surgen los problemas de salud, higiene y sustancias con olores nauseabundos. El agua debe pasar por un tratamiento, que le permita eliminar las impurezas y los organismos patógenos (Chiras, 2001).

En un esfuerzo por controlar esta práctica se comenzaron a implantar medidas para el control de la contaminación de los recursos de agua. En el 1974 se aprueba la Ley de Agua Potable Segura (SWDA, por sus siglas en inglés), la cual fue aprobada por el congreso de los Estados Unidos para manejar la contaminación de los cuerpos de agua. Bajo el SDWA se establece a la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) como la agencia que establecerá los parámetros que aseguren la calidad de agua para todos sus territorios. Además se establecen unos mecanismos mínimos para asegurar la calidad del agua los cuales son: muestreos periódicos, análisis de laboratorios, métodos de purificación, protección de aguas subterráneas y la certificación de los operadores. La Ley de Política Pública Ambiental de 1970 (Ley

Núm. 416, según enmendada) establece una política pública establece la armonía entre el ser humano y su ambiente, protegiendo de esta manera la biosfera. Bajo la Ley Núm. 416 según enmendada se establece la creación de la Junta de Calidad Ambiental (JCA). La JCA tiene el deber de proteger el ambiente y establecer medidas para regular las actividades que afectan al medio ambiente. La Ley de Protección de la Pureza del Agua Potable (Ley Núm. 5 de 1977) promulga al secretario del Departamento de Salud a poner en vigor la reglamentación para el agua potable de Puerto Rico. El Departamento de Salud fiscaliza a los proveedores de agua potable en la calidad bacteriológica, química, radiológica y física.

La Ley de Agua Limpia de 1977 (CWA, por sus siglas en inglés) regula las descargas de contaminantes en los cuerpos de agua. El CWA establece el Sistema Nacional de Eliminación de Descarga de Contaminantes (NPDES, por sus siglas en inglés), por el cual la descarga de cualquier contaminante a un cuerpo de agua es ilegal. La JCA es la agencia que evalúa los cuerpos de agua para protegerlos y mejorar la calidad de este recurso. Esta evaluación se realiza tomando en cuenta el uso designado por el Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico para el cuerpo de agua (JCA, 2005).

El propósito de las evaluaciones es reducir la contaminación de los cuerpos de agua desde sus fuentes de generación (JCA, 2005). La contaminación del agua es cualquier cambio físico o químico que pueda causar un efecto adverso al ambiente que incluye a los organismos (Chiras, 2001). La reducción de la contaminación del agua se implementa mediante el Sistema Nacional de Eliminación de Descarga (de Contaminantes (NPDES, por sus siglas en inglés). Todas las instalaciones de tratamiento, tanto municipales como industriales, que descargan los efluentes de las aguas tratadas deben obtener un permiso de descarga de la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) o de alguna agencia de Puerto Rico a quien

se le haya delegado dicha función. Este permiso establece las cantidades permitidas de ciertos contaminantes que una instalación puede descargar aun cuerpo de agua. Además establece los requisitos de monitoreo, documentación, itinerario de cumplimiento, duración del permiso, medidas para el manejo de los problemas operacionales y las penalidades por las violaciones a este permiso. Los requisitos del permiso de descarga, así como los estándares requeridos para los efluentes varían para los diferentes tipos de plantas de tratamiento. Estos dependen de la naturaleza de las aguas usadas o crudas tratadas, el tipo de tratamiento que se provee y la clasificación del cuerpo de agua que recibe el efluente. Los límites en los efluentes se basan en la mejor tecnología convencional disponible, donde se incluye una combinación de tratamiento primario, secundario y, en algunas ocasiones, tratamiento terciario(Chiras, 2001).

En el caso de las aguas usadas el tratamiento primario es la remoción de los sólidos grandes que se encuentran en el agua cruda, tales como palos de madera, plásticos, telas, animales, antes de entrar a la planta de tratamiento. El tratamiento secundario consiste en remover la materia orgánica y parte de la materia inorgánica por descomposición por hongos y bacterias. El tratamiento terciario remueve el material que no fue degradado a través del tratamiento secundario como los iones de metales y nutrientes (Manahan, 2001 a).

Los límites en los efluentes de descarga incluyen los mecanismos primarios utilizados para controlar la descarga de contaminantes en el cuerpo de agua receptor. Los requisitos de monitoreo e informes se utilizan para caracterizar el flujo de la planta y las aguas receptoras del efluente. A su vez, permite evaluar la eficiencia del proceso de tratamiento y determinar el cumplimiento con los requisitos de los permisos otorgados. Las condiciones especiales se refieren a aquellas implantadas para cumplir con los límites, mientras que las condiciones normales son condiciones pre-establecidas para

todos los permisos NPDES y establecen los requisitos legales, administrativos y procesales del permiso.

Los fenoles se encuentran en la lista de los límites de descarga del permiso NPDES. El límite para las sustancias fenólicas en la descarga es de 1 µg/l. Los fenoles se encuentran naturalmente en algunos alimentos, desperdicios de humanos y otros animales (ASTDR, 2006). Además están presentes en la descomposición de materia orgánica (Dec & Bollag, 2000). Los compuestos fenólicos tienen usos comerciales tales como para desinfectar, la utilización en la preparación de medicamentos para el dolor de garganta y enjuagues bucales. En los efluentes de las industrias que producen plaguicidas, explosivos, papel, tintes y otros compuestos sintéticos se pueden encontrar compuestos fenólicos. Por lo tanto, los fenoles se pueden encontrar en ambientes acuáticos y son considerados contaminantes del mismo (Lee et al, 2006). Los fenoles son desperdicios peligrosos identificados por la EPA. Lugares que estén contaminados con estos compuestos se encuentran en la Lista Nacional de Prioridades (NPL, por sus siglas en inglés) (CERCLA, 2003-2007). La toxicidad de los fenoles depende de la cantidad y características de los sustituyentes que el anillo aromático tenga y de la concentración en que se encuentre (Lee et al, 2006). Las sustancias fenólicas consideradas tóxicas por la EPA lo son: fenol, 2-metilfenol, 3-metilfenol, 4-metilfenol, 2,4-dimetilfenol, resorcinol, pentaclorofenol 2-clorofenol, 2,4-diclorofenol, 2,6-diclorofenol, 4-cloro-3-metilfenol, 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, 2,3,4,6-tetraclorofenol, 2-nitrofenol, 4-nitrofenol 2,4-dinitrofenol y 2-metil-4,6-dinitrofenol (Manahan.,2001 b).

La exposición a los fenoles puede causar daños tanto a los humanos como a otros animales. La exposición ocurre solo cuando se entra en contacto con esta sustancia, por medio de la respiración, la ingestión y por contacto dermal. Los daños

que puede causar se determinan por la concentración, duración y ruta de exposición (EPA, 2002).

El fenol en el aire tiene efectos, los cuales incluyen irritación de las vías respiratorias, dolor de cabeza y ardor de los ojos. Cuando la exposición ocurre durante un período largo los efectos incluyen debilidad, dolor muscular, anorexia, pérdida de peso y fatiga. Los efectos de una exposición prolongada a concentraciones bajas incluyen aumento de la tasa de cáncer de las vías respiratorias, de enfermedades cardiovasculares y efectos sobre el sistema inmune. Los estudios que se han realizado con animales experimentales tienen como resultado que una exposición por pocos minutos a fenol en altas concentraciones en el aire causa irritación de los pulmones. Cuando la exposición ocurre por días produce temblores musculares e incoordinación. En el caso de que la exposición sea por varias semanas a alta concentración de fenol se produce parálisis y lesiones graves del corazón, los riñones, el hígado, los pulmones y hasta muerte (ASTDR, 2008).

Cuando el fenol se encuentra en el agua potable en pequeñas cantidades es asociado con diarrea y llagas en la boca en seres humanos. Cuando ocurre ingestión de agua con alta concentración de fenol puede causar la muerte. Estudios realizados con animales experimentales demuestran que el beber agua con concentración alta de fenol produce temblores musculares e incoordinación (ASTDR, 2006; EPA, 2002).

Cuando el fenol entra en contacto con la piel puede producir lesiones al hígado, diarrea, orina de color oscuro y la destrucción de los glóbulos rojos. Cantidades pequeñas de fenol concentrado ha causado la muerte de algunas personas. Estudios realizados con animales demuestran que la aplicación de cantidades pequeñas de fenol sobre la piel puede producir ampollas y quemaduras, mientras que el contacto con más de 25 % de la piel con alguna solución de fenol ha producido la muerte (ASTDR, 2008).

Según el ASTDR no existe suficiente evidencia para saber si los fenoles producen cáncer en seres humanos. Estudios realizados con ratones los cuales fueron expuestos al fenol por contacto con la piel desarrollaron cáncer. Por el contrario cuando la exposición ocurrió por ingestión a través del agua durante 2 años no se desarrollo cáncer en ratones. Debido a que la información disponible acerca de la carcinogenicidad del fenol es insuficiente; la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) y la EPA no clasifican al fenol en cuanto a carcinogenicidad en seres humanos (ASTDR, 2008).

Problema de estudio

La planta de agua potable bajo estudio tiene un permiso NPDES y el mismo establece los límites de descarga del efluente y los requisitos de monitoreo. Este permiso es parte de los requisitos de la Ley de Agua Limpia (CWA, por sus siglas en inglés) y el Título 40 del Código de Regulaciones Federales (40 CFR, por sus siglas en inglés). El Río Bayamón es el cuerpo de agua receptor de la descarga autorizada por el permiso NPDES. El Río Bayamón está considerado como uno de alta prioridad en el documento “Puerto Rico Unified Watershed Assessment and Restoration Activities (PRUWA)”. Un cuerpo de agua de alta prioridad es uno altamente contaminado en relación a sus usos y esto se considera en el permiso de descarga.

La descarga se genera por la planta de cieno que pertenece a esta planta de agua potable. Los cienos provienen del particulado que se remueve durante el lavado de los filtros y la remoción de cieno de los tanques sedimentación del proceso de potabilización del agua.

El permiso NPDES de esta planta establecía un límite de 1 µg/l en sustancias fenólicas. La descarga de esta planta de cienos en la mayoría de los muestreos mensuales no cumplió con el parámetro de sustancias fenólicas del permiso NPDES.

Esto represento una violación al permiso y requería una acción de la agencia para atender esta violación. Esta situación ocurrió desde el año 2002 al 2007 en la Planta de Agua Potable de Guaynabo como evidencian los Informes de Descarga Mensual (DMR, por sus siglas en inglés) de la Autoridad de Acueductos y Alcanarillados (AAA).

Justificación del estudio

La planta de agua potable en su permiso NPDES establece un flujo de descarga máximo de 2.37 mega galones diarios (MGD) y los estándares de calidad de agua con los que debe cumplir esta descarga. El Río Bayamón es el cuerpo de agua receptor para esta descarga. Los estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico establecen que la descarga de una planta no debe contener ninguna sustancia en concentración que pueda causar un efecto sinérgico o en combinación otra sustancia toxica. Las cuales puedan causar daño físico a los humanos, peces, flora o fauna del área. Las violaciones que tuvo esta planta fluctúan entre 3µg/l y 303 µg/l dentro de un período de 5 años. La exposición a los fenoles puede causar efectos adversos en el sistema endocrino, ocasiona cambios en la motilidad de algunas especies y tiene efectos en el sistema reproductor (Lee & Peart, 2002; Kang, Aasi & Katayama, 2007). Cuando el fenol se encuentra en el agua potable en pequeñas cantidades es asociado con diarrea y llagas en la boca en seres humanos, si este se encuentra en alta concentración puede causar la muerte. Además puede producir lesiones al hígado y la destrucción de los glóbulos rojos entre otros efectos (ASTDR, 2006).

Este estudio persigue evaluar las razones de la presencia de fenoles en la descarga y recomendar medidas correctivas. Esto redundara en un cumplimiento total del permiso de descarga y una reducción en el riesgo por posible exposición a sustancias fenólicas.

Pregunta de investigación

¿Cuando ocurre el proceso de potabilización de agua las concentraciones de sustancias fenólicas aumentan o disminuyen?

Meta

Recomendar acciones correctivas para cumplir con el estándar de descarga de sustancias fenólicas en la planta de cienos. Esta acción permitirá a la AAA cumplir con el permiso de descarga y reducir el riesgo asociado a la presencia de fenoles en el agua.

Objetivos

1. Analizar las concentraciones de sustancias fenólicas en la descarga de la planta de cieno de la Planta de Agua Potable de Guaynabo.
2. Evaluar las posibles fuentes de fenol en la Planta de Agua Potable de Guaynabo
3. Identificar el peligro de las violaciones de sustancias fenólicas sobre las especies acuáticas en el Río Bayamón.
4. Desarrollar cursos de acción correctiva para las violaciones a la norma de sustancias fenólicas.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

Trasfondo histórico

El agua es esencial para la sobrevivencia, es considerado un recurso natural renovable. El agua ha sido contaminada y manejada de una forma inapropiada, lo cual puede causar una reducción en la disponibilidad de la misma. El crecimiento de la economía, la tecnología, el incremento de la población, los estilos de vida actuales y la economía de consumo causa la contaminación de los recursos naturales, entre ellos el agua. El agua debe ser de buena calidad para asegurar la supervivencia y desarrollo de la población (JCA, 2005). La crisis del agua es un problema social alarmante; las fuentes de agua en su mayoría están contaminadas y necesitan ser tratadas para el consumo y uso domestico. Además el manejo de los abastos de agua ha sido inapropiado causando el racionamiento como el ocurrido en Puerto Rico en el 1994 (Cáceres, 2007).

La planta se inauguro en el año 1924. En su inicio constaba de los tanques de floculación, sedimentación y filtración, con una producción inicial de 18 millones de galones diarios (MGD). Con mejoras que se realizaron en el 1967 al sistema de filtración y tanques de sedimentación aumenta la producción a 26 millones de galones diarios.

Marco conceptual

Contaminación del Agua

La contaminación del agua es cualquier cambio físico o químico que pueda causar efectos adversos a la salud de los humanos y otros animales (Solomon, Berg & Martin, 2005). Este tipo de contaminación varía de acuerdo con el crecimiento e

industrialización de cada país. En lugares donde no hay industrialización o se encuentra en sus comienzos la contaminación ocurre por los desechos de humanos y otros animales, plaguicidas, la agricultura y madereras. En lugares industrializados la contaminación ocurre por calor, sustancias tóxicas, ácidos, plaguicidas, químicos orgánicos e inorgánicos y la descarga inapropiada de desechos de humanos y otros animales (Chiras, 2001).

La contaminación es de origen natural y antropogénica. La natural es la que ocurre por el arrastre de materiales que se encuentran naturalmente en el ambiente por ejemplo los minerales, humus e iones (Dec & Bollag, 2000). Las sustancias húmicas se dividen en tres categorías: ácidos húmicos solubles en base e insoluble en ácido, ácido fúlvico soluble en ácido y base, "humin" que es insoluble en ácido y base (Mckenzie J, 1989) Los ácidos fúlvicos consisten en una mezcla de macromoléculas complejas con estructuras fenólicas poliméricas con la capacidad de quelación con los metales y sustancias inorgánicas (Bhandari et al; 1997). Además los ácidos fúlvicos son polares (Mckenzie J, 1989). Cuando ocurre la oxidación y degradación microbiana de estas sustancias se produce resorcinol, compuestos fenólicos y otros compuestos fenólicos carboxílico, meta y orto ftálico ácidos (Peng et al 1999)

La antropogénica es causada por agentes externos por ejemplo por el mal manejo de sustancias tóxicas, descargas inapropiadas y el pobre control de contaminación de algunos países. Para este tipo de contaminación se puede conocer la fuente o puede ser de fuente desconocida (Chiras, 2001). Las fuentes precisas son lugares identificados en los cuales se puede tener control: por ejemplo las industrias de papel, industrias farmacéuticas, refinerías, plantas de agua usada y potable (Lee, Hwang & Kim, 2006) Las fuentes dispersas son lugares que no están identificados en los cuales no se puede llevar un control; por ejemplo, descarga de desechos

municipales, modificación de hábitat, construcción y lugares donde se practique la agricultura y silvicultura (Caceres, 2007).

Los contaminantes orgánicos son consumidos por las bacterias como fuente de carbono. La proliferación de las bacterias ocurre por la disponibilidad de materia orgánica en el agua provoca la disminución de oxígeno disuelto. Esto ocurre porque el proceso de degradación que llevan a cabo las bacterias, lo cual causa que el ambiente se torne uno anaeróbico ocasionando la muerte de otros organismos (Chiras, 2001).

Los contaminantes inorgánicos causan un aumento en el crecimiento de plantas acuáticas. El crecimiento excesivo de estas interfiere con la entrada de luz solar al agua, lo cual no permite que ocurra fotosíntesis en las plantas que se encuentran a una mayor profundidad. Las plantas que se ven afectadas mueren y son degradadas por bacterias provocando que el oxígeno disuelto disminuya (Solomon, Berg & Martin, 2005).

Los contaminantes tóxicos incluyen solventes y plaguicidas. Muchos contaminantes tóxicos son no biodegradables o degradan lentamente, causan olor nauseabundo y mal sabor en el agua. Además estos pueden biomagnificarse en la cadena alimenticia o bioacumularse (Chiras, 2001). Algunos pueden ser carcinógenos o serlo al llevar a cabo una reacción química con cloro. Esto ocurre durante el proceso de potabilización de agua que utilizan el cloro como desinfectante.

La norma de fenoles totales fue incluida en los NPDES en junio 7 de 1982 ya que la EPA lo considera en la sección de normas 301(g). El fenol y sus compuestos están en la Lista Nacional de Prioridades. Estos pueden ser sintetizados por los microorganismos. Pueden ser producidos por la descomposición de proteínas, compuestos húmicos, y se encuentran en aceites naturales de resina y de petróleo (Dec & Bollag, 2000).

Proceso de potabilización de agua

El agua a medida que fluye a través de las quebradas, ríos, lagunas y lagos, esta se filtra por las capas del suelo disolviendo y arrastrando materia orgánica e inorgánica. Algunas de estas sustancias son las causantes del color olor y el sabor del agua (Chiras, 2004). La evaluación para la toma de decisión de que cuerpos de agua serán usados como abasto de agua cruda se realiza bajo el Reglamento de de Estándares de Calidad de Agua. La agencia que tiene la responsabilidad para implantar el Programa de Supervisión de Agua Potable es el Departamento de Salud (JCA, 2005). Los cuerpos de agua que son utilizados como abasto crudo de agua potable tiene que pasar por el proceso de potabilización antes de ser distribuida al sistema de agua público (Chiras, 2001).

El proceso de aireación se aplica al agua que proviene de los lagos, esto por la falta de movimiento del agua. En este proceso el agua entra en contacto con el aire, lo cual mejora las características físicas químicas de la misma. De esta manera se disminuye la concentración de sustancias volátiles, aumenta la cantidad de oxígeno disuelto y el manganeso y el hierro se oxidan. La oxidación de estos permite que puedan ser removidos en los procesos posteriores. Algunos de los sistemas utilizados para la aireación son las cascadas, regaderas y difusores de aire (Xie, 2004).

El proceso de coagulación química de carga positiva causa la desestabilización de las partículas de carga negativa del agua mediante la aplicación de un coagulante. Esto desestabiliza los sólidos que tiene el agua naturalmente como materia orgánica e inorgánica y provoca la formación de flóculos. Algunos de los agentes coagulantes son el sulfato férrico, la alúmina y el polímero. La alúmina es una sal metálica y los polímeros son monómeros. Los polímeros pueden ser catiónicos, aniónicos o no iónicos. La coagulación es una reacción físico química entre la alcalinidad que tiene el agua y el agente coagulante. La alcalinidad es la capacidad de neutralizar ácidos que

se producen por las concentraciones de carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos entre otros. La mezcla rápida causa un mayor número de colisiones aumentando el número de flóculos formados. Las fuerzas de Vander Waals es la fuerza que permite que las partículas se unan, unas a otras. Los coagulantes logran la precipitación de las partículas por que reducen la carga a cero, las desestabilizan y añaden densidad a estas (Taylor & Francis, 2006).

El proceso de floculación promueve la formación de flóculos más grandes mediante un agente floculante y movimiento suave del agua con el coagulante añadido. Estas condiciones favorecen que estos flóculos de mayor tamaño se precipiten por la fuerza de gravedad y la densidad que adquirieron mediante este proceso. Luego de esto se debe tener un tiempo de retención adecuado para que estos flóculos se sedimenten, el tamaño adecuado para la sedimentación de estos es de 0.1 – 3 micrómetros (μm) aproximadamente.

La sedimentación permite que los flóculos se separen del agua por medio de la precipitación la cual ocurre por la fuerza de gravedad. Los tanques de sedimentación son construidos tomando en cuenta el tiempo de retención y la velocidad que tiene el agua en el mismo. El propósito fundamental de la sedimentación es producir una turbiedad de 2 “Nephelometric Turbidity Units” (NTU) o menos en la entrada de los filtros. En la zona de entrada del tanque de sedimentación se reduce la velocidad y se distribuye el flujo. En la zona de sedimentación no hay ningún tipo de turbulencia. La zona de efluente es donde el agua se encuentra antes de entrar al área de filtración. La zona de cienos es donde se reciben los sólidos sedimentables y se mantienen separados del agua. El resultado de la sedimentación es la producción de cienos. Estos cienos son compuestos por arena, barro, precipitados químicos, flóculos y otros materiales sedimentables los cuales se mantiene en suspensión por la turbulencia provocada por la agitación y flujo del agua (Xie, 2004).

Los cienos generados son removidos para pasar por el proceso de desagüe y secado. Esto envuelve la eliminación del agua en el cieno para convertirlo en un producto sólido que se puede disponer en un sistema de relleno sanitario. Existen diferentes tipos, los lechos de secado, los filtros de vacío y los filtros de prensa. Los lechos de secado comprenden áreas rectangulares o cuadradas de arena o asfalto donde se drena el agua y se evapora la humedad restante. Los filtros de vacío consisten en la extracción del agua mediante presión al vacío aplicada a través de una tela filtrante. Los sólidos son removidos de la tela para ser dispuestos en un sistema de relleno sanitario. Para que este sistema funcione bien por lo general los cienos se tratan con químicos coagulantes y floculantes para que desagüen con mayor facilidad. En los filtros de prensa se aplica presión mediante la acción de una prensa para desaguar y secar los cienos. La presión fuerza el agua a través de una tela porosa y los sólidos quedan atrapados. Los cienos tienen que ser acondicionados al desagüe. Para que los filtros funcionen bien el cieno tiene que ser bien espeso.

Los cienos pueden disponerse finalmente cuando están estabilizados y no representan problemas potenciales a la salud. La forma de estos puede ser sólida o líquida, la forma sólida (cienos secos) es la más común. Los cienos sólidos pueden disponerse en un sistema de relleno sanitario o utilizarse como abono o acondicionador de terreno en la agricultura.

El proceso de filtración es parte importante en la potabilización del agua, el cual remueve la materia orgánica e inorgánica que está suspendida en el agua que no fue removida en el proceso de sedimentación. El medio filtrante más común utilizado es arena, esto debido a las características hidráulicas y filtrantes. El medio filtrante debe ser de una consistencia dura, insoluble en agua y de larga vida. En el caso de la arena mientras más fina es la arena, la remoción de este material suspendido es más efectiva.

La filtración puede ser llevada a cabo por presión o por gravedad. En el caso de los filtros por presión utilizan arena o diatomácea como medio filtrante, este tipo lo utilizan en sistemas pequeños. La filtración por gravedad utiliza arena, piedra y antracita como medio filtrante. La filtración por gravedad puede ser mecánica o por adsorción. La forma mecánica es cuando el material suspendido es de mayor tamaño que los poros que se forman entre los granos de arena. La forma por adsorción es cuando el material suspendido se adhiere al medio filtrante (Xie, 2004).

La desinfección produce agua segura para el consumo de la población. El agua debe ser tratada para que esté libre de productos químicos, sustancias tóxicas, organismos patógenos, además libre de sustancias que causen olor o sabor y debe tener una turbidez igual o menor de .3 NTU. La desinfección se puede llevar a cabo por medio de ozono, luz ultra violeta y cloración (Santos, 2001)

Los mecanismos de la desinfección que utilizan el ozono, oxidan y destruyen la pared de célula ocasionando la salida de componentes celulares fuera de la célula, reacciona con los subproductos radicales, ocasiona daños a los componentes de los ácidos nucleicos y rompe los enlaces de carbono-nitrógeno lo cual provoca una despolimerización (Dodd et al, 2006). La luz ultravioleta (UV) es una tecnología de desinfección y descontaminación. Las lámparas pueden ser de tipo poli cromáticas o monocromáticas. Los métodos trabajan por medio de la irradiación del fotón de la luz (Goldstein & Rabani, 2008).

El proceso de cloración se comenzó a utilizar en el 1908 en los Estados Unidos, el 98 por ciento de las plantas de potabilización de agua llevan a cabo la desinfección con cloro. El cloro es un oxidante fuerte, potente germicida, es costo efectivo y se puede medir un residual (Lu, 2007). La utilización del cloro reduce el nivel de organismos patógenos en el agua que será distribuida. La desinfección por cloración es más económica que otros métodos por ejemplo la luz ultra violeta. Además el cloro deja

un residual que asegura la desinfección del agua y la continuidad del proceso en el sistema de distribución que otros métodos no tienen. El cloro es un oxidante fuerte que disminuye el sabor y el olor que producen las sustancias que naturalmente que contiene el agua, como las algas, materia orgánica y el humus (Santos, 2001). El mecanismo de reacción que lleva a cabo el cloro con el agua es una hidrólisis. Donde se produce ácido hipocloroso y el ion de hipoclorito, estas son las formas donde el cloro es efectivo en la desinfección (Rivera, W 2001).

