



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES  
MAESTRÍA EN CIENCIAS MANEJO SUSTENTABLE  
DE RECURSOS BIOACUÁTICOS Y MEDIO  
AMBIENTE**

**Tesis de Grado para la obtención del título de Magíster en Ciencias con Énfasis  
En Manejo Sustentable de Recursos Bioacuáticos y Medio Ambiente**

**EFECTO DE LA CONTAMINACIÓN  
HIDROCARBURÍFERA SOBRE LA ESTRUCTURA  
COMUNITARIA DE MACROINVERTEBRADOS  
BENTÓNICOS PRESENTES EN EL SEDIMENTO  
DEL ESTERO SALADO**

**MARITZA CÁRDENAS CALLE**

**GUAYAQUIL – ECUADOR  
2010**

## 1. INTRODUCCIÓN

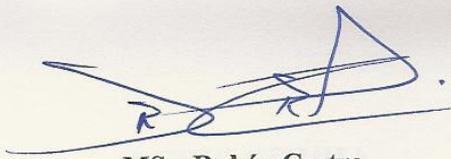
El Estero Salado forma parte del estuario más grande de la costa sudamericana del Pacífico el Golfo de Guayaquil, se encuentra ubicado en la parte sureste de la República del Ecuador (Figura 1) con una extensión de 13.701 Km<sup>2</sup> incluyendo 11.711 Km<sup>2</sup> de superficie de agua y 1.990 Km<sup>2</sup> de islas e islotes.(CAAM 1996).



**Figura1. Ubicación geográfica del Estero Salado**

El Estero Salado forma parte del estuario interior del Golfo, se extiende al este de la línea entre Boca de Capones y punta del Morro atravesando la isla Puná hasta los ramales internos que ingresan a la ciudad de Guayaquil, (EMAG 1978). Este estuario está influenciado por corrientes oceánicas, flujo y reflujo de mareas, por la convergencia del agua tropical cálida de poca salinidad procedente del norte y aguas subtropicales fría y salinas proveniente del sur. Así como por la intromisión directa de aguas continentales de 15 cuencas hidrográficas tales como: Estero del Morro, río Daular, río Chongón, río Guayas, río Taura, río Churute, río Cañar, río Naranjal, río San Pablo, río Jajua, río Balao, río Gala, río Tenguel, río Siete y río Pagua. Esto ha originado que sea un ecosistema altamente productivo con el mayor potencial agropecuario del Ecuador.

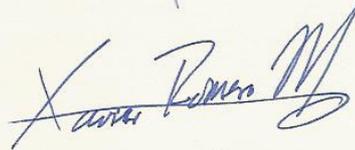
# CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



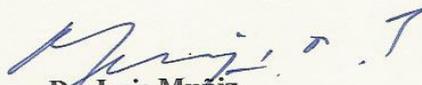
**MSc. Rubén Castro**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



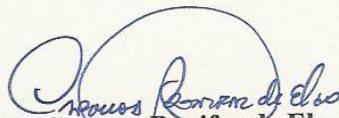
**MSc. Carlos Villón**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



**MSc. Xavier Romero**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



**Dr. Luis Muñiz**  
**DIRECTOR DE MAESTRÍA**



**MSc. Carmen Bonifaz de Elao**  
**DECANA**

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente estudio a mis padres, a mis abuelos, quienes sembraron en mí el ímpetu, la perseverancia para la consecución de las metas y de manera especial con mucho amor a mis hijos y a mi esposo porque representan la fuerza y la alegría que motivan mi existencia.

## **AGRADECIMIENTO**

Cada día te bendeciré  
Y alabaré tu nombre eternamente  
Y para siempre  
Grande es Jehová y digno de suprema alabanza;  
Y su grandeza es inescrutable  
Una generación encomiará tus obras  
A la siguiente generación  
Y anunciarán tus portentosos hechos

Salmo 145: 2-4

## AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi gratitud a Jehová por brindarme constantemente la oportunidad de adquirir más conocimientos y emprender nuevos retos profesionales con la satisfacción de no solamente desarrollarme en el área que siempre soñé, la biología marina, sino también porque me permite aportar con un granito de arena en el manejo sustentable de los recursos naturales de mi país

Deseo agradecer al Sr Oswaldo Angulo egresado de Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil quien a través de sus prácticas laborales me asistió en el muestreo de campo y separación de especímenes en el laboratorio.

Mi reconocimiento especial a mi tutor el MSc. Rubén Castro que con su vasta experiencia colaboró en la revisión del anteproyecto, adquisición de literatura especializada en el área química y sugerencias en la presentación final de la tesis.

Al Dr. Wills Flowers por compartir sus conocimientos taxonómicos y desarrollar el gusto por la identificación de estadios larvarios de insectos acuáticos, al Dr. Luís Muñiz por todo su apoyo brindado para la culminación de mi tesis, a mis amigos y maestros el Ing. Guillermo Baños quien aportó con valiosas sugerencias para el análisis estadístico y a la Blga. Elbita Mora por su colaboración en la confirmación taxonómica de moluscos.

## ÍNDICE

Carátula.....	i
Certificación del Tribunal de Sustentación.....	ii
Dedicatorias .....	iii
Agradecimientos .....	iv-v
Índice .....	vi
Índice de cuadros .....	vii
Índice de figuras.....	viii-ix
Anexos .....	x-xi
Resumen.....	xii
Abstract .....	xiii
Introducción .....	1-7
Revisión de la literatura .....	8-16
Materiales y métodos .....	17-27
Resultados.....	28-50
Discusión .....	51-61
Conclusiones.....	62-67
Recomendaciones .....	68-69
Literatura citada .....	70-75
Glosario.....	76-78
Anexos .....	79-106

## ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro 1. Distribución de hidrocarburos presentes en el Estero Salado desde 2000 hasta el 2007 .....	12
Cuadro 2. Principales recursos pesqueros extraídos en los ramales internos del Estero Salado .....	16
Cuadro 3. Localización geográfica de las 12 estaciones muestreadas en el Estero Salado .....	17
Cuadro 4. Parámetros físicos y químicos del agua superficial registrados en el Estero Salado durante noviembre de 2009 .....	30
Cuadro 5. Parámetros físicos y químicos del sedimento registrados en el Estero Salado durante noviembre de 2009.....	32
Cuadro 6. Concentraciones de metales pesados registrados en los sedimentos del Estero Salado durante noviembre de 2009.....	36
Cuadro 7. Macroinvertebrados registrados en el Estero Salado durante noviembre de 2009 .....	42
Cuadro 8. Cuadro de índices de Diversidad y equidad de las estaciones muestreadas en el Estero Salado durante noviembre de 2009 .....	43

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del Estero Salado.....	1
Figura 2. Actividades productivas que se desarrollan en los ramales internos del Estero Salado durante noviembre de 2009 .....	15
Figura 3. Localización de las estaciones de muestreo del Estero Salado durante Noviembre de 2009 .....	19
Figura 4. Manglar presente en los flancos del canal de navegación de la zona de Cuarentena .....	20
Figura 5. Vista lateral del Terminal de Transferencia Tres Bocas .....	21
Figura 6. Terminal Portuario Internacional .....	22
Figura 7. Tramo B correspondiente al sector de Urdesa y Miraflores.....	23
Figura 8. Principales usos de suelo de la zona de estudio .....	23
Figura 9. Distribución de las concentraciones de hidrocarburos totales en las diferentes zonas de muestreo del Estero Salado durante noviembre de 2009.....	33
Figura 10. Concentraciones de hidrocarburos totales registrados en los sedimentos de los ramales internos del Estero Salado durante noviembre de 2009.....	34
Figura 11. Concentraciones de grasas y aceites registrados en los sedimentos de los ramales internos del Estero Salado durante noviembre de 2009 .....	34
Figura 12. Análisis de componentes principales de las estaciones muestreadas en el Estero Salado durante noviembre de 2009.....	37
Figura 13. Dendrograma de las estaciones basadas en las variables ambientales	
Figura 14. Abundancia relativa de macroinvertebrados bentónicos registrados..	38
Durante noviembre de 2009 en el Estero Salado .....	39
Figura 15. Distribución porcentual de clases de macroinvertebrados bentónicos registrados durante noviembre de 2009 en el Estero Salado .....	40
Figura 16. Distribución de macroinvertebrados bentónicos registrados durante noviembre de 2009.....	40

Figura 17. Densidad promedio de macroinvertebrados bentónicos registrados en el Estero Salado durante noviembre de 2009.....	41
Figura 18. Ploteo del rango de abundancia entre las subestaciones muestreadas en el Estero Salado durante noviembre de 2009.....	44
Figura 19. Dendrograma de las estaciones basadas en las variables biológicas y ambientales registradas en el Estero Salado durante noviembre de 2009 .....	44
Figura 20. Componentes principales de las variables biológicas y ambientales registradas durante noviembre de 2009 .....	47
Figura 21. Componentes principales de las variables biológicas registradas Durante noviembre de 2009.....	49
Figura 22 Relación diversidad de macroinvertebrados y concentración de Hidrocarburos totales registrados en el Estero Salado durante Noviembre de 2009.....	50

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1A. Mapa de Localización de las zonas del Estero Salado.....	80
Anexo 1B . Mapa de Localización de los Tramos del Estero Salado.....	81
Anexo 2 A. Informe de Niveles de Oxígeno disuelto en el Tramo B durante noviembre de 2009.....	82
Anexo 2 B. Informe de Niveles de Oxígeno disuelto en el Terminal Portuario Internacional (TPI) durante noviembre de 2009.....	83
Anexo 2 C. Informe de Niveles de Oxígeno disuelto en el Terminal de Transferencia Tres Bocas durante noviembre de 2009.....	84
Anexo 2 D. Informe de Niveles de Oxígeno disuelto en Cuarentena durante noviembre de 2009.....	85
Anexo 3 A1.1 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de Miraflores durante noviembre de 2009.....	86
Anexo 3 A1.2 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de Kennedy durante noviembre de 2009.....	87
Anexo 3 A1.3 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de Urdesa durante noviembre de 2009.....	88
Anexo 3 B1.3 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de TPI Antes del Muelle durante noviembre de 2009.....	89
Anexo 3 B1.3 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de TPI Puerto Hondo durante noviembre de 2009.....	90
Anexo 3 B1.3 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de TPI Muelle centro durante noviembre de 2009.....	91
Anexo 3 C1.1 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de TPI Bocas boya 19.....	92
Anexo 3 C1.2 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de Tres Bocas Pto. Azul.....	93
Anexo 3 C1.3 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de Tres Bocas muelle Suinsa.....	94
Anexo 3 D1.1 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de Cuarentena Centro.....	95
Anexo 3 D1.2 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de Cuarentena Este.....	96

Anexo 3 D1.3 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de Cuarentena Oeste .....	97
Anexo 3 E. Firmas de responsabilidad por los informes del Laboratorio CESTTA durante noviembre de 2009. ....	98
Anexo 4. Análisis de diversidad y equidad de macroinvertebrados registrados durante noviembre de 2009.....	99
.Anexo 5 Cuadro de los niveles de varianza y niveles de confianza de la diversidad macrobentónica registrada durante noviembre de 2009	
Anexo 5. Cuadro de los niveles de varianza y niveles de confianza de la diversidad macrobentónica registrada durante noviembre de 2009. ....	100
Anexo 6. Análisis de componentes principales de las variables físicas, químicas y Biológicas registradas durante noviembre de 2009 .....	101
Anexo 7. Análisis de varianza: Prueba de Friedman.....	102-103
Anexo 8. Análisis de correlación de Spearman .....	104-105
Anexo 9. Cuadro comparativo de la diversidad macrobentónica y las concentraciones de hidrocarburos totales ,aceites y grasas.....	106

# **EFFECTO DE LA CONTAMINACIÓN HIDROCARBURÍFERA SOBRE LA ESTRUCTURA COMUNITARIA DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS PRESENTES EN EL SEDIMENTO DEL ESTERO SALADO**

## **RESUMEN**

El Estero Salado forma parte del Golfo de Guayaquil, se encuentra contaminado con hidrocarburos debido al aporte de aguas residuales industriales, derrames de petróleo, aguas de sentina, transferencia y transportación de combustibles, mal manejo de desechos sólidos. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la contaminación hidrocarburióferas sobre la estructura comunitaria de macroinvertebrados presentes en el sedimento en el Estero Salado durante noviembre de 2009. Doce estaciones fueron muestreadas, se usó la draga Van Veen de 0.10 m<sup>-2</sup>, se realizaron tres réplicas en cada sitio para analizar los macroinvertebrados, hidrocarburos totales, grasas, aceites, nutrientes, materia orgánica metales pesados: Pb, Cd y Hg, granulometría, pH. Adicionalmente se analizó O<sub>2</sub>, pH, salinidad, temperatura y profundidad del cuerpo hídrico. Se reportó 1520 especímenes presentes en doce estaciones, se registró 5 taxa, 7 clases, 20 familias, 23 géneros y 11 especies El Phylum más abundante fue Annelida con el 45%, seguida de Arthropoda con el 33%, Mollusca con 20% y en menor cantidad con el 2% Echinodermata y Aschelmintha. La estación con mayor diversidad fue Kennedy con 1.68Bits/Ind y la menos diversa fue Cuarentena con 0.48 Bits/Ind, las concentraciones de hidrocarburos aceites y grasas disminuyeron gradualmente desde los ramales internos hacia los ramales más externos con mayor incidencia de las mareas y la diversidad disminuyó en las zonas con mayor aporte de hidrocarburos totales, el análisis de varianza (Prueba de Friedman) determinó que existen diferencias significativas entre las estaciones con un  $p < 0.05$ . El ACP determinó que el 52% la variabilidad entre estaciones se explica por las variables: Oxígeno, pH, salinidad, hidrocarburos totales, aceites, grasa, nitratos, Hg y sulfuros. La diversidad y homogeneidad disminuye en las zonas con mayor concentración de hidrocarburos no así la abundancia siendo las especies que persisten en las zonas más contaminadas *Capitella cf capitata* y el díptero *Psychoda* sp.

## **PALABRAS CLAVES**

Contaminación, hidrocarburos, macroinvertebrados, Estero Salado, estuario.

# EFFECTS OF HYDROCARBON POLLUTION ON COMMUNITY STRUCTURE OF BENTHIC MACROINVERTEBRATES IN SEDIMENTS OF ESTERO SALADO ESTUARY

## ABSTRACT

The Estero Salado Estuary is part of the Gulf of Guayaquil, it is contaminated with hydrocarbon due to the contribution of industrial wastewater, oil spills, bilge water, fuel transfer and transportation, poor management of solid waste. The aim of this study was to determine the effect of hydrocarbon pollution on the macroinvertebrate community structure in sediments at Estero Salado during November of 2009. Sediment samples were collected from twelve sampling sites by means of a Van Veen grab of 0.10 m<sup>2</sup>, three replicates were taken at each site to analyze the macroinvertebrates, total hydrocarbons, fats, oils, nutrients, organic matter, heavy metals: Pb, Cd and Hg, grain size, pH. Additionally O<sub>2</sub>, pH, salinity, temperature and depth of the water body were analyzed. 1520 specimens were reported present at twelve sampling sites, five taxa were recorded, 7 classes, 20 families, 23 genera and 11 species. The most abundant Phylum was Annelida to 45%, followed by Arthropoda with 33%, 20% Mollusca and smaller amount to 2% of Aschelmintha and Echinodermata. Kennedy sampling site was the most diverse with 1.68Bits/Ind. and Cuarentena with 0.48 Bits/Ind the least diverse. The concentrations of hydrocarbon oils and fats decreased gradually from the inner to the outermost branches with higher incidence of tides—and diversity decreased in areas with greater contribution of total hydrocarbons, analysis of variance (Friedman test) determined significant differences among sampling with a p <0.05. The ACP found that 52% of the variability among sites is explained by the variables: oxygen, pH, salinity, total hydrocarbons, oils, nitrates, mercury and sulfur. The diversity and homogeneity declined in areas with higher concentrations of hydrocarbons but not abundance and the species more persistent in this area were *Capitella cf capitata* and the Diptera *Psychoda* sp.

## KEY WORDS

Pollution, hydrocarbon, macroinvertebrates, Estero Salado, Estuary

Este estuario forma parte del sistema del río Guayas. La extensión estimada del mismo es de aproximada de 60 Km medida desde el Puerto Marítimo de Guayaquil hasta Posorja, (CAAM 1996) junto con los ramales del río Guayas, estero del Muerto, Palo seco, Mongón, San Francisco, Santa Ana, Libertad, la Viuda, las Conchillas, Lagarto, las Canoas, Desvirgado, Chupadores chico, Chupadores grande, Lagarto chico, Lagarto grande, Mosquiñaña, las Ranas, Cobina y los Ingleses.

El Estuario interior está clasificado según su estructura geológica en un estuario de tipo tectónico y según el aspecto hidrodinámico en un estuario parcialmente mezclado en época lluviosa (Stevenson 1981). La circulación de las masas de aguas de esta zona, se ven influenciadas por el aporte de las descargas de los ríos, corrientes de mareas (CAAM 1996) y por la acción de los vientos Existe una corriente de fondo lenta, ascendente y de agua salina que desplaza a las aguas de los ríos.