Estudios de casos

Estudio de caso # 1: Toxicidad de fenol a peces y ecosistemas acuáticos. India

Un estudio realizado en el 1999 por la Universidad de Kalyan y el Colegio de Jhargram Raj titulado "Toxicidad de fenol a peces y ecosistemas acuáticos", India. Los peces fueron expuestos a diferentes concentraciones de fenol en un período de noventa días. El estudio fue realizado con la tilapia (*Oreochromis mossambicus*). Al finalizar este período de estudio; el largo, el ancho, el peso de las viseras y gónadas de los peces fueron medidos. Los compuestos fenólicos que entran en contacto con los peces pueden causar efectos adversos en el metabolismo, crecimiento y afecta la capacidad reproductiva de estos. El metabolismo y la detoxificación de los compuestos fenólicos afecta la actividad enzimática lo cual provoca cambio en los organismos afectados. Además se demostró que la exposición a fenol causa secreciones mucosas excesivas en la piel y agallas, además afecta el movimiento y coordinación. Cuando las concentraciones de fenol son altas los peces consumían menos alimento, perdían el equilibrio y comenzaban a perder la capacidad de respirar. Lo cual indica que el fenol causa efectos adversos a los peces y su ecosistema acuático en exposiciones crónicas. Dentro de un período de exposición agudo de 72 a 96 horas a altas concentraciones los peces presentaron sofocación. La media concentración letal (LC_{50}) para la tilapia lo es

24.49 mg/l con un 95 por ciento de confianza y con unos límites entre 25.08 y 32.37 mg/l en un período de 96 horas. Los efectos pueden cambiar con la especie y tolerancia que tenga cada una de estas (Saha et. al; 1999).

Estudio de caso # 2: Bisfenol A en ambientes acuáticos y sus efectos de perturbador endocrino en organismos acuáticos. Japón

En el 2007 la Universidad de Kyushu y la Universidad de Medicina de Kawasaki realizaron un estudio en Japón titulado “Bisfenol A en ambientes acuáticos y sus efectos de perturbador endocrino en organismos acuáticos”, Japón. En este estudio se evalúa la exposición de organismos a través de la cadena alimenticia y el ambiente. Además los efectos adversos sobre el sistema de endocrino de organismos. El Bisfenol A es un compuesto orgánico compuesto de dos anillos de fenol unidos por un metil, con dos grupos funcionales de metil. La descarga al ambiente acuático de estos contaminantes ocurre no solamente de la migración de estos productos a los ríos y las aguas marinas, además ocurre por los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales y por los lixiviados de vertederos. La ruta primaria de la contaminación de fenoles en el ambiente acuático es efluente de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Los organismos acuáticos tales como los microorganismos, plancton, plantas, invertebrados, y vertebrados se ven afectados por la toxicidad de los fenoles y sus efectos adversos al sistema endocrino. El sistema endocrino es el responsable de señales hormonales que controlan el desarrollo sexual y la reproducción. Además estas señales químicas y la respuesta del receptor son esenciales para la comunicación entre organismos y su ecosistema (Fox, 2004). Varios estudios demuestran que la exposición a una concentración mínima de fenoles es dañina a los organismos acuáticos. Los efectos varían de acuerdo al organismo, el tamaño, etapa de crecimiento, factor de dilución. Algunos de estos efectos al sistema endocrino son: la inhibición del crecimiento gonadal en macho y hembra, la reducción de la producción del huevo y, la inhibición de la

espermatogénesis, deformidad embrionaria, inducción de proteínas específicas femeninas, reducción en el número de huevos, la reducción de la densidad de la esperma, disminución en la motilidad y velocidad. Además ocurre malformación en la flexión de la cola, en el caso de las hembras: ampliación de las glándulas la cual afecta la producción del oocyto y en el macho ocurre reducción de la esperma madura en la vesícula seminal (Hun Kang et al; 2007).

Estudio de caso # 3: Residuo letal en el cuerpo de clorofenoles y mezcla de clorofenoles en organismos bénticos. Finlandia

En agosto de 2001, la Universidad de Joensuu realizo un estudio en el Laboratorio de Ecología Acuática y Ecotoxicología titulado “Residuo letal en el cuerpo de clorofenoles y mezcla de clorofenoles en organismos bénticos”, Finlandia. En este se evaluaron las concentraciones donde ocurre el 50 por ciento de las poblaciones conocido con el residuo letal en el cuerpo (LBR₅₀) y se compararon las concentraciones de el residuo letal en el cuerpo para *Lumbriculus variegatus* y *Chironomus riparius*. Los grupos eran de 30 a 40 organismos los cuales fueron expuestos a diferentes concentraciones de clorofenol en un período de tiempo entre 24 y 48 horas. Se obtuvo una muestra de los organismos que sobrevivieron al LBR₅₀ fueron para realizar cromatografía de gas para analizar concentraciones de clorofenol.

Los clorofenoles son tóxicos para la vida acuática debido a que son altamente lipofílicos y pueden causar un efecto narcótico polar o interferir en el proceso de metabolismo por la fosforilación oxidativa sin parear. La toxicidad de los clorofenoles depende del grado de cloración, posición de los átomos, peso molecular y el pH.

La contaminación de clorofenoles en Finlandia ocurre por descarga o escorrentías de lugares contaminados, lo cual llega a los cuerpos de agua y sus sedimentos. Los organismos bénticos están expuestos a esta contaminación ya que estos se encuentran en los sedimentos. La exposición ocurre por los poros o por

ingestión de alimentos. Entre *Lumbriculus variegatus* y *Chironomus riparius* el organismo que fue más tolerante en un período de 48 horas fue *L. variegatus* con un LBR₅₀ de 0.45 µg/l por el contrario de *C. riparius* que resulto más sensible con un LBR₅₀ de 0.15 µg/l (Kukkonen, 2002).

Marco legal

Ley de Agua Limpia

La ley federal para el control de la contaminación del agua mejor conocida como la Ley de Agua Limpia (CWA, según sus siglas en inglés) se origino en el año 1948 por el interés que tuvo el gobierno federal en implantar programas de agua limpia, asigno fondos para la identificación de los puntos de contaminación y realizar investigaciones. En el 1965 fueron incluidos los estándares de calidad del agua los cuales serían utilizados para determinar niveles reales de la contaminación y poder establecer los requisitos para controlar la contaminación. Los esfuerzos realizados por el gobierno no rendían frutos ya que la limpieza de lugares contaminados ocurría lentamente y los contaminantes que eran descargados a los cuerpos de agua no se podían relacionar con el causante de dicha contaminación. Además, las nuevas tecnologías para el control de contaminación de los efluentes no eran aplicadas por las plantas de tratamientos municipales e industriales. La Ley de Agua Limpia fue enmendada en el 1972, fijando de esta manera metas y requisitos para las plantas de aguas residuales municipales e industriales que tratarán sus efluentes antes de ser descargados en los cuerpos de aguas. Además asignaron fondos para la construcción y mejoras de las plantas de tratamiento municipales. La legislación de 1972 declarada como su objetivo la restauración y el mantenimiento de la integridad química, física, y biológica de las aguas de Estados Unidos y sus territorios. Se establecieron dos metas: descarga cero de agentes contaminantes antes de 1985 y, en lo posible mantener la calidad del agua

para pesca y natación para en el 1983. Aunque en realidad los esfuerzos para lograr esto continúan hoy en día. La Ley de Agua Limpia tiene dos títulos muy importantes, el título II que otorga los fondos para la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y del título VI que establece los requisitos que se aplican a las descargas industriales y municipales. Esta ley impone el uso de tecnología para el control de contaminación cada vez más rigurosos para lograr niveles más altos en la disminución de la contaminación. En el 1977 venció el plazo dado a las industrias para instalar la mejor tecnología practicable (BPT, por sus siglas en inglés), esto para tener descargas que no afecten la calidad del cuerpo de agua receptor. El tratamiento secundario fue el requisito que se estableció para las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales de aguas residuales. Los municipios que no pudieron tener el tratamiento secundario para esta fecha fueron evaluados y se extendió un plazo hasta el 1988. La BPT controlaba contaminantes, tales como sólidos suspendidos, demanda bioquímica de oxígeno, pH, coliformes y las bacterias fecales. Estos contaminantes agotan la concentración de oxígeno disuelto en el agua que es necesaria para la vida acuática. Por lo cual en el 1989 se le exige a la industria la mejor tecnología disponible (BAT, por sus siglas en inglés). La BAT se enfoca generalmente en sustancias tóxicas. Se utilizan los estándares de la calidad del agua y límites en los efluentes basados para la protección de la calidad del agua. La EPA al establecer límites de descarga exige a las plantas de agua industriales y municipales el Permiso del Sistema Nacional de Eliminación de Descarga de Contaminantes (NPDES, por sus siglas en inglés).

La Ley de Agua Limpia requiere que los Estados Unidos y sus territorios establezcan los estándares de calidad de agua para todas las aguas superficiales. El control de descargas con contaminantes tóxicos ha sido uno importante en los programas de la calidad del agua. Además estándares nacionales de la BPT y de la BAT, los estados deben desarrollar estrategias para el control de contaminantes tóxicos.

La Ley de Agua Limpia (CWA, por sus siglas en inglés) de 1972 establece y revisa los estándares de calidad de agua. Los estándares nacionales de efluentes establecen el control de la contaminación para todas las instalaciones que descarguen dentro de una categoría o subcategoría industrial. La EPA, en sus funciones determinara: (1) el funcionamiento y la disponibilidad de las mejores tecnologías para el control de la contaminación o las prácticas que se llevaran a cabo para la prevención de la contaminación para una categoría o una subcategoría industrial; (2) las tecnologías utilizadas para la reducción de contaminación deben ser costo efectivas; (3) considera las consecuencias que tiene para el medio ambiente el agua de poca calidad, y (4) otros factores que se crean apropiados. El programa regulador industrial del agua limpia nacional se autoriza bajo secciones 301, 304, 306 y 307 de la Ley de Agua Limpia (CWA, por sus siglas en inglés).

La EPA ha promulgado las regulaciones efluentes que tratan 56 categorías. Los estándares nacionales para los efluentes establecen los niveles máximos permitidos de los contaminantes que se pueden descargar por las instalaciones. Estos límites se basan en el funcionamiento de tecnologías específicas disponibles para el tratamiento de contaminantes. Cada facilidad dentro de una categoría o de una subcategoría industrial tiene la obligación de cumplir con los límites aplicables a la descarga, esto sin importar su localización.

EPA crea el Sistema Nacional de Permisos para la Eliminación de Descarga de Contaminantes (NPDES, por sus siglas en inglés) para toda descarga a un cuerpo de agua de los Estados Unidos y sus territorios, dentro de los límites y los estándares promulgados. (CWA sec 301 (a), 301 (b), y 402) Para las fuentes de descarga de la Propiedad Pública de Trabajos de Tratamiento (POTW, por sus siglas en inglés), EPA promulga los estándares de pre-tratamiento que se aplicaran a esas fuentes; el estado y

las autoridades federales tienen la responsabilidad de hacerlos cumplir. (CWA 307 sec. b y c).

Los estándares que implanta la EPA tienen como meta el restaurar y mantener la integridad química, física, y biológica de las aguas de la nación. Por lo cual la EPA identifica categorías industriales, desarrolla de regulaciones para los efluentes nuevos y revisa los estándares de pre-tratamiento (ELG, por sus siglas en inglés) anualmente. Bajo esta revisión anual de ELG se identifica a candidatos para una revisión; identificación de nuevas categorías, se desarrollan nuevas regulaciones para los efluentes; e identifica nuevas categorías para descargas indirectas para el desarrollo de los posibles estándares de pre-tratamiento.

Existen unos factores que son considerados cuando se hace una revisión de regulaciones para efluentes existentes y aplicaciones de estos estándares. El primer factor es la cantidad y el tipo de agentes contaminante en la descarga de una categoría industrial, y el peligro relativo planteado por esa descarga. EPA estima la toxicidad de las descargas de un contaminante en términos de equivalentes a carga de libras de un tóxico (TWPE). El segundo factor es el funcionamiento y el costo de tecnologías del tratamiento de aguas residuales, cambios del proceso, o alternativas aplicables y demostrados de la prevención de la contaminación que podrían reducir con eficacia los contaminantes en las aguas residuales de la categoría industrial y, por lo tanto, para reducir el peligro a la salud humana o al ambiente se asoció a estas descargas de agentes contaminadores. El tercer factor es la economía de la tecnología del tratamiento de aguas residuales, del cambio del proceso, o de las medidas preventivas de la contaminación identificadas usando el segundo factor. El cuarto factor es eliminar ineficiencias o impedimentos a la prevención de la contaminación o la innovación tecnología.

Ley de Agua Potable Segura

La Ley de Agua Potable Segura de 1974 (SDWA, por sus siglas en inglés) fue aprobada por el Congreso de los Estados Unidos para proteger la salud pública regulando las fuentes del agua potable de la nación. La ley fue enmendada en 1986 y 1996 lo cual requiere proteger el agua potable y sus fuentes de abasto tales como pozos, agua subterránea, ríos, lagos, represas artificiales. La SDWA no regula los pozos privados que sirvan a menos de 25 individuos. La SDWA autoriza a la EPA a fijar los estándares nacionales para los contaminantes de origen natural y antropogénico que se pueden encontrar en agua potable. El agua potable que no se trata ni se desinfecta correctamente, o que viaja a través de un sistema de distribución sin poco o ningún mantenimiento, puede también representar un riesgo de salud. El SDWA se centró en el tratamiento como los medios de proporcionar el agua potable segura. Las enmiendas de 1996 establecen la protección de las fuentes de aguas, entrenamiento de operador, financiamiento para las mejoras del sistema del agua, y la información pública como los componentes importantes para el agua potable segura.

La EPA fija los estándares nacionales para el agua potable para disminuir los riesgos a la salud, considerando el costo y tecnología disponible. La carga máxima de contaminante regula contaminantes particulares en agua potable o maneras de tratar el agua para quitar los contaminantes. Cada norma incluye los requisitos para los sistemas del agua para el rastreo de los contaminantes en el agua para cerciorarse de que los estándares están alcanzados. Los estados pueden aplicar estándares más rigurosos que los estándares establecidos en el SDWA.

El SDWA establece la protección de las fuentes de agua, tratamiento apropiado, integridad del sistema de distribución, e información pública. Los sistemas públicos de tratamiento de agua son responsables de asegurarse de que los contaminantes en el agua no exceden los estándares. La EPA da prioridad a los contaminantes para la

regulación potencial basada en el riesgo que representa y cuan común es encontrarlos en los abastecimientos de agua. La EPA fija una meta en cuanto a la salud basada en riesgo. La EPA fija un límite legal para los contaminantes en agua potable y la técnica requerida para el tratamiento de la misma para cumplir con las metas de salud. Los estándares nacionales del agua potable son legalmente ejecutorios, que significa que la EPA y los estados pueden tomar acción legal contra los sistemas de agua que no cumplan con estos. Por lo cual la EPA y estados pueden publicar órdenes administrativas o demandas legales. SDWA reconoce el derecho que tiene la población de saber cómo se encuentra la calidad del agua. Quienes distribuyen el agua deben notificar a los consumidores rápidamente cuando hay un problema serio con la calidad del agua y preparan informes anuales sobre la calidad del agua a disposición del público.

Ley Federal de Responsabilidad, Compensación y Recuperación Ambiental

La Ley Federal de Responsabilidad, Compensación y Recuperación Ambiental (CERCLA, por sus siglas en inglés), mejor conocida como “Superfund”, fue aprobada para investigar, y restaurar lugares que contienen desperdicios peligrosos que provienen o fueron dejados por plantas manufactureras, industrias químicas, vertederos o basureros públicos. “Superfund”, provee fondos que se utilizan para restaurar y mejorar los lugares que contienen estos desperdicios peligrosos. Los fondos son utilizados cuando no se puede determinar la persona o empresa responsable por la contaminación en el área identificada por la Oficina de Remediación e Innovación Tecnológica de “Superfund” de la EPA, o cuando esa persona o empresa no puede pagar por el trabajo para limpiar, mejorar o restaurar el área afectada. El área afectada por los desperdicios peligrosos es conocida como "Superfund site". El área

contaminada que fue identificada por el programa para restaurar el área a niveles que protejan a la comunidad y al medio ambiente.

Ley de Política Pública Ambiental

“El utilizar todos los medios y medidas prácticas, incluyendo ayuda técnica y financiera, con el propósito de alentar y promover el bienestar general y asegurar que los sistemas naturales estén saludables y tengan la capacidad de sostener la vida en todas sus formas, así como la actividad social y económica, en el marco de una cultura de sustentabilidad, para crear y mantener las condiciones bajo las cuales el hombre y la naturaleza puedan existir en armonía productiva y cumplir con las necesidades sociales y económicas y cualesquiera otras que puedan surgir con las presentes y futuras generaciones de puertorriqueños.”

“El Estado Libre Asociado reconoce que toda persona tiene derecho y deberá gozar de un medio ambiente saludable y que toda persona tiene la responsabilidad de contribuir a la conservación y mejoramiento del medio ambiente. Asimismo, toda persona responsable por la contaminación de nuestros suelos, aguas y atmósfera tiene la obligación de responder por los costos de la descontaminación o restauración y, cuando procediere, compensar al municipio de Puerto Rico por los daños causados.”

“En armonía con lo anterior y reconocimiento la importancia y relación entre los factores sociales, económicos y ambientales, el Estado Libre Asociado de Puerto Rico procurará lograr su desarrollo sustentable basándose en los siguientes cuatro amplios objetivos: (1) la más efectiva protección del ambiente y los recursos naturales; (2) el uso más prudente y eficiente de los recursos naturales para beneficio de toda la ciudadanía; (3) un progreso social que reconozca las necesidades de todos; y, (4) el logro y mantenimiento de altos y estables niveles de crecimiento económico y empleos.”

Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico

La agencia que designa los usos de los cuerpos de agua en Puerto Rico es la Junta de Calidad Ambiental (JCA). Estos usos son: contacto primario, contacto secundario, vida acuática y para agua potable. Estos usos y las clasificaciones de los cuerpos de agua son establecidos por los Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico en cumplimiento con la Ley de Agua Limpia (CWA por sus siglas en inglés).

La clasificación de las aguas de Puerto Rico según sus usos designados lo es:

- La clase SA son las lagunas bioluminiscentes, bahías, aguas costaneras o esturinas de gran valor ecológico o recreativo de contacto primario.
- La clase SB son aguas costaneras o esturinas designadas para contacto primario o secundario, propagación y preservación de especies.
- La clase SC son aguas costaneras o estuarinas de contacto secundario, propagación y preservación de especies.
- La clase SD son todas las aguas superficiales excepto por aquellas que están dentro de la clase SE. Esta clase puede ser utilizada como abasto de agua potable.
- La clase SE es cualquier cuerpo de agua superficial de gran valor ecológico. El cual sus características no deben ser alteradas.
- La clase SG1 son las aguas subterráneas que pueden servir como abasto de agua potable.
- La clase SG2 son las aguas subterráneas que no pueden ser utilizadas como abasto de agua potable debido a su alta concentración de sólidos disueltos totales.

El Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico según enmendado establece que todas las aguas deberán cumplir con los requisitos estéticos

generales aceptados por lo cual deben cumplir con los siguientes estándares de calidad:

- Sólidos y otras materias - Las aguas no deberán contener desechos y/o otros materiales flotantes atribuibles a descargas en cantidades que resulten desagradables.
- Color, Olor, Sabor o Turbiedad - Las aguas deberán estar libres de color, olor, sabor o turbiedad atribuibles a descargas
- Materiales Radioactivos - Las aguas de Puerto Rico la concentración de radio 226 y de estroncio 90 no excederán de 3 y 10 pico curíes por litro respectivamente. En ausencia de estroncio y de emisiones alfa la concentración total beta no deberá exceder de 1,000 pico curíes por litro.
- Temperatura - No se aumentara el calor a las aguas que pueda ocasionar un alza sobre los 90 ° Fahrenheit o 32.2 ° Celsius en cualquier lugar.
- Sólidos suspendidos - Los provenientes de fuentes de agua usadas no deberán ocasionar asentamientos o perjudicar los usos existentes o designados de los cuerpos de agua.
- Demanda bioquímica de oxígeno- el nivel permisible de fuentes de aguas usadas será determinado caso por caso dependiendo de la capacidad asimilativa del cuerpo receptor.
- Asbesto- las aguas no deberán exceder 7 MFL (millones de fibras por litro) de asbesto, excepto cuando se establezca que su presencia es debido al surgimiento natural de depósitos geológicos de minerales que contienen fibras de asbesto.
- Aceite y grasa - las aguas deberán estar libres de aceites y grasas derivados y no derivados del petróleo.

- Substancias en concentraciones toxicas y efecto sinérgicos - las aguas no contendrán ninguna sustancia a una concentración tal que sola o como resultado de efectos sinérgico.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

La planta de agua potable de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) en el municipio de Guaynabo confronta problemas con el cumplimiento de la norma de fenoles de 1 µg/l de su permiso NPDES. Este proyecto persigue investigar por qué y dónde se están generando los fenoles y la recomendación de medidas correctivas para atender esta situación.

Área de estudio

El Río Bayamón comienza en el Barrio Beatriz del municipio de Cidra, su tamaño es de 185.0 millas con 5 subcuencas. La JCA identifica como la cuenca PRER12A. El Río Bayamón cruza los municipios de Cidra, Aguas Buenas, Guaynabo, Toa Baja, Bayamón y Cataño. El Río Guaynabo es uno de los tributarios del Río Bayamón; la identificación de su cuenca es PRWR94A. El Río Guaynabo es el tributario mayor de este con un largo de 43.1 millas (JCA, 2005). El área de estudio será la Planta de Agua Potable de Guaynabo la cual se localiza en el barrio los Frailes de este municipio. Las fuentes de agua cruda de esta planta son el Río Bayamón y el Río Guaynabo. El punto de descarga de esta planta de potabilización de agua es denominado 001. El cuerpo de agua receptor es el Río Bayamón el cual es categoría SD.

Objetivos

1. Analizar las concentraciones de sustancias fenólicas en la descarga de la Planta de Cienos de la Planta de Filtración de Guaynabo
2. Evaluar las posibles fuentes de fenol en la planta de filtración de agua
3. Identificar el peligro de las sustancias fenólicas sobre las especies acuáticas en el Río Bayamón

4. Recomendar cursos de acción correctiva para las violaciones a la norma de sustancias fenólicas

Descripción de la muestra

Establecimos 5 puntos de muestreo de acuerdo a la sospecha de donde se pueden encontrar fenoles. Los puntos de muestreo fueron: Punto # 1 es la entrada de aguas cruda del Río Guaynabo, Punto # 2 es la entrada de aguas cruda del Río Bayamón, Punto # 3 salida de sedimentadores, Punto # 4 es el área de descarga 001 y el Punto # 5 sólidos de los lechos de secado.

Con el análisis del agua cruda del Río Bayamón y el Río Guaynabo se estableció cuál era la fuente de fenoles. Con el Punto # 3 en los tanques de sedimentación determinamos si había presencia de fenoles clorados. El Punto # 4 es la descarga 001 de la Planta de Cienos de la Planta de Agua Potable de Guaynabo con el propósito de identificar si ocurrió una violación a la norma de fenoles del permiso NPDES. El Punto # 5 son los sólidos de los lechos de secado donde se comprobó si los fenoles son precipitados durante el proceso de sedimentación.

Período de estudio

Analizamos las muestras para los siguientes parámetros: turbiedad, carbono orgánico total (TOC, por sus siglas en inglés) pH, alcalinidad, fenol y fenoles clorados y nitrados individuales. Analizamos las muestras para fenoles individuales requeridos por la EPA. El período de estudio fue de 4 meses, en el que evaluamos la presencia y tipos de fenoles. Además comparamos los hallazgos durante períodos de poca o mucha precipitación.

Fuentes de datos

Los datos que se generaron en el período de estudio son de fuente primaria. Las muestras fortuitas las colectamos en los puntos de muestreo seriados. Además obtuvimos datos secundarios ya que realizamos una inspección de los archivos de la Planta de Agua Potable de Guaynabo. Esto para identificar tendencias en las violaciones a la norma de fenoles de 1 µg/l que estableció la EPA. Se tomo como base de referencia los Informes de Descarga Mensuales desde el año 2002 al 2009. Además analizamos los informes de los análisis químicos de las planta de Sergio Cuevas y Enrique Ortega.

Análisis de las muestras

Utilizamos los Procedimientos de Operación Estándar para el Análisis de Muestras del Departamento de Aseguramiento de Calidad del Laboratorio de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) y contamos con los servicios de un laboratorio ambiental privado. Las muestras fueron analizadas para los siguientes parámetros: turbiedad, carbono orgánico total (TOC, por sus siglas en inglés) pH, alcalinidad y fenoles individuales.

Procedimiento para coleccionar las muestras

1. Rotulamos los envases con los puntos de muestreo identificados como:
 - a. Punto # 1 - entrada de agua cruda del Río Guaynabo,
 - b. Punto # 2 - entrada de agua cruda del Río Bayamón
 - c. Punto # 3 – salida de sedimentadores
 - d. Punto # 4 - área de descarga 001
 - e. Punto # 5 – sólidos de los lechos de secado

2. Tomamos las muestras fortuitas con un colector de muestras y las colocamos en un envase de cristal color ámbar., fueron evaluados en el Laboratorio Analítico de la Planta los Filtros de Guaynabo y un laboratorio ambiental privado.
3. Rotulé los envases con el Punto de muestreo, hora, fecha y con el nombre de la persona que la colecto.
4. Colectamos las muestras en hielo al momento de ser tomadas para luego ser transportadas hasta el laboratorio.

Los procedimientos para el análisis del agua los llevamos a cabo bajo los procedimientos de análisis establecidos de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados.

Procedimiento para la medir turbiedad

La turbiedad en el agua puede ser causada por la presencia de partículas suspendidas, gases, líquidos y sólidos tanto orgánicos como inorgánicos, con un ámbito de tamaños desde coloidal hasta partículas macroscópicas, dependiendo del grado de turbulencia. En lagos y embalses la turbiedad es generada por particulado y coloidales. El Nephelometric Turbidity Units (NTU) es la unidad con la cual se mide la turbiedad.

1. El instrumento de medición es un espectrofotómetro, el cual mide la turbiedad en rangos de 0.01 a 7500 NTU. Antes de analizar la muestra se hacen lecturas con concentraciones conocidas según lo establecido por el fabricante del instrumento.
2. Las muestras fueron transportadas al laboratorio analítico y colocadas en hielo para ser evaluadas antes de 2 horas.
3. Se llena un vial con 30 ml de la muestra y se coloca el en espectrofotómetro.
4. Se toma la lectura cuando se estabiliza el espectrofotómetro.