Entre las características de este ecosistema es su alta productividad biológica debido a los nutrientes que son transportados a través de los ríos, la cuña de agua marina, aguas enriquecidas generadas por diversas actividades productivas que se desarrollan en el Golfo y factores ambientales que influyen en la riqueza y características de sus aguas tales como: Precipitación, temperatura, salinidad, pH, materia orgánica, entre otros, Los nutrientes se transportan a través del estuario debido al flujo de las mareas en un movimiento neto hacia el mar abierto (Atlas y Bartha 2002).

Geológicamente el Estero Salado está constituido por sedimentos aluviales cuaternarios producto de las inundaciones del río Daule, de tipo arcillosos-limosos Sin embargo los suelos predominantes son los arenosos (Stevenson 1981). Pertenece a la zona de vida denominada bosque húmedo tropical (bhT) y matorral desértico tropical (mdT) según la adaptación de Luis Cañadas al Sistema Holdridge, posee una extensión de manglar de bosque tipo ribereño (Fundación Guayaquil Siglo XXI 2005).

Climatológicamente presenta dos estaciones una estación seca comprendida entre junio a noviembre, que puede alcanzar promedios mensuales de precipitación de 0.6 a 1.4 mm, aunque en Eventos del Niño ha alcanzado hasta 629 mm en el mes de junio. La estación lluviosa está comprendida entre los meses de diciembre a mayo, con promedios mensuales de precipitación de 45 a 286.6, aunque la última cifra ha estado influenciada por el evento El Niño (Consulambiente 2007).

El promedio anual de precipitaciones registrado entre 1961 y 2005 fue de 1109.2 mm, con valores máximos de precipitación de 4230.76 mm y mínimos de 359.7 mm. Las precipitaciones a partir del 2000 hasta el 2007 no superan los 1500 mm.

La precipitación influye también en el comportamiento de las mareas, encontrándose mareas de flujo y reflujo. Según información registrada por la Superintendencia del terminal petrolero de El Salitral, en el Estero Salado, las corrientes varían desde 2.5 a 5 nudos (4.6 a 9.3 Km./h) y van decreciendo en condiciones normales hasta 1 nudo (1.853 km/h) en el área del Terminal de Tres Bocas.

La salinidad se ve influenciada por la precipitación y el gradiente de la salinidad es muy notorio en la época lluviosa llegando a niveles de 0 UPS, mientras que en época seca se incrementa hasta 40 UPS, esta varía de una zona a otra y en función al aporte de aguas domésticas e industriales.

El Estero Salado se encuentra dividido en cuatro zonas acuáticas: Zonas I, II, III, IV, (Anexo 1 A) según la clasificación de Montaña en 1993 (EMAG 1978). Las mismas que se extienden desde el oeste en el Océano Pacífico hacia el noroeste de la ciudad de Guayaquil, siendo estas:

### **Zona I**

Aquella zona que se inicia en el canal del Morro frente a Posorja.

## **Zona II**

La zona que se extiende desde la línea que une la isla Puná y la camaronera Taipax en la península de Santa Elena y la línea entre el extremo Suroeste de la isla Escalante hasta la mitad de la isla Palo Santo. Esta zona tiene influencia de camaroneras situadas en el margen occidental del Estero Salado y del aporte del río Guayas a través del canal de Cascajal

## **Zona III**

Desde la línea del suroeste de la isla Escalante y la Isla Palo Santo hasta el estero San Francisco y la zona de Cuarentena.

Esta área tiene influencia del sector camaronero y es considerada una zona de transición.

## **Zona IV**

Corresponde al estero que bordea a la ciudad de Guayaquil desde la zona de cuarentena del Puerto Marítimo hasta las ciudadelas Miraflores y Urdenor.

Esta zona fue dividida en tramos, según informes técnicos de la Municipalidad de Guayaquil, basados en las características ambientales del estero, asentamientos urbanos y actividades industriales localizadas en los márgenes de dichos esteros, encontrándose 7 tramos denominados A, B, C, D, E, F, G localizados al este de Guayaquil (Anexo 1B) de los cuales el tramo B es considerado el más contaminado (Lahmeyer – Cimentaciones 2000).

A pesar de la importancia económica, social y ecosistémica de este estuario, el Estero Salado ha sufrido alteraciones físicas, químicas y biológicas desde hace más de tres décadas (EMAG 1978). Debido a las presiones generadas por la actividad humana, principalmente por las actividades industriales, crecimiento poblacional desmesurado, deforestación, mal manejo de desechos sólidos y aguas residuales de uso domésticos e industriales, asentamientos urbanos no planificados en zonas de manglar. Todo esto ha generado una alarmante contaminación, caracterizada por el mal olor de sus aguas, un color negruzco y la falta de oxígeno

disuelto, lo cual repercute especialmente sobre la existencia de vida superior en sus aguas (Lahmeyer - Cimentaciones 2000).

Entre los principales agentes estresores y contaminantes persistentes se encuentra los hidrocarburos y sus derivados aceites, grasa, metales pesados que provienen de la combustión de combustible fósil, residuos de incineración, producción de químicos, pesticidas, herbicidas, minería (Fingerman *et al.* 1998).

En el Estero Salado se han identificado como fuentes de contaminación a los derrames de combustibles durante la transportación, transferencia y descarga, derrames de aguas de sentinas, transportación fluvial. Siendo los principales compuestos contaminantes fuel oil, diesel, gasolina, ifo, bunker, sludge y otras mezclas oleosas. (Rodríguez 2005). Los cuales se acumulan en el sedimento y organismos acuáticos, magnificando sus concentraciones en los diferentes eslabones de la red alimenticia principalmente en moluscos, crustáceos (Hart y Fuller 1979) y peces, los mismos que constituyen la principal fuente de alimento y sustento económico de más de cientos de familias de pescadores artesanales pertenecientes a zonas suburbanas del suroeste de Guayaquil (Fundación Natura 2006).

Otros efectos de los hidrocarburos sobre la biota son: Pérdida de la diversidad, eliminación de especies sensibles, retraso de procesos reproductivos, deformaciones celulares, alteraciones fisiológicas, comportamiento anormal (CAAM 1996), alteraciones genéticas, cambios en la estructura comunitaria, entre otras (De Pauw 2007).

El Estero Salado presenta diferentes hábitats tales como zonas rocosas, zonas arenosas, manglares, salitrales que son muy frágiles, donde habitan variados organismos entre ellos los macroinvertebrados bentónicos que por vivir sobre la superficie de los sedimentos o enterrados en el lodo son quienes reciben directa y continuamente las aguas contaminadas.

Existen estudios puntuales que han caracterizado física, química, biológica y socioeconómicamente los ramales internos del Estero Salado desarrollados por centros de investigaciones, institutos de educación superior, entidades gubernamentales y ONGs tales como: Instituto Nacional de Pesca, Instituto Oceanográfico de la Armada Nacional, Municipio de Guayaquil, Programa de Manejo de Recursos Costeros, Universidad de Guayaquil, Escuela Superior Politécnica del Litoral, EMAG, Interagua, Fundación Natura, compañías consultoras ambientales e investigadores independientes que han abordado temas como: Uso del recurso agua y manglares en Puerto Hondo Benavides (2007); Zonificación de la Reserva de Producción Faunística Manglares el Salado Fundación Natura (2006), listados taxonómicos de la fauna sublitoral bentónica Cruz *et al.* (1980), poliquetos Villamar (1983, 1986, 1989); meiofauna Cruz (1998, 2002); microbentos Gualancañay (2002); malacofauna, Cruz (1986, 1992, 2003), entre otros. Sin embargo el presente estudio evalúa el efecto de los hidrocarburos sobre la estructura comunitaria de macroinvertebrados bentónicos, así como la inherencia de las variables físicas, químicas del agua y sedimento, metales pesados asociados a la contaminación con petróleo como plomo, cadmio y mercurio.

Por tanto esta investigación aporta información técnica a las autoridades ambientales nacionales y seccionales sobre los niveles de contaminación particularmente de hidrocarburos, aceites, grasas y metales pesados, presentes en los ramales internos del Estero Salado correspondiente a las zonas IV (Tramo B) y a la Reserva de Producción Faunística Manglares el Salado (RPFMS), para que tomen medidas de manejo, que conlleve a la conservación, mantenimiento y funcionalidad ecosistémica de este estuario, así como para el control de la contaminación y priorización de zonas a biorremediar.

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar los efectos de la contaminación por hidrocarburos sobre la estructura comunitaria de los macroinvertebrados bentónicos presentes en los ramales internos del Estero Salado durante noviembre de 2009.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar los niveles de concentración de hidrocarburos totales, aceites y grasas presentes en el sedimento del Tramo B y Reserva de Producción Faunística Manglares el Salado
- Caracterizar física y químicamente el agua superficial y sedimentos del Tramo B y Reserva de Producción
- Determinar la diversidad, abundancia, densidad y distribución de macroinvertebrados bentónicos presentes en Tramo B y Reserva de Producción Faunística Manglares el Salado.
- Identificar posibles especies indicadoras de zonas contaminadas con hidrocarburos.

## **HIPÓTESIS**

La contaminación con hidrocarburos afecta la estructura comunitaria de los macroinvertebrados bentónicos en el Estero Salado.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

La contaminación hidrocarburífera es aquella originada por fuentes petrogénicas (derivados del petróleo) y pirogénicas (derivados de la combustión de compuestos orgánicos). Los hidrocarburos se encuentran constituidos por átomos de hidrógeno y carbono, estos se clasifican en cuatro tipos según el ordenamiento de sus moléculas de carbón, estos son: Hidrocarburos alifáticos, hidrocarburos aromáticos, hidrocarburos cicloparafínicos e hidrocarburos alquenos. Según la incorporación de átomos de halogenados en su moléculas se divide en hidrocarburos halogenados y no halogenados, estos pueden encontrarse de forma natural como producto de la degradación de la materia orgánica.

Los hidrocarburos han sido ampliamente usados desde su descubrimiento en 1960 y los estudios de los efectos de la contaminación en ambientes naturales se desarrollaron en la década de los años 70 debido a los continuos accidentes durante las fases de exploración, extracción y producción a nivel mundial especialmente en Inglaterra, Canadá, Francia, Estados Unidos. Los estudios de contaminación en ambientes marinos se iniciaron con el objetivo de determinar los niveles de hidrocarburos que existían en forma natural en el sedimento, algas, animales marinos y así poder establecer diferencias de las concentraciones generadas por las actividades antrópicas.

En la actualidad paralelamente al desarrollo productivo y tecnológico propio del siglo XXI, la ciudad de Guayaquil ha incrementado también las fuentes estresoras que afectan gravemente el equilibrio del ecosistema estuarino, siendo una de estas la contaminación por hidrocarburos. Dicho contaminante ingresa al cuerpo de agua interactuando con factores ambientales como pH, salinidad, temperatura, oxígeno, metales pesados, los cuales aumentan o disminuyen la biodisponibilidad del mismo, incorporándose así a células, tejidos y órganos de invertebrados y peces que habitan en el estuario.

Existen algunos estudios sobre la contaminación puntual y difusa de hidrocarburos especialmente en aguas costeras que evidencian un largo historial de contaminación por petróleo en el Golfo de Guayaquil y Estero Salado.

Los primeros estudios de caracterización física y química del Estero Salado se iniciaron en la década de los 70 siendo uno de los primeros estudios sobre la circulación y la distribución de salinidad en el río Guayas y el estuario (Murray *et al.* 1973), luego se estudiaron las propiedades físicas y químicas del Golfo de Guayaquil y las características de las aguas del Estero Salado (Suescum y Olaya 1976). Posteriormente se realizó un estudio comparativo de las condiciones físicas y químicas de las aguas costeras ecuatorianas durante el período 1981-1983 (Pesantez y Pérez 1993)

Las concentraciones de hidrocarburos en aguas costeras del Golfo de Guayaquil fueron registrados por Solórzano en 1986 donde determinó valores menores a 2ug/l de hidrocarburos en las aguas del Estero Salado cercanas a Guayaquil y concentraciones de 1.48 y 0.11 ug/l de Criseno en Puerto Marítimo y Fertisa respectivamente. Mientras que Valencia en el mismo año determinó valores superiores en el Estero del Muerto (Valencia 1996). Otras investigaciones realizadas bajo un marco de colaboración interinstitucional fue desarrollado por INOCAR, VLIR y ESPOL en el río Guayas y el Estero Salado durante el período 1996-1999, donde se identificó metales pesados, pesticidas, PCB's, organismos bentónicos y se caracterizó los sedimentos de dichas áreas.

En el 2000 estudios realizados por Thiakos determinó la existencia de hidrocarburos alifáticos en los sedimentos del Golfo de Guayaquil incluyendo el estuario exterior y parte del estuario interior. Altas concentraciones de hidrocarburos alifáticos fueron registrados en el Puerto Marítimo con un valor de 762 mg/Kg de peso seco, seguido de la zona del Terminal de Tres Bocas con un valor de 22 mg/Kg y 6 mg/Kg en la zona de Cuarentena (Cuadro 1), identificando así un gradiente desde zonas altamente contaminadas en la cercanía a la ciudad de Guayaquil y zonas con

bajas concentraciones en Golfo exterior de Guayaquil durante la época seca específicamente en el mes de junio.

En el 2001 un estudio de diagnóstico y plan de manejo ambiental del Terminal Fuel Oil de Petrocomercial determinó que el ramal del estero cercano al terminal no es apta para el consumo humano por los niveles de turbidez, amonio, fenoles, sulfatos y *Coliformes fecales*. (Esingeco 2001). Además se registró una concentración de 0.4 mg/l de grasas y aceites (derivados de petróleo), valores superiores a los máximos permitidos para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, marinas y estuarinas cuyo valor es de 0.3 mg/l (TULAS 2002).

Sin embargo se conoce que desde 1985 se han producido derrames de fuel oil, diesel, naftas en los esteros Mongón y Plano Seco, así como en zonas de manglar circundante a la estación del Terminal Tres Bocas, ya que en ese sitio se desarrollan actividades de recepción y bombeo de derivados de petróleo como naftas reformadas, diesel 1 y 2, fuel oil y gas licuado de petróleo en la Estación de Transferencia Tres Bocas (Universidad de Guayaquil 2008).

En el 2005 Rodríguez evaluó las fuentes de contaminación hidrocarburífera y los derrames suscitados durante el período 1998 - 2004 en el área próxima a los muelles de la Autoridad Portuaria de Guayaquil (APG), los mismos que provinieron del vertido de aguas de sentinas, derrame fuel oil durante maniobras de carga y transferencia de combustibles de buques, así como derrames de diesel, ifo, bunker, sludge y diferentes mezclas oleosas, todo ellas producidas durante la navegación, choques de buques, descargas directas de aguas residuales de buques mercantes, buques tanques, buques pesqueros, remolcadores y gabarras. La mayor concentración de hidrocarburos disueltos y dispersos registrados en la superficie del agua se suscitó durante el 2003 con 128.6 g/l y la menor concentración correspondió al 2001 con 43.77 g/l. Determinando que la mayor cantidad de derrames se produjeron durante el 2004 con 13 derrames al año.

En el 2006 mediante el estudio de impacto ambiental (EIA) de la fase de operación del Terminal Portuario Internacional Puerto Hondo S.A. localizado a 150

m de Puerto Hondo, determinó concentraciones máximas de hidrocarburos totales (TPH) entre 1 y 1.31 mg/l en las aguas superficiales del muelle de acoderar, dichas concentraciones superaron el límite máximo permisible de la Legislación Ambiental Secundaria del Ecuador (0.5 mg/l) para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, aguas marinas o estuarinas (TULAS 2002). Esto se debería a los posibles aportes intermitentes de las embarcaciones que se desplazan a lo largo del estero, así como por descargas mínimas en varios tramos del estero de Puerto Hondo (Wong & Wong 2007).

En el 2007 a través de un estudio de premuestreo realizado en junio en los ramales internos del Estero Salado y la Reserva de Producción Faunística Manglares el Salado (RPFMS) se determinó diferentes concentraciones de hidrocarburos totales presentes en el sedimento con máximas concentraciones en Miraflores con un valor de 145873 mg/Kg de TPH. Mientras que la menor concentración se observó en la zona de Tres bocas con 1545 mg/Kg de TPH (Tabla 1), ambos valores fueron superiores al límite máximo permisible para suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera en ecosistemas sensibles. Tabla 6 del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (<1000 mg/Kg) (RAOH 2001). Adicionalmente se estableció la acumulación de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP's) en los tejidos de mejillones de la especie *Mytella strigata* recolectados en la zona de Tres Bocas con concentraciones de 0.0450 mg/Kg (Cárdenas 2008).

En el período de septiembre - diciembre de 2007, la Dirección de Investigaciones y Proyectos Académicos (DIPA) de la Universidad de Guayaquil, realizó un estudio en el área circundante de la estación de Transferencia Tres Bocas encontrando sedimentos del lecho marino contaminados con una concentración de 1094 mg/Kg de hidrocarburos totales (Cuadro 1), en una superficie aproximada de 250 m<sup>2</sup> (Universidad de Guayaquil 2008). Además identificaron dos sitios en el interior del Terminal con valores muy altos de hidrocarburos totales con 2202 y 34003 mg/Kg correspondientes a la zona de manglar ubicado a trás del parqueadero de vehículos y en la base de las bombas de la estación respectivamente.