Procedimiento para medir pH

El pH es una medida de acidez en una sustancia; determina por el número de iones libres de hidrógeno en una sustancia. El agua disuelve la mayoría de los iones. El pH está determinado por un número de protones (H^+) y el número de iones de hidróxido (OH^-). Cuando el número de protones es igual al número de iones de hidróxido, el agua es neutra. La escala del pH es entre 0 a 14, cuando es mayor de 7 la sustancia es básica, cuando es menor de 7 la sustancia es ácida; si es 7 la sustancia es neutra.

1. El instrumento que utilizaremos es un metro de pH, cuyo intervalo de lectura es de 0 a 14. El instrumento se calibra con las soluciones conocidas que son requeridas las cuales son: amortiguador de 4, amortiguador de 7 y amortiguador de 10, según las indicaciones del fabricante del instrumento.
2. Se limpió el electrodo del instrumento con agua destilada antes y después de cada una de las calibraciones.
3. Las muestras fueron transportadas al Laboratorio Analítico y colocadas en hielo para ser evaluadas antes de 2 horas.
4. Se colocó el electrodo en la muestra para la lectura. Se limpió el electrodo con agua destilada y se repitió con cada muestra.

Procedimiento para evaluación de carbono orgánico total (TOC, por sus siglas en inglés)

El procedimiento para la evaluación de TOC es un parámetro el cual es utilizado para determinar la calidad del agua. Este análisis mide la cantidad de carbono orgánico total que está presente en el agua, lo cual puede ser compuestos orgánicos volátiles, naturales o sintéticos. Concentraciones elevadas de TOC en las aguas superficiales

generan una disminución en el oxígeno disuelto debido a la descomposición por microorganismos.

1. Utilizamos es un Analizador de carbono orgánico total.
2. Limpiamos las líneas de entrada durante 15 minutos según las indicaciones del fabricante; luego se colocó y analizó la muestra.
3. Las muestras fueron transportadas al Laboratorio Analítico y colocadas en hielo para ser evaluadas antes de 2 horas.

Procedimiento para evaluar alcalinidad

La alcalinidad es la capacidad que tiene el agua para neutralizar los ácidos. La alcalinidad en el agua ocurre por las cantidades de iones de carbonato, bicarbonatos, e hidróxidos.

1. Tomamos una muestra de 50 ml
2. Se colocó la muestra en un “beaker”.
3. Se añaden 5 gotas del indicador “Metil Blue” y se agita de forma constante.
4. Se añade lentamente H_2SO_4 0.02 normal hasta que la solución comience a cambiar del color verde azulado a amarillo.
5. Luego del cambio se mide la cantidad de H_2SO_4 0.02 N añadido.

Procedimiento para evaluar fenoles individuales

Para este análisis se contó con los servicios de EQ Lab, el cual utilizó el método EPA 827 para la determinación de fenoles individuales. Este método detecta la presencia de fenoles por cromatografía de gas.

1. Estas muestras fortuitas, se colectaron en envases de cristal color ámbar y se preservaron en hielo.

2. La muestra se guardaron a una temperatura de 4°C y analizaron en el plazo de 24 horas después de la colección.
3. La degradación biológica fue inhibida por la añadidura de 1 g/l de sulfato de cobre a la muestra y de acidificación a un pH de menos de 4 con el ácido fosfórico.

Comparamos los resultados de los análisis químicos físicos para los distintos puntos de muestreo. Determino cual es el origen de los fenoles en la Planta Agua Potable de Guaynabo. Evaluamos los patrones de relación entre las diversas variables examinadas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de los Informe de Descarga Mensual (DMR, por sus siglas en ingles)

El permiso NPDES evaluado en esta tesis es el PR0022438 de la Planta de Tratamiento de Cienos de la Planta de Filtración de Guaynabo. El permiso establece para la norma de fenoles totales el límite de 1µg/l. Durante el período de 2002 a 2007 se encontraron violaciones a la norma de sustancias fenólicas en el agua de descarga de la Planta de Cienos según muestra la Tabla 1 y la Figura 7.

En el año 2002 hubo diez violaciones a este parámetro establecido por EPA, según muestra la Tabla 1 y la Figura 1. En los meses de enero a mayo encontramos que no hubo grandes variaciones en las concentraciones, el promedio fue 10.8 µg/l. Los meses de junio y julio cumplió con la norma de sustancias fenólicas. Además de este periodo en los meses de agosto a noviembre hubo un aumento en la concentración de sustancias fenólicas en comparación a los periodos anteriores, con un promedio de 20.1 µg/l. En el mes de diciembre se excedió el parámetro con una concentración de 187 µg/l, la cual representa la concentración máxima para este año.

En el año 2003 hubo violaciones durante todos los muestreos mensuales como indica la Tabla 1 y la Figura 2. En el mes de enero hubo una violación a la norma de fenoles con 48µg/l la cual fue la concentración máxima para este año. Los meses continuos presentaron una disminución en las concentraciones, hasta tener una concentración de 10 µg/l en el mes de mayo. En el mes de junio ocurrió un aumento en comparación con el mes de mayo con un 21 µg/l. En los meses de junio a septiembre no hubo variaciones significativas. Durante los meses de octubre y noviembre hubo aumento a la norma de fenoles, con un promedio de 24.6 µg/l. El mes de diciembre tuvo una concentración de 15 µg/l. Los promedios en la concentración respectivos para

los años 2002 y 2003 fueron 26.9 µg/l y 20.9 µg/l lo cual indica que no ocurrió cambio significativo en las concentraciones según se muestra la Figura 8. Existe la posible explicación de que no hubo ningún cambio en los cuerpos de agua que sirven como abasto de agua cruda de la Planta de Agua Potable de Guaynabo.

El año 2004 fue uno de los años donde más altos se informaron resultados para la norma de sustancias fenólicas como indica la Tabla 1 y la Figura 3. En el mes de enero el resultado fue de 104 µg/l. Los meses de febrero con 43.6 µg/l y marzo con 83.4 µg/l presentaron una disminución en las concentraciones de sustancias fenólicas. Los meses de abril y junio presentaron un incremento con 303 µg/l. A través de los meses de julio, agosto, octubre y diciembre no mostraron diferencia significativa en sus concentraciones con un promedio de de 17.8 µg/l. El cumplimiento de la norma ocurrió para mayo, septiembre y octubre del 2004 según muestra la Tabla 1 y la Figura 3. El promedio para este año muestra un aumento en relación a los años anteriores con una concentración de 75.6 µg/l (Figura 8).

En el año 2005 hubo incumplimiento con la norma de sustancia fenólicas durante la mayor parte del año como muestra la Tabla 1 y la Figura 4. Durante este periodo de tiempo hubo una mínima concentración de 3µg/l en diciembre y una máxima concentración de 40 µg/l en septiembre. En los meses de febrero y abril hubo cumplimiento con la norma. El promedio para el año 2005 lo fue 17.5 µg/l teniendo una disminución en concentraciones en relación al año anterior (Figura 8).

El año 2006 tuvo la mayor concentración de sustancias fenólicas. Las violaciones ocurrieron durante casi todo el año como indica la Tabla 1 y la Figura 5. En enero, febrero, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre las concentraciones fluctuaron de 5 µg/l y 89 µg/l. La concentración para marzo fue de 373 µg/l, abril fue 306 µg/l y en mayo hay una disminución con una concentración de 165 µg/l. El mes de diciembre tuvo una concentración de 256 µg/l, lo cual representó un incremento en

comparación con el mes de noviembre con un valor de 27 $\mu\text{g/l}$. El promedio para este año fue más elevado con un 109.3 $\mu\text{g/l}$ en comparación con los demás años (Figura 8)

En el año 2007 las concentraciones de sustancias fenólicas fueron las más bajas en comparación con los otros años como muestra la Tabla 1 y la Figura 6. El mes de enero tuvo una concentración de 28 $\mu\text{g/l}$ con una disminución para febrero y marzo de 14 $\mu\text{g/l}$ y 6.5 $\mu\text{g/l}$ respectivamente. Un incremento se presentó en abril con un 16.7 $\mu\text{g/l}$; una disminución presentada en mayo con 5.4 $\mu\text{g/l}$ y junio 3.7 $\mu\text{g/l}$. En los meses de julio, agosto, septiembre y noviembre los resultados fluctuaron entre 10 $\mu\text{g/l}$ y 13 $\mu\text{g/l}$ lo cual no muestra una diferencia en concentraciones significativa. En el 2007 hubo cumplimiento en octubre y diciembre. En comparación con el año 2006, ocurrió una disminución drástica en las concentraciones de sustancias fenólicas. El promedio para este año fue de 9.97 $\mu\text{g/l}$, el cual fue el más bajo en comparación con los demás años (Figura 8). Durante el año 2007 hubo una reducción en los valores para la norma de fenoles, existe la posibilidad que esto ocurriera por las mejoras que se llevaron a cabo en la Planta de Filtración. La optimización de está incluyó mejoras en el proceso de coagulación, sedimentación, filtración y aplicación de los productos químicos. La aplicación de hidróxido de calcio se realiza en la área de mezclado rápido y se comenzó a aplicar en área de los floculadores en enero de 2007 (Cáceres, 2007). Evaluando los resultados para los años del 2002 al 2007 podemos decir que el 73 por ciento (%) de los resultados se encuentra por debajo de los 50 $\mu\text{g/l}$. Hubo un 6 % que se encontró entre 51 $\mu\text{g/l}$ y 200 $\mu\text{g/l}$ y un 1 % entre 200 $\mu\text{g/l}$ y 300 $\mu\text{g/l}$. El 6 % se encontró sobre los 300 $\mu\text{g/l}$ y solo el 14 % de los muestreos mensuales tuvo cumplimiento (Figura 9). En general podemos decir que los resultados para el periodo del 2002 al 2007 son erráticos.

En agosto de 2007 se solicitó renovación del permiso NPDES núm. PR0022438. Este permiso dice y cito: "Los cuerpos de agua de Puerto Rico no deben

contener ninguna sustancia atribuible a la descarga 001, las cuales en concentraciones, sola o en combinación con otras sustancias cause un efecto sinérgico, sea tóxica o sea responsable de efectos no deseados en humanos, peces, fauna y flora". Los contaminantes tóxicos se encuentran bajo el 40 CFR 401.15. Los fenoles que se consideran tóxicos son: 2,4,6-triclorofenol, 2-clorofenol, 2,4-diclorofenol, 2,4-dimetilfenol, 2-nitrofenol, 4-nitrofenol, 2,4-dinitrofenol, fenol y pentaclorofenol. Estos se encuentran en la lista de contaminantes tóxicos y en la lista de contaminantes prioritarios (EPA, 1979). En la renovación del permiso no se incluye el 2-nitrofenol y 4-nitrofenol. La detección para estos fenoles se llevo a cabo con el método EPA 625. Este método determina la estructura los compuestos orgánicos utilizando cromatografía de gas/ espectrometría de masa. El método 625 utiliza el nivel más bajo de detección (ver Tabla 11).

En enero del 2008 se comenzó a utilizar el método 625 de la EPA, la planta de filtración cuenta con los servicios de un laboratorio ambiental privado para realizar este análisis. Durante este período el parámetro para sustancias fenólicas totales fue 1 µg/l, la planta de filtración contaba con los servicios del Laboratorio Central de la AAA. Luego en el 2008, contamos con los servicios de un laboratorio ambiental privado porque éste laboratorio no cuenta con el equipo para realizar el análisis por cromatografía de gas. En este período de tiempo que comprende desde enero del 2008 al 2009 no se detectó fenoles en la descarga de la Planta de Cienos de la Planta de Filtración de Guaynabo.

Evaluación de los resultados de los análisis realizados a las muestras tomadas en los Puntos de muestreo

Los Puntos de muestreo fueron los siguientes (Figura 10):

- Punto # 1 - entrada de agua cruda del Río Guaynabo
- Punto # 2 - entrada de agua cruda del Río Bayamón
- Punto # 3 – salida de los sedimentadores
- Punto # 4 - área de descarga 001
- Punto # 5 - los lechos de secado

Las muestras las colectamos de forma fortuita para analizar: turbiedad, TOC, pH, alcalinidad, fenol y fenoles individuales. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio analítico de la Planta de Agua Potable de Guaynabo antes de dos horas. Esto para la turbiedad, TOC, pH y alcalinidad.

La turbiedad es la falta de transparencia debido a las partículas suspendidas en la muestra. El primer muestreo lo realizamos el 26 de agosto de 2008 obteniendo resultados para el Punto # 1 de 14.9 NTU, el Punto # 2 de 85.8 NTU. El cual muestra que la turbiedad más alta fue del Río Guaynabo. El resultado para el Punto # 3 es de 1.42 NTU y el Punto 4 de 10.1 NTU, como se indica la Tabla 2. El segundo muestreo fue el 7 de septiembre de 2008. Hubo un período de lluvia fuerte arrojó las siguientes concentraciones: Punto # 1 con 327 NTU, Punto # 2 fue de 2593 NTU, Punto # 3 fue de 0.83 NTU y el Punto # 4 con 4.46 NTU (Tabla 3). Lo cual representa una disminución en la turbiedad en relación al muestreo anterior. El 7 de enero de 2009 realizamos el último muestreo. Los resultados que obtuvimos para el Punto # 1 fue de 15.3 NTU y para el Punto # 2 fue de 29.3 NTU como indica la Tabla 4 y Figura 11. El resultado más alto de turbiedad lo obtiene el Río Guaynabo, para los tres muestreos lo cual indica que puede tener un problema de erosión por falta de cubierta vegetativa. El Punto # 3 tuvo

un valor de 2.57 NTU y el Punto 4 de 2988 NTU (véase la Tabla 4). En este muestreo obtuvimos los valores más altos en el área de sedimentación y descarga. En este último hubo una violación a la norma de turbiedad de 50 NTU en la descarga 001 según el permiso NPDES como indica la Figura 11.

El TOC es la concentración de carbono orgánico total. El 26 de agosto de 2008 tuvo las siguientes concentraciones para el Punto # 1 fue 3.12 mg/l y para el Punto # 2 fue 3.95 mg/l. Los Puntos # 3 y # 4 respectivamente tienen una reducción con un 2.16 mg/l y 2.31 mg/l como indica la Tabla 2 y Figura 12. El muestreo del 7 de septiembre de 2008 muestra un aumento en el Punto # 1 con un 3.61mg/l y Punto # 2 con un 4.64 mg/l en relación al tomado el 26 de agosto para este año (Tabla 3). La misma situación ocurre con los Puntos # 3 y # 4 con un 3.53 mg/l y 3.72 mg/l respectivamente como indica la Figura 12. Los resultados mostraron un incremento de un 13.6 % en el TOC para el Río Bayamón y un aumento de un 14.8 % en TOC para el Río Guaynabo. El TOC aumentó en relación con la turbiedad para este muestreo. El muestreo que se llevo a cabo el 7 de enero de 2009 tuvo resultados para el Punto # 1 de 2.45 mg/l y para el Punto # 2 de 3.09 mg/l con una reducción con el muestreo anterior como indica la Figura 12. En los Puntos # 3 y # 4 tuvimos resultados de 1.97 mg/l y 2.87 mg/l para cada uno (Tabla 4). El TOC muestra que el Río Guaynabo recibe más contaminación de orgánicos que el Río Bayamón, los cuales se encuentran en el Inventario de Calidad de Agua de Puerto Rico. El Río Guaynabo tuvo valores fuera de lo establecido en coliformes fecales, orgánicos no prioritarios, turbiedad y oxígeno disuelto como indica la Tabla 10. Esto indica que hay fuentes de contaminación orgánica en estos cuerpos de agua. Estas fuentes de contaminación son las aguas usadas de comunidades sin alcantarillado sanitario, esorrentía urbana, desbordes de estaciones de bombas de aguas usadas y tanques soterrados en áreas cercanas (Caceres, 2007). De acuerdo a

esto el Río Bayamón tuvo valores fuera de lo establecido en coliformes fecales, orgánicos de no prioridad y turbiedad según la Tabla 10.

El pH es la medida de hidronio en una solución lo cual determina la basicidad o acidez. Este parámetro no tuvo una variación significativa en las diferentes fechas que se realizó el muestreo. El muestreo que se llevo a cabo el 26 de agosto de 2008 los resultados fueron para el Punto # 1 un 8.11, Punto # 2 de 7.67, Punto # 3 de 7.49 y para el Punto # 4 de 7.41 como indica la Tabla 2 y la Figura 13. El 7 de septiembre de 2008 los resultados para el Punto # 1 de 8.02 y el Punto # 2 de 7.32. Los resultados de los Puntos # 3 y Punto # 4 fueron de 7.33 y 7.25 para cada uno según muestra la Tabla 3 y la Figura 13. El pH para el 7 de enero de 2009 fue de 8.03 en el Punto # 1, 7.44 en el Punto 2, 7.43 en el Punto 3 y de 7.42 en el Punto 4 (Tabla 4). El pH del Río Bayamón es más básico que en los demás puntos. Este parámetro tiene una disminución según ocurre el proceso de potabilización del agua como indica la Figura 13. Esto se debe a la aplicación del cloro como desinfectante en el proceso de purificación. Esto ocurre porque en la reacción del cloro con el agua genera ácido hipocloroso lo cual provoca una disminución en el pH (Figura 13).

La alcalinidad es la capacidad que tiene el agua para neutralizar ácidos. Los resultados de para alcalinidad el 26 de agosto de 2008 en el Punto # 1 fue de 106 ml/l, Punto # 2 de 130 ml/l, Punto # 3 de 100 ml/l y en el Punto # 4 de 98 ml/l como indica la Tabla 2 y la Figura 14. En esta fecha hubo una disminución para la alcalinidad durante el proceso. El 7 de septiembre de 2008 los resultados fueron 104 ml/l en el Punto # 1, 76 ml/l en el Punto # 2, 112 ml/l en el Punto # 3 y 114 en el Punto # 4 como muestra la Tabla 3. En el Punto # 1 y # 2 hubo una reducción de alcalinidad en relación al aumento en la turbiedad en el agua cruda. El último muestreo se realizó el 7 de enero de 2009 en el cual los resultados fueron en el Punto # 1 de 124 ml/l, Punto # 2 de 186 ml/l, Punto # 3 de 138 ml/l y en el Punto # 4 de 130 ml/l como indica la Tabla 4 y la

Figura 14. En este último muestreo se obtuvieron los resultados más altos para alcalinidad (Figura 14).

Para el análisis de fenol y fenoles individuales se contó con los servicios de EQ Lab, laboratorio ambiental. En este análisis añadimos el Punto de muestreo # 5 el cual es una muestra de cieno en los lechos de secado. Contamos con una cadena de custodia en la cual afirmamos la integridad muestra. Las muestras fueron analizadas con el método EPA 827. Utilizamos este método para confirmar los resultados que se informaron con el método 625 de la EPA. Este método identifica sustancias fenólicas tales como: 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, 2,4-diclorofenol, 2,4-dimetilfenol, 2,4-dinitrofenol, 2-clorofenol, 2-metil-4,6-dinitrofenol, 2-nitrofenol, 4-cloro-3-metilfenol, 4-nitrofenol, pentaclorofenol y fenol. En los Puntos # 1 y # 2 no se detectaron sustancias fenolicas que contienen sustancias fenólicas según indican la Tabla 5 y 6. En el Punto # 3 no se detectaron fenoles clorados (Tabla 7). En el Punto # 4 no se detectó sustancias fenólicas en las muestras que realizamos como indica la Tabla 8. Además no se detectó sustancias fenólicas en el Punto # 5, que fueran sedimentados junto con la materia orgánica en los cienos de la Planta de Cienos según muestra la Tabla 9. Los contaminantes pueden tener enlaces covalentes con la materia orgánica que se encuentra en los sedimentos (Dec & Bollag, 2000).

Evaluación de datos de la Planta Sergio Cuevas y Enrique Ortega.

Evaluamos los resultados para la Planta Filtración Sergio Cuevas desde el 2006 al 2009. Encontramos que para el 2006 esta planta comenzó a utilizar el método de detección EPA 625 esto debido a que esta planta renovó su permiso NPDES núm. PR 0022411. Bajo este método no se detectó fenoles en la descarga. Sólo en el mes de abril del 2006 se utilizó el método 420.2 y se detectó fenol en una concentración de 44 µg/l. Además evaluamos los resultados para la Planta Filtración Enrique Ortega desde

el 2006 al 2009. En el 2006 hubo violaciones durante todos los muestreos mensuales con una concentración mínima de 8 µg/l en agosto y una concentración máxima de 306 µg/l en septiembre. En el 2007 hubo violaciones de enero a junio con una concentración mínima de 4.3 µg/l en marzo y una concentración máxima de 29.5µg/l en mayo. En julio de 2007 comenzaron a utilizar el método EPA 625 por la renovación del permiso NPDES núm. PR 0022616 y no hubo detección luego de esta fecha.

Análisis de las posibles fuentes de sustancias fenólicas en la Planta de Filtración de Guaynabo para identificar las causas del problema

Los clorofenoles se producen cuando se añade cloro al fenol. Existen 19 tipos de clorofenoles. Algunos de estos son utilizados como plaguicidas y antisépticos. Algunos se producen durante la desinfección del agua con cloro, por la interacción del cloro con la materia orgánica. Además se produce en el proceso de blanquear la madera para la fabricación de papel. En Escandinavia y en América del Norte se utiliza los clorofenoles para preservar para la madera. Cantidades pequeñas en el ambiente pueden ser metabolizadas por los microorganismos en algunos días o semanas (ASTDR, 1999). Los pentaclorofenoles pueden ser encontrados en el tejido de los peces y en otros alimentos. La Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en ingles) y la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC, por sus siglas en ingles) lo consideran como carcinógeno para los humanos. El pentaclorofenol fue utilizado como plaguicida, su uso es restringido desde julio de 1984. Además su uso es limitado en insecticidas, algicidas, desinfectante, herbicida y en ingrediente para pinturas. En Estados Unidos el uso del pentaclorofenol representa el 80 % de su consumo (ASTDR, 2001).

Los grupos de metilfenol conocidos como cresoles son de origen naturales como manufacturados. El metilfenol se encuentra en forma: orto, meta y para. Para nombrar a los compuestos aromáticos, se numera a partir de la ramificación más compleja. La cual es la posición 1 en el anillo aromático. La posición 2 es Orto, meta es la posición 3 y para es la posición 4 en el anillo aromático.

Estos compuestos se utilizan como disolvente, desinfectantes, desodorantes y para fabricar otras sustancias químicas. El metilfenol puede ser producido por microorganismos en la degradación de materia orgánica. Podemos encontrar metilfenol en el agua en lugares donde ocurren derrames de petróleo, efluentes industriales y cerca de lugares que contengan desperdicios peligrosos (ATSDR, 2008)

El 2-nitrofenol y el 4-nitrofenol, son productos químicos manufacturados. Estos compuestos no se encuentran naturalmente en el medio ambiente. El 2-nitrofenol se usa principalmente para manufacturar tintes, productos de caucho y fungicidas. El 4-nitrofenol es usado en la manufactura de medicamentos, fungicidas y tintes. Los nitrofenoles son productos de degradación de plaguicidas. El 2-nitrofenol y el 4-nitrofenol se encuentran en aguas residuales tratadas de industrias de hierro y acero, farmacéutica, fabricación de caucho y componentes eléctricos / electrónicos. Los nitrofenoles se degradan fácilmente en aguas superficiales, por el contrario toman mucho tiempo en degradarse en áreas profundas del suelo y en el agua subterránea (ATSDR, 1992).

El fenol es de origen natural y antropogénico. El fenol se evapora más lentamente que el agua y es moderadamente soluble en agua. El fenol se utiliza en la producción de resinas, manufactura de nilón y otras fibras sintéticas. También se usa en productos desinfectantes, fungicidas, antiséptico y analgésico para el dolor de garganta. El fenol puede ser sintetizado por organismos vivos, el cual lo puede producir

en la descomposición de proteínas y compuestos húmicos (Kaleta, 2006). Cuando el fenol se encuentra en el suelo sólo está presente de 2 a 5 días. Cuando se encuentra en el agua puede estar durante una semana o más. La presencia de concentraciones altas de fenol puede causar efectos adversos a la microflora. El fenol no se acumula en peces u otros animales o en plantas (Neilson & Allard, 2000).

Peligro que representa el fenol y las sustancias fenólicas en los cuerpos de agua.

El fenol y las sustancias fenólicas son tóxicas a la salud humana y a la vida acuática aun en concentraciones pequeñas (Srihari, 2005). Además se encuentran en la NPL de la EPA por su toxicidad (Tabla 10). La presencia de fenol y sus compuestos causa efectos adversos en los vertebrados tales como los peces. Los peces pueden presentar una disminución en el crecimiento, movimiento y respiración (Saha et al; 1999). Ejemplo de esto son los peces zebra pueden tener deformidad en la etapa embrionaria, comportamiento anormal, ocasiona daño a los cromosomas y provoca acumulación de fluido y líquido en el saco de Yolk incrementando su peso. El saco de Yolk es una fina membrana que rodea y provee nutrientes al embrión (Solomon, Berg & Martin, 2005). Además el número de huevos fecundados disminuye ocasionando una merma en la población (Kang, Aasi, Katayama, 2007). Las sustancias fenólicas son perturbadores endocrinos que interfiere en el sistema endocrino el cual es responsable de las señales hormonales que controlan el desarrollo sexual, la reproducción y la comunicación entre organismos (Fox, 2004).

Acción correctiva para las violaciones a la norma de sustancias fenólicas.

La Planta de Agua Potable de Guaynabo no necesita realizar medidas correctivas para cumplir con la norma de sustancias fenólicas ya que no se detectaron en los muestreos realizados. En el caso de plantas de agua potable que estén en

incumplimiento pueden utilizar las siguientes medidas: degradación aeróbica, fotocátalisis, filtración, adsorción y la oxidación química.

La degradación aeróbica del fenol ocurre por carboxilación, la cual ocurre por dehidroxilación y la unión del anillo luego de la reducción. Además puede ocurrir vía oxidación de los grupos metil bajo condiciones de desnitrificación (Neilson & Allard, 2000). Se necesita un ambiente apropiado para llevar a cabo la degradación biológica lo cual incluye temperatura, pH, nutrientes (nitrógeno, fosforo y minerales) y oxígeno disuelto (Abrams et al., 1999). Algunos de los microorganismos identificados con la habilidad de degradar fenol lo son: *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas alcaligenes* y *Pseudomonas putidai* (Fernandez, 2006).