**Cuadro 1. Distribución de Hidrocarburos presentes en el sedimento del Estero Salado desde 2000 hasta el 2007**

Sitio	Concentración (mg/Kg) peso seco sedimento	Tipo de Hidrocarburo	Año de registro	Referencia
Cuarentena	6			
Terminal Tres Bocas	22	Hidrocarburos Alifáticos	junio 2000	Vassiliki Thiakos,2000
Puerto Marítimo	762			
Puerto Hondo	70			
Terminal Portuario Internacional	157			
Puerto Azul	70	Hidrocarburos Totales	Junio 2007	Cárdenas Maritza, 2008
Miraflores	145872			
Terminal Tres Bocas	1545			
Terminal Tres Bocas	1094	Hidrocarburos Totales	Septiembre 2007	Universidad de Guayaquil, 2008

Otros estudios de evaluación de las condiciones químicas, físicas y biológicas de las aguas y sedimentos del Estero Salado se realizaron en octubre del mismo año en los sectores dentro de la ciudad de Guayaquil (ZDC) y RPFMS. Se determinó una escasa presencia de vida animal dentro de la ciudad, la misma que estuvo constituida por dos especies de manglares *Rhizophora mangle* y *Avicenia germinans*, aves acuáticas y oligoquetos de la especie *Monopylephorus rubroniveus*, se observó una mayor alteración del ecosistema en la ZDC comparada con la RPFMS debido a las bajas concentraciones de oxígeno (0.99-6.65 mg/L), presencia de amoníaco (NH<sub>3</sub>), sulfuros de hidrógeno (SH<sub>2</sub>) y metales pesados como Pb, Cd, Zn que indican la contaminación de dicha zona (Medina *et al.*2007).

Es importante mencionar que otros estudios analizaron los metales pesados en las aguas del Estero Salado en el 2003 identificándose al cadmio, cromo, hierro, mercurio, manganeso, níquel, zinc con concentraciones por debajo del valor máximo permisible según la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). Excepto el plomo que presentó valores de (5 ug/l), los mismos que fueron superiores a los límites máximos permisible para aguas de descargas industriales según las norma del EPA (3.2 ug/l) (Hidroestudios 2003).

La presencia de los metales pesados como plomo, mercurio y cadmio revisten gran importancia en el estudio de contaminantes ya que ellos están relacionados con los hidrocarburos ya que en el caso del plomo este proveniente de la utilización de gasolina, combustión de carbón y fuel – oil. El mercurio se origina de la extracción y refinado del mercurio nativo, la combustión de los combustibles fósiles. Y el cadmio se origina de la extracción y fundición de metales, algunos procesos industriales y diversos mecanismos de manufactura (Seoanez 1998).

En la actualidad los contaminantes antes expuestos forman parte de programas de monitoreos a largo plazo desarrollados en Europa y Norteamérica, siendo algunos de ellos fundamentales en el seguimiento de la calidad de los estuarios tales como los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP'S), metales pesados, bifenilos policlorinados (PCBs) debido a su persistencia, toxicidad, habilidad bioacumulativa a través de reglamentaciones de la Convención de Oslo y París (OSPAR), la organización para la cooperación económica y desarrollo (OECD), el programa de regulaciones químicas de la Unión Europea 793/93 y por la Agencia de Protección del Ambiente (EPA) de los Estados Unidos.

### **Aspectos biológicos**

En este ecosistema estuarino se ha registrado la presencia de organismos fitoplanctónicos representados principalmente por diatomeas céntricas, diatomeas pennadas, cianofitas y dinoflagelados. Observándose en mayo de 2001 en las aguas superficiales del Estero Salado a 110 especies entre las cuales tenemos: *Chaetoceros affinis*, *Pleurosigma angulatum*, *Pseudonitzschia angulatum*, *Pseudomonitzschia paradoxa*, *Gyrosigma sp*, *Cyclotella meneghiniana* con una biomasa celular de 935.411 cel/l (Tapia 2002). Mientras que los organismos zooplanctónicos registrados en el margen circundante de la Estación de Transferencia de Tres Bocas fueron: *Calanus sp*, *Tintinnopsis sp*, *Oikopleura sp*, *Limacina sp*, cladóceros, crustáceos planctónicos, estadios tempranos de invertebrados como huevos, nauplio, copepoditos.

Otro importante grupo biológico registrado en el estero son los hongos acuáticos conformados principalmente por: Phycomycetes, hongos imperfectos y hongos saprobios en concentraciones muy altas en las áreas más cercanas de la ciudad de Guayaquil (Lahmeyer-Cimentaciones 2000). Así como bacterias patógenas para la fauna marina y para el hombre como: *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter agglomerans*, *Citrobacter freundii*, *Escheria* spp, *Salmonella* sp, *Proteus* sp, *Vibrio cholerae*, *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio vulnificus*., *Coliformes fecales*. Otras bacterias fueron identificadas en el sedimento circundante a la estación del Terminal de Transferencia Tres Bocas tales como: *Pseudomona putida*, *Vibrio fluviales*, *Stenotremonas maltophilia*. (Universidad de Guayaquil 2008).

Entre los principales invertebrados presentes en el Estero Salado se encuentran los moluscos: *Ostrea columbiensis*, *Mytella guyanensis*, *Mytella strigata*, *Prothothaca asperrina*, *Prothothaca ecuatoriana*, *Littorina fascista*, *Marinula*, *Mellampus* (Fundación Natura, 2006). Así como *Littorina varia*, *Cerithidea mazatlanica*, *Cerithidea valida*, *Plekobeilus* sp (Fundación Guayaquil Siglo XXI 2005). *Sphenia fragilis*, *Leptopecten velero*, *Corbula amethystina*, *Anadara grandis*, *Anadara tuberculosa*. Los crustáceos *Litopenaeus occidentalis*, *L. californiensis*, *L. brevirostris*, *L. stylirostris*, *Trachipenaeus riveti*, *Callinectes toxotes*, *Ucides occidentalis*, *Uca* sp. Equinodermos, anémonas, nemátodos, poliquetos, entre otros. (Lahmeyer – Cimentaciones 2000).

Estudios realizados en el 2003 por Hidroestudios en los diferentes tramos de Estero Salado determinó la presencia de la fauna bentónica intermareal, siendo constituida mayoritariamente por poliquetos con el 43%, gasterópodos con el 34%, bivalvos con el 22 %, 1.21 % de insectos y en menor abundancia por arácnidos, crustáceos y nemátodos. El tramo B presentó cinco especies *Cerithidea* sp, *Psychoda* sp, *Polymesoda inflata*, *Hydrophorus* sp y *Capitella* sp esta última fue la especie dominante ,así también se registró nemátodos en menor proporción.

Entre los peces que se registran en los esteros Plano Seco, Mongón, Puerto Hondo se encuentran la mojarra (*Diapterus peruvianus*), lisa (*Mugil cephalus*),

robalo (*Centropomus viridis*), corvinón (*Micropogonias* sp), guavina (*Eleotris picta*), bagre (*Bagre panamensis*), millonaria (*Poecilia* spp), roncadador (*Pomadasy panamensis*), mascapalo (*Oligoplites altus*), ratón (*Bairdiella ensifera*), entre otros. (Fundación Natura 2006).

### Actividades Productivas

Entre las actividades productivas que se desarrollan en los ramales internos del Estero Salado se encuentran: La acuicultura, pesca artesanal, navegación, turismo, recreación, comercialización y transferencia de gas licuado de petróleo, generación eléctrica (Figura 2) entre otras (Fundación Natura 2006).

Siendo las principales actividades que vinculan a un gran número de usuarios con el contacto directo de las aguas del Estero Salado la pesca artesanal, turismo, actividades recreativas. La población pesquera artesanal sobrepasa a las 102 pescadores según estudios realizados hasta el 2006, los mismos que extraen principalmente moluscos, crustáceos y peces a través del uso de diferentes artes de pesca tales como: Red, hachas, trasmallo, trampas, anzuelo y ganchos. (Cuadro 2).



Figura 2. Actividades productivas que se desarrollan en los ramales internos del Estero Salado durante noviembre de 2009

Mientras que las actividades turísticas y recreativas se desarrollan en el estero Puerto Hondo donde se desarrollan paseos en botes y natación, kayak, esquí acuático se realizan en las inmediaciones del Yacht Club de Puerto Azul, Puerto Hondo y en la desembocadura del estero Plano Seco (Fundación Natura 2006).

**Cuadro 2. Principales recursos pesqueros extraídos en los ramales internos del Estero Salado**

RECURSO PESQUERO	NOMBRE COMÚN	REFERENCIA
<i>Mytella strigata</i>		Fundación Natura, 2006
<i>Mytella guyanensis</i>	Mejillón	
<i>Ostrea columbiensis</i>	Ostión	
<i>Ucides occidentalis</i>	cangrejo rojo	
<i>Litopenaeus vannamei</i>	Camarón blanco	Estrella, 2007
<i>Litopenaeus stylirostris</i>	Camarón azul	
<i>Litopenaeus californiensis</i>	Camarón	
<i>Callinectes toxotes</i>		
<i>Callinectes arcuatus</i>	jaibas	
<i>Diapterus peruvianus</i>	Mojarra	
<i>Pomadasys panamensis</i>	Roncador	
<i>Micropogonias</i> sp	Corvina	
<i>Centropomus viridis</i>	Robalo	
<i>Bagre panamensis</i>	Bagre lisa	
<i>Mugil cephalus</i>	Lisa	

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

El muestreo se realizó el 4 y 5 de noviembre de 2009 durante la bajamar, debido a que los sedimentos quedan más expuestos y se puede obtener una muestra más homogénea y representativa del suelo, con la menor incidencia de la intrusión de aguas salinas provenientes del Golfo de Guayaquil. Se realizó un muestreo estratificado en base al gradiente de concentraciones de hidrocarburos determinados en estudios de premuestreo de 2007, donde se determinó una zona con alta contaminación con hidrocarburos localizada en Miraflores, una zona con mediana contaminación localizada en el Terminal de Tres Bocas, Puerto Marítimo y una zona con baja contaminación TPI, Puerto Hondo y Cuarentena (Cárdenas, 2008). Así también se consideró las actividades antrópicas relacionadas a dicha fuente de contaminación.

El tamaño de la muestra de macroinvertebrados se determinó con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5% (Lind *et al.* 2008).

Las zonas definidas fueron cuatro, siendo estas desde el noreste de Guayaquil el Tramo B, el sector noroeste a la altura del Terminal Portuario Internacional (TPI) y hacia el sur de la ciudad en la zona del Terminal de Transferencia Tres Bocas y la zona de Cuarentena. Todas ellas localizadas con el GPS marca Garmin modelo etrex (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Localización geográfica de las estaciones muestreadas en el Estero Salado durante noviembre de 2009**

ZONA	ESTACIÓN	UTM	
Zona B	Miraflores	669873	9761186
	Kennedy	622205	97588868
	Urdesa	620173	9760926
Terminal Portuario Internacional	TPI antes muelle	609418	9757056
	TPI muelle centro	609240	9757478
	TPI Puerto Hondo	609073	9757516
Terminal de Transferencia Tres Bocas	Tres bocas Boya 19	615396	9752814
	Tres bocas Pto. Azul	615645	9753778
	Tres bocas muelle Suinsa	615829	9753342
Cuarentena	Cuarentena centro	616505	9742488
	Cuarentena este	616590	9742164
	Cuarentena oeste	615699	9743276

En cada zona se muestreó tres subzonas (Figura 3 ) y en cada una se recolectaron tres réplicas del sedimento, por tanto se obtuvo 36 muestras de 12 estaciones de muestreo.(Figura 8).Considerando la existencia de diversos tipos de contaminantes y fuentes estresoras, se incluyó a parámetros físicos y químicos tales como: Temperatura, salinidad, pH y oxígeno en el agua superficial de las zonas a estudiar; así como el pH, materia orgánica, nutrientes (nitratos, nitritos, fosfatos y sulfuros), hidrocarburos, grasas y aceites, metales pesados mercurio (Hg), plomo (Pb) y cadmio (Cd), presentes en el sedimento de cada estación.

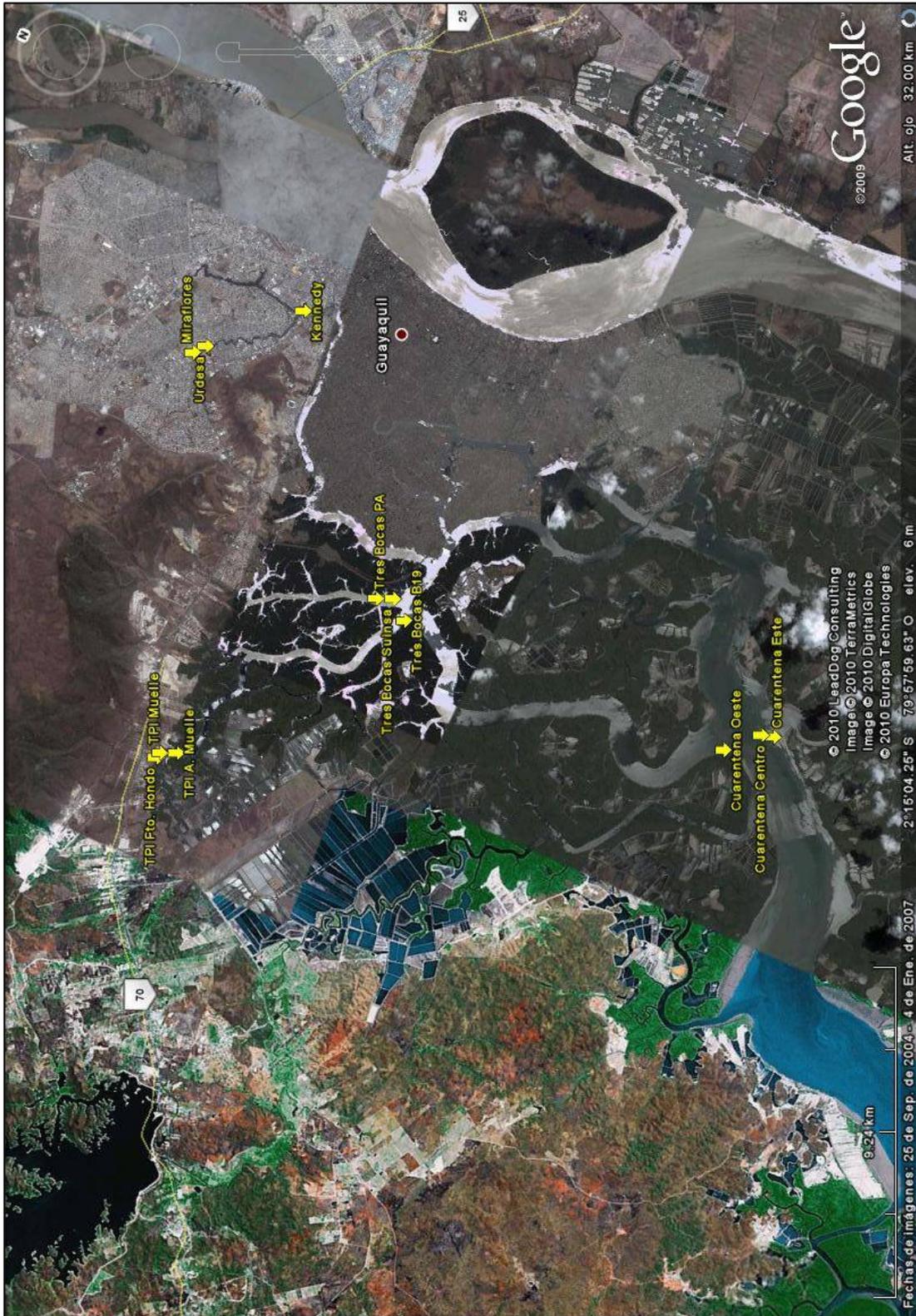


Figura 3. Ubicación de las estaciones de muestreo del Estero Salado durante noviembre de 2009

A continuación la descripción de las características de las áreas de estudio, principales usos de suelo y actividades productivas que se desarrollan en dichas zonas.

## **DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO**

### **CUARENTENA**

Esta zona se encuentra ubicada en el sur de la ciudad de Guayaquil, es un fondeadero de buques de alto calado y vía de ingreso al Puerto Marítimo de Guayaquil, considerado como el principal Puerto del Ecuador. Entre los principales usos del suelo se encuentran las áreas de camaronera, áreas de manglar y salinas (Figura 4) donde se ubican las estaciones: 1,2 y 3.



**Figura 4 Manglar presente en los flancos del canal de navegación de Cuarentena.**

### **TERMINAL DE TRANSFERENCIA TRES BOCAS**

Se encuentra ubicado en el Km. 7.5 m de la vía Guayaquil-Salinas, es un puerto destinado a la descarga de productos derivados de petróleo desde abril de 1989. Donde se realiza la recepción y bombeo del combustible que viene de las refinerías de Esmeraldas y la Libertad a través de buques cargueros, aquí existen unos poliductos formados por tres tuberías por la que se transportan gas licuado de

petróleo, gasolina y fuel oil. Se encuentra rodeado de manglares y áreas urbanas marginales de la Isla Trinitaria (Figura 5) donde se ubican las estaciones 4,5 y 6.