La fotocátalisis es un proceso para degradar materia orgánica y remover metales por oxidación utilizando el dióxido de titanio (TiO_2). La luz ultravioleta (UV) excita los electrones en la superficie del titanio. Generando así un polo negativo y un polo positivo. El polo negativo reduce el oxígeno molecular y el polo positivo genera radicales de hidroxilo. Los radicales de hidroxilo son un agente oxidante fuerte, el cual ataca los contaminantes de origen orgánico que se encuentren cerca de TiO_2 (Samarghndi et al.; et al; 2007).

La filtración, es un proceso que puede ser utilizado para el rehusó de agua y para la descarga de una planta. Los procesos físicos como lo es filtración tienen un impacto leve en el ambiente y tiene un bajo costo. La filtración por membranas tiene capacidad para remover materia de diferentes tipos de tamaño, tales como solutos, macromoléculas o materia suspendida. Este proceso no requiere que se añada alguna sustancia química y trabaja a temperatura ambiente (Acero et al., 2005).

La adsorción es la química de la superficie, la cual que depende del contenido de heteroátomos, principalmente grupos con oxígeno; que determinan en los carbón activados en la carga de la superficie, la hidrofobicidad y la densidad electrónica de las

capas grafénicas (Moreno, 2007). El carbón activado es utilizado para remover *p*-clorofenol y *p*-nitrofenol (Gur & Yildiz, 2007). La adsorción de sustancias fenólicas en el carbón activado depende de la cantidad presente en el medio acuoso (Kaleta, 2006). Por cada 100 libras de carbón activado se adsorben de 10 a 25 libras de fenol. En pH bajo, la capacidad de adsorber aumenta, por el contrario en pH alto disminuye (Abrams et al., 1999). Las propiedades de adsorción del carbón activado se deben a que tiene un alto grado de porosidad, una gran superficie interna y un contenido de grupos químicos superficiales. El tamaño y distribución de sus poros en la estructura carbonosa pueden ser utilizados para la purificación en fase gaseosa y líquida (Moreno, 2007). Los órgano-arcillas son utilizados como adsorbente para la eliminación de compuestos fenólicos. Para tener buenos resultados en la adsorción se recomienda que las columnas de cationes se encuentren en combinación con una carga baja en una concentración baja de contaminantes (Gur & Yildiz, 2007).

La oxidación química es el proceso destruyen anillo aromático para formar ácido orgánico y finalmente dióxido de carbono y agua. Ejemplo de esto lo es el anillo cloro, el ozono el aire entre otros. El cloro necesita tener 42 partes por cada parte de fenol. Además de que este proceso puede tener como resultado fenoles clorados. Por el contrario se necesita 5.8 partes de ozono por cada parte de fenol. El aire es el oxidante de más bajo costo pero su reacción ocurre lentamente (Abrams et al., 1999).

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

A partir de la información recopilada y presentada en este estudio de tesis podemos concluir que las fuentes dispersas provienen de lugares que no están identificados, en los cuales no se puede llevar un control; por ejemplo, descarga de desechos municipales, modificación de hábitat, construcción y lugares donde se practique la agricultura y silvicultura (Chiras, 2001). Esto trae como consecuencia que muchos contaminantes se encuentren en los cuerpos de agua tales como los contaminantes orgánicos. El fenol es un contaminante orgánico con una composición química de un anillo aromático con un grupo OH (Graham, Solomons & Fryhle, 2002). La fuente de las sustancias fenólicas en la planta de agua potable puede ser de origen natural o antropogénico (Chiras, 2001). El origen natural de sustancias fenólicas puede ser de materia orgánica en descomposición como desechos de animales (EPA, 2002). El fenol y sus compuestos pueden ser de origen antropogénico como lo son los efluentes de industrias químicas, farmacéuticas, petroquímicas, papel, tintes y pinturas. La presencia de sustancias fenólicas puede ocurrir por la transformación de plaguicidas por los microorganismos. Las sustancias fenólicas tienen diferentes grados de toxicidad el cual se determina por el sustituyente que se encuentre en el anillo del fenol (Lee, Hwang & Kim, 2006). El fenol y sus compuestos producen un efecto negativo en los ecosistemas acuáticos y a los peces cuando la exposición es crónica tanto a altas y bajas concentraciones. El fenol puede ser encontrado en el cuerpo de peces afectando el metabolismo y crecimiento (Saha et al; 1999).

Las fuentes de agua potable estudiadas reciben contaminantes de la práctica de agricultura (cosechas y empresas pecuarias), pozos sépticos, descargas provenientes

de plantas de tratamiento de aguas usadas, desvíos de estaciones de bombas y desbordes del sistema de alcantarillado, escorrentía urbana y erosión en el área de los ríos (Cáceres, 2007).

Durante los años 2002 al 2007 la Planta de Agua Potable de Guaynabo excedió los parámetros establecidos, a la norma de sustancias fenolicas de 1 µg/l. El promedio de las sustancias para el año 2002 fue 26.96 µg/l y el año 2003 fue 20.9 µg/l el cual no muestra una gran variación en años consecutivos. El promedio de las sustancias para el año 2004 fue 76.67 µg/l y el año 2006 fue 109.3 µg/l son los años con el promedio más alto. En los años 2004 y 2006 hubo violaciones a altas concentraciones entre los meses de febrero a julio y en diciembre. El promedio de las sustancias para el año 2005 fue 17.5 µg/l y el año 2007 fue de 9.98 µg/l de esta manera siendo los años con promedios más bajos. Dentro del periodo de estudio no se pudo establecer una relación entre mucha o poca precipitación. Además no se observa un patrón para el aumento o disminución para las concentraciones, por ejemplo en el 2004 en abril y junio el resultado fue de 303 µg/l y en mayo no se detectaron fenoles. Esta situación ocurrió durante 5 años en diferentes épocas del año, por ejemplo en diciembre de 2006 la concentración fue de 256 µg/l y para enero de 2007 la concentración fue de 28 µg/l.

Ademas durante este periodo de tiempo hubo violaciones a los parámetros de Cobre, Manganeso, Fosforo, Zinc, Amoniac, Plomo, Turbiedad y Arsénico. Se encontró que en los Informes de Descarga Mensuales (DMR) para este período de tiempo algunos meses sólo se presentaron violaciones a la norma de sustancias y no en las normas mencionas. No encontramos una relación en violación a la norma de las sustancias fenólicas con incumplimiento a otras normas.

Tomamos muestras en cinco Puntos distintos dentro de la planta de agua potable, esto para establecer la posible fuente de sustancias fenólicas y determinar la presencia de fenoles clorados. Las muestras fueron analizadas para los parámetros de

pH, TOC, alcalinidad, turbiedad, fenol y sustancias fenólicas para identificar relación entre ellos y la presencia de fenoles. Luego de revisar los resultados para fenoles encontramos que no se detectaron fenoles en las muestras tomadas para las diferentes fechas en que se realizó el muestreo. No se estableció una relación con los parámetros ya mencionados al no detectar sustancias fenólicas en la muestras realizadas y la presencia de sustancias fenólicas. No encontramos una relación con los períodos de mucha o poca precipitación y la presencia de sustancias fenólicas. Debido a estos resultados el Río Guaynabo y el Río Bayamón no representan las fuentes que contienen sustancias fenólicas. No se detectaron fenoles clorados en la Planta en el proceso de sedimentación. En este proceso existe una mayor posibilidad de detectar debido a que la materia orgánica reacciona con el cloro durante la desinfección, lo cual puede tener como resultado la halogenación del fenol. La descarga de la Planta de Cienos no representa un riesgo por contaminación de fenoles al Río Bayamón y su ecosistema ya que no se detecto en ninguna de las muestras que realizamos. Además no se detectó sustancias fenólicas que fueran sedimentadas junto con la materia orgánica en los cienos de la Planta de Cienos. Los contaminantes pueden tener enlaces covalentes con la materia orgánica que se encuentra en los sedimentos (Dec & Bollag, 2000).

La presencia durante 5 años de sustancias fenólicas en la descarga de la Planta de Cieno pudo ocurrir por distintas razones entre las cuales se encuentra una fuente de contaminación que se localizada en la área de los ríos disminuyó o fue eliminada. El factor de dilución del cuerpo de agua hace que las concentración de sustancias fenólicas se encuentren por debajo del límite (Kang & Kondo, 2006). Otro factor es la biodegradación ya que el fenol y sus compuestos que se encuentran en el cuerpo de agua pueden ser degradados por microorganismos que lo utilizan como fuente de carbono y de energía (Fernández, 2006).

El método para la detección de sustancias fenólicas durante el 2002 y 2007 fue el método 420.2 de la EPA. Este método es uno colorimétrico, lo cual sólo detecta presencia de sustancias fenólicas, pero no identifica estructura química, lo cual es una desventaja. Por este motivo existe la posibilidad de que estuviera detectando otros tipos de fenoles en el agua como lo son las sustancias húmicas y ácidos fulvicos. Las sustancias húmicas surgen de la descomposición de materia orgánica y plantas acuáticas, el cual forman una matriz compleja con otros sustratos orgánicos. Las sustancias húmicas se encuentran en el suelo, el agua, sedimentos, carbón y en el medio ambiente.

El método 420.2 puede tener resultados falsos positivos debido a interferencia con el método. Esto es la dificultad en la interpretación del análisis causado por elementos en común. Los resultados falsos positivos ocurren por errores de tipo 1 y tipo 2. El error tipo 1 es cuando el lugar está en cumplimiento pero los resultados estadísticos determinan que está en violación. El error tipo 2 es cuando existe la contaminación y se detecta (Sara, 2003). El problema que representan los resultados falsos positivos es que son estadísticamente válidos ya que aparentan ser reales aunque en la realidad no lo sean. Como pudo ocurrir en la Planta de Agua Potable de Guaynabo.

La Planta de Cienos de la Planta de Agua de Potable de Guaynabo tuvo un cumplimiento de un 14 % y un incumplimiento de un 86 % en el periodo de los años 2002 al 2007. Luego del cambio al método 625 de la EPA la Planta de Cienos tuvo 100 % de cumplimiento en la norma de sustancias fenólicas. El método 625 de la EPA detecta fenol, fenoles clorados y nitrados. Este método es más específico ya que identifica la composición química. Al finalizar la evaluación de las Plantas de Agua Potable Sergio Cuevas y Enrique Ortega para los resultados de sustancias fenólicas encontramos que luego de cambiar el método del 420.2 al 625 tuvieron un cumplimiento

total. Como evidencian los resultados para los análisis de sustancias fenólicas hay un problema con el método 420.2 de la EPA; por lo cual determinamos que el método más confiable es el 625 de la EPA.

Recomendaciones

Al finalizar este estudio podemos recomendar que se deban realizar estudios en los cuerpos de agua receptores de las descargas que están en incumplimiento, para poder determinar los efectos adversos crónicos y agudos a la flora y fauna. Además es importante realizar estudios en las plantas que tengan dificultad en cumplir con las normas de la EPA para determinar eventos en común que puedan provocar violaciones en la descarga. Deben de identificar las fuentes de contaminación posible.

La AAA debe evaluar el proceso de tratamiento de agua potable y aguas usadas para determinar deficiencias en el proceso que provoquen el incumplimiento con las normas de la EPA. Luego de la evaluación implementar medidas correctivas en las plantas que tengan problemas con el cumplimiento de las normas de la EPA. Tomando en consideración la mejor tecnología disponible (BTA, por sus siglas en inglés) y la mejor tecnología practicable (BTP, por sus siglas en inglés). Crear un programa para la construcción de plantas de cieno a las plantas de potabilización de agua que no cuente con esta facilidad.

Se necesitan realizar estudios sobre el método 420.2. Este método es uno colorimétrico y no es específico por lo cual puede estar detectando sustancias que contengan un sustituyente en común con los fenoles. Esto para determinar si existen interferencias que se encuentren en los cuerpos de agua y por esta razón se informen resultados falso positivo.

Le recomendamos a la AAA que debe aclarar este asunto con la EPA. Se debe presentar la información de este estudio para evidenciar los conflictos que hay con el

método 420.2 de detección de sustancias fenólicas. La AAA debe evaluar los resultados con el método 625 de la EPA y establecer un tiempo de muestreo mensual o trimestral a las Plantas de Filtración de Agua.

Limitaciones del estudio

En la revisión de literatura no se encontraron estudios de sustancias fenólicas en la descarga de las plantas de agua potable. Además no encontramos estudios de áreas contaminadas con fenol y sus compuestos en un clima tropical, por lo cual se pueda determinar como el área geográfica, temperatura, precipitación, factores de dilución, fauna, flora y microorganismos afectan el tiempo en que se encuentra el contaminante en el ambiente. Además no hay información que esto que ocurrió con los métodos en Puerto Rico ocurriera en algún lugar en Estados Unidos.

El período de estudio fue un factor limitante pues se requiere un muestreo con diferentes parámetros en el área de estudio, el cual incluya la presencia de otros contaminantes de origen orgánicos. Además los recursos económicos no hicieron posible que se realizaran más muestreos.

En nuestra metodología se encontraba hacer una evaluación de las Plantas Sergio Cuevas y Enrique Ortega desde el año 2002 al 2009. Esto no se pudo realizar debido a que los resultados que la AAA entregó fueron de los años 2006 al 2009. Además de que no recibimos los resultados para los análisis químicos de sustancias fenólicas a tiempo.

Las muestras fueron llevadas al laboratorio central de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados, y se realizaron los análisis para la presencia de fenoles totales desde el año 2002 hasta el 2007. Este análisis se realizó mediante el método 420.2 de la EPA Este método es un análisis que mide la intensidad de color por el cual se detecta la presencia de fenoles totales. En el 2008 las muestras comenzaron a

realizarlas en un laboratorio ambiental EQ Lab con el método 625 de la EPA. Este método detecta la presencia de fenoles por cromatografía de gas. Esto equivale a un porcentaje de error alto ya que se cambio el laboratorio que realizo las muestras y cambio el método por el cual se detectan los fenoles.

Al concluir esta investigación, los resultados evidencian que existe un problema con el método 420.2 de la EPA. El método más confiable es el 625 de la EPA lo cual fue validado con el método 8270C. Además al finalizar el estudio determinamos que la descarga de la Planta de Cienos no representa un riesgo a los organismos acuáticos del Río Bayamón.

LITERATURA CITADA

- Abrams, I., Aulenbach D., Bingham, E., Bollyky, L., Brown, L., Bruch, B., Buchanan, R., Canter, L., Caswell, C., Conway, R., Crits, G., Diaper, E., Ferretti, J., Gantz, R., Gardiner, W., Gilde L., Kominek, E., Liu, D., McClure, A., Parker, F., Robertson R., Rock, D., Santhanam, C., Savage, L., Smith, S., Taylor, F., Walden, C. & Zanitsch, R. (1999). Removing Specific Water Contaminants. En L. & Lipták, *Environmental Engineers' Handbokok, Second Ed.* (pág. Chapter 8). Boca Raton, FL: CRC Press LLC
- Acero, J., Benítez, J., Leal, A. & Real F. (2005). Removal of Phenolic Compounds in Water by Ultrafiltracion Membrane Treatments. *Journal of Environmental Science and Health* , 1585-1603.
- Agency for Toxic Substances & Disease Registry.* (1992). Recuperado el 5 de marzo de 2009, de Toxicological Profile for nitrophenols: <http://astdr.cdc.gov/toxprofiles/tp50-p.pdf>
- Agency for Toxic Substances & Disease Registry.* (julio de 1999). Recuperado el 7 de febrero de 2009, de Toxicological Profile for chlorophenols: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp115.html>
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry.* (2001). Recuperado el 1 de febrero de 2009, de Toxicological Profile for Pentachlorophenol: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp115.html>
- Agency for Toxic Substances & Disease Registry.* (2006). Recuperado el 4 de noviembre de 2007, de Toxicological Profile of Phenol: <http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts115.html>
- Agency for Toxic Substances & Disease Registry.* (2007). Recuperado el 5 de marzo de 2009, de CERCLA Priority List of Hazardous Substances: <http://www.atsdr.cdc.gov/cercla/07list.html>
- Agency for Toxic Substances & Disease Registry.* (2008 a). Recuperado el 8 de octubre de 2008, de Toxicological Profile for Phenol: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp115.html>
- Agency for Toxic Substances & Disease Registry.* (2008 b). Recuperado el 15 de febrero de 2009, de Toxicological Profile for Cresols: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp34-c1-b.pdf>
- Beltran, F. (2003). *Oxone-UV Radiation- Hidrogen Peroxide Oxidation Technologies.* Spain: Marcell, Dekker Inc.

- Bhandari, A., Novak, J., Burgos, W., & Berry, D. (1997). Irreversible Binding of Chlophenols to Soil and Its Impact in Bioavailability. *Journal of Environmental Engineering*, 506-513.
- Caceres, N. (2007). *Efectos del Urbanismo en la Calidad del Agua del Rio Bayamon*. Disertacion de maestria no publicada de la Escuela de Asuntos Ambientales. San Juan: Universidad Metropolitana.
- CERCLA. (2003-2007). *ATSDR*. Recuperado el 7 de febrero de 2008, de Priority List of Hazardous Substances: <http://www.atsdr.cdc.gov/cercla/07list.html>
- Chiras, D. (2001). Water Pollution: Sustainably Managing a Renewable Resource. En D. Chiras, *Environmentall Science sixth edition* (págs. 500-531). Canada: Jones & Bartlett.
- Congress, U. S. (1972). *U.S. Environmental Protection Agency*. Recuperado el 5 de noviembre de 2007, de Clean Water Act, CWA: <http://www.epa.gov/region5/water/cwa.htm>
- Congress, U. S. (1974). *U.S. Environmental Protection Agency*. Recuperado el 25 de enero de 2008, de Safe Drinking Water Act, SDWA: <http://www.epa.gov/region5/defs/html/sdwa.htm>
- Dec, J. & Bollag, J. (2000). Phenoloxidase Mediated Interactions of Phenol and Anilines with Humic Materials. *Environmental Quality* , 665-676.
- Dodd & Buffle. (2006). Oxidation of Antibacterial Molecules by Aqueous Ozone: Moiety-Specific Reaction Kinetics and Application to Ozone-Based Wastewater Treatment . *Environmental Science & Technology* , 1969-1977.
- Environmental Protection Agency*. (30 de junio de 1979). Recuperado el 8 de mayo de 2009, de Clean Water Act Analytical Test Methods: <http://www.epa.gov/waterscience/methods/pollutants.htm>
- Environmental Protection Agency Method 420.2, Phenolics Colorimetric, Automated 4-AAP with Distillation, 1974
- Environmental Protection Agency Method 625, Methods for Organics Chemical Analysis of Municipal and Industrial Wastewater, 1984
- Environmental Protection Agency Method 8270C, Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS), Revision 3 December 1996
- Environmental Protection Agency*. (2002). *Toxicological Review of Phenol*. Washington D.C.: U.S. Environmental Protection Agency. Information on the Integrated Risk Information System

- Fernandez, R. I. (2006). Development of an Enzyme Assay and Preliminary Kinetic Studies for the Enzyme (s) from *Candida tropicalis* RETL-Crl Involved in Phenol Degradation. *Pakistan Journal of Biological Sciences* , 805-809.
- Fox, J. (2004). Chemical Communication Threatened by Endocrine-Disrupting Chemicals. *Environmental Health Perspectives* , 648-653.
- Goldstein & Rabani. (2008). Polychromatic UV Photon Irradiance Measurements Using Chemical Actinometers Based on NO₃⁻ and H₂O₂ Excitation: Applications for Industrial Photoreactors. *Environmental Science & Technology* , 32-48.
- Graham, T., Solomons, W. & Fryhle C. (2002) Organic Chemistry. *seventh edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc
- Gur, A. & Yildiz, A. (2007). Adsorption of phenol and chlorophenols on pure and modified sepiolite. *J. Serb. Chem. Soc.* 72 (5) , 467–474.
- Kang, J., & Kondo, F.,. (2006). Bisphenol A in the Surface Water and Freshwater Snail Collected from Rivers Around a Secure Landfill. *Environmental Contamination and Toxicology* , 113-118.
- Junta de Calidad Ambiental. (2002). *Puerto Rico Water Inventory and List of Impaired Waters*. Puerto Rico.
- Junta de Calidad Ambiental. (2003). *Reglamento de Estandares de Calidad de Agua de Puerto Rico*. Puerto Rico: Estado Libre Asociado.
- Junta de Calidad Ambiental. (2005). *Informe sobre el Estado y Condicion del Ambiente en Puerto Rico*. Puerto Rico.
- Kaletka, J. (2006). Removal of phenol from aqueous solution by adsorption. *Canadian Journal of Civil Engineering* 33 no5 , 546-551 .
- Kang, J., Aasi, D. & Katayama, Y. (2007). Bisphenol A in the Aquatic Environment and Its Endocrine Disruptive Effects on Aquatic Organisms. *Critical Reviews in Toxicology*, 607- 625.
- Kukkonen, J. (2002). Lethal Body Residue of Chlorophenols and Mixtures of Chlorophenols in Benthic Organisms. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* , 214-220.
- Lee, H. & Peart, T. (2002). Organic Contaminants in Canadian Municipal Sewage Sludge. Part I. Toxic or Endocrine-Disrupting Phenolic Compounds. *Water Qual. Res. 1. Canada, Volume 37, No. 4* , 681-696.

- Lee, Y., Hwang, S. & Kim, S. (2006). Predicting the Toxicity of Substituted Phenols to Aquatic Species and Its Changes in the Stream and Effluent Water. *Environmental Contamination and Toxicology*, 213.
- Ley Sobre Política Pública Ambiental de Puerto Rico. Ley Num. 416 de 18 de junio de 1970 según enmendada.*
- Lu, J. (2007). Fundamental Studies of the Halogenations of Phenolic Compounds during Water Chlorination. Washington: University of Washington
- Manahan, S. Water Treatment. *Fundamentals of Environmental Chemistry*
Boca Raton: CRC Press LLC, 2001 a
- Manahan, S. Water Pollution. *Fundamentals of Environmental Chemistry*
Boca Raton: CRC Press LLC, 2001 b
- Mckenzie, J. (1989). *The characterization and chlorination of an isolated aquatic humic substance*. Massachusetts: University of Massachusetts.
- Moreno, J., Navarrette, L., Giraldo, L. & García, V. (2007). Adsorción de Fenol y 3-Cloro Fenol sobre Carbones Activados mediante Calorimetría de Inmersión. *Información Tecnológica-Vol. 18 N°3*, 71-80.
- Neilson, A. & Allard, A. (2000). Microbiological Aspects of Bioremediation. En A. H. Neilson & Allard, *Organic Chemicals : An Environmental Perspective*.
- Peng, A. (4 de abril de 1999). *The Role of Humic Substances in Drinking Water in Kashin-Beck Disease in China*. Recuperado el 1 de mayo de 2009, de Environmental Health Perspectives:
<http://www.ehponline.org/members/1999/107p293-296peng/peng-full.html>
- Rivera, W. (2001). *Análisis del Origen y las Variaciones en las Concentraciones de Trihalometanos: Planta de Purificación Sergio Cuevas*. Disertación de maestría no publicada de la Escuela de Asuntos Ambientales. San Juan: Universidad Metropolitana.
- Saha, B., Bhunia, F. & Kaviraj, A. (1999). Toxicity of Phenol to Fish and Aquatic Ecosystems. *Environmental Contamination and Toxicology*, 195-202.
- Samarghandi, M., Nouri, J., Mesdaghinia, A., Mahvi, A., Nasser, S. & Vaezi F. (2007). Efficiency removal of phenol, lead and cadmium by means of UV/TiO₂/H₂O₂ processes. *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 19-25.
- Santos, J. (2001). *Evaluación del Cloro Residual en las Comunidades Servidas por la Planta de Agua Potable del Barrio Turabo en Caguas Puerto Rico*. Disertación de maestría no publicada de la Escuela de Asuntos Ambientales. San Juan: Universidad Metropolitana.

- Sara, M. N. (2003). Organization and Analysis of Water Quality Data. En M. N. Sara, *Site Assessment and Remediation Handbook*. New York : Chapman & Hall CRC Press LLC.
- Sincero, A. & Sincero, G. (2003). Desinfection. *Physical and Chemical Treatment of Water and Wastewater*. Cap 17
- Solomon, E., Berg, L. & Martin, D. (2005). Ecology and the Geography of Life *Biology, seventh edition* (págs. 1065-1085). California: Thomson.
- Srihari, V., Madhan, S. & Das, A. (2005). Kinetics of Phenol-sorption by Raw Agrowastes. *Journal of Applied Sciences* , 47-50.
- Taylor & Francis Group. (2006). Coagulation and Flocculation. En T. & Francis, *Particles in Water: Properties and Processes* (págs. 121-148).
- Xie Y. F. (2004). Overview of Drinking Water Treatment Process. En, *Disinfection Byproducts in Drinking Water: Formation, Analysis, and Control*.