Se estima que en esta zona transitan embarcaciones de mediano calado que ingresan al Terminal y movilizan alrededor de 900.000 TM de gas licuado de petróleo, fuel oil y diesel, con un tráfico de aproximadamente 250 buques por año (Lahmeyer-Cimentaciones, 2000).



**Figura 5. Vista lateral del Terminal de Transferencia Tres Bocas**

## **TERMINAL PORTUARIO INTERNACIONAL**

Se encuentra ubicado en el Estero Hondo en el Km. 14.5 de la vía Guayaquil-Salinas, este terminal receipta embarcaciones con insumos para la industria cementera como minerales no metálicos. Es parte del ramal del Estero Salado recibe el aporte de pequeños ríos que descienden de la ladera occidental Cerro Azul y Cerro Blanco en el extremo Sur de la Cordillera Chongón. Colonche. Presenta infraestructuras, áreas de manglar y asentamientos urbanos en los márgenes del estero (Figura 6) donde se localizan las estaciones 7, 8 y 9.



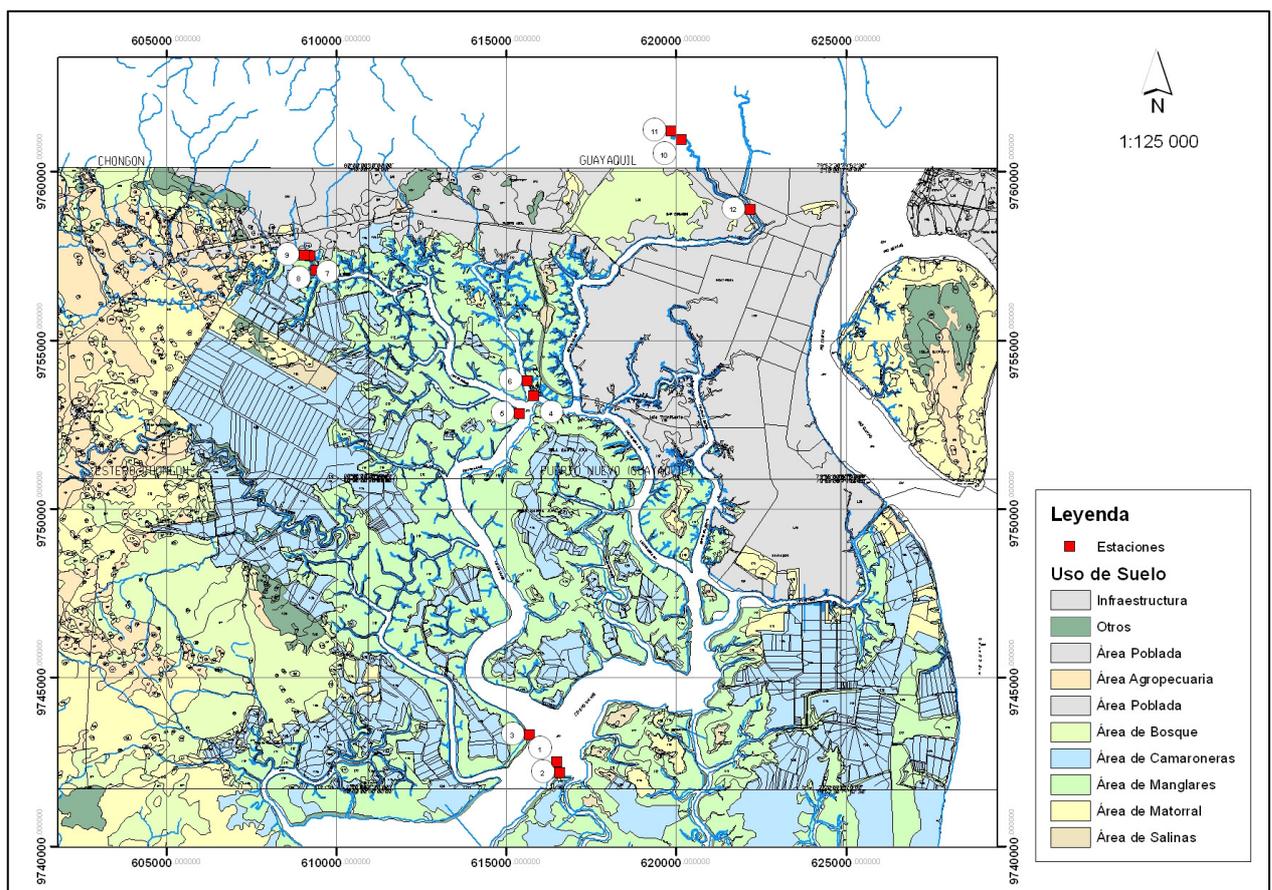
**Figura 6. Terminal Portuario Internacional**

## **TRAMO B**

Denominado así por la Municipalidad de Guayaquil, es considerado como la zona con mayor contaminación según los estudios de calidad ambiental realizados por Lahmeyer Cimentaciones e Hidroestudios. Esta zona tiene menor influencia de las mareas y es considerada como la zona más afectada por las industrias, aguas residuales de uso doméstico provenientes de urbanizaciones como Bellavista, Los Ceibos, Miraflores, Mapasingue Este – Oeste. De las cuales esta última no posee sistema de alcantarillado sanitario (Hidroestudios 2003). Posee pequeñas áreas de bosque marginales interrumpidas por viviendas (Figura 7) donde se localizan las estaciones 10, 11 y 12.



**Figura 7. Tramo B correspondiente al sector de Urdesa y Miraflores.**



**Figura 8. Principales usos de suelo de la zona de estudio.**  
Elaboración: Gustavo Iturralde

**Muestreo físico y químico del agua superficial y sedimentos**

Los parámetros físicos y químicos del agua se realizaron a través de una sonda YSI modelo 556 MPS perteneciente al laboratorio de análisis de agua Grupo Químico Marcos S. A. acreditado con ISO 17025 OAE (Anexos 2 A-D), para el registro de parámetros en campo ( *in situ* ), para lo cual se procedió a detener la embarcación en cada sitio y se esperó hasta la estabilización del flujo de agua, luego se procedió a ingresar el sensor en los primeros 10 cm de profundidad del agua y se midió las variables oxígeno, salinidad, pH y temperatura. Adicionalmente se registró la hora de la toma de la muestra.

Doce muestras de sedimentos fueron colectadas mediante la draga Van Veen de acero inoxidable de 0.10 m<sup>2</sup> de mordida. Cada muestra fue extraída de la capa superficial del sedimento (0- 5 cm) y cuidadosamente se extrajo con un guante de látex cada muestra, las mismas que fueron colocadas en fundas ziplock y fueron mantenidas en refrigeración hasta su transportación al laboratorio de análisis ambiental e inspección “Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental (CESTTA)” de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Entidad certificada por la organización de acreditación ecuatoriana (OAE) No OAE LE 2C 06-0.

En el laboratorio CESTTA, las muestras fueron separadas en submuestras para la determinación de hidrocarburos totales (TPH) en sus siglas en inglés, metales pesados (Pb, Cd y Hg), granulometría, nutrientes inorgánicos (nitratos, nitritos y fosfatos), sulfuros y materia orgánica (Anexos 3: A-E)

La determinación de hidrocarburos totales se realizó por cromatografía de gases previo a la extracción con un solvente orgánico. Mientras que para el análisis de metales pesados se realizó una digestión ácida y luego se procedió a la lectura por absorción atómica.

Siendo los límites de detección del equipo para los metales pesados los siguientes: Plomo (20-800 mg/Kg), Cd (0.8-40 mg/Kg, Hg (0.1-4 mg/Kg) y para los hidrocarburos totales (70-12500 mg/Kg), aceites y grasas (50-10000mg/Kg).

Para el análisis de hidrocarburos totales y metales pesados se utilizaron materiales de referencias estandarizados y certificadas para la linealidad, función respuesta para la determinación del porcentaje de recuperación, cumpliendo técnicas, rutinas químicas y equipos avalizados nacional e internacionalmente para dichos análisis.

### **Muestreo y análisis de macroinvertebrados bentónicos**

Los macroinvertebrados fueron colectados con la draga Van Veen de acero inoxidable con capacidad de mordida de  $0.10 \text{ m}^{-2}$ , para lo cual se extrajo de cada estación tres réplicas del sedimento, estas fueron lavadas en el campo en un tamiz de ojo de malla de 1mm, los especímenes fueron extraídos con pinzas y colocados en frascos de plásticos con alcohol al 80% y fueron rotulados, para su posterior separación en el laboratorio.

En el laboratorio los organismos fueron lavados y separados del sedimento, posteriormente fueron analizados e identificados a nivel de taxa a través del estereomicroscopio marca LW Scientific Z2 Zoom y el microscopio compuesto marca `Boeco; estas muestras fueron transferidas a frascos de 25 cc y preservadas con alcohol al 80%. Sólo se analizaron los organismos que presentaron estructuras morfológicas completas para su identificación hasta el nivel taxonómico más bajo posible, por lo cual se usaron claves taxonómicas específicas: Caso (1961); Keen (1972); Fauchald (1977); Roldán (1988); Pennak (1989); Cruz, R. J. Jiménez; (1996); Mair *et al* (2002); Rouse, G & Pleijel, (2002) Domínguez, (2009); Kingston (2007); Cleveland *et al.* (1999) entre otros.

Los organismos identificados fueron guardados como parte de la colección de macroinvertebrados del Ecuador perteneciente a Maritza Cárdenas Calle.

La cuantificación de los individuos se realizó basándose en la fórmula:

$$\text{Densidad} = n \times K$$

Donde:

$$n = \text{Número de individuos contabilizados} \quad K = 28$$

Para determinar la diversidad de la comunidad de macroinvertebrados se aplicó el índice de diversidad de Shannon –Wiener y equidad de Pielou (Ramírez 1999). (Anexo 4) basadas en las siguientes fórmulas:

$$H' = - \sum p_i \cdot \log_2 p_i$$

Donde

$$p_i = n_i/N$$

N= número total de individuos de todas las especies

n= número de individuos de una especie

Donde  $p_i$  es la abundancia proporcional de la especie  $i$ , por lo que el índice puede ser interpretado como la relación entre el número de especies  $S$  y su abundancia relativa. El cálculo de la diversidad ( $H'$ ) expresada en bits/individuo, se realizó aplicando el programa estadístico Diversity 4.0

Para determinar el componente de equitabilidad, se utilizó el índice de Pielou ( $J'$ ):

$$E = H'/H \text{ Max}$$

Donde:

$H'$  = Diversidad de Shannon

$H$  = Diversidad máxima

La equidad u homogeneidad se realizó mediante el uso del programa Species Diversity and Richness 4.0

Se usó el coeficiente de correlación de Spearman (Anexo 5) para determinar asociaciones, debido a que es medida no paramétrica y puede ser usada para variables discretas o continuas no necesariamente normales como las obtenidas en este estudio (Infostat 2008).

Se usó un análisis de varianza (ANOVA) no paramétrica de dos vías Prueba de Friedman (Anexo 6) para determinar diferencias entre las estaciones muestreadas en base a las variables biológicas y ambientales, mediante el uso del programa estadístico Infostat 2009. Finalmente se aplicó análisis multivariado para establecer las similitudes entre las estaciones de muestreo usando la distancia euclidiana para la elaboración de conglomerados (cluster análisis) y se realizó análisis de componentes principales (ACP) para determinar las variables de mayor incidencia en la estructura comunitaria de macroinvertebrados por ser una herramienta estadística muy poderosa para analizar múltiples variables al mismo tiempo.

## **4. RESULTADOS**

### **Características físicas y químicas del agua**

#### **Temperatura**

La temperatura superficial del agua presentó un promedio de 26,29 °C con una desviación estándar de 0.98, siendo las temperaturas más bajas las registradas en las estaciones de Kennedy y TPI Puerto Hondo con valores de 25 °C, debido a que el muestreo se realizó al finalizar la tarde alrededor de las 17:00. Mientras que el valor más elevado de temperatura se registró a las 16:35 en la estación de Miraflores con 28.5 °C, cuyo profundidad no superó los 2m.

Las temperaturas de la zona de cuarentena fueron iguales con un valor de 26 °C. Mientras las temperaturas fueron casi constantes en la zona de Tres Bocas donde las variaciones fluctuaron levemente entre 26.5 a 27 °C .Así también TPI presentaron temperaturas entre 25 a 26 °C.

Mayores fluctuaciones de temperatura se observó en los ramales internos del estero en las estaciones de Kennedy, Urdesa y Miraflores las que oscilaron entre 25, 27 y 28.5 °C respectivamente.

#### **pH**

El potencial de hidrógeno presentó valores neutrales de 7 a ligeramente alcalinos 7.6 en la zona del Tramo B y la zona de Cuarentena respectivamente.

El promedio del pH de las aguas en las estaciones de muestreo fue de 7,36 con una desviación estándar de 0.23.

Se observó una variabilidad del pH a nivel de las zonas de muestreo, incrementándose desde los ramales internos de Miraflores, Kennedy y Urdesa con un pH neutral de 7 hacia los ramales más expuestos a la acción de mareas en las estaciones de TPI, Tres Bocas y Cuarentena con valores de 7.4, 7.5, y 7.6 respectivamente. Sin embargo los valores de pH se mantuvieron constantes en cada subzonas de muestreo.

## **Salinidad**

La salinidad promedio fue de 28.58 UPS con una desviación estándar de 11.59

Se registró aguas salinas en los ramales ubicados en la zona suroeste de la ciudad de Guayaquil desde la zona de TPI hasta la zona de cuarentena con salinidades que oscilaron entre 32 a 36 UPS. Mientras que aguas menos salinas se registró en el tramo B con valores entre 25 a 0 UPS.

Se observó una salinidad más o menos constante desde la estación del Terminal Portuario Internacional, Tres Bocas y la zona de Cuarentena presentando salinidades promedios de a 35.6, 33.6 y 33.6 35.6 UPS respectivamente. Mientras que en la zona del Tramo B mostró una alta variabilidad de salinidades con concentraciones de 25, 10 y 0 UPS en las estaciones de Kennedy, Miraflores y Urdesa respectivamente.

La estación con más alta salinidad fue el Terminal Portuario Internacional debido a que la toma de la muestra se realizó durante la pleamar.

## **Oxígeno**

La concentración promedio de oxígeno disuelto fue de 2.21 con una desviación estándar de 1.20. Los máximos niveles de oxígenos se presentaron en la zona de Cuarentena lado oeste con una concentración de 4.22 mg/L y la menor concentración se registró en la ciudadela Miraflores con 0.19 mg/L.

El análisis comparativo a nivel de zonas demostró que existe un gradiente desde zonas más oxigenadas al sur de la ciudad de Guayaquil, zona de Cuarentena con una concentración promedio de 3.64 mg/L, progresivamente el gradiente decreció hacia los ramales de la RPFMS a niveles de 2.62 mg/L en la estación de Tres Bocas y 1.94 mg/L en la zona de TPI y finalmente decayeron las concentraciones a 0.61 mg/L en el Tramo B.

No se observaron cambios bruscos de concentraciones de oxígeno entre subzonas excepto en el Tramo B, donde la estación Kennedy presentó concentraciones mayores al promedio de la zona con 1.46 mg/L.

## **Profundidad**

La profundidad varió a lo largo de los sitios de muestreos, registrándose profundidades entre 8 y 2 m. Las zonas más profundas fue Cuarentena, seguida de TPI, Tres Bocas, mientras que la menos profunda correspondió al Tramo B (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Parámetros físicos y químicos del agua superficial registrados en el Estero Salado durante noviembre de 2009**

<b>Estaciones</b>	<b>pH</b>	<b>Salinidad (UPS)</b>	<b>Oxígeno (mg/L)</b>	<b>Temperatura (oC)</b>	<b>Profundidad (m)</b>
<b>Miraflores</b>	7	10	0.19	28,5	2
<b>Kennedy</b>	7	25	1.46	25	0
<b>Urdesa</b>	7	0	0.35	27	0.4
<b>Terminal Portuario Internacional. Centro</b>	7.4	35	1.86	26	8
<b>Terminal Portuario Internacional. Puerto Hondo</b>	7.4	36	1.84	25	5
<b>Terminal Portuario Internacional. Muelle</b>	7.4	36	1.98	25.5	1.8
<b>Tres Bocas Boyas 19</b>	7.5	35	2.73	27	1.5
<b>Tres Bocas Puerto Azul</b>	7.5	34	2.64	27	2
<b>Tres Bocas Muelle Suinsa</b>	7.5	32	2.64	26.5	1
<b>Cuarentena centro</b>	7.5	32	3	26	7
<b>Cuarentena este</b>	7.6	34	3.71	26	1.5
<b>Cuarentena oeste</b>	7.6	34	4.22	26	0.8

## **Características físicas y químicas del Sedimento**

### **pH**

El sedimento presentó un potencial de hidrógeno que varió desde la acidez con un pH de 6.2, en las estaciones Tres Bocas muelle Suinsa y Cuarentena oeste, hasta la neutralidad con un pH de 7.2 en la estación Tres Bocas Puerto Azul.

El pH promedio fue de 6.7 siendo los suelos ligeramente ácidos los correspondientes a las estaciones Tres Bocas muelle Suinsa, Cuarentena oeste, TPI Puerto Hondo, cuyos pH oscilaron entre 6.2 a 6.4. Y los suelos neutros correspondieron a Cuarentena este, TPI muelle centro, Cuarentena centro, Tres Bocas Puerto Azul, Tres

Bocas boya 19, TPI antes del muelle, Kennedy y Miraflores cuyos pH oscilaron desde 6.8 a 7.2.

### **Materia orgánica**

La materia orgánica presente en el sedimento del Estero Salado presentó una abundancia promedio del 10.49% con valores máximos de 19.02 % en la zona de tres bocas Pto Azul y valores mínimos 5.94% tanto en la zona de Kennedy como Urdesa.

La zona con la mayor abundancia promedio de materia orgánica fue la estación de Tres Bocas con 13.31%, seguida del TPI con 11.90% y la zona de Cuarentena con 9.29% todas estas zonas rodeadas de una gran cobertura de manglar, mientras que el tramo B fue la zona con menor abundancia promedio de materia orgánica con 7.47% y con muy poca vegetación en sus márgenes siendo los principales tipos de plantas existentes, las pertenecientes a la familia Caesalpinacea, hierbas y en menor cantidad mangles.

Se observó cambios muy marcados de materia orgánica a nivel de todas las subzonas (estaciones), especialmente en la zona de Tres Bocas Pto. Azul.

### **Granulometría**

La granulometría de los sitios muestreados presentaron un valor promedio de 37.45 % de arena, con valores máximos de 46.1 %, en la estación Tres Bocas muelle Suinsa y con valores mínimos con 32.2 % en TPI muelle centro. (Cuadro 5)

### **Nutrientes**

Las concentraciones de Nitratos presentaron un valor promedio de 0.23 mg/Kg con un valor máximo de 0.8 mg/Kg. en la zona de Cuarentena zona centro y un valor mínimo de 0.1 mg/Kg. Mientras que los nitritos presentaron concentraciones menores que los nitratos con un valor promedio de 0.08 mg/Kg, con valores máximos de 0.0488 mg/Kg en la zona de cuarentena centro y valores mínimos de 0.007 mg/Kg en la zona de Miraflores.

Las concentraciones de fosfatos presentaron una concentración promedio de 0.62 mg/kg con valores máximos de 1.18, 1.16 y 1 mg/Kg en las estaciones Tres bocas muelle Suinsa, TPI Pto. Hondo y Kennedy respectivamente. Y valores mínimos de 0.06 mg/Kg correspondiente a la zona de cuarentena zona centro.

Los sulfuros presentaron una concentración promedio de 0.095 mg/Kg con concentraciones máximas de 0.433 mg/K en la zona de Cuarentena oeste y concentraciones mínimas de 0.024 mg/Kg en la zona de Cuarentena este.

**Cuadro 5. Parámetros físicos y químicos del sedimento registrados en el Estero Salado  
Durante noviembre de 2009**

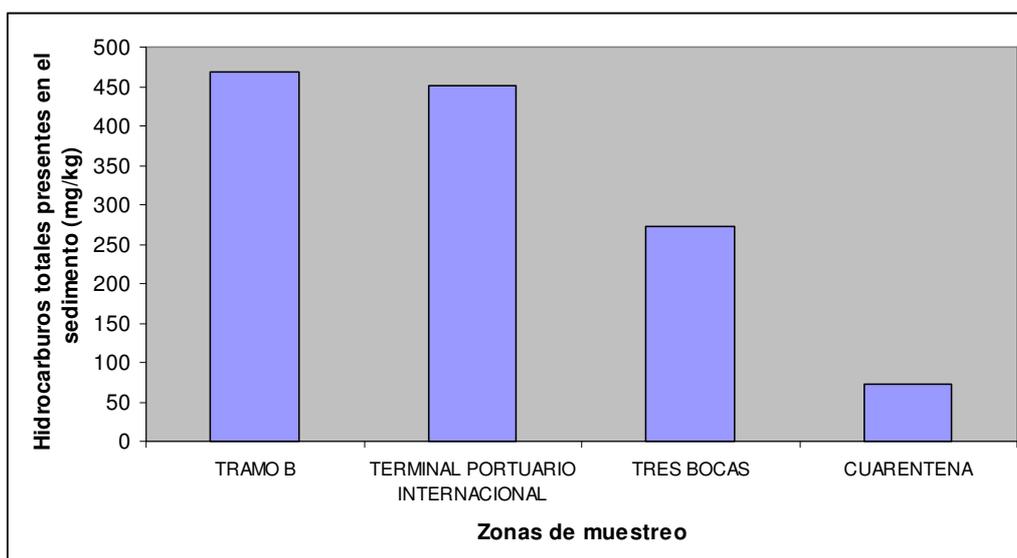
Estaciones	Materia orgánica (%)	pH	Granulometría (%)	Nitratos (mg/Kg)	Nitritos (mg/Kg)	Fosfatos (mg/Kg)	Sulfuros (mg/Kg)
Miraflores	10.53	7	38.7	0.2	0.007	0.12	0.033
Kennedy	5.94	6.3	41.5	0.1	0.323	1	0.136
Urdesa	5.94	7	41.3	0.2	0.013	0.43	0.038
Terminal Portuario Internacional. Centro	8.55	6.9	32.2	0.1	0.033	0.55	0.062
Terminal Portuario Internacional. Puerto hondo	16	6.4	33.3	0.3	0.012	1.16	0.065
Terminal Portuario Internacional. Muelle	10.55	7	39.4	0.1	0.028	0.56	0.064
Tres Bocas Boyas 19	10.91	7	32.8	0.1	0.01	0.63	0.042
Tres Bocas. Puerto Azul	19.02	7.2	35.6	0.1	0.01	0.7	0.096
Tres Bocas. Muelle Suinsa	10.01	6.2	46.1	0.1	0.032	1.18	0.069
Cuarentena centro	7.24	7	35.2	0.8	0.488	0.06	0.073
Cuarentena este	13.41	6.8	36.2	0.5	0.01	0.37	0.024
Cuarentena oeste	7.23	6.2	37.2	0.1	0.027	0.67	0.433

## **Contaminantes**

### **Hidrocarburos**

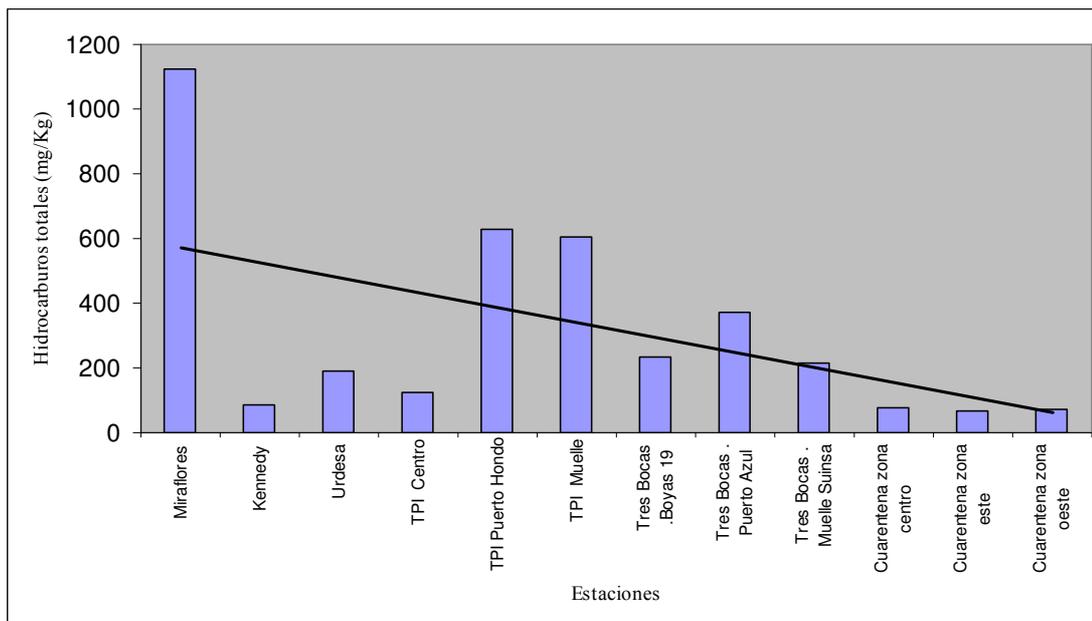
Los análisis de hidrocarburos totales en el sedimento presentaron una concentración promedio de 316.05 mg/Kg, haciendo un análisis de las concentraciones promedios de hidrocarburos totales por zonas, se observó que el Tramo b (Miraflores y Urdesa) tuvo la mayor concentración de hidrocarburos totales con 467.9 mg/Kg, seguido de la zona del Terminal Portuario Internacional con 451.8 mg/Kg, la estación de

Transferencia de Tres Bocas con 272.2 mg/Kg y la estación de Cuarenta con 72mg/Kg. Este decrecimiento de las concentraciones de hidrocarburos por tanto va desde los ramales más internos muestreados, con menor cauce y menor influencia de las mareas hacia los ramales externos y con mayor cauce e influencia de las mareas.(Figura 9)



**Figura 9. Distribución de la concentración de Hidrocarburos totales en las diferentes zonas de muestreo del Estero Salado durante noviembre de 2009**

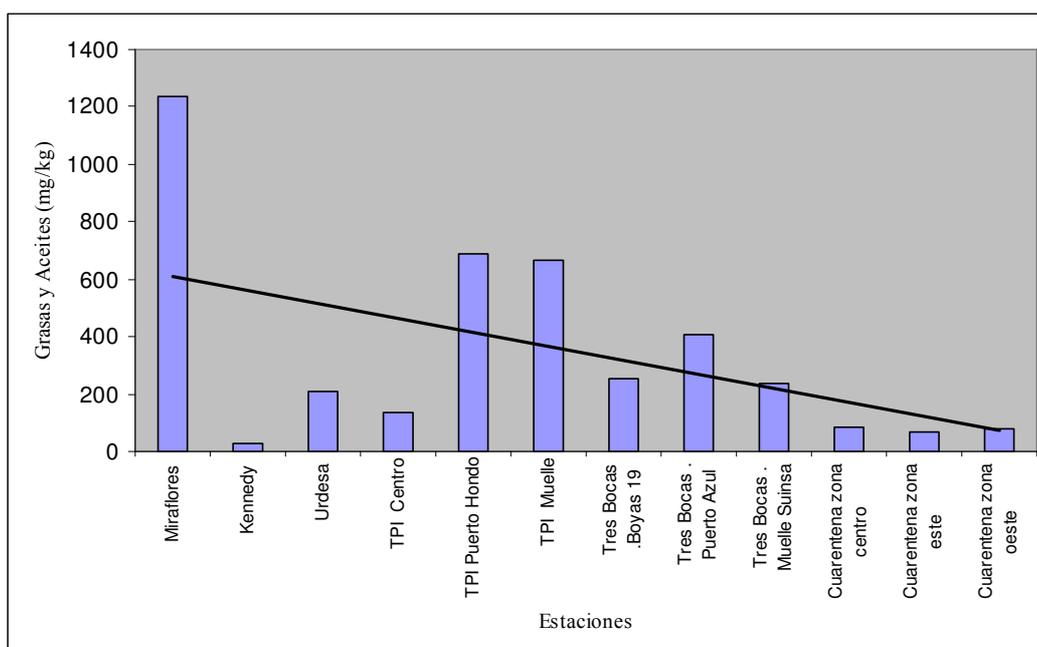
La estación con mayor concentración de hidrocarburos totales fue la estación de Miraflores con 1124.33 mg/Kg y la de menor concentración fue la estación de Cuarentena este con 69 mg/Kg. Se observó marcadas variaciones entre las estaciones y subestaciones excepto en Cuarentena que presentó la misma tendencia de las concentraciones de hidrocarburos 75.7, 69 y 72 mg/Kg, correspondiente a las subzonas de cuarentena centro, este y oeste respectivamente. Mientras en el tramo B se observó la mayor diferencia entre las subzonas con concentraciones de 1124, 191.87 y 87.5 mg/Kg correspondiente a las estaciones Miraflores, Urdesa y Kennedy respectivamente. Menores fluctuaciones se observaron entre las estaciones del Terminal de Tres Bocas y el Terminal de Portuario Internacional (Figura 10).



**Figura 10. Concentraciones de hidrocarburos totales registrados en los sedimentos de los ramales internos del Estero Salado durante noviembre de 2009**

### Aceites y grasas

La estación con mayor concentración de grasas y aceites fue Miraflores con 1236.76mg/Kg seguido de la estación TPI Puerto Hondo con 689.83 mg/Kg y la menor concentración se registró en Cuarentena este con 66.45 mg/Kg. Nótese la tendencia decreciente desde el Tramo B hacia la zona de Cuarentena. Este (Figura 11).



**Figura 11. Concentraciones de grasas y aceites registrados en los sedimentos de los ramales internos del Estero Salado durante noviembre de 2009**

## **Metales Pesados**

La presencia de Cadmio se mantuvo constante y con concentraciones relativamente bajas en los ramales más internos del Estero Salado con valores de 0.7 mg/Kg de Cd en el tramo B correspondiente a las estaciones Miraflores, Urdesa y Kennedy. La misma tendencia se mantuvo en la zona del Terminal Portuario Internacional y todas sus subestaciones.

Mientras que las más altas concentraciones se registraron en las zonas del Terminal de Tres Bocas con pequeñas fluctuaciones en sus subestaciones que oscilaron 1.84, 1.5, 1.66 mg/Kg de Cd. Concentraciones menores de 0.85, 1.07 y 1.32 mg/Kg se registraron en la zona de Cuarentena las mismas que se incrementaron desde el centro de cuarentena hacia las zonas de manglar. Mientras las más bajas concentraciones se registraron en los ramales internos del estero, manteniendo una concentración constante de 0.7 mg/kg en las estaciones de Miraflores, Kennedy, Urdesa y TPI (Cuadro 6).

Todas las zonas sobrepasaron los valores máximos permitidos por los criterios de calidad del suelo según el Texto Unificado de la Legislación ecuatoriana del 2002 donde la concentración máxima de cadmio en suelo es de 0.5 mg/Kg de peso seco.

El mercurio presentó un patrón fluctuante de concentraciones decreciendo en los ramales internos (Tramo b) e incrementándose hacia los ramales más externos y de mayor influencia de las mareas (Cuarentena). Así los valores más altos de Hg se observaron en la zona de Cuarentena con concentraciones de 0.89 mg/Kg, incrementándose desde los bordes de la zona oeste, este hacia el centro del canal. Mientras que las menores concentraciones se observaron las zonas del Tramo b, TPI muelle centro y TPI Puerto hondo y la estación Tres Bocas con 0.1 mg/Kg de Hg.

La estación del TPI muelle antes presentó una concentración mayor a las otras subestaciones registradas en dicha zona con 0.3 mg/Kg de Hg.

Las estaciones que sobrepasaron la normativa ambiental para suelos fueron: TPI antes del muelle, Cuarentena este y Cuarentena centro ya que presentaron concentraciones mayores a 0.1mg/Kg de Hg.

El plomo presentó un patrón de distribución más estable que el cadmio, debido a que se presentó sólo una estación con altas concentraciones y el resto de estaciones presentaron una misma concentración baja de este metal.

Las concentraciones más altas de plomo se presentaron en la zona correspondiente al Tramo b en la estación de Miraflores con 37.82 mg/kg. Mientras que en el resto de las estaciones mantuvo un valor constante e inferior de 19 mg/Kg. (Cuadro 6).

La única estación que sobrepasó los límites máximo permisibles para suelos estipulados en el Texto Unificado de la Legislación Ambiental ecuatoriana cuyo valor máximo es de 25 mg/Kg de plomo fue la estación de Miraflores.