TABLAS

Tabla 1

Concentraciones ($\mu\text{g/l}$) de sustancias fenólicas descargadas por mes y año al Río Bayamón por la Planta de Cienos de la Planta de Agua Potable de Guaynabo

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
enero	14	48	104	19	11	28	N/D
febrero	5	31	43.6	*	89	14	N/D
marzo	12	13	83.4	39	373	6.5	N/D
abril	21	14.9	303	*	306	16.7	N/D
mayo	2.06	10	*	20	165	5.35	N/D
junio	1	21	303	16	*	3.7	N/D
julio	1	17	14	16	5	10.5	N/D
agosto	23	13	16	18	12	12	N/D
septiembre	15	18.7	*	40	19	13	N/D
octubre	30	26.6	29	20	48	*	N/D
noviembre	12.4	22.6	*	19	27	10	N/D
diciembre	187	15	12	3	256	*	N/D
Promedio	26.96	20.90	75.67	17.50	109.25	9.98	N/D

Fuente: Informes de Descarga Mensuales de la AAA

*No hubo violación a la norma

Norma para sustancias fenólicas $1 \mu\text{g/l}$

N/D No Detectable

Tabla 2

Resultados los análisis realizados a las muestras tomadas en la Planta de Agua Potable de Guaynabo el 26 de agosto de 2008

Muestra Liquida	pH	TOC	Alcalinidad	Turbiedad
Río Bayamón	8.10	3.12	106	14.9
Río Guaynabo	7.67	3.95	130	85.8
Sedimentada	7.49	2.16	100	1.42
Descarga	7.41	2.30	98	10.1

Tabla 3

Resultados los análisis realizados a las muestras tomadas en la Planta de Agua Potable de Guaynabo el 7 de septiembre de 2008

Muestra Liquida	pH	TOC	Alcalinidad	Turbiedad
Río Bayamón	8.02	3.60	104	327
Río Guaynabo	7.32	4.64	76	2593
Sedimentada	7.33	3.53	112	.83
Descarga	7.25	3.72	114	4.46

Tabla 4

Resultados los análisis realizados a las muestras tomadas en la Planta de Agua Potable de Guaynabo el 7 de enero de 2009

Muestra Liquida	pH	TOC	Alcalinidad	Turbiedad
Río Bayamón	8.00	2.45	124	15.3
Río Guaynabo	7.44	3.09	186	29.3
Sedimentada	7.43	1.97	138	2.57
Descarga	7.42	2.87	130	2988

Tabla 5

Resultados para el análisis de sustancias fenólicas por fecha en el Punto 1 de la Planta de Agua Potable de Guaynabo

Parámetro	Unidades	MDL	8/27/2008	9/9/2008	1/7/2009
2,4,5-Triclorofenol	µg/l	0.4	N/D	N/D	N/D
2,4,6-Triclorofenol	µg/l	0.2	N/D	N/D	N/D
2,4-Diclorofenol	µg/l	0.4	N/D	N/D	N/D
2,4-Dimetilfenol	µg/l	0.2	N/D	N/D	N/D
2,4-Dinitrofenol	µg/l	2	N/D	N/D	N/D
2-Clorofenol	µg/l	0.2	N/D	N/D	N/D
2-Metil-4,6,-Dinitrofenol	µg/l	2	N/D	N/D	N/D
2-Nitrofenol	µg/l	0.2	N/D	N/D	N/D
4-Cloro-3-Metilfenol	µg/l	0.2	N/D	N/D	N/D
4-Nitrofenol	µg/l	2	N/D	N/D	N/D
Pentaclorofenol	µg/l	2	N/D	N/D	N/D
Fenol	µg/l	0.2	N/D	N/D	N/D
Total de Fenoles por GC	µg/l	2	N/D	N/D	N/D

MDL=Minimum Detection Level

N/D= Not Detected

Tabla 6

Resultados para el análisis de sustancias fenólicas por fecha en el Punto 2 de la Planta de Agua Potable de Guaynabo

Parámetro	Unidades	MDL	8/27/2008	9/9/2008	1/7/2009
2,4,5-Triclorofenol	µg/l	0.4	N/D	N/D	N/D
2,4,6-Triclorofenol	µg/l	0.2	N/D	N/D	N/D
2,4-Diclorofenol	µg/l	0.4	N/D	N/D	N/D
2,4-Dimetilfenol	µg/l	0.2	N/D	N/D	N/D
2,4-Dinitrofenol	µg/l	2	N/D	N/D	N/D
2-Clorofenol	µg/l	0.2	N/D	N/D	N/D
2-Metil-4,6,-Dinitrofenol	µg/l	2	N/D	N/D	N/D
2-Nitrofenol	µg/l	0.2	N/D	N/D	N/D
4-Cloro-3-Metilfenol	µg/l	0.2	N/D	N/D	N/D
4-Nitrofenol	µg/l	2	N/D	N/D	N/D
Pentaclorofenol	µg/l	2	N/D	N/D	N/D
Fenol	µg/l	0.2	N/D	N/D	N/D
Total de Fenoles por GC	µg/l	2	N/D	N/D	N/D

MDL=Minimum Detection Level

N/D= Not Detected

Tabla 7

Resultados para el análisis de sustancias fenólicas por fecha en el Punto 3 de la Planta de Agua Potable de Guaynabo

Parámetro	Unidades	MDL	8/27/2008	9/9/2008	1/7/2009
2,4,5-Triclorofenol	µg/l	0.4	N/D	N/D	N/D
2,4,6-Triclorofenol	µg/l	0.2	N/D	N/D	N/D
2,4-Diclorofenol	µg/l	0.4	N/D	N/D	N/D
2,4-Dimetilfenol	µg/l	0.2	N/D	N/D	N/D
2,4-Dinitrofenol	µg/l	2	N/D	N/D	N/D
2-Clorofenol	µg/l	0.2	N/D	N/D	N/D
2-Metil-4,6,-Dinitrofenol	µg/l	2	N/D	N/D	N/D
2-Nitrofenol	µg/l	0.2	N/D	N/D	N/D
4-Cloro-3-Metilfenol	µg/l	0.2	N/D	N/D	N/D
4-Nitrofenol	µg/l	2	N/D	N/D	N/D
Pentaclorofenol	µg/l	2	N/D	N/D	N/D
Fenol	µg/l	0.2	N/D	N/D	N/D
Total de Fenoles por GC	µg/l	2	N/D	N/D	N/D

MDL=Minimum Detection Level

N/D= Not Detected

Tabla 8

Resultados para el análisis de sustancias fenólicas por fecha en el Punto 4 de la Planta de Agua Potable de Guaynabo

Parámetro	Unidades	MDL	8/27/2008	9/9/2008	1/7/2009
2,4,5-Triclorofenol	µg/l	0.4	N/D	N/D	N/D
2,4,6-Triclorofenol	µg/l	0.2	N/D	N/D	N/D
2,4-Diclorofenol	µg/l	0.4	N/D	N/D	N/D
2,4-Dimetilfenol	µg/l	0.2	N/D	N/D	N/D
2,4-Dinitrofenol	µg/l	2	N/D	N/D	N/D
2-Clorofenol	µg/l	0.2	N/D	N/D	N/D
2-Metil-4,6,-Dinitrofenol	µg/l	2	N/D	N/D	N/D
2-Nitrofenol	µg/l	0.2	N/D	N/D	N/D
4-Cloro-3-Metilfenol	µg/l	0.2	N/D	N/D	N/D
4-Nitrofenol	µg/l	2	N/D	N/D	N/D
Pentaclorofenol	µg/l	2	N/D	N/D	N/D
Fenol	µg/l	0.2	N/D	N/D	N/D
Total de Fenoles por GC	µg/l	2	N/D	N/D	N/D

MDL=Minimum Detection Level

N/D= Not Detected

Tabla 9

Resultados para el análisis de sustancias fenólicas por fecha en el Punto 5 de la Planta de Agua Potable de Guaynabo

Parámetro	Unidades	MDL	8/27/2008	9/9/2008	1/7/2009
2,4,5-Triclorofenol	µg/l	20	N/D	N/D	N/D
2,4,6-Triclorofenol	µg/l	10	N/D	N/D	N/D
2,4-Diclorofenol	µg/l	20	N/D	N/D	N/D
2,4-Dimetilfenol	µg/l	10	N/D	N/D	N/D
2,4-Dinitrofenol	µg/l	100	N/D	N/D	N/D
2-Clorofenol	µg/l	10	N/D	N/D	N/D
2-Metil-4,6,-Dinitrofenol	µg/l	100	N/D	N/D	N/D
2-Nitrofenol	µg/l	10	N/D	N/D	N/D
4-Cloro-3-Metilfenol	µg/l	10	N/D	N/D	N/D
4-Nitrofenol	µg/l	100	N/D	N/D	N/D
Pentaclorofenol	µg/l	100	N/D	N/D	N/D
Fenol	µg/l	10	N/D	N/D	N/D
Total de Fenoles por GC	µg/l	100	N/D	N/D	N/D

MDL=Minimum Detection Level

N/D= Not Detected

Tabla 10

Cuerpos de agua que son utilizados como fuente de agua cruda en la Planta de Agua Potable de Guyanabo

Identificación del cuerpo de agua de la JCA	Cuerpo de Agua	Parámetros en incumplimiento del 2006
PRER12A1	Río Bayamón	Arsénico, Cobre, Cianuro, coliformes fecales, orgánicos no prioritarios
PRER12A2	Río Bayamón	Arsénico, Cobre, Cianuro, coliformes fecales, orgánicos no prioritarios y turbiedad
PRER12B	Río Guaynabo	Arsénico, Cobre, Cianuro, coliformes fecales, orgánicos no prioritarios , turbiedad y oxígeno disuelto

Fuente: Puerto Rico Quality Inventory and List of Impaired 2006

Tabla 11

Nivel de detección más bajo en el método 625 de EPA

Parámetro	Unidades	MDL
2,4,6-Triclorofenol	µg/l	2.7
2,4-Diclorofenol	µg/l	2.7
2,4-Dimetilfenol	µg/l	2.7
2,4-Dinitrofenol	µg/l	2
2-Clorofenol	µg/l	3.3
2-Metil-4,6,-Dinitrofenol	µg/l	24
2-Nitrofenol	µg/l	3.6
4-Cloro-3-Metilfenol	µg/l	3
4-Nitrofenol	µg/l	2.4
Pentaclorofenol	µg/l	3.6
Fenol	µg/l	1.5

(EPA, Methods for Organics Chemical Analysis of Municipal and Industrial Wastewater, 1984)

FIGURAS

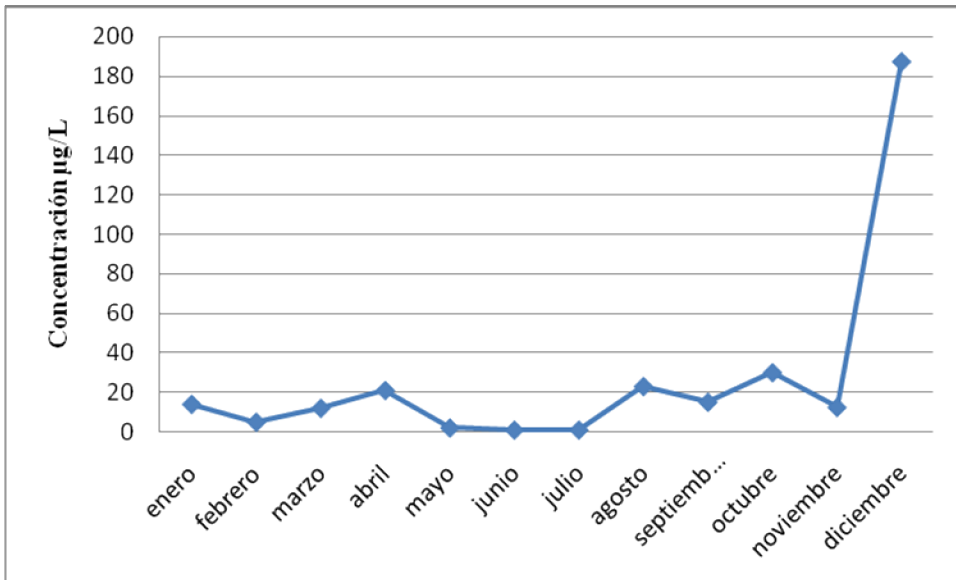


Figura 1. Concentraciones de sustancias fenólicas totales para el año 2002 en la descarga de la Planta de Cienos de la Planta de Agua Potable de Guaynabo

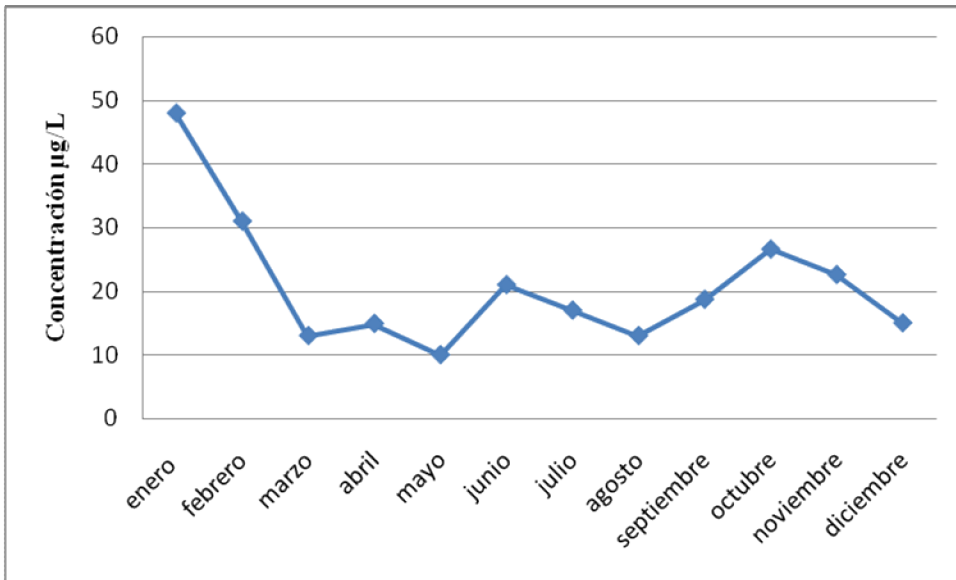


Figura 2. Concentraciones de sustancias fenólicas totales para el año 2003 en la descarga de la Planta de Cienos de la Planta de Agua Potable de Guaynabo

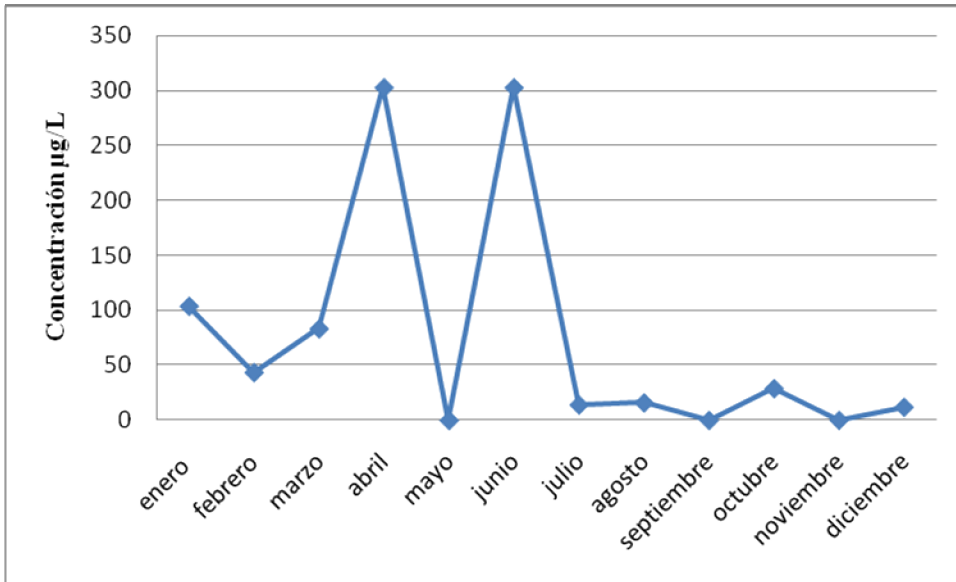


Figura 3. Concentraciones de sustancias fenólicas totales para el año 2004 en la descarga de la Planta de Cienos de la Planta de Agua Potable de Guaynabo

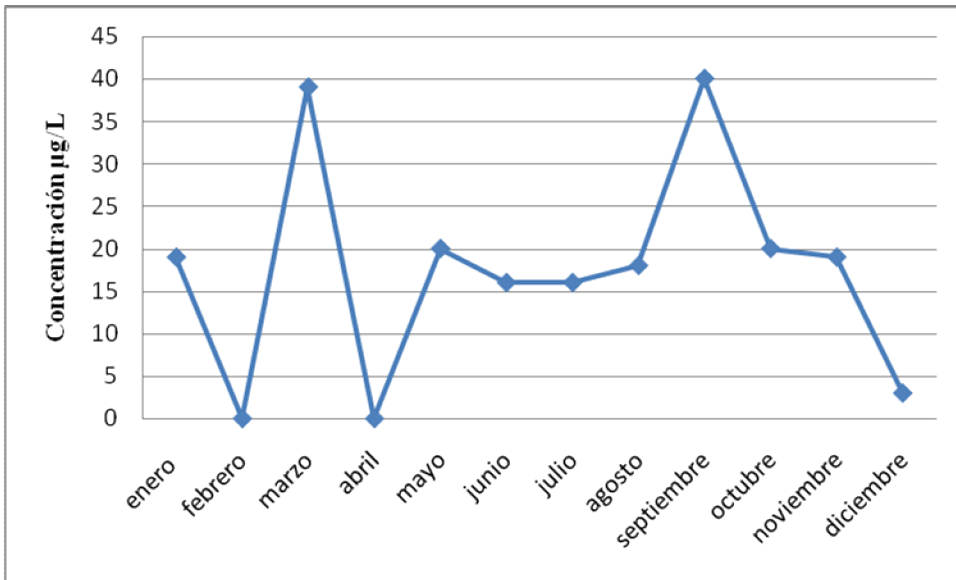


Figura 4. Concentraciones de sustancias fenólicas totales para el año 2005 en la descarga de la Planta de Cienos de la Planta de Agua Potable de Guaynabo

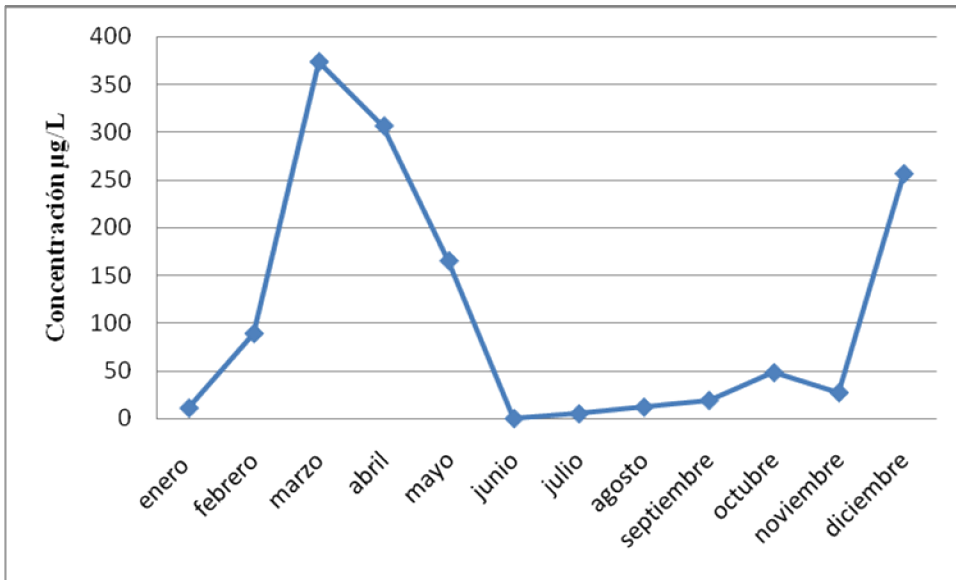


Figura 5. Concentraciones de sustancias fenólicas totales para el año 2006 en la descarga de la Planta de Cienos de la Planta de Agua Potable de Guaynabo

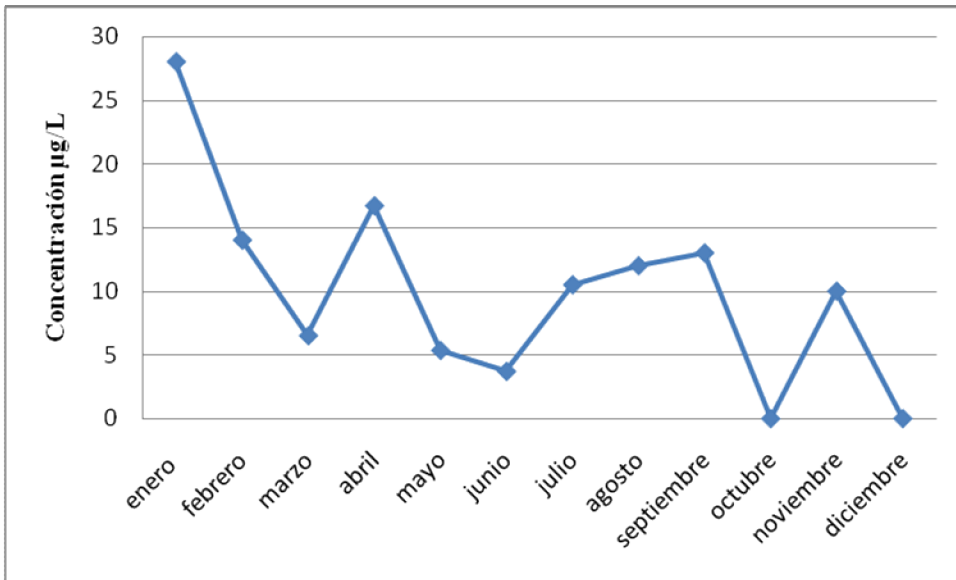


Figura 6. Concentraciones de sustancias fenólicas totales para el año 2007 en la descarga de la Planta de Cienos de la Planta de Agua Potable de Guaynabo

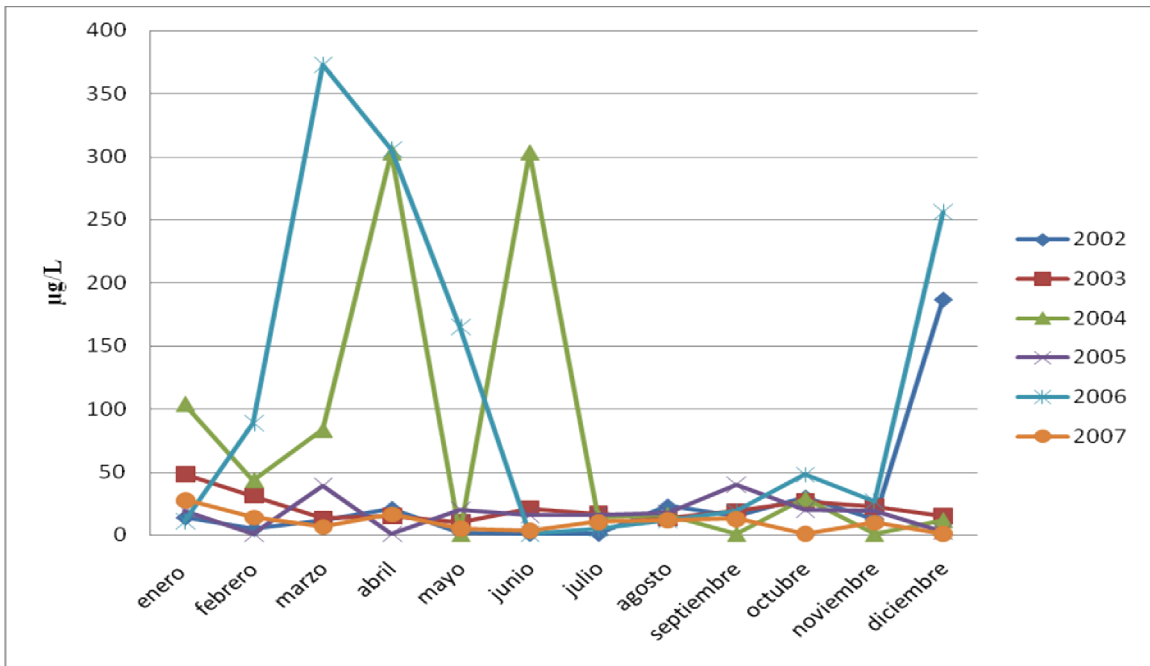


Figura 7. Grafica de concentraciones de sustancias fenólicas desde el año 2002 al 2007 en la descarga de la Planta de Cienos de la Planta de Agua Potable de Guaynabo

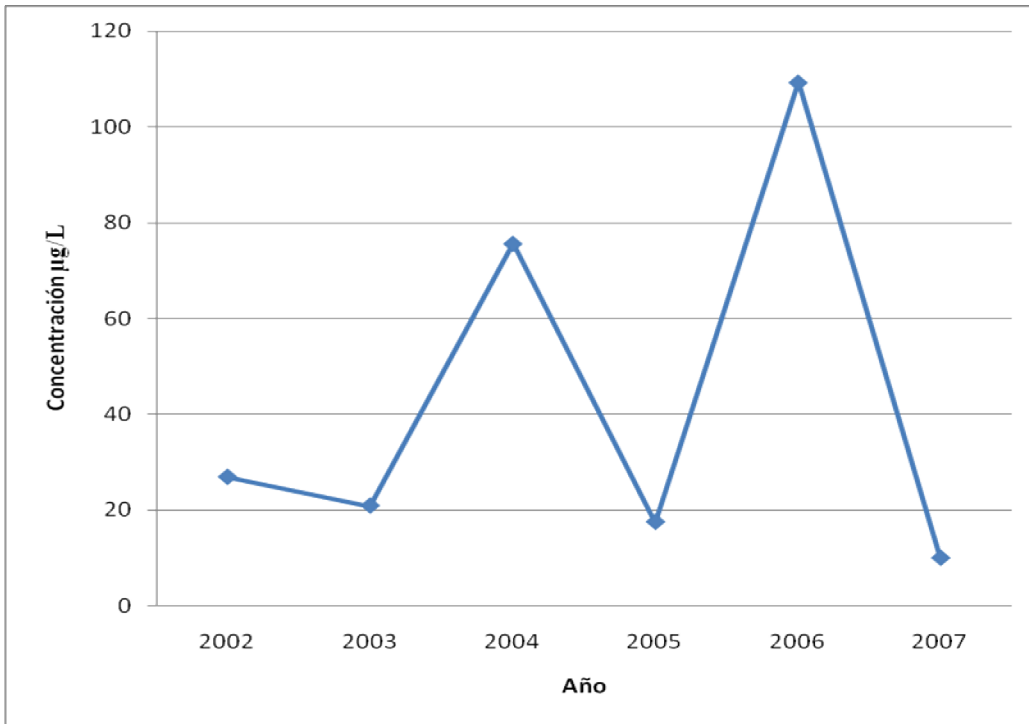


Figura 8. Promedio de las concentraciones de sustancias fenólicas para los años 2002 al año 2007 en la descarga de la Planta de Cienos de la Planta de Agua Potable de Guaynabo