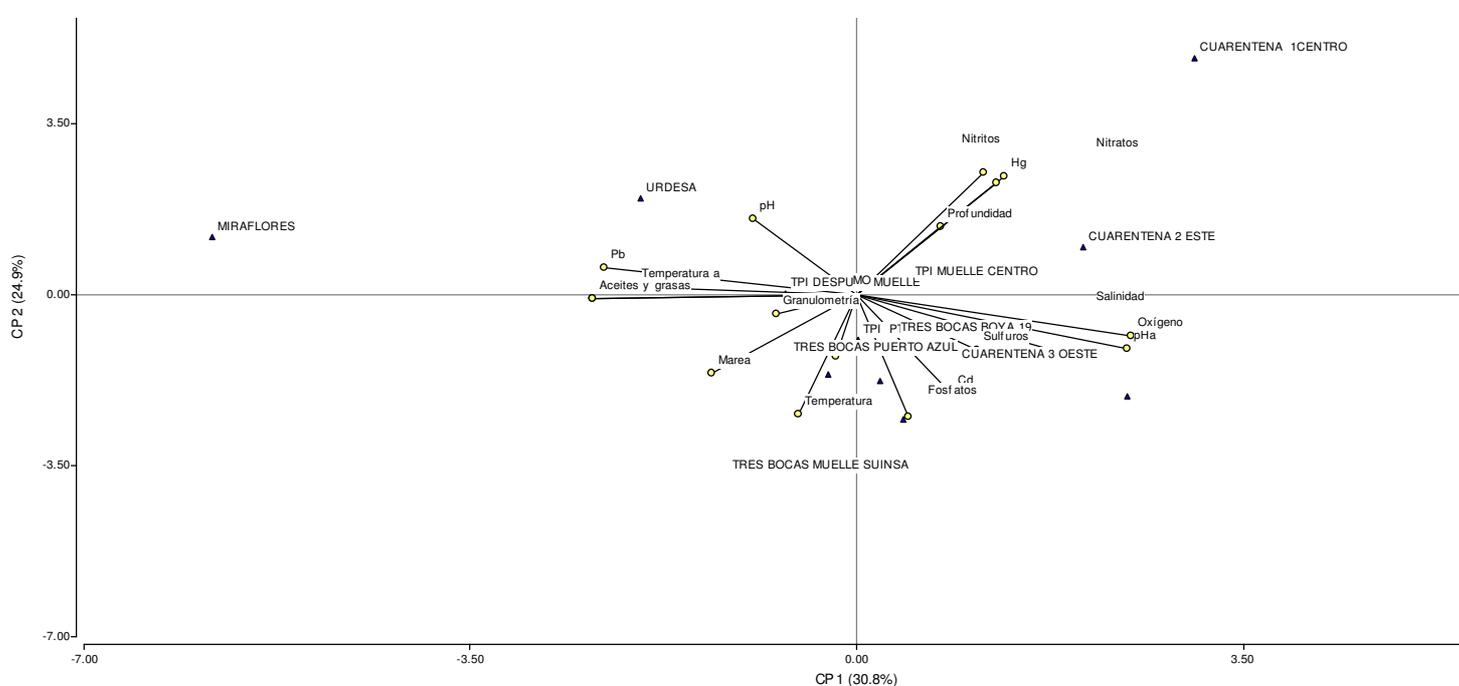
**Cuadro 6. Concentraciones de metales pesados registrados en los sedimentos del Estero Salado durante noviembre del 2009**

<b>Metales pesados (mg/Kg) peso seco</b>			
<b>Estaciones</b>	<b>Pb</b>	<b>Cd</b>	<b>Hg</b>
Miraflores	37.82	0.7	0.1
Kennedy	19	0.7	0.1
Urdesa	19	0.7	0.1
TPI muelle antes	19	0.7	0.30
TPI muelle centro	19	0.7	0.1
TPI Puerto Hondo	19	0.7	0.1
Tres Bocas Boyas 19	19	1.84	0.1
Tres Bocas Puerto Azul	19	1.50	0.1
Tres Bocas muelle Suinsa	19	1.66	0.1
Cuarentena centro	19	0.85	0.89
Cuarentena este	19	1.07	0.31
Cuarentena oeste	19	1.32	0.1

El análisis de los componentes principales (CPA) reflejó que de las 12 estaciones muestreadas existen 6 zonas bien definidas y disímiles entre sí, en base a la concentración de hidrocarburos, aceites, grasas, cadmio, mercurio y plomo en el sedimento, temperatura, pH, salinidad, oxígeno, nutrientes en el cuerpo de agua del Estero Salado: Miraflores, Urdesa, Tres bocas Muelle Suinsa, Cuarentena centro, cuarentena este y una zona que

abarca las estaciones restantes que son más similares entre sí y que gráficamente se ven más cercanas entre sí. (Figura 7).

Los dos primeros componentes explican con un 55.7% la variabilidad total de las observaciones de las variables ambientales analizadas durante noviembre del 2009 (época seca). Observándose en el eje de las x (CP<sub>1</sub>) las variables físicas-químicas que tienen mayor incidencia en las estaciones fueron el pH del agua, hidrocarburos totales, aceites – grasas y plomo Y en el eje de las y (CP<sub>2</sub>) nitratos, fosfatos y la temperatura del agua superficial.



**Figura 12. Análisis de Componentes principales de las estaciones muestreadas en el Estero Salado durante noviembre de 2009**

El análisis de similaridad entre las estaciones permitió observar la diferencia de las masas de aguas en base al nivel de oxigenación, contaminación por hidrocarburos, metales pesados y otras características físicas y químicas del agua y sedimento, siendo las estaciones mas similares en un 50% Tres bocas con sus subestaciones Tres Bocas Puerto Azul y Tres Bocas boya 19. Estas fueron parecidas a todas las subestaciones del Terminal

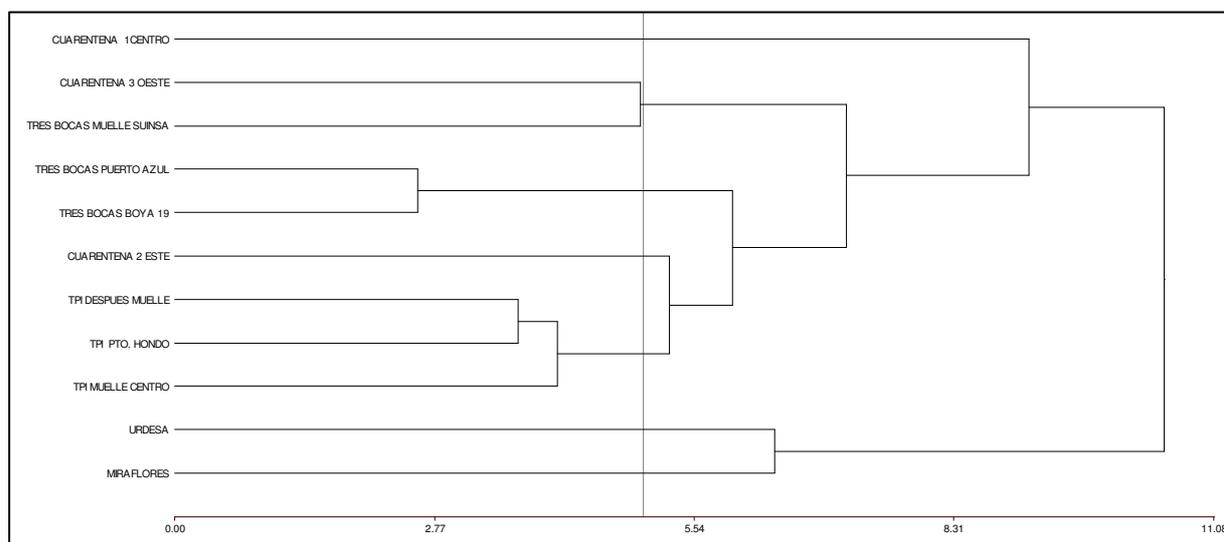
Portuario Internacional y la estación Cuarentena este. Esto indica importantes diferencias en cuanto a las características ambientales de cada hábitat muestreado.

Las estaciones anteriormente señaladas presentaron una temperatura del agua que fluctuó entre 25 a 27 °C, un pH entre 7.4 a 7.6, una salinidad entre 36 y 34 UPS y una concentración de oxígeno disuelto entre 1.84 y 3.71 mg/L.

Una comparación entre zonas demuestra que existen diferencias inter e intraestaciones, así la estación de Tres Bocas comparte afinidad entre las subestaciones: Puerto Azul y la Boya 19, las mismas que son disímiles con la subestación Muelle Suinsa.

Las subestaciones del Terminal Portuario Internacional tienen mayor similitud entre ellas siendo las más parecidas las subestaciones TPI después del muelle y TPI Puerto Hondo. Mientras que la subestación TPI muelle centro es diferente de las anteriores.

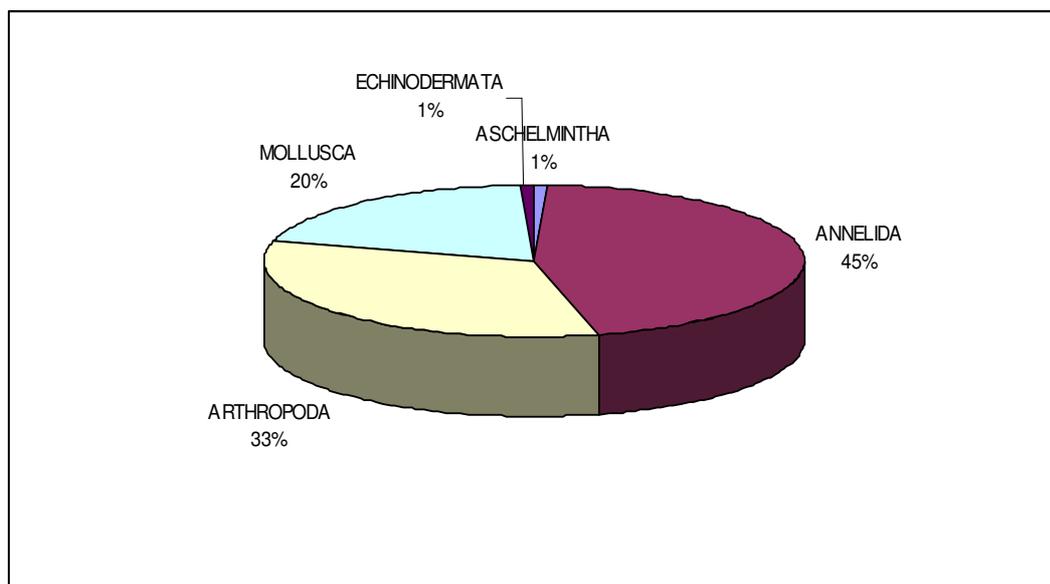
La zona de Tramo B presenta condiciones ambientales similares entre las estaciones Miraflores y Urdesa siendo diferente a estas la estación Kennedy (Figura 13).



**Figura 13. Dendrograma de las estaciones basadas en las variables ambientales registradas en el Estero Salado durante noviembre de 2009**

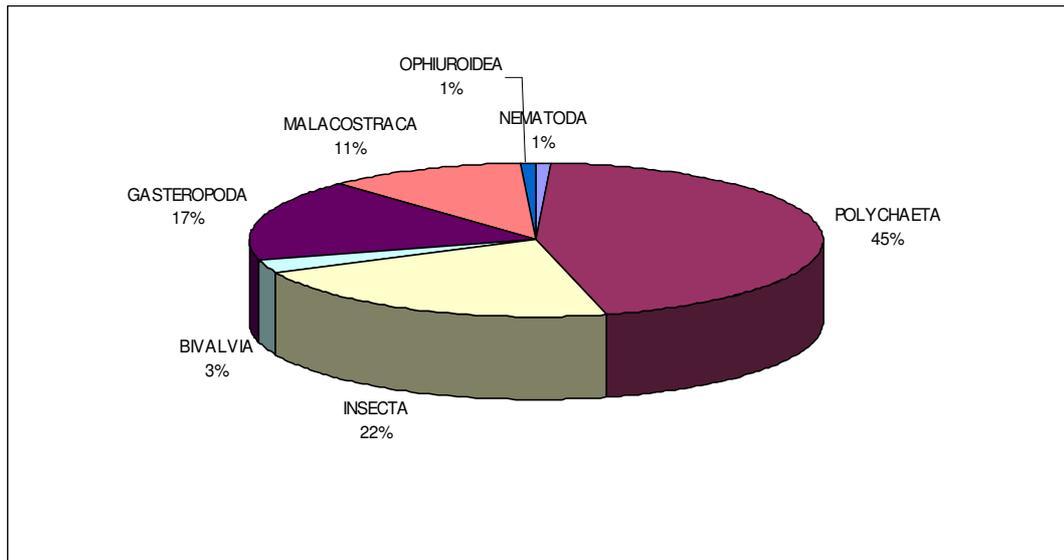
### Macroinvertebrados bentónicos

Se reportó un total de 1520 organismos, perteneciente a cinco fila Aschelmintha, Annelida, Arthropoda, Mollusca y Echinodermata. El Phylum más abundante fue Annelida con el 45%, seguida de Arthropoda con el 33%, Mollusca con 20% y en menor cantidad con el 2% se registró a Echinodermata y Aschelmintha. (Figura 14).



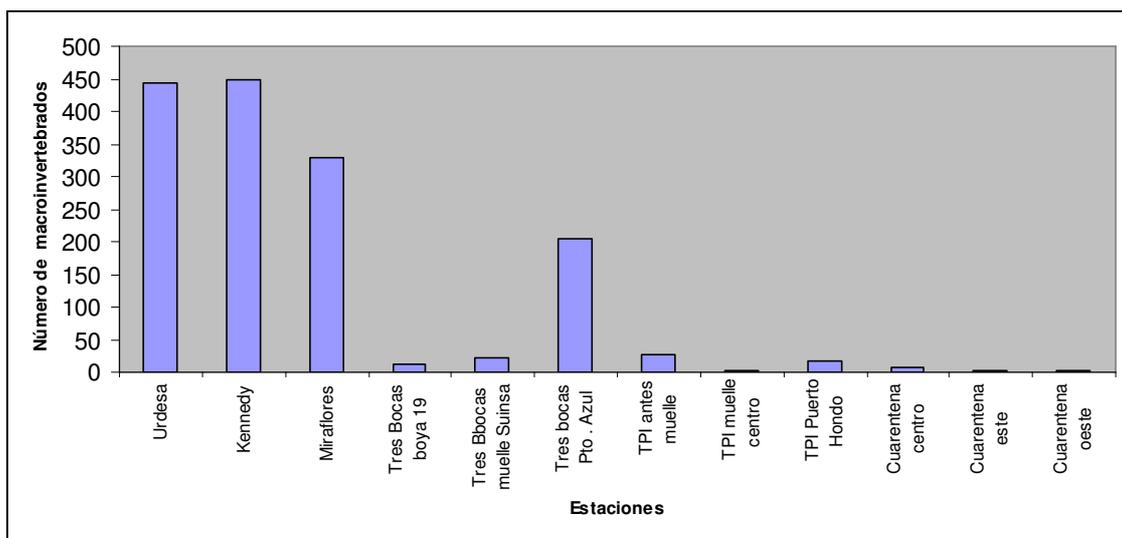
**Figura 14. Abundancia relativa de macroinvertebrados bentónicos registrados durante Noviembre de 2009 en el Estero Salado**

Se registró un total de 7 clases, 20 familias, 23 géneros y 11 especies. La clase predominante fue Polychaeta, seguida de Insecta, Gasteropoda y Malacostraca, mientras que en menor proporción se encontró a las clases Ophiuroidea y Nematoda (Figura 15).



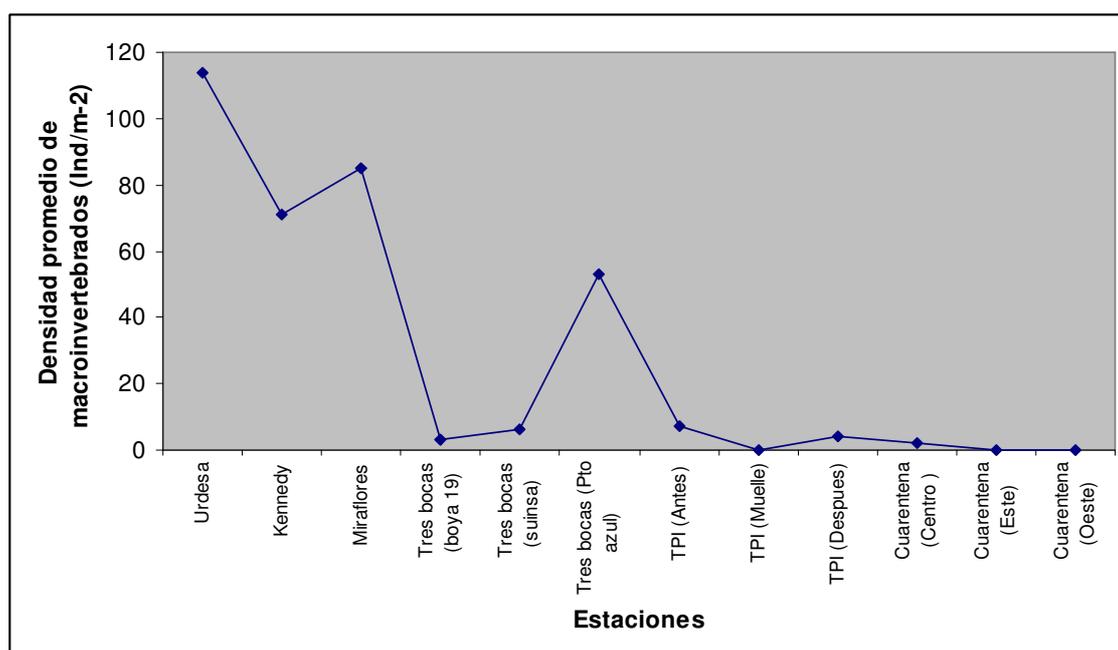
**Figura 15. Distribución porcentual de clases de macroinvertebrados bentónicos registrados durante Noviembre de 2009 en el Estero Salado**

La zona con mayor cantidad de organismos correspondió al tramo B con 1224 individuos, de las cuales la estación Kennedy presentó la mayor abundancia, seguida de Urdesa y Miraflores. Mientras que la zona de Tres Bocas presentó un total de 239 organismos, siendo la estación Tres Bocas Puerto Azul la que aportó mayoritariamente a la abundancia total del área. Las zonas de TPI y Cuarentena presentaron un decrecimiento de 45 a 12 individuos respectivamente (Figura 16. Cuadro 7).



**Figura 16. Distribución de macroinvertebrados bentónicos registrados durante Noviembre de 2009 en el Estero Salado**

La mayor densidad promedio se registró en Urdesa con 114 Ind/m<sup>-2</sup>, siendo los invertebrados dominantes los poliquetos de la familia Capitellidae, seguido de la estación Miraflores con 85 Ind/m<sup>-2</sup> siendo los organismos más abundantes los capitélidos y el insecto *Psychoda* sp, Kennedy con 71 Ind/ m<sup>-2</sup> con *Psychoda* sp como la taxa dominante. Mientras que en Tres Bocas Puerto Azul se registró 53 Ind/m<sup>-2</sup> y densidades menores a 7 Ind/m<sup>-2</sup> se registraron en las estaciones de TPI, Tres bocas muelle Suinsa, Tres Bocas Boya 19 y en Cuarentena. (Figura 17).



**Figura 17. Densidad promedio de macroinvertebrados bentónicos registrados en el Estero Salado durante Noviembre de 2009**

Las estaciones con mayor variedad de taxa fueron Tres bocas puerto azul con 14 grupos biológicos, seguido de Kennedy con 13, una mediana variedad de organismos se registró en las estaciones Urdesa y TPI antes del muelle con 7 y 5 taxa y la menor variedad de organismos se observó en las estaciones Miraflores, Tres bocas boya 19, Tres Bocas muelle Suinsa, Cuarentena zona centro, TPI muelle, TPI Pto. Hondo, Cuarentena este y Cuarentena oeste. (Cuadro 7)

**Cuadro 7 Macroinvertebrados registrados en el Estero Salado durante noviembre de 2009**

PHYLUM	TAXA	ZONAS DE MUESTRO										
		TRAMO B		TRES BOCAS			TERMINAL PORTUARIO INTERNACIONAL			CUARENTENA		
		ESTACIONES										
Urdesa	kennedy	Miraflores	Tres bocas (boya 19)	Tres bocas (Suinsa)	Tres bocas (Pto. Azul)	TPI (Antes muelle)	TPI (muelle)	TPI (Pto Hondo)	Cuarentena (Centro)	Cuarentena (Este)	Cuarentena (Oeste)	
ASCHELMINTHA	Nematoda		X				X				X	
	<i>Capitella cf capitata</i>	X	X	X								
ANNELIDA	Poliquetos	X			X	X	X				X	
ANNELIDA	<i>Eunice</i> sp					X						
ANNELIDA	Nephtyidae											X
ANNELIDA	<i>Nephtys squamosa</i>						X				X	
ARTROPODA	<i>Psychoda</i> sp	X	X	X								
ARTROPODA	<i>Probezzia</i> sp		X									
	Pupas de											
ARTROPODA	Psychodidae	X	X	X								
ARTROPODA	Larvas de Tipulidae	X	X									
ARTROPODA	Hydracarina	X	X									
ARTROPODA	<i>Uca</i> sp					X						
ARTROPODA	Amphipoda		X									
MOLLUSCA	<i>Crepidula</i> sp		X									
MOLLUSCA	<i>Tellina cf suffusa</i>					X						
MOLLUSCA	<i>Tellina</i> sp					X	X					
MOLLUSCA	<i>Tellina simulans</i>						X					
MOLLUSCA	Bivalvo ND					X						
MOLLUSCA	<i>Dosinia dunkeri</i>		X									
MOLLUSCA	<i>Amaea</i> sp							X				
MOLLUSCA	<i>Detracia graminea</i>		X									
MOLLUSCA	<i>Littorina aberrans</i>		X									
MOLLUSCA	<i>Melanoides tuberculata</i>		X									
MOLLUSCA	<i>Cyclostremiscus cf beaui</i>						X					
MOLLUSCA	<i>Costoanachis nigricans</i>					X						
MOLLUSCA	<i>Cylichna</i> sp				X	X	X					
MOLLUSCA	Cerithidea mazatlanica				X	X		X				
MOLLUSCA	<i>Cerithidea valida</i>					X						
MOLLUSCA	<i>Cosmioconcha</i> sp				X	X						
MOLLUSCA	<i>Anachis</i> sp					X		X				
MOLLUSCA	<i>Melampus cf mousleyi</i>				X							
MOLLUSCA	<i>Architectonia</i> sp				X							
MOLLUSCA	<i>Natica</i> sp										X	
MOLLUSCA	<i>Drepanotrema</i> sp			X								
MOLLUSCA	Gasterópodo ND	X				X						
ECHINODERMATA	Ophiuroidea					X						

El análisis de diversidad de Shannon –Wiener (Anexo 4) determinó que la estación con mayor diversidad fue Kennedy con 1.68 Bits/Ind, seguida de Tres Bocas Puerto Azul con 1.27 Bits/Ind. Las estaciones con menor diversidad fueron Miraflores, Urdesa, TPI antes del muelle, Tres Bocas boya 19, TPI muelle centro, Cuarentena centro, Cuarentena este y Cuarentena oeste quienes presentaron un índice  $\leq$  a 0.48 Bits/ Ind. Se puede decir que con 95% de confianza que el intervalo de confianza calculado para el índice de diversidad contiene al parámetro poblacional. (Anexo 5).

Mientras la estación que presentó una distribución más homogénea entre las estaciones fue Tres Bocas Muelle Suinsa, Kennedy y Tres Bocas Puerto Azul con valores de 0.87, 0.72 y 0.56 respectivamente (Anexo 4). Y las estaciones menos homogéneas ( $\leq$  0.51) fueron Miraflores, Urdesa, TPI muelle, Tres Bocas boya19, TPI antes del muelle y Cuarentena centro (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Índices de Diversidad y equidad de las estaciones muestreadas en el Estero Salado durante noviembre de 2009**

<b>ESTACIONES</b>	<b>ÍNDICE SHANNON-WIENER</b>	<b>EQUIDAD</b>
URDESA	0.469133333	0.3594
KENNEDY	1.680666667	0.7299
MIRAFLORES	0.482733333	0.5147
TRES BOCAS B 19	0.316766667	0.2883
TRES BOCAS SUINSA	0.772166667	0.8667
TRES BOCAS PTO AZUL	1.272	0.5618
TPI ANTES	0.374333333	0.2699
TPI MUELLE	0.231033333	0.3333
TPI PTO. HONDO	0	0
CUARENTENA CENTRO	0.1367	0.1972
CUARENTENA ESTE	0	0
CUARENTENA OESTE	0	0

De igual manera el porcentaje acumulado de la abundancia versus el rango de especies, evidenció que la comunidad más diversas se encontró en la subestación Kennedy C (Figura 18.)

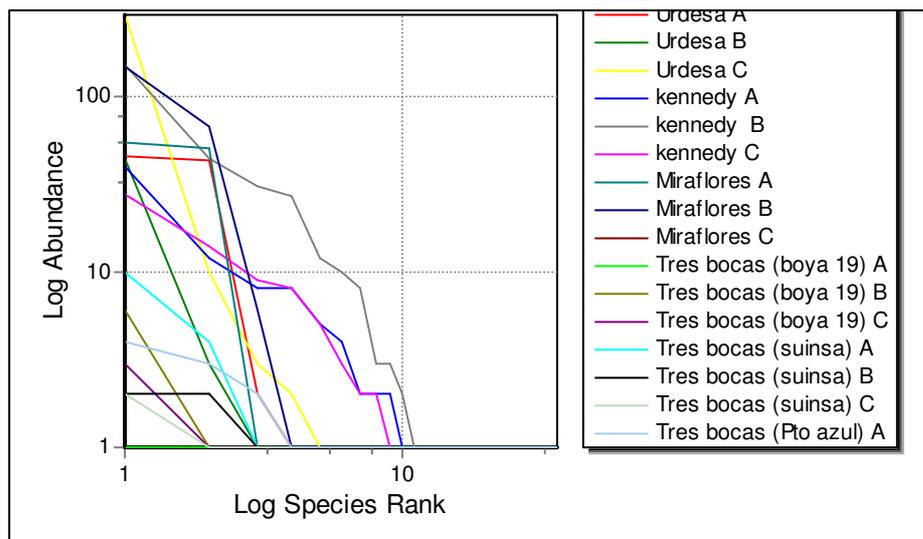


Figura 18. Ploteo del rango de abundancia entre las subestaciones muestreadas

### Análisis comparativo entre las variables biológicas y ambientales

El análisis de conglomerados basado en la abundancia, diversidad de especies y variables físicas y químicas, determinó que las estaciones más semejantes fueron: Tres Bocas Pto. Azul y Tres Bocas boya 19. Sin embargo existen otras estaciones que comparten significativamente en un 50% dichas variables. Estas estaciones fueron: Urdesa y Kennedy, Cuarentena oeste y Tres Bocas muelle Suinsa, TPI antes del mulle y TPI Puerto Hondo (Figura 19).

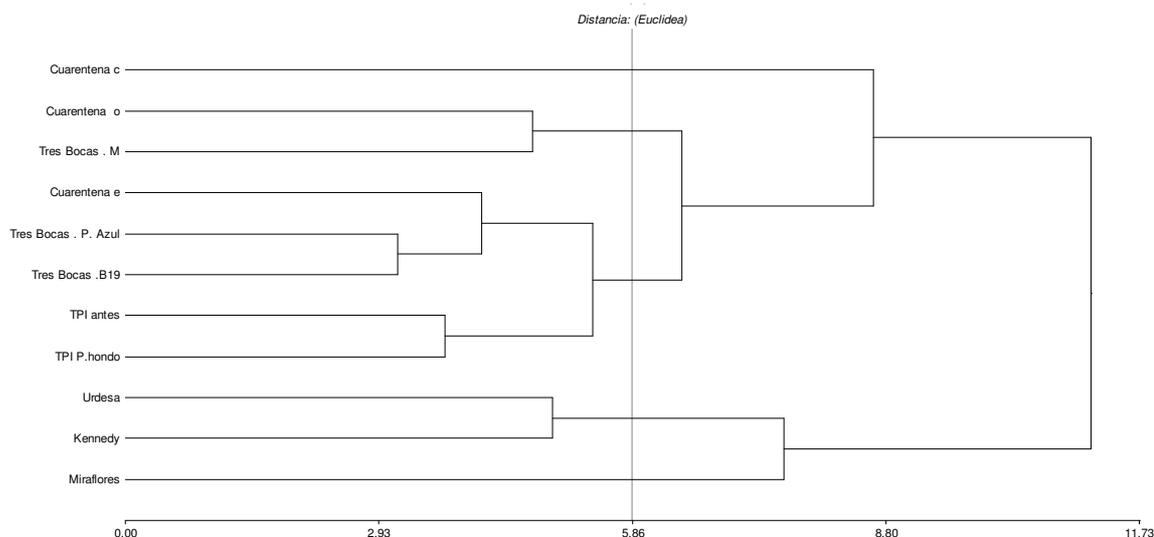


Figura 19. Dendrograma de las estaciones basadas en las variables biológicas y ambientales registradas en el Estero Salado durante noviembre de 2009

El análisis de ACP estableció que la mayor variabilidad entre estaciones está dada por los dos primeros componentes CP<sub>1</sub> y CP<sub>2</sub> (ejes X y Y) con un 52%. Siendo las variables de mayor incidencia en la formación de zonas, los parámetros de oxígeno, potencial de hidrógeno del agua, salinidad, plomo, hidrocarburos totales, aceites y grasas (Figura 20 –Anexo 6).

El gráfico del ACP mostró diferencias entre zonas y entre estaciones, identificándose 7 áreas: Una conformada por Cuarentena Oeste y Cuarentena Este, una segunda área formada por Cuarentena Centro, una tercera área formado por TPI antes del muelle, Tres bocas Pto. Azul, Tres Bocas boya 19, una cuarta área formado por Tres Bocas muelle, una quinta área formada por Kennedy, una sexta área formada por Urdesa y una séptima área formada por Miraflores.

En las áreas de Cuarentena las variables ambientales más importantes en la asociación de las comunidades macrobentónicas fueron Oxígeno, pH del agua y la salinidad, las mismas que presentaron una concentración promedio de 3.6 mg/L, 7.6 y 33UPS respectivamente.

Mientras que en las áreas del Terminal Portuario Internacional y el Terminal Tres Bocas en todas sus estaciones excepto Tres bocas muelle Suinsa, las variables ambientales más significativas fueron materia orgánica, nitritos, profundidad con valores promedios de 13.49%, 0.02 mg/Kg y 3.6 m respectivamente.

El área de Tres Bocas muelle Suinsa presentó como variables ambientales importantes los sulfuros, cadmio y fosfatos con valores de 0.069 mg/Kg, 1.66 mg/Kg y 1.18 mg/Kg respectivamente.

El área de Kennedy las variables más notables fueron la granulometría y la diversidad de especies que presentó el índice de diversidad más alto con 1.68 Bits/Ind.

El área de Urdesa presentó a la abundancia de organismos como la variable más importante con 445 individuos.

Las variables más importantes en la asociación de las comunidades macrobentónicas en Miraflores fueron: Plomo, hidrocarburos totales, aceites, grasas y la temperatura, observándose diferentes tipos de contaminantes como altas concentraciones de plomo con 37.82 mg/Kg., hidrocarburos con 1124.33 mg/Kg. de TPH, grasas y aceites con 1236 mg/Kg. Así también presentó las temperaturas más altas 28.5 ° C y salinidades bajas con un valor de 10 UPS.

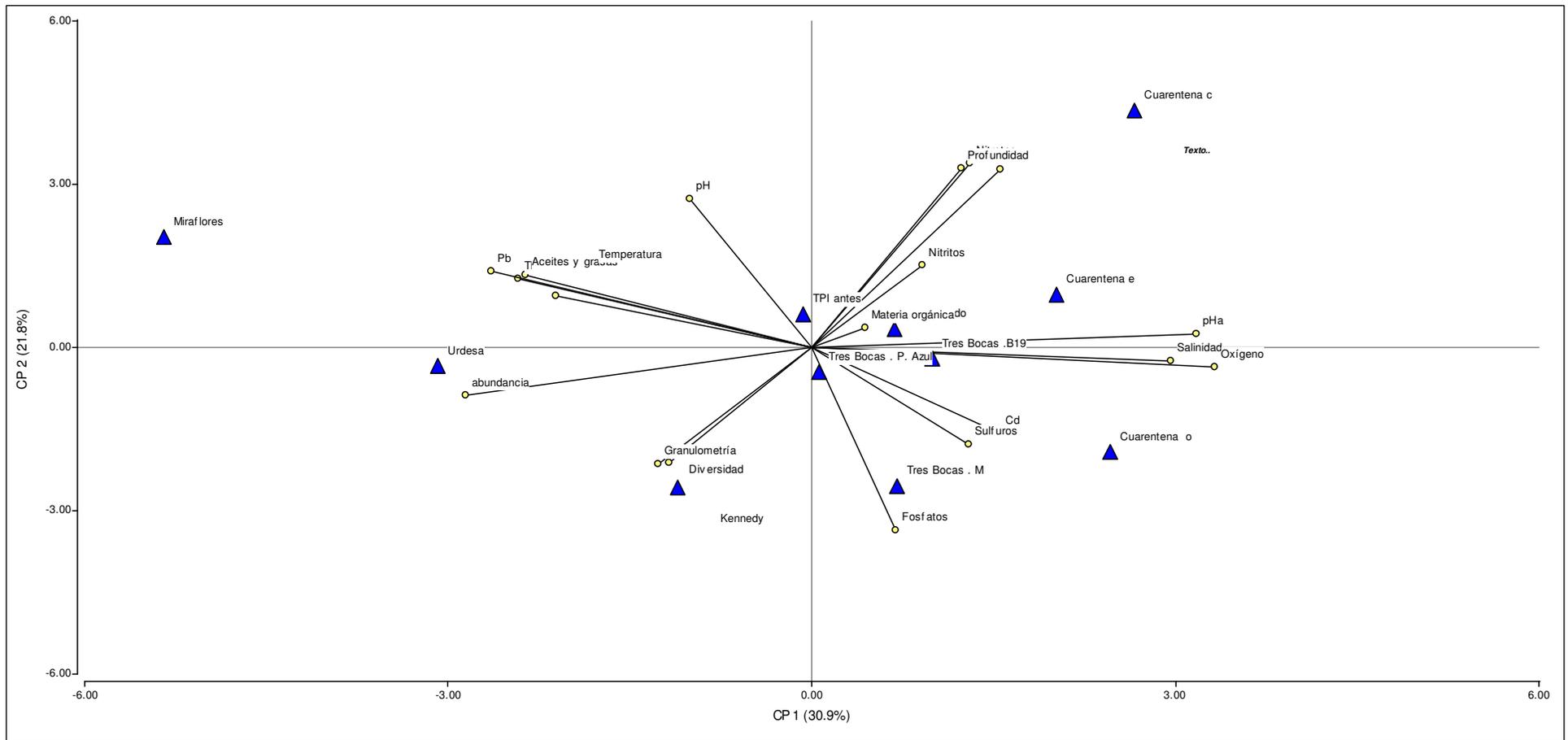


Figura 20 Componentes principales de las variables biológicas y ambientales registradas en el Estero Salado durante noviembre de 2009

El análisis de correlación de Spearman determinó que la diversidad está relacionada con los parámetros de oxígeno, salinidad, potencial de hidrógeno, fosfatos, hidrocarburos totales y granulometría. Mientras que la abundancia está relacionada con nitratos, mercurio, sulfuros y nitritos.