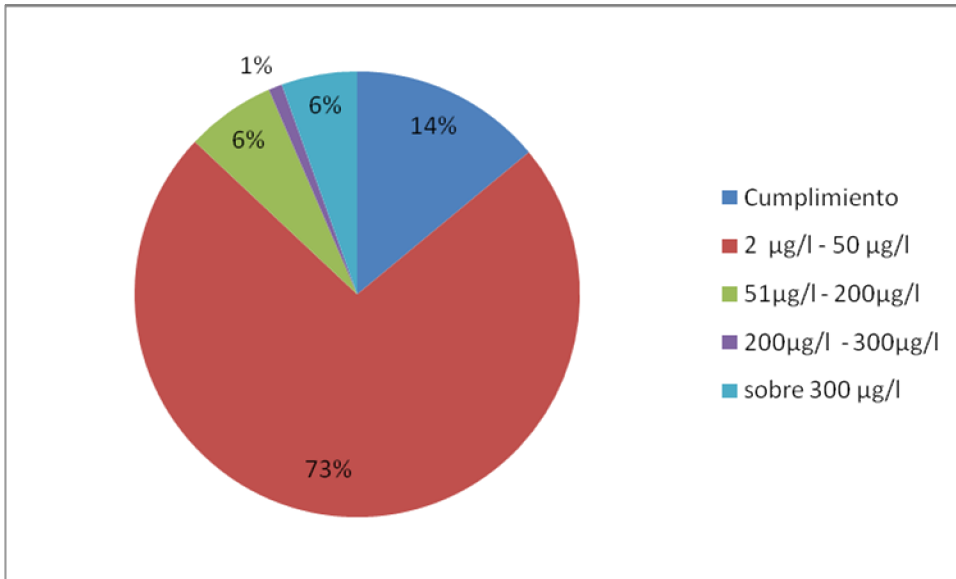


Figura 9. Porcentaje de cumplimiento e incumplimiento para los años 2002 al 2007 en la descarga de la Planta de Cienos de la Planta de Agua Potable de Guaynabo



Figura 10. Identificación de los Puntos de muestreo en la Planta de Agua Potable de Guaynabo

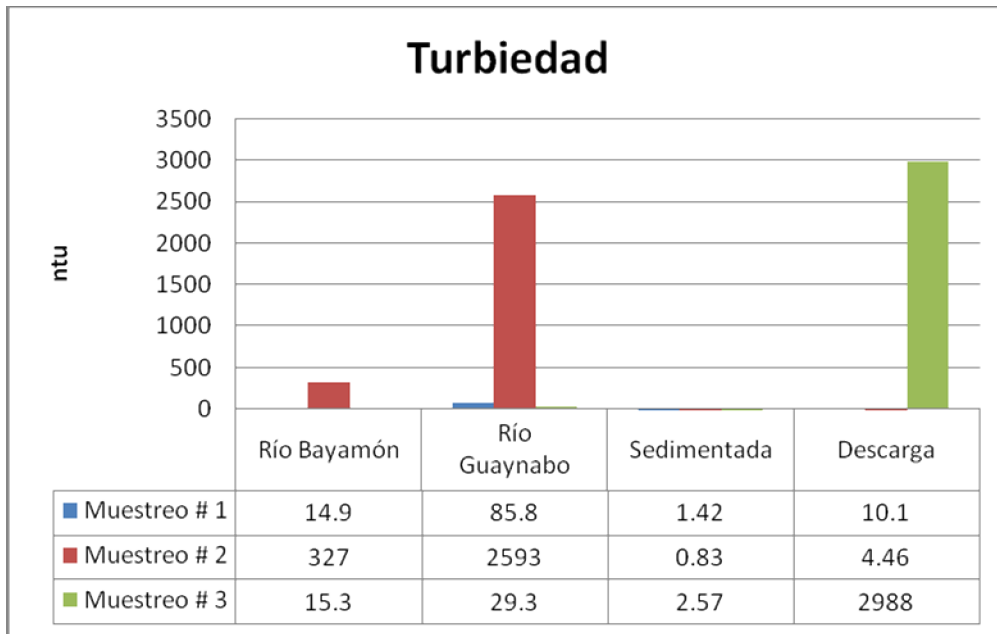


Figura 11. Resultados del análisis para el parámetro de turbiedad para los 3 muestreos realizados en la Planta de Agua Potable de Guaynabo

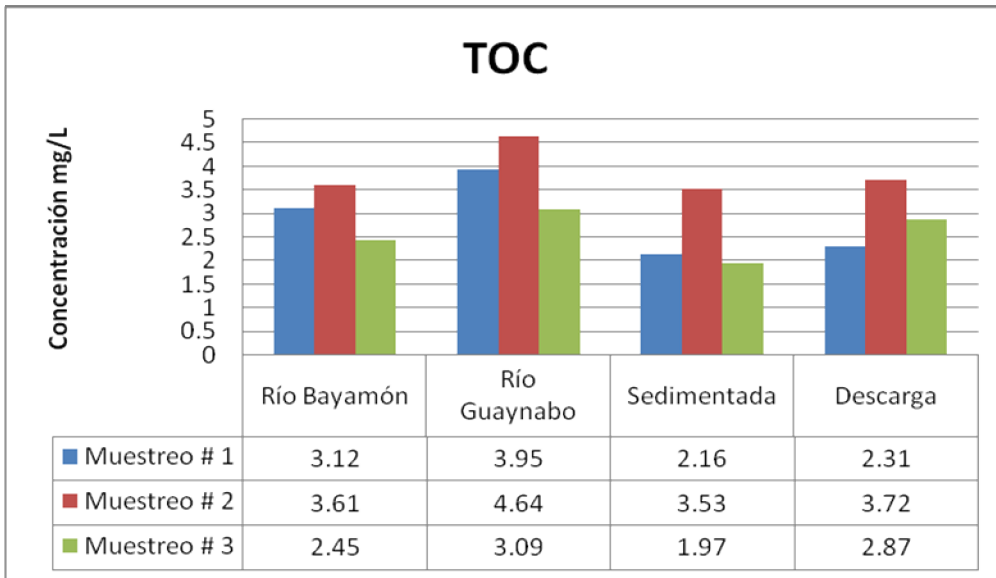


Figura 12. Resultados del análisis para el parámetro de TOC para los 3 muestreos realizados en la Planta de Agua Potable de Guaynabo

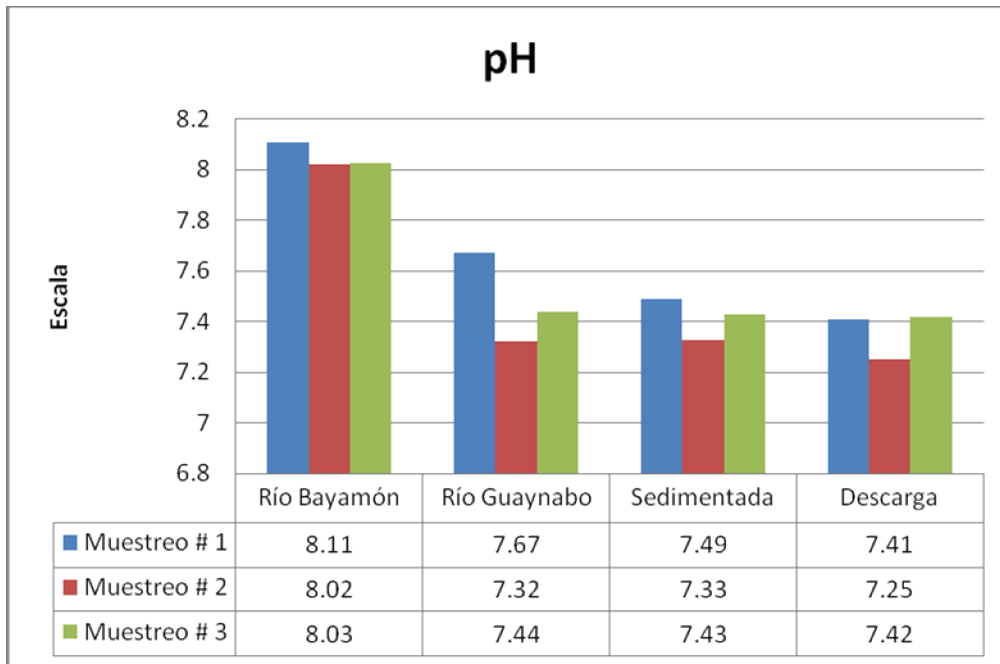


Figura 13. Resultados del análisis para el parámetro de pH para los 3 muestreos realizados en la Planta de Agua Potable de Guaynabo

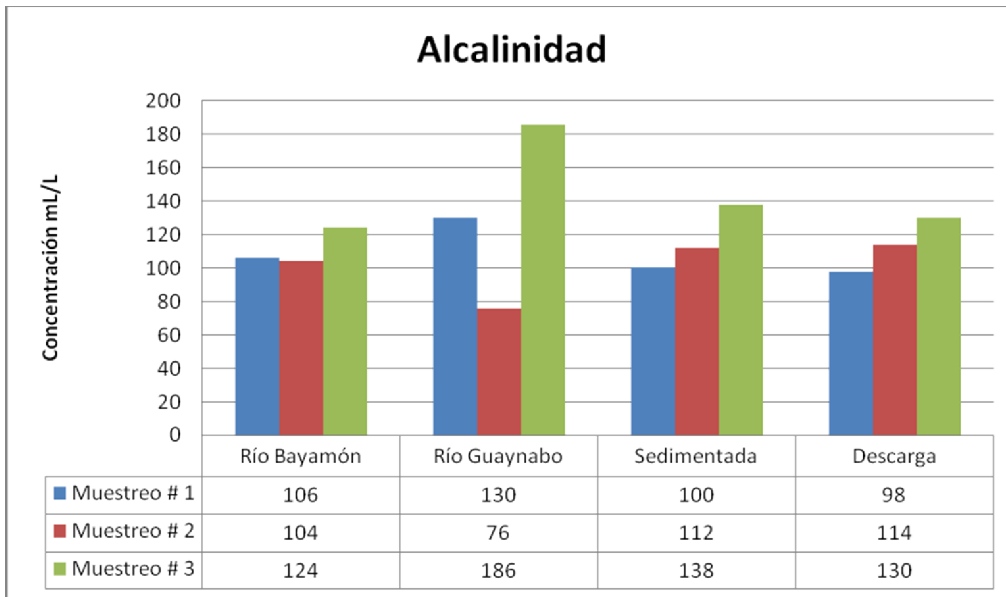


Figura 14. Resultados del análisis para el parámetro de alcalinidad para los 3 muestreos realizados en la Planta de Agua Potable de Guaynabo

Lista de Apéndice

Apéndice A

Cadenas de custodia del laboratorio ambiental EQ Lab

ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC.

SAMPLE DELIVERY SLIP & CHAIN OF CUSTODY

PO BOX 11458, SAN JUAN, PR 00910-1458 • TEL. (787) 288-6420, FAX (787) 288-6465, e-mail: info@eqlab.com

2008-09834

CLIENT NAME: WIND ENERGY CENTER
I.O.#: N/A

CLIENT ID: 170614
PWSID #: 117419

W.O.#:
FOLDER #:

SITE NAME:
PROJECT:

CLIENT REP:
EQLAB REP:

SAMPLE INFORMATION			CONTAINER INFORMATION			FIELD TESTING			ANALYSIS REQUESTED		
SAMPLE #:	DATE:	TIME:	TYPE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:	TYPE:	TYPE:	TYPE:	TYPE:	TYPE:
1253476	08/26/08	1420	LIQUID	GETC	AMBER	1.00L					
SOURCE:	SAMPLE	TYPE:	PRESERVATIVE								
Entrada Nios Bayarón											
SAMPLE #:	DATE:	TIME:	TYPE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:					
SOURCE:			PRESERVATIVE								
SAMPLE #:	DATE:	TIME:	TYPE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:					
SOURCE:			PRESERVATIVE								
SAMPLE #:	DATE:	TIME:	TYPE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:					
SOURCE:			PRESERVATIVE								
SAMPLE #:	DATE:	TIME:	TYPE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:					
SOURCE:			PRESERVATIVE								
SAMPLE #:	DATE:	TIME:	TYPE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:					
SOURCE:			PRESERVATIVE								

CUSTODY RECORD		SIGNATURE		DATE	TIME
Collected in field by:	<i>Manda S. Ros</i>	<i>Manda S. Ros</i>		08/26/08	1420
Fixed in field by:	<i>Manda S. Ros</i>	<i>Manda S. Ros</i>		08/26/08	1420
Released to EQLF by:					
Received by EQLF:					
Released to EQLL by:	<i>Manda S. Ros</i>	<i>Manda S. Ros</i>		08/27/08	1356
Received by EQLL:	<i>Diego Lopez</i>	<i>Diego Lopez</i>		08/27/08	1326

Arrival Temperature: 22 Signature: [Signature]
Eqlabs' general terms and conditions on reverse side of this document.

[Signature]

*EQLF = Eqlabs' Field Personnel.
*EQLL = Eqlabs' Log-In Personnel.

ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC.

SAMPLE DELIVERY SLIP & CHAIN OF CUSTODY

PO BOX 11458, SAN JUAN, PR 00910-1458 • TEL: (787) 288-6420, FAX (787) 288-6465, e-mail: info@eqtlab.com

2008-09834

CLIENT NAME: WANDA PERSEMI TINEZ
 W.O. #: 170044
 CLIENT REP: JESUS MONTAÑES
 P.O. #: N/A
 PWSID #: 17419
 FOLDER #: 17419
 EQLAB REP: MONTAÑES

SAMPLE INFORMATION			CONTAINER INFORMATION			FIELD TESTING			ANALYSIS REQUESTED		
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:						
DS 3477	08/26/08	Grab	CPV	AMREP	1.000						
MATRIX: LIQUID	TIME: 14:30		PRESERVATIVE								
SOURCE: Sedimentada			None of Cool etc								
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:						
MATRIX:	TIME:		PRESERVATIVE								
SOURCE:											
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:						
MATRIX:	TIME:		PRESERVATIVE								
SOURCE:											
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:						
MATRIX:	TIME:		PRESERVATIVE								
SOURCE:											
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:						
MATRIX:	TIME:		PRESERVATIVE								
SOURCE:											

CUSTODY RECORD		SIGNATURE		DATE	TIME
Collected in field by:		<i>Wanda Persemi Tinez</i>		08/26/08	14:30
Fixed in field by:		<i>Claudia A. R.</i>		08/26/08	14:30
Released to EQLF by:					
Received by EQLF:					
Released to EQLL by:		<i>Wanda Persemi Tinez</i>		08/27/08	13:56
Received by EQLL:		<i>Wanda Persemi Tinez</i>		08/27/08	13:56

SPECIAL INSTRUCTIONS / COMMENTS:

Arrival Temperature: 21°C Signature: [Signature]

Eqlabs' general terms and conditions on reverse side of this document.

**ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC.
SAMPLE DELIVERY SLIP & CHAIN OF CUSTODY**

PO BOX 11458, SAN JUAN, PR 00910-1458 • TEL. (787) 288-6420, FAX (787) 288-6465, e-mail: info@eqlab.com

2008-09834

CLIENT NAME: WANDA PERSOHNEL
 CLIENT ID: 116611
 W.O. #: 09
 FOLDER #: 117419
 SITE NAME: PIEDRA
 PROJECT: PIEDRA
 CLIENT REP: EQLAB
 EQLAB REP: PERSOHNEL

SAMPLE INFORMATION		CONTAINER INFORMATION		FIELD TESTING		ANALYSIS REQUESTED
SAMPLE #: 1253474	DATE: 08/26/08	TYPE: GPT	COLOR: AMBR	VOLUME: 1000		PHENOL SUBC. TRAY
MATRIX: SQUEEZE	TIME: 1410	PRESERVATIVE: NITROGEN				
SOURCE: Descazga						
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:		
MATRIX:	TIME:	PRESERVATIVE:				
SOURCE:						
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:		
MATRIX:	TIME:	PRESERVATIVE:				
SOURCE:						
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:		
MATRIX:	TIME:	PRESERVATIVE:				
SOURCE:						
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:		
MATRIX:	TIME:	PRESERVATIVE:				
SOURCE:						

CUSTODY RECORD	SIGNATURE		DATE	TIME
	Collected in field by:	Released to EQLF by:		
Collected in field by:	<i>Wanda Perso</i>		08/26/08	1410
Fixed in field by:	<i>Wanda Perso</i>		08/26/08	1910
Released to EQLF by:				
Received by EQLF:				
Released to EQLL by:	<i>Wanda Perso</i>		08/27/08	1356
Received by EQLL:	<i>Wanda Perso</i>		08/28/08	1356

SPECIAL INSTRUCTIONS / COMMENTS:

Arrival Temperature: 21 Signature: [Signature]
 Eqlabs' general terms and conditions on reverse side of this document.

[Signature]

ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC.

SAMPLE DELIVERY SLIP & CHAIN OF CUSTODY

PO BOX 11458, SAN JUAN, PR 00910-1458 • TEL. (787) 288-6420, FAX (787) 288-6465, e-mail: info@eqlab.com

2008-09834

CLIENT NAME: WENDY MARTINEZ
 W.O. #: N/A

CLIENT ID: 17419
 FOLDER #: 17419

SITE NAME: FRIENDS TRNG
 PROJECT: FRIENDS TRNG

CLIENT REP: THE DEPARTMENT OF ENVIRONMENT
 EQLAB REP: THE DEPARTMENT

SAMPLE INFORMATION		CONTAINER INFORMATION		FIELD TESTING		ANALYSIS REQUESTED
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:		
1253478	08/26/08	TYPE: SOIL	AMBER			
MATRIX: SOIL	TIME: 1405	PRESERVATIVE				
SOURCE: SAMPLE	TYPE: SOIL					
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:		
MATRIX:	TIME:	PRESERVATIVE				
SOURCE:	TYPE:					
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:		
MATRIX:	TIME:	PRESERVATIVE				
SOURCE:	TYPE:					
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:		
MATRIX:	TIME:	PRESERVATIVE				
SOURCE:	TYPE:					
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:		
MATRIX:	TIME:	PRESERVATIVE				
SOURCE:	TYPE:					

CUSTODY RECORD		SIGNATURE	DATE	TIME
Collected in field by:		Wendy Martinez	08/26/08	1405
Fixed in field by:		Wendy Martinez	08/26/08	1405
Released to EQLF by:				
Received by EQLF:				
Released to EQLL by:		Wendy Martinez	08/27/08	1356
Received by EQLL:		Wendy Martinez	08/27/08	1356

*EQLF = Eqlabs' Field Personnel
 *EQLL = Eqlabs' Log-in Personnel.

Arrival Temperature: 36
 Signature: [Signature]
 Eqlabs' general terms and conditions on reverse side of this document.

ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC.

SAMPLE DELIVERY SLIP & CHAIN OF CUSTODY

PO BOX 11458, SAN JUAN, PR 00910-1458 • TEL. (787) 288-6420, FAX (787) 288-6465, e-mail: info@eqlab.com

2008-10374

CLIENT NAME: WANDA RIGS MARTINEZ
 O. #: N/A
 CLIENT ID: 1700-14
 W.O. #: 01
 FOLDER #: 18014
 SITE NAME: UNKNOWN
 PROJECT: PHENOLS BY CG
 CLIENT REPR: MRS. WANDA RIGS
 EQLAB REP: PRODRIGUEZ

SAMPLE INFORMATION		CONTAINER INFORMATION		FIELD TESTING		ANALYSIS REQUESTED
SAMPLE #: 158743	DATE: 09/07/08	TYPE: GTC	COLOR: AMBER			PHENOLS BY GC EPA 8270C
MATRIX: LIQUID	TIME: 1600	PRESERVATIVE: Na2S2O3, Cool 4 °C	VOLUME: 1,000			
SOURCE: <i>AW of way me ba</i>	TYPE: Grab					
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:		
MATRIX:	TIME:	PRESERVATIVE:				
SOURCE:	TYPE:					
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:		
MATRIX:	TIME:	PRESERVATIVE:				
SOURCE:	TYPE:					
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:		
MATRIX:	TIME:	PRESERVATIVE:				
SOURCE:	TYPE:					
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:		
MATRIX:	TIME:	PRESERVATIVE:				
SOURCE:	TYPE:					

SPECIAL INSTRUCTIONS / COMMENTS:

CUSTODY RECORD	SIGNATURE	DATE	TIME
Collected in field by:	<i>Wanda R. Rios</i>	09/07/08	1600
Fixed in field by:	<i>Wanda R. Rios</i>	09/07/08	1600
Released to EQLF by:			
Received by EQLF:			
Released to EQLL by:	<i>Wanda R. Rios</i>	09/08/08	1445
Received by EQLL:	<i>José O. Ríos</i>	09/08/08	1445

*EQLF = Eqlabs' Field Personnel.
 *EQLL = Eqlabs' Log-in Personnel.

P/R

Arrival Temperature: 32 Signature: *[Signature]*
 Eqlabs' general terms and conditions on reverse side of this document.

ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC.

SAMPLE DELIVERY SLIP & CHAIN OF CUSTODY

PO BOX 11488, SAN JUAN, PR 00910-1488 • TEL. (787) 288-6420, FAX (787) 288-6465, e-mail: info@eqlab.com

2008-10374

CLIENT NAME: WANDA RIOS MARTINEZ
 W.O. #: 01
 CLIENT REPR:RS: WANDA RIOS
 EQLAB REP: PRODRIGUEZ

CLIENT ID: 1709-14
 FOLDER #: 01
 SITE NAME: UNKNOWN
 PROJECT: PHENOLS BY GC

W.O. #: 01
 FOLDER #: 01
 SITE NAME: UNKNOWN
 PROJECT: PHENOLS BY GC

SAMPLE INFORMATION		CONTAINER INFORMATION		FIELD TESTING		ANALYSIS REQUESTED
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:		
1258745	09/07/08	GTTC	AMBER	L.000		PHENOLS BY GC EPA 8270C
MATRIX: LIQUID	TIME: 1615	PRESERVATIVE				
SOURCE: SAMPLE	TYPE: Crab	Na2S2O3, Cool. 4 °C				
Biopayacion	DATE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:		
SAMPLE #:	TIME:	PRESERVATIVE				
MATRIX:	DATE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:		
SOURCE:	TIME:	PRESERVATIVE				
	DATE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:		
	TIME:	PRESERVATIVE				
	DATE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:		
	TIME:	PRESERVATIVE				
	DATE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:		
	TIME:	PRESERVATIVE				
	DATE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:		
	TIME:	PRESERVATIVE				

CUSTODY RECORD		SIGNATURE		DATE	TIME
Collected in field by:	Wanda A. Rios	Wanda A. Rios	09/07/08	1615	
Fixed in field by:	Wanda A. Rios	Wanda A. Rios	09/07/08	1615	
Released to EQLF by:					
Received by EQLF:	Wanda A. Rios	Wanda A. Rios	09/08	1445	
Released to EQLL by:	Wanda A. Rios	Wanda A. Rios	09/08	1445	
Received by EQLL:	Wanda A. Rios	Wanda A. Rios	09/08	1445	

Arrival Temperature: 36
 Signature: [Signature]

[Signature]

*EQLF = Eqlabs' Field Personnel.
 *EQLL = Eqlabs' Log-in Personnel.

ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC.
SAMPLE DELIVERY SLIP & CHAIN OF CUSTODY

PO BOX 11458, SAN JUAN, PR 00910-1458 • TEL. (787) 288-6420, FAX (787) 288-6465, e-mail: info@eqlab.com

2008-10374

CLIENT NAME: WANDA RIOS MARTINEZ
 O. #: N/A

CLIENT ID: 1706-14
 PWSID #: 118014

W.O. #: 01
 FOLDER #: 118014

SITE NAME:
 PROJECT:

CLIENT REPRESENTATIVE: WANDA RIOS
 EQLAB REPRESENTATIVE: RODRIGUEZ

SAMPLE INFORMATION		CONTAINER INFORMATION		FIELD TESTING		ANALYSIS REQUESTED
SAMPLE #: 1058742	DATE: 09/07/08	TYPE: GTC	COLOR: AMBER			PHENOLS BY GC EPA 8270C
MATRIX: LIQUID	TIME: 1558	PRESERVATIVE: Na2S2O3, Cool 4 °C	VOLUME: 1.000			
SOURCE: <i>Escayga</i>	DATE:	TYPE: PRESERVATIVE	COLOR:			
SAMPLE #:	TIME:	TYPE: PRESERVATIVE	VOLUME:			
MATRIX:	DATE:	TYPE:	COLOR:			
SOURCE:	TIME:	TYPE: PRESERVATIVE	VOLUME:			
	DATE:	TYPE:	COLOR:			
	TIME:	TYPE: PRESERVATIVE	VOLUME:			
	DATE:	TYPE:	COLOR:			
	TIME:	TYPE: PRESERVATIVE	VOLUME:			
	DATE:	TYPE:	COLOR:			
	TIME:	TYPE: PRESERVATIVE	VOLUME:			
	DATE:	TYPE:	COLOR:			
	TIME:	TYPE: PRESERVATIVE	VOLUME:			
	DATE:	TYPE:	COLOR:			
	TIME:	TYPE: PRESERVATIVE	VOLUME:			
	DATE:	TYPE:	COLOR:			
	TIME:	TYPE: PRESERVATIVE	VOLUME:			

CUSTODY RECORD	SIGNATURE	DATE	TIME	SPECIAL INSTRUCTIONS / COMMENTS:
Collected in field by:	<i>Wanda Rios</i>	09/07/08	1550	
Fixed in field by:	<i>Wanda Rios</i>	09/07/08	1550	
Released to EQLF by:				
Received by EQLF:				
Released to EQLL by:	<i>Wanda Rios</i>	09/08/08	1445	
Received by EQLL:	<i>José Carlos</i>	09/08/08	1445	

*EQLF = Eqlabs' Field Personnel
 *EQLL = Eqlabs' Log-in Personnel.

P/R

Arrival Temperature: *36* Signature: *HR*
 Eqlabs' general terms and conditions on reverse side of this document.

**ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC.
SAMPLE DELIVERY SLIP & CHAIN OF CUSTODY**

PO BOX 11453, SAN JUAN, PR 00910-1458 • TEL. (787) 288-6420, FAX (787) 288-6465, e-mail: info@eqlab.com

2008-10374

CLIENT NAME: WANDA RIOS MARTINEZ
 O. #: N/A
 CLIENT ID: 1700-14
 PWSID #: 01
 W.O. #: 18014
 FOLDER #: 01
 SITE NAME: UNKNOWN
 PROJECT: PHENOLS BY CG
 CLIENT REP: MRS. WANDA RIOS
 EQLAB REP: RODRIGUEZ

SAMPLE INFORMATION		CONTAINER INFORMATION		FIELD TESTING		ANALYSIS REQUESTED
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:		
1258741	09/07/08	GFC	AMBER	8		PHENOLS BY GC EPA 8270C
MATRIX: SOLID	TIME: 1540	PRESERVATIVE				
SOURCE: <i>Lado derecho de Serrado</i>	TYPE: Grab	Cool 4 °C				
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:		
MATRIX:	TIME:	PRESERVATIVE				
SOURCE:	TYPE:					
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:		
MATRIX:	TIME:	PRESERVATIVE				
SOURCE:	TYPE:					
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:		
MATRIX:	TIME:	PRESERVATIVE				
SOURCE:	TYPE:					
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:		
MATRIX:	TIME:	PRESERVATIVE				
SOURCE:	TYPE:					

CUSTODY RECORD	SIGNATURE	DATE	TIME
Collected in field by:	<i>Wanda Rios</i>	09/07/08	1540
Fixed in field by:	<i>Wanda Rios</i>	09/07/08	1540
Released to EQLF by:			
Received by EQLF:	<i>Wanda Rios</i>	09/08	1445
Released to EQLL by:	<i>Wanda Rios</i>	09/08	1445
Received by EQLL:	<i>Wanda Rios</i>	09/08	1445

Arrival Temperature: 36 Signature: *Wanda Rios*
 Eqlabs' general terms and conditions on reverse side of this document.

Wanda Rios

*EQLF = Eqlabs' Field Personnel
 *EQLL = Eqlabs' Login Personnel

ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC.
SAMPLE DELIVERY SLIP & CHAIN OF CUSTODY

PO BOX 11458, SAN JUAN, PR 00910-1458 • TEL. (787) 288-6420, FAX (787) 288-6465, e-mail: info@eqtlab.com

M- 16878

LIMS# 2009-00102

CLIENT NAME: Wanda Rios
 P.O. #: 1700-14
 W.O. #: 01
 FOLDER #: 13787
 CLIENT REP: Wanda Rios
 EQLAB REP: Prodz

SITE NAME: Unknown
 PROJECT: 13787

SAMPLE INFORMATION		CONTAINER INFORMATION		FIELD TESTING		ANALYSIS REQUESTED	
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	COLOR:	TYPE:	COLOR:		
1318463	01/07/09	PRESERVATIVE				Phenols by GC EPA 827	
MATRIX: <u>Liquid</u>	TIME: <u>01:35</u>						
SOURCE: <u>Rio Guaymabo</u>							
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	COLOR:	TYPE:	COLOR:		
MATRIX:	TIME:						
SOURCE:	TYPE:						
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	COLOR:	TYPE:	COLOR:		
MATRIX:	TIME:						
SOURCE:	TYPE:						
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	COLOR:	TYPE:	COLOR:		
MATRIX:	TIME:						
SOURCE:	TYPE:						
SAMPLE #:	DATE:	TYPE:	COLOR:	TYPE:	COLOR:		
MATRIX:	TIME:						
SOURCE:	TYPE:						

CUSTODY RECORD		SIGNATURE	DATE	TIME
Collected in field by:		<u>Wanda Rios Madry</u>	<u>01/07/09</u>	<u>01:35</u>
Fixed in field by:		<u>Wanda Rios Madry</u>	<u>01/07/09</u>	<u>01:35</u>
Released to EQLF by:				
Received by EQLF:				
Released to EQLL by:		<u>Wanda Rios Madry</u>	<u>01/07/09</u>	<u>15:27</u>
Received by EQLL:		<u>Jorge Alvarez</u>	<u>10/20/07</u>	<u>15:27</u>

Arrival Temperature: 32 Signature: [Signature]
 Eqlabs' general terms and conditions on reverse side of this document.

[Signature]

*EQLF = Eqlabs' Field Personnel.
 *EQLL = Eqlabs' Log-in Personnel.

ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC.
SAMPLE DELIVERY SLIP & CHAIN OF CUSTODY

PO BOX 11458, SAN JUAN, PR 00910-1458 • TEL: (787) 288-6420, FAX (787) 288-6465, e-mail: info@eqlab.com

M- 16877
 LIMS # 2009-00102
 CLIENT REP: *Wanda Rios*
 EQLAB REP: *Shade*

SITE NAME: *Unknown*
 PROJECT: *123787*

CLIENT ID: *1700-14* W.O. #: *01*
 PWSID #: *123787*

CLIENT NAME: *Wanda Rios*
 P.O. #:

SAMPLE INFORMATION			CONTAINER INFORMATION			FIELD TESTING			ANALYSIS REQUESTED				
SAMPLE #:	1318959	DATE:	01/07/09	TYPE:	PRESERVATIVE	TYPE:							
MATRIX:	Guid	TIME:	0140										
SOURCE:	Rio Bayaman												
SAMPLE #:		DATE:		TYPE:	PRESERVATIVE	TYPE:							
MATRIX:		TIME:											
SOURCE:													
SAMPLE #:		DATE:		TYPE:	PRESERVATIVE	TYPE:							
MATRIX:		TIME:											
SOURCE:													
SAMPLE #:		DATE:		TYPE:	PRESERVATIVE	TYPE:							
MATRIX:		TIME:											
SOURCE:													
SAMPLE #:		DATE:		TYPE:	PRESERVATIVE	TYPE:							
MATRIX:		TIME:											
SOURCE:													
CUSTODY RECORD			SIGNATURE			DATE			TIME				
Collected in field by:			<i>Wanda Rios</i>			<i>01/07/09</i>			<i>0140</i>				
Fixed in field by:			<i>Wanda Rios</i>			<i>01/07/09</i>			<i>0140</i>				
Released to EQLF by:													
Received by EQLF:													
Released to EQLL by:			<i>Wanda Rios</i>			<i>01/07/09</i>			<i>1527</i>				
Received by EQLL:			<i>Shade</i>			<i>1/07/09</i>			<i>1527</i>				
SPECIAL INSTRUCTIONS / COMMENTS:													
<i>Phenols by GC-EPA 8270c</i>													

Arrival Temperature: *32* Signature: *Shade*

Wanda Rios

*EQLF = Eqlabs' Field Personnel
 *EQLL = Eqlabs' Log-in Personnel.

ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC.

SAMPLE DELIVERY SLIP & CHAIN OF CUSTODY

PO BOX 11458, SAN JUAN, PR 00910-1458 • TEL. (787) 288-6420, FAX (787) 288-6465, e-mail: info@eqclab.com

2009-00102

CLIENT NAME: *Ulonda Bios*
 W.O. #: *01*
 FOLDER #: *123787*
 SITE NAME: *Unknown*
 PROJECT: *Phenols by GC EPA 8210C*
 CLIENT REPRESENTATIVE: *Pholz*
 EQLAB REP:

CLIENT ID: *1700-14*
 PWSID #: *123787*
 W.O. #: *01*
 FOLDER #: *123787*
 SITE NAME: *Unknown*
 PROJECT: *Phenols by GC EPA 8210C*

SAMPLE INFORMATION			CONTAINER INFORMATION			FIELD TESTING			ANALYSIS REQUESTED		
SAMPLE #:	DATE:	TIME:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:						
<i>1519402</i>	<i>01/07/09</i>	<i>0150</i>	<i>Preservative</i>								
MATRIX: <i>Grud</i>											
SOURCE: <i>Sedimento de</i>											
SAMPLE #:	DATE:	TIME:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:						
MATRIX:											
SOURCE:											
SAMPLE #:	DATE:	TIME:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:						
MATRIX:											
SOURCE:											
SAMPLE #:	DATE:	TIME:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:						
MATRIX:											
SOURCE:											
SAMPLE #:	DATE:	TIME:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:						
MATRIX:											
SOURCE:											

CUSTODY RECORD		SIGNATURE		DATE		TIME	
Collected in field by:	<i>Ulonda Bios</i>	<i>Ulonda Bios</i>	<i>01/07/09</i>	<i>0150</i>			
Fixed in field by:	<i>Ulonda Bios</i>	<i>Ulonda Bios</i>	<i>01/07/09</i>	<i>0150</i>			
Released to EQLF by:							
Received by EQLF:	<i>Ulonda Bios</i>	<i>Ulonda Bios</i>	<i>01/07/09</i>	<i>1527</i>			
Released to EQLL by:	<i>Ulonda Bios</i>	<i>Ulonda Bios</i>	<i>10/27/09</i>	<i>1507</i>			
Received by EQLL:							

SPECIAL INSTRUCTIONS / COMMENTS:

Arrival Temperature: *3°C* Signature: *Ulonda Bios*

*EQLF = Eqlabs' Field Personnel.
 *EQLL = Eqlabs' Log-in Personnel.

ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC.
SAMPLE DELIVERY SLIP & CHAIN OF CUSTODY

PO BOX 11458, SAN JUAN, PR 00910-1458 • TEL. (787) 288-6420, FAX (787) 288-6465, e-mail: info@eqlab.com

2009-00102

CLIENT REP: Wanda Rios
 EQLAB REP: PRADZ

CLIENT ID: 1700-14 W.O.#: 01 SITE NAME: Unknown
 PWSID #: _____ FOLDER #: 13787 PROJECT: _____

CLIENT NAME: Wanda Rios
 O.#: _____

SAMPLE INFORMATION		CONTAINER INFORMATION		FIELD TESTING		ANALYSIS REQUESTED
SAMPLE #: <u>1318464</u>	DATE: <u>07/09</u>	TYPE	COLOR			
MATRIX: <u>Ground</u>	TIME: <u>0124</u>	PRESERVATIVE				
SOURCE: <u>Reservoir 001</u>						
SAMPLE #:	DATE:	TYPE	COLOR	VOLUME		
MATRIX:	TIME:	PRESERVATIVE				
SOURCE:	TYPE:					
SAMPLE #:	DATE:	TYPE	COLOR	VOLUME		
MATRIX:	TIME:	PRESERVATIVE				
SOURCE:	TYPE:					
SAMPLE #:	DATE:	TYPE	COLOR	VOLUME		
MATRIX:	TIME:	PRESERVATIVE				
SOURCE:	TYPE:					
SAMPLE #:	DATE:	TYPE	COLOR	VOLUME		
MATRIX:	TIME:	PRESERVATIVE				
SOURCE:	TYPE:					

Plants by SC EPA 027

CUSTODY RECORD	SIGNATURE		DATE		SPECIAL INSTRUCTIONS / COMMENTS:
				TIME	
Collected in field by:	<u>Wanda Rios</u>	<u>Mark</u>	<u>07/09</u>	<u>0124</u>	
Fixed in field by:	<u>Wanda Rios</u>	<u>Mark</u>	<u>07/09</u>	<u>0124</u>	
Released to EQLF by:					
Received by EQLF:					
Released to EQLL by:	<u>Wanda Rios</u>	<u>Mark</u>	<u>07/09</u>	<u>1527</u>	
Received by EQLL:	<u>Dugo Garcia</u>		<u>07/09</u>	<u>1527</u>	

Arrival Temperature: 3°C Signature: AWOR
 Eqlabs' general terms and conditions on reverse side of this document.

AWOR

*EQLF = Eqlabs' Field Personnel.
 *EQLL = Eqlabs' Log-in Personnel.

ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC.
SAMPLE DELIVERY SLIP & CHAIN OF CUSTODY

PO BOX 11458, SAN JUAN, PR. 00910-1458 • TEL. (787) 288-6420, FAX (787) 288-6485, e-mail: info@eqtlab.com

M- 17445

LIMS # 2009-00102

CLIENT REP: Wanda Rios

EQLAB REP: PHODZ

CLIENT NAME: Wanda Rios

W.O. # 01

SITE NAME: Unknown

CLIENT ID: 1700-14

FOLDER #: 123787

PROJECT:

SAMPLE INFORMATION			CONTAINER INFORMATION			FIELD TESTING			ANALYSIS REQUESTED		
SAMPLE #:	DATE:	TIME:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:						
1318465	01/07/09	0135	PRESERVATIVE								
SOURCE: Solid											
SAMPLE #:	DATE:	TIME:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:						
SOURCE: Solid (leche descond)			PRESERVATIVE								
SAMPLE #:	DATE:	TIME:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:						
SOURCE: Solid			PRESERVATIVE								
SAMPLE #:	DATE:	TIME:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:						
SOURCE: Solid			PRESERVATIVE								
SAMPLE #:	DATE:	TIME:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:						
SOURCE: Solid			PRESERVATIVE								
SAMPLE #:	DATE:	TIME:	TYPE:	COLOR:	VOLUME:						
SOURCE: Solid			PRESERVATIVE								
CUSTODY RECORD			SIGNATURE			DATE			TIME		
Collected in field by:			Wanda Rios			01/07/09			0135		
Fixed in field by:			Wanda Rios			01/07/09			0135		
Released to EQLF by:											
Received by EQLF:											
Released to EQLL by:			Wanda Rios			01/07/09			1527		
Received by EQLL:			Wanda Rios			01/07/09			1507		
SPECIAL INSTRUCTIONS / COMMENTS:											
Phenals by GC EPA 8210s											

Arrival Temperature: 32°C Signature: PHODZ

PHODZ

*EQLF = Eqlabs' Field Personnel.
 *EQLL = Eqlabs' Log-in Personnel.

Apéndice B

Resultados de laboratorio ambiental EQ Lab para el muestreo # 1

To: WANDA RIOS MARTINEZ
CAMPO ALLEGRE # 31
UTUADO PR 00641

Attn: MRS. WANDA RIOS
Source: ENTRADA RIO GUAYNABO
Project Name: TESIS
Facility: UNKNOWN
Description: LIQUID - Grab
Client Ref. #: N/A



Laboratory Test Report

Page 1 of 1

Sample Number: 1253475	Collected Date & Time: 08/26/2008 14:15	Date of Report: 09/05/2008
Work Order: 1700-14-01	Received Date & Time: 08/27/2008 13:56	Collected By: WRIOS
Delivery Slip: 2008-09834	Temperature at Arrival: 3 °C	EqLab Rep: PRODRIGUEZ
Folder Number: 117419		Proposal Number: 10100 - 1
Remarks:		

Parameter	Method	Results	Units	Limits		Analysis		Prep Method		
				MDL	MCL	Date	Time	Date	By	Method
2,4,5-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.4	--	08/30/2008	13:12	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2,4,6-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	13:12	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2,4-Dichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.4	--	08/30/2008	13:12	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2,4-Dimethylphenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	13:12	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2,4-Dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	08/30/2008	13:12	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2-Chlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	13:12	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2-Methyl-4,6-dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	08/30/2008	13:12	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	13:12	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C
4-Chloro-3-methylphenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	13:12	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C
4-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	08/30/2008	13:12	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C
Pentachlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	08/30/2008	13:12	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C
Phenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	13:12	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C
Total Phenols by GC	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	08/30/2008	13:12	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C



ND = Not Detected MCL = Maximum Contaminant Level BDL = Below Detection Limit DNI = Does Not Ignore MDL = Minimum Detection Limit N/A = Not Applicable
MO = Monitoring Only. All results are calculated on a wet weight basis unless otherwise stated.

The results reported here are subject to the Accreditation Requirements. Refer to eqlab certification number: EQL785 at www.eqlab.com.



ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC. P.O. BOX 11458, SAN JUAN, P.R. 00910-1458, TEL. (787) 288-6420 Fax (787) 288-6469

To: WANDA RIOS MARTINEZ
CAMPO ALEGRE # 31
UTUADO PR 00641

Attn: MRS. WANDA RIOS
Source: ENTRADA RIO BAYAMON
Project Name: TESIS
Facility: UNKNOWN
Description: LIQUID - Grab
Client Ref #: N/A



Laboratory Test Report

Page 1 of 1

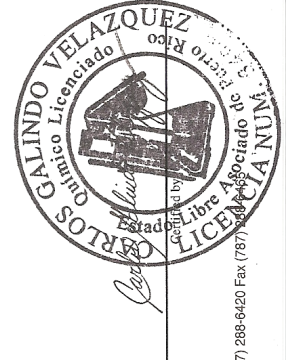
Sample Number: 1253476
Work Order: 1700-14-01
Delivery Slip: 2008-09834
Folder Number: 117419

Collected Date & Time: 08/26/2008 14:20
Received Date & Time: 08/27/2008 13:56
Temperature at Arrival: 3 °C

Date of Report: 09/05/2008
Collected By: WRIOS
EqLab Rep.: PRODRIQUEZ
Proposal Number: 10100 - 1

Remarks:

Parameter	Method	Results	Units	Limits		Analysis		Prep Method		
				MDL	MCL	Date	Time	Date	By	Method
2,4,5-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.4	--	08/30/2008	14:09	LCRUIZ	GHILORES	EPA 3510C/3520C
2,4,6-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	14:09	LCRUIZ	GHILORES	EPA 3510C/3520C
2,4-Dichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.4	--	08/30/2008	14:09	LCRUIZ	GHILORES	EPA 3510C/3520C
2,4-Dimethylphenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	14:09	LCRUIZ	GHILORES	EPA 3510C/3520C
2,4-Dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	08/30/2008	14:09	LCRUIZ	GHILORES	EPA 3510C/3520C
2-Chlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	14:09	LCRUIZ	GHILORES	EPA 3510C/3520C
2-Methyl-4,6-dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	08/30/2008	14:09	LCRUIZ	GHILORES	EPA 3510C/3520C
2-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	14:09	LCRUIZ	GHILORES	EPA 3510C/3520C
4-Chloro-3-methylphenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	14:09	LCRUIZ	GHILORES	EPA 3510C/3520C
4-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	08/30/2008	14:09	LCRUIZ	GHILORES	EPA 3510C/3520C
Pentachlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	08/30/2008	14:09	LCRUIZ	GHILORES	EPA 3510C/3520C
Phenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	14:09	LCRUIZ	GHILORES	EPA 3510C/3520C
Total Phenols by GC	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	08/30/2008	14:09	LCRUIZ	GHILORES	EPA 3510C/3520C



ND = Not Detected MCL = Maximum Contaminant Level MDL = Below Detection Limit DM = Does Not Apply MDI = Minimum Detection Limit N/A = Not Applicable
RTO = Remaining Only. All results are calculated on a wet weight basis unless otherwise stated.

The results presented herein meet all NELAC requirements.
Refer to eqlab certification number ES7783 at www.eqlab.com.



To: WANDA RIOS MARTINEZ
CAMPO ALEGRE # 31
UTUADO PR 00641

Atm: MRS. WANDA RIOS
Source: SEDIMENTADA
Project Name: TESIS
Facility: UNKNOWN
Description: LIQUID - Grab
Client Ref. #: N/A



Laboratory Test Report

Sample Number:	1253477	Collected Date & Time:	08/26/2008 14:30	Date of Report:	09/05/2008
Work Order:	1700-14-01	Received Date & Time:	08/27/2008 13:56	Collected By:	WRIOS
Delivery Slip:	2008-09834	Temperature at Arrival:	3 °C	Eqlab Rep.:	PRODRIGUEZ
Folder Number:	117419			Proposal Number:	10100 - 1
Remarks:					

Parameter	Method	Results	Units	Limits		Analysis		Prep Method			
				MDL	MCL	Date	Time	Date	By	Method	
2,4,5-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.4	--	08/30/2008	15:06	LCRUZ	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2,4,6-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	15:06	LCRUZ	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2,4-Dichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.4	--	08/30/2008	15:06	LCRUZ	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2,4-Dimethylphenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	15:06	LCRUZ	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2,4-Dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	15:06	LCRUZ	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2-Chlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	15:06	LCRUZ	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2-Methyl-4,6-dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	15:06	LCRUZ	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	15:06	LCRUZ	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C
4-Chloro-3-methylphenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	15:06	LCRUZ	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C
4-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	15:06	LCRUZ	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C
Penachlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	15:06	LCRUZ	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C
Phenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	15:06	LCRUZ	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C
Total Phenols by GC	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	08/30/2008	15:06	LCRUZ	08/29/2008	GFLORES	EPA 3510C/3520C



ND = Not Detected MCL = Maximum Contaminant Level BDL = Below Detection Limit DNI = Does Not Ignore MDL = Minimum Detection Limit N/A = Not Applicable
MCL = Maximum Contaminant Level BDL = Below Detection Limit DNI = Does Not Ignore MDL = Minimum Detection Limit N/A = Not Applicable
MCL = Maximum Contaminant Level BDL = Below Detection Limit DNI = Does Not Ignore MDL = Minimum Detection Limit N/A = Not Applicable

The results presented herein meet all NELAP requirements.
Refer to eqlab certification number E37783 at www.eqlab.com.



ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC. P.O. BOX 11458, SAN JUAN, P.R. 00910-1458, TEL. (787) 288-6420 Fax: (787) 288-6666

To: WANDA RIOS MARTINEZ
CAMPO ALLEGRE # 31
UTUADO PR 00641

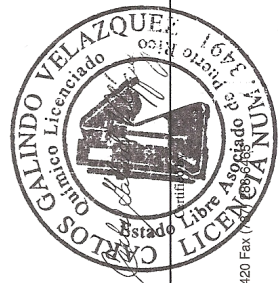
Attn: MRS. WANDA RIOS
Source: DESCARGA
Project Name: TESIS
Facility: UNKNOWN
Description: LIQUID - Grab
Client Ref. #: N/A



Laboratory Test Report

Sample Number: 1253474	Collected Date & Time: 08/26/2008 14:10	Date of Report: 09/05/2008
Work Order: 1700-14-01	Received Date & Time: 08/27/2008 13:56	Collected By: WRIOS
Delivery Slip: 2008-09834	Temperature at Arrival: 3 °C	Eqlab Rep.: PRODRIGUEZ
Folder Number: 117419		Proposal Number: 10100 - 1
Remarks:		

Parameter	Method	Results	Units	Limits		Analysis		Prep Method		
				MDL	MCL	Date	Time	Date	By	Method
2,4,5-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.4	--	08/30/2008	12:16	LCRUZ	G.FLORES	EPA 3510C/3520C
2,4,6-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	12:16	LCRUZ	G.FLORES	EPA 3510C/3520C
2,4-Dichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.4	--	08/30/2008	12:16	LCRUZ	G.FLORES	EPA 3510C/3520C
2,4-Dimethylphenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	12:16	LCRUZ	G.FLORES	EPA 3510C/3520C
2,4-Dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	08/30/2008	12:16	LCRUZ	G.FLORES	EPA 3510C/3520C
2-Chlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	12:16	LCRUZ	G.FLORES	EPA 3510C/3520C
2-Methyl-4,6-dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	08/30/2008	12:16	LCRUZ	G.FLORES	EPA 3510C/3520C
2-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	12:16	LCRUZ	G.FLORES	EPA 3510C/3520C
4-Chloro-3-methylphenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	12:16	LCRUZ	G.FLORES	EPA 3510C/3520C
4-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	08/30/2008	12:16	LCRUZ	G.FLORES	EPA 3510C/3520C
Pentachlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	08/30/2008	12:16	LCRUZ	G.FLORES	EPA 3510C/3520C
Phenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	08/30/2008	12:16	LCRUZ	G.FLORES	EPA 3510C/3520C
Total Phenols by GC	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	08/30/2008	12:16	LCRUZ	G.FLORES	EPA 3510C/3520C



ND = Not Detected MCL = Maximum Contaminant Level MDL = Minimum Detection Limit DN = Does Not Exceed ADL = Minimum Detection Limit N/A = Not Applicable
MO = Monitoring Only. All results are calculated on a wet weight basis unless otherwise stated.

ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC. P.O. BOX 11466, SAN JUAN, P.R. 00910-1466, TEL. (787) 288-6420 Fax (787) 288-6420



The results presented herein meet all NELAC requirements. Refer to eqlab certification number E37793 at www.eqlab.com.

To: WANDA RIOS MARTINEZ
CAMPO ALEGRE # 31
UTUADO PR 00641

Attn: MRS. WANDA RIOS
Source: LODO (LECHO SECADO)
Project Name: TESIS
Facility: UNKNOWN
Description: SOLID - Grab
Client Ref. #: N/A



Laboratory Test Report

Page 1 of 1

Sample Number: 1253478	Collected Date & Time: 08/26/2008 14:05	Date of Report: 09/05/2008
Work Order: 1700-14-01	Received Date & Time: 08/27/2008 13:56	Collected By: WRIOS
Delivery Slip: 2008-09834	Temperature at Arrival: 3 °C	Eqlab Rep.: PRODRIGUEZ
Folder Number: 117419		Proposal Number: 10100 - 1
Remarks:		

Parameter	Method	Results	Units	Limits		Analysis		Prep Method		
				MDL	MCL	Date	Time	Date	By	Method
2,4,5-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/Kg	20	--	09/04/2008	02:33	09/02/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B
2,4,6-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/Kg	10	--	09/04/2008	02:33	09/02/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B
2,4-Dichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/Kg	20	--	09/04/2008	02:33	09/02/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B
2,4-Dimethylphenol	EPA 8270C	ND	µg/Kg	10	--	09/04/2008	02:33	09/02/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B
2,4-Dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/Kg	100	--	09/04/2008	02:33	09/02/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B
2-Chlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/Kg	10	--	09/04/2008	02:33	09/02/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B
2-Methyl-4,6-dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/Kg	100	--	09/04/2008	02:33	09/02/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B
2-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/Kg	10	--	09/04/2008	02:33	09/02/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B
4-Chloro-3-methylphenol	EPA 8270C	ND	µg/Kg	10	--	09/04/2008	02:33	09/02/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B
4-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/Kg	100	--	09/04/2008	02:33	09/02/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B
Pentachlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/Kg	100	--	09/04/2008	02:33	09/02/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B
Phenol	EPA 8270C	ND	µg/Kg	10	--	09/04/2008	02:33	09/02/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B
Total Phenols by GC	EPA 8270C	ND	µg/Kg	100	--	09/04/2008	02:33	09/02/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B



ND = Not Detected MCL = Maximum Contaminant Level BDL = Below Detection Limit DNI = Does Not Ignore MDL = Minimum Detection Limit N/A = Not Applicable
MO = Monitoring Only. All results are calculated on a wet weight basis unless otherwise stated.

The results presented herein meet all NELAP requirements.
Refer to eqlab certification number: ES7783 at www.eqlab.com.



ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC. P.O. BOX 11458, SAN JUAN, P.R. 00910-1458, TEL. (787) 288-6420 Fax (787) 288-6420

Apéndice C

Resultados de laboratorio ambiental EQ Lab para el muestreo # 2

To: WANDA RIOS MARTINEZ
CAMPO ALEGRE # 31
UTUADO PR 00641

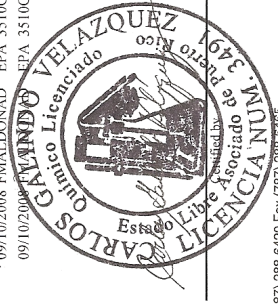
Attn: MRS. WANDA RIOS
Source: RIO GUAYNABO
Project Name: TESIS
Facility: UNKNOWN
Description: LIQUID - Grab
Client Ref. #: N/A



Laboratory Test Report

Sample Number: 1258743	Collected Date & Time: 09/07/2008 16:00	Date of Report: 9/17/2008
Work Order: 1700-14-01	Received Date & Time: 09/09/2008 14:45	Collected By: WRIOS
Delivery Slip: 2008-10374	Temperature at Arrival: 3 °C	Enlab Rep.: PRODRIGUEZ
Folder Number: 118014		Proposal Number: 10100-1
Remarks:		

Parameter	Method	Results	Units	Limits		Analysis		Prep Method		
				MDL	MCL	Date	Time	Date	By	Method
2,4,5-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.4	--	09/15/2008	19:26	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2,4,6-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	09/15/2008	19:26	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2,4-Dichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.4	--	09/15/2008	19:26	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2,4-Dimethylphenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	09/15/2008	19:26	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2,4-Dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	09/15/2008	19:26	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2-Chlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	09/15/2008	19:26	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2-Methyl-4,6-dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	09/15/2008	19:26	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	09/15/2008	19:26	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
4-Chloro-3-methylphenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	09/15/2008	19:26	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
4-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	09/15/2008	19:26	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
Penta-chlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	09/15/2008	19:26	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
Phenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	09/15/2008	19:26	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
Total Phenols by GC	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	09/15/2008	19:26	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C



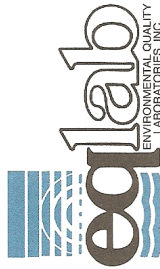
ND = No Detected MCL = Maximum Contaminant Level MDL = Method Detection Limit DML = Diss. Met. Limit MCL = Minimum Detection Limit N/A = Not Applicable
 µg/L = micrograms per liter µg/g = micrograms per gram µg/m³ = micrograms per cubic meter
 °C = degrees Celsius °F = degrees Fahrenheit
 ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC. P.O. BOX 11468, SAN JUAN, P.R. 00910-1468, TEL. (787) 288-6420 FAX (787) 288-6485



The results presented herein meet all NELAC requirements.
 Refer to eqlab certification number EB7783 at www.eqlab.com.

To: WANDA RIOS MARTINEZ
CAMPO ALEGRE # 31
UTUADO PR 00641

Attn: MRS. WANDA RIOS
Source: RIO BAYAMON
Project Name: TESIS
Facility: UNKNOWN
Description: LIQUID - Grab
Client Ref. #: N/A



Laboratory Test Report

Page 1 of 1

Sample Number: 1258745	Collected Date & Time: 09/07/2008 16:15	Date of Report: 9/17/2008
Work Order: 1700-14-01	Received Date & Time: 09/09/2008 14:45	Collected By: WRIOS
Delivery Slip: 2008-10374	Temperature at Arrival: 3 °C	EqLab Rep.: PRODRIGUEZ
Folder Number: 118014		Proposal Number: 10100 - 1
Remarks:		

Parameter	Method	Results	Units	Limits		Analysis		Prep Method		
				MDL	MCL	Date	Time	Date	By	Method
2,4,5-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.4	--	09/15/2008	21:19	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2,4,6-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	09/15/2008	21:19	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2,4-Dichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.4	--	09/15/2008	21:19	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2,4-Dimethylphenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	09/15/2008	21:19	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2,4-Dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	09/15/2008	21:19	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2-Chlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	09/15/2008	21:19	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2-Methyl-4,6-dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	09/15/2008	21:19	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	09/15/2008	21:19	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
4-Chloro-3-methylphenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	09/15/2008	21:19	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
4-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	09/15/2008	21:19	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
Penta-chlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	09/15/2008	21:19	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
Phenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	09/15/2008	21:19	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
Total Phenols by GC	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	09/15/2008	21:19	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C



ND = Not Detected MCL = Maximum Contaminant Level MDL = Minimum Detection Limit DNT = Plus Not Ignore MDL = Minimum Detection Limit N/A = Not Applicable
MO = Monitoring Only. All results are calculated on a wet weight basis unless otherwise stated.

CREATED IN ACCORDANCE WITH
nelac
The results presented herein meet all NELAP requirements.
Refer to eqlab certification number 837783 at www.eqlab.com.

ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC. P.O. BOX 11458, SAN JUAN, P.R. 00910-1458, TEL. (787) 288-6420 Fax (787) 288-6420

To: WANDA RIOS MARTINEZ
CAMPO ALEGRE # 31
UTUADO PR 00641

Attn: MRS. WANDA RIOS
Source: SEDIMENTADA
Project Name: TESIS
Facility: UNKNOWN
Description: LIQUID - Grab
Client Ref. #: N/A



Laboratory Test Report

Sample Number:	1258744	Collected Date & Time:	09/07/2008 16:05	Date of Report:	9/17/2008
Work Order:	1700-14-01	Received Date & Time:	09/09/2008 14:45	Collected By:	WRIOS
Delivery Slip:	2008-10374	Temperature at Arrival:	3 °C	Eqlab Rep.:	PRODRIGUEZ
Folder Number:	118014			Proposal Number:	10100 - 1
Remarks:					

Parameter	Method	Results	Units	Limits			Analysis			Prep Method		
				MDL	MCL		Date	Time	By	Date	Method	
2,4,5-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.4	--		09/15/2008	20:22	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2,4,6-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--		09/15/2008	20:22	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2,4-Dichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.4	--		09/15/2008	20:22	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2,4-Dimethylphenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--		09/15/2008	20:22	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2,4-Dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--		09/15/2008	20:22	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2-Chlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--		09/15/2008	20:22	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2-Methyl-4,6-dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--		09/15/2008	20:22	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--		09/15/2008	20:22	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
4-Chloro-3-methylphenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--		09/15/2008	20:22	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
4-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--		09/15/2008	20:22	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
Pentachlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--		09/15/2008	20:22	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
Phenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--		09/15/2008	20:22	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
Total Phenols by GC	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--		09/15/2008	20:22	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C



ND = Not Detected MCL = Maximum Contaminant Level BDL = Below Detection Limit PNI = Does Not Ignore MDL = Minimum Detection Limit N/A = Not Applicable
MO = Monitoring Only. All results are calculated on a wet weight basis unless otherwise stated.

ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC. P.O. BOX 11488, SAN JUAN, PR. 00910-1488, TEL. (787) 288-6420 Fax (787) 288-6422



The results presented herein meet all NELAC requirements. Refer to eqlab certification number E87783 at www.eqlab.com.

To: WANDA RIOS MARTINEZ
CAMPO ALEGRE # 31
UTUADO PR 00641

Attn: MRS. WANDA RIOS
Source: DESCARGA
Project Name: TESIS
Facility: UNKNOWN
Description: LIQUID - Grab
Client Ref. #: N/A



Laboratory Test Report

Sample Number: 1258742	Collected Date & Time: 09/07/2008 15:50	Date of Report: 9/17/2008
Work Order: 1700-14-01	Received Date & Time: 09/09/2008 14:45	Collected By: WRIOS
Delivery Slip: 2008-10374	Temperature at Arrival: 3 °C	Eqlab Rep.: PRODRIGUEZ
Folder Number: 118014		Proposal Number: 10100 - 1
Remarks:		

Parameter	Method	Results	Units	Limits		Analysis		Prep Method			
				MDL	MCL	Date	Time	By	Date	Method	
2,4,5-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.4	--	09/15/2008	18:29	LCRUIZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2,4,6-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	09/15/2008	18:29	LCRUIZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2,4-Dichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.4	--	09/15/2008	18:29	LCRUIZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2,4-Dimethylphenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	09/15/2008	18:29	LCRUIZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2,4-Dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	09/15/2008	18:29	LCRUIZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2-Chlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	09/15/2008	18:29	LCRUIZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2-Methyl-4,6-dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	09/15/2008	18:29	LCRUIZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
2-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	09/15/2008	18:29	LCRUIZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
4-Chloro-3-methylphenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	09/15/2008	18:29	LCRUIZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
4-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	09/15/2008	18:29	LCRUIZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
Pentachlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	09/15/2008	18:29	LCRUIZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
Phenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	09/15/2008	18:29	LCRUIZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C
Total Phenols by GC	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	09/15/2008	18:29	LCRUIZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3510C/3520C



ND = Not Detected MCL = Maximum Contaminant Level BDL = Below Detection Limit DNI = Does Not Apply MDL = Minimum Detection Limit N/A = Not Applicable
MO = Monitoring Only. All results are calculated on a wet weight basis unless otherwise stated.
ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC. P.O. BOX 11458, SAN JUAN, P.R. 00910-1458, TEL. (787) 288-6420 FAX (787) 288-6420



The results presented here are based on all NELAC requirements.
Refer to eqlab certification number BX7783 at www.eqlab.com.

To: WANDA RICS MARTINEZ
CAMPO ALLEGRE # 31
UTUADO PR 00641

Attn: MRS. WANDA RICS
Source: LODO (LECHO DE SECADO)
Project Name: TESIS
Facility: UNKNOWN
Description: SOLID - Grab
Client Ref. #: N/A



Laboratory Test Report

Sample Number: 1258741	Collected Date & Time: 09/07/2008 15:40	Date of Report: 9/17/2008
Work Order: 1700-14-01	Received Date & Time: 09/09/2008 14:45	Collected By: WRICS
Delivery Slip: 2008-10374	Temperature at Arrival: 3 °C	Edlab Rep. PRODRIGUEZ
Folder Number: 118014		Proposal Number: 10100 - 1
Remarks:		

Parameter	Method	Results	Units	Limits			Analysis		Prep Method			
				MDL	MCL	DL	Date	Time	By	Date	Method	
2,4,5-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/kg	20	--	--	09/15/2008	17:32	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B
2,4,6-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/kg	10	--	--	09/15/2008	17:32	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B
2,4-Dichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/kg	20	--	--	09/15/2008	17:32	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B
2,4-Dimethylphenol	EPA 8270C	ND	µg/kg	10	--	--	09/15/2008	17:32	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B
2,4-Dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/kg	100	--	--	09/15/2008	17:32	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B
2-Chlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/kg	10	--	--	09/15/2008	17:32	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B
2-Methyl-4,6-dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/kg	100	--	--	09/15/2008	17:32	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B
2-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/kg	10	--	--	09/15/2008	17:32	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B
4-Chloro-3-methylphenol	EPA 8270C	ND	µg/kg	10	--	--	09/15/2008	17:32	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B
4-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/kg	100	--	--	09/15/2008	17:32	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B
Pentachlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/kg	100	--	--	09/15/2008	17:32	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B
Phenol	EPA 8270C	ND	µg/kg	10	--	--	09/15/2008	17:32	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B
Total Phenols by GC	EPA 8270C	ND	µg/kg	100	--	--	09/15/2008	17:32	LCRUZ	09/10/2008	FMALDONAD	EPA 3540C/3550B



ND = Not Detected MCL = Maximum Contaminant Level MDL = Method Detection Limit DNI = Does Not Ignite BDL = Minimum Detection Limit N/A = Not Applicable
MO = Monitoring Only. All results are calculated on a wet weight basis unless otherwise stated.

ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC. P.O. BOX 11456, SAN JUAN, P.R. 00910-1456, TEL. (787) 288-6420 Fax (787) 288-6421



The results presented hereon meet all NELAP requirements. Refer to eqlab certification number B87783 at www.eqlab.com.

Apéndice D

Resultados de laboratorio ambiental EQ Lab para el muestreo # 3

To: WANDA RIOS MARTINEZ
CAMPO ALEGRE # 31
UTUADO PR 00641

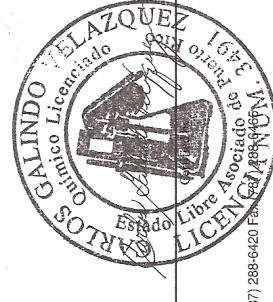
Attn: MRS. WANDA RIOS
Source: RIO GUAYNABO
Project Name: TESIS
Facility: UNKNOWN
Description: LIQUID - Grab
Client Ref. #: N/A



Laboratory Test Report

Sample Number: 1318463	Collected Date & Time: 01/07/2009 01:35	Date of Report: 01/13/2009
Work Order: 1700-14-01	Received Date & Time: 01/07/2009 15:27	Collected By: WRIOS
Delivery Slip: 2009-00102	Temperature at Arrival: 3 °C	Eqlab Rep.: PRODRIGUEZ
Folder Number: 123787		Proposal Number: 10100 - 1
Remarks:		

Parameter	Method	Results	Units	Limits		Analysis		Prep Method		
				MDL	MCL	Date	Time	Date	By	Method
2,4,5-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.4	--	01/11/2009	08:20	LCRÚZ	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2,4,6-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	01/11/2009	08:20	LCRÚZ	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2,4-Dichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.4	--	01/11/2009	08:20	LCRÚZ	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2,4-Dimethylphenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	01/11/2009	08:20	LCRÚZ	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2,4-Dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	01/11/2009	08:20	LCRÚZ	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2-Chlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	01/11/2009	08:20	LCRÚZ	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2-Methyl-4,6-dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	01/11/2009	08:20	LCRÚZ	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	01/11/2009	08:20	LCRÚZ	GFLORES	EPA 3510C/3520C
4-Chloro-3-methylphenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	01/11/2009	08:20	LCRÚZ	GFLORES	EPA 3510C/3520C
4-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	01/11/2009	08:20	LCRÚZ	GFLORES	EPA 3510C/3520C
Pentachlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	01/11/2009	08:20	LCRÚZ	GFLORES	EPA 3510C/3520C
Phenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	01/11/2009	08:20	LCRÚZ	GFLORES	EPA 3510C/3520C
Total Phenols by GC	EPA 8270C	BDL	µg/L	2	--	01/11/2009	08:20	LCRÚZ	GFLORES	EPA 3510C/3520C



ND = Not Detected, MCL = Maximum Contaminant Level, BDL = Below Detection Limit, EW = Not Equiv, NPL = Not Significant, N/A = Not Applicable, MO = Missing Only. All results are calculated on a wet weight basis unless otherwise noted. All results include +/- 10% ramp.

The results presented herein meet all NELAP requirements. Refer to eqlab certification number E8783 at www.eqlab.com.



ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC. P.O. BOX 11488, SAN JUAN, P.R. 00910-1488. TEL. (787) 288-6420 Fax: (787) 288-6469

To: WANDA RIOS MARTINEZ
CAMPO ALEGRE # 31
UTUADO PR.00641

Attn: MRS. WANDA RIOS
Source: RIO BAYAMON
Project Name: TESIS
Facility: UNKNOWN
Description: LIQUID - Grab
Client Ref. #: N/A



Laboratory Test Report

Page 1 of 1

Sample Number: 1318459	Collected Date & Time: 01/07/2009 01:40	Date of Report: 01/13/2009
Work Order: 1700-14-01	Received Date & Time: 01/07/2009 15:27	Collected By: WRIOS
Delivery Slip: 2009-00102	Temperature at Arrival: 3 °C	Eqlab Rep.: PRODRIGUEZ
Folder Number: 123787		Proposal Number: 10100-1
Remarks:		

Parameter	Method	Results	Units	Limits		Analysis		Prep Method			
				MDL	MCL	Date	Time	Date	By	Method	
2,4,5-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.4	--	01/11/2009	06:57	LCRUZ	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2,4,6-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	01/11/2009	06:57	LCRUZ	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2,4-Dichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.4	--	01/11/2009	06:57	LCRUZ	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2,4-Dimethylphenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	01/11/2009	06:57	LCRUZ	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2,4-Dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	01/11/2009	06:57	LCRUZ	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2-Chlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	01/11/2009	06:57	LCRUZ	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2-Methyl-4,6-dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	01/11/2009	06:57	LCRUZ	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	01/11/2009	06:57	LCRUZ	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C
4-Chloro-3-methylphenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	01/11/2009	06:57	LCRUZ	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C
4-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	01/11/2009	06:57	LCRUZ	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C
Pentachlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	01/11/2009	06:57	LCRUZ	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C
Phenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	01/11/2009	06:57	LCRUZ	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C
Total Phenols by GC	EPA 8270C	BDL	µg/L	2	--	01/11/2009	06:57	LCRUZ	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C



ND = Not Detected MCL = Maximum Contaminant Level (MCL) - Below Detection Limit (ND) = Not Applicable MFL = Minimum Detectable Limit (MFL) = Not Applicable
NO = Not Determined MCL = Maximum Contaminant Level (MCL) - Below Detection Limit (ND) = Not Applicable MFL = Minimum Detectable Limit (MFL) = Not Applicable
NO = Not Determined MCL = Maximum Contaminant Level (MCL) - Below Detection Limit (ND) = Not Applicable MFL = Minimum Detectable Limit (MFL) = Not Applicable

ACCREDITED IN ACCORDANCE WITH
nelac
The results presented herein meet all NELAP requirements.
Refer to eqlab certification number B37783 at www.eqlab.com.

ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC. P.O. BOX 11458, SAN JUAN, P.R. 00910-1458, TEL. (787) 288-6484 FAX (787) 288-6485

To: WANDA ROS MARTINEZ
CAMPO ALEGRE # 31
UTUADO PR 00641

Altus: MRS. WANDA RIOS
Source: SEDIMENTADA
Project Name: TESIS
Facility: UNKNOWN
Description: LIQUID - Grab
Client Ref. #: N/A

Laboratory Test Report

Page 1 of 1

Sample Number: 1318462	Collected Date & Time: 01/07/2009 01:50	Date of Report: 01/13/2009
Work Order: 1700-14-01	Received Date & Time: 01/07/2009 15:27	Collected By: WROS
Delivery Slip: 2009-00102	Temperature at Arrival: 3 °C	EqLab Rep.: PRODRIGUEZ
Folder Number: 123787		Proposal Number: 10100 - 1
Remarks:		

Parameter	Method	Results	Units	Limits			Analysis			Prep Method		
				MDL	MCL	DL	Date	Time	By	Date	Method	
2,4,5-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.4	--	--	01/11/2009	07:38	LCRUZ	01/09/2009	GHLORES	EPA 3510C/3520C
2,4,6-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	--	01/11/2009	07:38	LCRUZ	01/09/2009	GHLORES	EPA 3510C/3520C
2,4-Dichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.4	--	--	01/11/2009	07:38	LCRUZ	01/09/2009	GHLORES	EPA 3510C/3520C
2,4-Dimethylphenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	--	01/11/2009	07:38	LCRUZ	01/09/2009	GHLORES	EPA 3510C/3520C
2,4-Dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	--	01/11/2009	07:38	LCRUZ	01/09/2009	GHLORES	EPA 3510C/3520C
2-Chlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	--	01/11/2009	07:38	LCRUZ	01/09/2009	GHLORES	EPA 3510C/3520C
2-Methyl-4,6-dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	--	01/11/2009	07:38	LCRUZ	01/09/2009	GHLORES	EPA 3510C/3520C
2-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	--	01/11/2009	07:38	LCRUZ	01/09/2009	GHLORES	EPA 3510C/3520C
4-Chloro-3-methylphenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	--	01/11/2009	07:38	LCRUZ	01/09/2009	GHLORES	EPA 3510C/3520C
4-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	--	01/11/2009	07:38	LCRUZ	01/09/2009	GHLORES	EPA 3510C/3520C
Pentachlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	--	01/11/2009	07:38	LCRUZ	01/09/2009	GHLORES	EPA 3510C/3520C
Phenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	--	01/11/2009	07:38	LCRUZ	01/09/2009	GHLORES	EPA 3510C/3520C
Total Phenols by GC	EPA 8270C	BDL	µg/L	2	--	--	01/11/2009	07:38	LCRUZ	01/09/2009	GHLORES	EPA 3510C/3520C



ND = Not Detected MCL = Maximum Contaminant Level BDL = Below Detection Limit DNI = Does Not Ignore MDL = Minimum Detection Limit N/A = Not Applicable
MO = Monitoring Only All results are calculated on a wet weight basis unless otherwise stated. All results relate only to this sample.

The results presented herein meet all NELAP requirements.
Refer to eqLab certification number ES7782 at www.eqLab.com.



ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC. P.O. BOX 11458, SAN JUAN, P.R. 00910-1458, TEL. (787) 288-6420 FAX (787) 288-3451

To: WANDA RIOS MARTINEZ
CAMPO ALEGRE # 31
UTUADO PR 006541

Attn: MRS. WANDA RIOS
Source: DESCARGA 001
Project Name: TESIS
Facility: UNKNOWN
Description: LIQUID - Grab
Client Ref. #: N/A

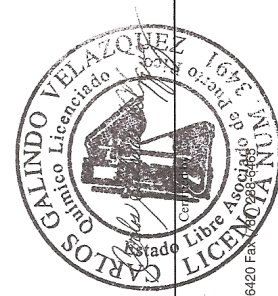


Laboratory Test Report

Page 1 of 1

Sample Number: 1318464	Collected Date & Time: 01/07/2009 01:24	Date of Report: 01/13/2009
Work Order: 1700-14-01	Received Date & Time: 01/07/2009 15:27	Collected By: WRIOS
Delivery Slip: 2009-00102	Temperature at Arrival: 3 °C	EqLab Rep.: PRODRIGUEZ
Folder Number: 123787		Proposal Number: 10100 - 1
Remarks:		

Parameter	Method	Results	Units	Limits		Analysis		Prep Method		
				MDL	MCL	Date	Time	Date	By	Method
2,4,5-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.4	--	01/11/2009	09:01	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2,4,6-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	01/11/2009	09:01	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2,4-Dichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.4	--	01/11/2009	09:01	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2,4-Dimethylphenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	01/11/2009	09:01	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2,4-Dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	01/11/2009	09:01	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2-Chlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	01/11/2009	09:01	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2-Methyl-4,6-dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	01/11/2009	09:01	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C
2-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	01/11/2009	09:01	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C
4-Chloro-3-methylphenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	01/11/2009	09:01	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C
4-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	01/11/2009	09:01	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C
Pentachlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/L	2	--	01/11/2009	09:01	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C
Phenol	EPA 8270C	ND	µg/L	0.2	--	01/11/2009	09:01	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C
Total Phenols by GC	EPA 8270C	BDL	µg/L	2	--	01/11/2009	09:01	01/09/2009	GFLORES	EPA 3510C/3520C



ND = Not Detected MCL = Maximum Contaminant Level BDL = Below Detection Limit DNI = Does Not Ignore MDL = Minimum Detection Limit N/A = Not Applicable
NO = Monitoring Only. All results are calculated on a wet weight basis unless otherwise stated. All results relate only to this sample.

The results presented herein meet all NELAP requirements.
Refer to eqlab certification number E3776 at www.eqlab.com.



ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC. P.O. BOX 11456, SAN JUAN, P.R. 00910-1456, TEL. (787) 288-6420 Fax: (787) 288-6421

To: WANDA RIOS MARTINEZ
CAMPO ALEGRE # 31
UTUADO PR 00641

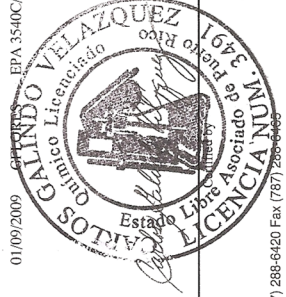
Attn: MRS. WANDA RIOS
Source: LODO (LECHO DESECADO)
Project Name: TESIS
Facility: UNKNOWN
Description: SOLID - Grab
Client Ref. #: N/A



Laboratory Test Report

Sample Number:	1318465	Collected Date & Time:	01/07/2009 01:35	Date of Report:	01/13/2009
Work Order:	1700-14-01	Received Date & Time:	01/07/2009 15:27	Collected By:	WRIOS
Delivery Slip:	2009-00102	Temperature at Arrival:	3 °C	Eqlab Rep.:	PRODRIGUEZ
Folder Number:	123787			Proposal Number:	10100 - 1
Remarks:					

Parameter	Method	Results	Units	Limits		Analysis		Prep Method		
				MDL	MCL	Date	Time	Date	By	Method
2,4,5-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/Kg	20	--	01/11/2009	09:42	01/09/2009	GFLORES	EPA 3540C/3550B
2,4,6-Trichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/Kg	10	--	01/11/2009	09:42	01/09/2009	GFLORES	EPA 3540C/3550B
2,4-Dichlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/Kg	20	--	01/11/2009	09:42	01/09/2009	GFLORES	EPA 3540C/3550B
2,4-Dimethylphenol	EPA 8270C	ND	µg/Kg	10	--	01/11/2009	09:42	01/09/2009	GFLORES	EPA 3540C/3550B
2,4-Dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/Kg	100	--	01/11/2009	09:42	01/09/2009	GFLORES	EPA 3540C/3550B
2-Chlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/Kg	100	--	01/11/2009	09:42	01/09/2009	GFLORES	EPA 3540C/3550B
2-Methyl-4,6-dinitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/Kg	10	--	01/11/2009	09:42	01/09/2009	GFLORES	EPA 3540C/3550B
2-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/Kg	10	--	01/11/2009	09:42	01/09/2009	GFLORES	EPA 3540C/3550B
4-Chloro-3-methylphenol	EPA 8270C	ND	µg/Kg	10	--	01/11/2009	09:42	01/09/2009	GFLORES	EPA 3540C/3550B
4-Nitrophenol	EPA 8270C	ND	µg/Kg	100	--	01/11/2009	09:42	01/09/2009	GFLORES	EPA 3540C/3550B
Pentachlorophenol	EPA 8270C	ND	µg/Kg	100	--	01/11/2009	09:42	01/09/2009	GFLORES	EPA 3540C/3550B
Phenol	EPA 8270C	ND	µg/Kg	10	--	01/11/2009	09:42	01/09/2009	GFLORES	EPA 3540C/3550B
Total Phenols by GC	EPA 8270C	BDL	µg/Kg	100	--	01/11/2009	09:42	01/09/2009	GFLORES	EPA 3540C/3550B



ND = Not Detected MCL = Maximum Contaminant Level BDL = Below Detection Limit DM = Does Not Apply MDL = Minimum Detection Limit N/A = Not Applicable
NO = Nothing Obs. All results are calculated on a wet weight basis unless otherwise stated. All results are only in this sample.
ENVIRONMENTAL QUALITY LABORATORIES, INC. P.O. BOX 11458, SAN JUAN, P.R. 00910-1458, TEL. (787) 288-6420 FAX (787) 288-6420