Las especies que predominaron en las diferentes zonas establecidas fueron los capitelidos con la especie *Capitella* cf *capitata* en Urdesa, los dípteros del género *Psychoda* sp en Miraflores y los anfípodos en Kennedy. Mientras que la estación Tres Bocas fueron los moluscos los más predominantes especialmente los gasterópodos *Anachis* sp, *Cerithidea mazatlanica*, *Cerithidea valida* y el poliqueto *Eunice* sp. En la zona de TPI predominó el gasterópodo *Cylichna* sp. Y en Cuarentena fueron poliquetos (Figura 21)

La prueba de Friedman determinó diferencias significativas entre las estaciones con un nivel de significancia ( $p < 0.0001$ ;  $p < 0.05$ ) (Anexo 7). Mientras que los análisis de correlación de Spearman determinó que las variables que tuvieron una asociación positiva con la diversidad de macroinvertebrados fueron cadmio ( $r = 0.87$ ), nitritos ( $r = 0.83$ ), materia orgánica ( $r = 0.83$ ) y aceites y grasas ( $r = 0.61$ ). Y las variables que tienen una asociación positiva con la abundancia de macroinvertebrados fueron: Nitratos ( $r = 0.94$ ), mercurio ( $r = 0.89$ ), sulfuros ( $r = 0.87$ ) y nitritos ( $r = 0.82$ ) (Anexo 8).

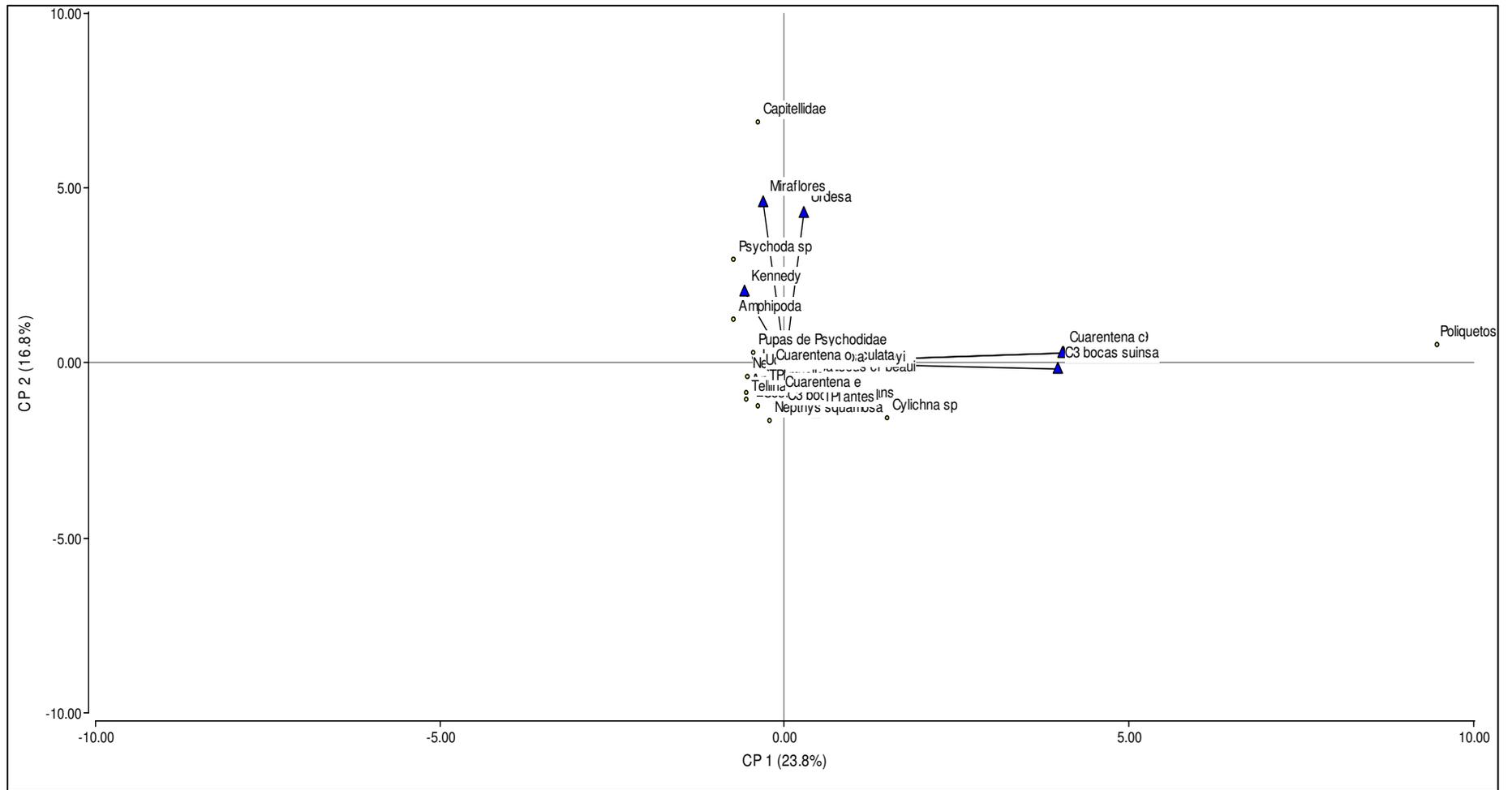
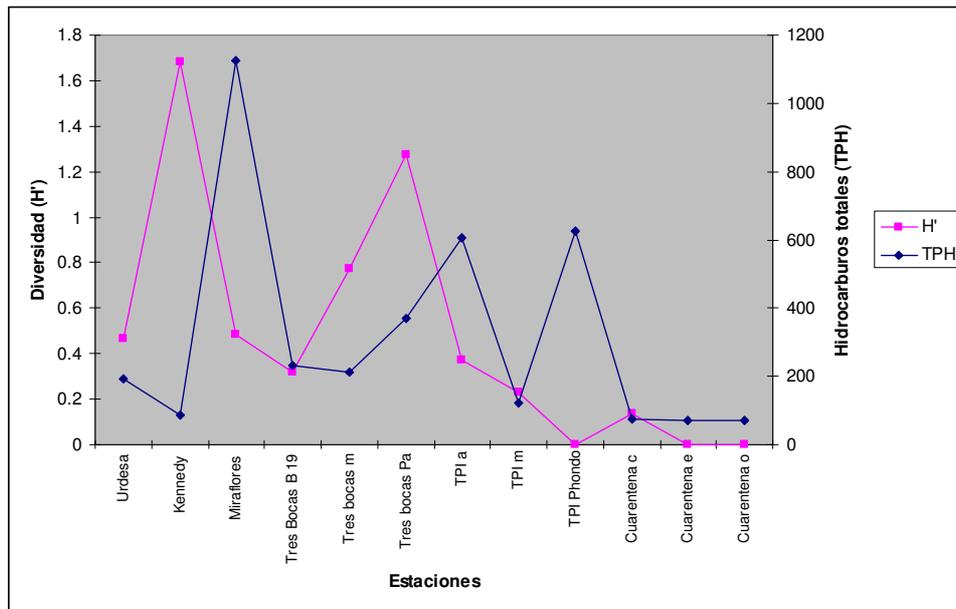


Figura 21. Análisis de componentes principales de las variables biológicas registradas en el Estero Salado durante noviembre de 2009

El análisis comparativo entre la diversidad y concentraciones de hidrocarburos totales demostró que existe una relación inversamente proporcional entre dichas variables, siendo la diversidad de especies mayor en zonas con menor concentración de hidrocarburos y viceversa. (Figura 22). La misma tendencia presentó los aceites y grasas (Anexo 9).



**Figura 22. Relación Diversidad de macroinvertebrados y concentración de hidrocarburos Totales registrados en el Estero Salado durante noviembre de 2009**

## 5. DISCUSIÓN

De acuerdo a los parámetros físicos, químicos y biológicos levantados durante noviembre de 2009 en la zona IV del Estero Salado correspondiente a la Reserva de Producción Faunística Manglares el Salado y el Tramo B, presentan deterioro de la calidad de sus aguas y sedimentos. Esto se evidenció principalmente por los bajos niveles de oxígeno disuelto registrado en las doce estaciones muestreadas, las mismas que presentaron una concentración promedio de 2.21 mg/L

Las menores concentraciones de oxígeno se registraron en los ramales más internos y cercanos al sector norte y centro de la ciudad de Guayaquil (Tramo B), dicha zona presentó una concentración promedio de 0.66mg/ L. Sin embargo valores inferiores se registraron en las estaciones de Urdesa y Miraflores (0.25 y 0.19 mg/L) respectivamente, esto debido al aporte continuo de las aguas residuales de uso doméstico e industrial que se observó durante el muestreo. Mientras que los niveles de oxígeno fueron incrementándose paulatinamente desde la Kennedy hasta el ramal más alejado hacia el sur de la ciudad en la zona de Cuarentena que alcanzó una concentración promedio de 3.64 mg/L. Esto se debe a la acción de las corrientes de mareas que producen una fuerte mezcla de aguas de río y mar las mismas que fueron identificadas al sur de Guayaquil en los años 70 (Murray *et al* 1973).

Las concentraciones de oxígeno registradas en la presente investigación (0,19 y 4.22 mg/L) fueron menores a las registradas por Medina *et al.* en el 2007 en las aguas superficiales circundante a áreas urbanas y en las inmediaciones de la RPFMS, cuyos valores oscilaron entre 0.99 y 6.65 mg/L durante el mes octubre. Sin embargo las concentraciones de oxígeno en la zona béntica (interfase suelo – agua) debe ser menores a las registradas en la superficie, debido a la descomposición de la materia orgánica, detritos y poca circulación de las aguas que se da en los fondos.

La salinidad presentó diferencias significativas a lo largo de las estaciones. El Tramo B presentó la menor salinidad, registrándose en Miraflores y Urdesa salinidades de 10 y 0 UPS respectivamente, esto se debió al aporte continuo de aguas provenientes de alcantarillas que vierten sus aguas directamente al estero, adicionalmente cabe señalar

que aspectos geomorfológicos tales como amplitud, pendiente y poca profundidad de dichos ramales contribuyen a la mezcla rápida de dichas aguas. Un comportamiento opuesto se observó en la Kennedy, la misma que presentó salinidades de 25 UPS y cuyo ramal fue más amplio, profundo y con un fondo plano sin pendiente, además presentó los primeros árboles de mangle localizados en el margen lateral del estero del Tramo B.

Las salinidades más altas se presentaron en los ramales más externos y con mayor influencia de la cuña de agua marina, con concentraciones más homogéneas entre 32 y 36 UPS, correspondientes a las zonas de TPI, Tres Bocas y Cuarentena. Las mismas que son propias de la época seca (Lahmeyer – Cimentaciones, 2000). Si embargo la salinidad en la estación TPI Pto. Hondo (23 UPS) fueron superiores a las registradas por Estrella en noviembre de 1999 y a las observadas en julio 2007 por Wong donde la salinidad tuvo un valor de 20 UPS.

El pH del agua presentó un rango entre 7 a 7.6 correspondiente a aguas neutras a ligeramente alcalinas, siendo valores superiores a los registrados por Estrella en Puerto Hondo (6.5) durante el mes de noviembre de 1999, lo que podría estar asociado a las escorrentías propias de los inicios de la época lluviosa, el aporte de aguas residuales observadas en la zona e intromisión del agua salina en dicha zona. Este parámetro fue la segunda variable con mayor importancia después del oxígeno en la formación de zonas obtenidas por el análisis de componentes principales.

El pH del sedimento presentó una disminución en comparación con los valores de agua variando desde la acidez a la neutralidad con valores de 6.2 a 7.2, lo que demuestra la descomposición de la materia orgánica en los fondos.

La temperatura presentó un valor promedio de 26.29 °C, este valor es igual al registrado en la zona de Puerto Hondo durante noviembre de 1999 a marzo de 2000 (Estrellas, 2000) Siendo la estación Miraflores la que presentó la temperatura más elevada con 28.5 °C, probablemente por ser un área descubierta de árboles por tanto expuesta permanentemente a la radiación solar así como la poca profundidad (2 m) del angosto canal estuarino.

Los valores de materia orgánica presentes en el tramo B y RPFMS presentaron un valor promedio de 10.49% siendo TPI Puerto Hondo la estación con mayor cantidad de materia orgánica con 19.02% debido al continuo proceso de degradación propio de los manglares. Sin embargo la cantidad de materia orgánica registrada en este estudio fueron inferiores a la reportadas en junio de 2007 en el Estero Santa Ana frente a Trinipuerto donde se determinó un promedio de materia orgánica del 23% (Montaño 2007). Pudiendo duplicarse o triplicarse dicha cantidad en la época lluviosa debido al aporte fluvial, precipitaciones y lixiviados que desembocan en el estuario. La menor cantidad de materia orgánica se registró en Miraflores y Urdesa con 5.95 % donde disminuyó la cobertura vegetal, especialmente de mangles.

Los sitios con mayor porcentaje de arena fueron Tres bocas Muelle Suinsa con el 46% y las estaciones de Kennedy y Urdesa con 41 %, mientras que las estaciones con menor cantidad de arena fue TPI muelle centro con el 32%.

Las concentraciones de nitratos fueron superiores a los nitritos indicando así comportamientos normales que indican que el proceso de nitrificación en los ramales internos del Estero Salado, aún con niveles bajos de oxígeno disuelto, por tanto existe aún condiciones mínimas para la degradación de materia orgánica mediante la acción de bacterias aerobias. La presencia de sulfuros corroboró los bajos niveles de oxígeno.

La mayor concentración de fosfatos se encontró en las estaciones Tres Bocas Muelle Suinsa, TPI Pto. Hondo y Kennedy con valores superiores a 1 mg/Kg, los mismos que pueden estar asociados a abastecimientos de aguas públicas, polifosfatos usados para evitar la corrosión de tuberías principalmente en TPI y Terminal Tres Bocas, aguas residuales de uso doméstico que contienen gran contenido de fosfatos proveniente de los detergentes usados diariamente por los pobladores (Sawyer, 2001) y por la deposición del material particulado que debido a la disminución de la velocidad de la corriente logra precipitarse en el sedimento. Valores mínimos de 0.06 mg/Kg se encontraron en la zona de Cuarentena centro.

Las concentraciones de fosfatos fueron superiores a los registrados en los sedimentos del Estero Santa Ana, sur de la ciudad de Guayaquil frente a Trinipuerto

durante junio de 2007, cuyas concentraciones no superaron los 0.025 mg/Kg (Montaño 2007).

Los análisis de hidrocarburos totales en el sedimento presentaron concentración menores a las registradas en el 2007, sin embargo se mantiene la misma tendencia donde las mayores concentraciones se registraron en los ramales más internos y cercanos a la zona industrial y centros poblados correspondientes a Miraflores y Tres Bocas y las menores concentraciones en los ramales más externos como TPI, Puerto Hondo y Puerto Azul.

Los valores de hidrocarburos totales durante noviembre de 2009 presentaron concentraciones máximas 1124 mg/Kg, valores inferior a los registrado en el 2007 con una concentración de 145872 mg/Kg (Cárdenas 2008). Sin embargo dichas concentraciones *sobrepasaron los valores máximos permitidos para ecosistemas sensibles según el Reglamento de Operaciones Hidrocarburiíferas del Ecuador (RAOH)*, donde se establece una concentración máxima de 1000 mg/Kg de TPH. (RAOH, 2001).

La segunda zona con mayor concentración de hidrocarburos fue TPI, especialmente las subestaciones TPI Puerto Hondo y TPI muelle con 627 y 605 mg/Kg respectivamente, dichos valores superaron los valores registrados en el 2007 con tan sólo 157 mg/Kg (Cárdenas 2008), lo que hace ver que existe un continuo aporte de hidrocarburos en esta zona, esto confirma que esta zona sufre de derrames de combustibles, aguas de sentinas proveniente de embarcaciones que se desplazan a lo largo del estero Hondo (Wong, 2007), ya que se han registrado en el cuerpo de agua valores entre 1 y 1.31 mg/l de TPH en la zona entre el muelle de acoderar durante septiembre de 2009. Dichas concentraciones fueron mayores a los permitidos en la Tabla III *“Libro VI. Anexo I .Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua. Criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas en aguas marinas y de estuario del texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria* cuyo límite máximo admisible es de 0.5 mg/l (TULAS 2002).

La zona de Tres Bocas presentó menores concentraciones de hidrocarburos en el sedimento que el Tramo B y TPI, con un promedio de 272.20 mg/kg, siendo la subestación Tres Bocas Puerto Azul la que presentó la mayor concentración con 369.56 mg/Kg, estos valores fueron inferiores a los registrados en el 2007 que presentó una concentración de 1545.42 mg/Kg (Cárdenas 2008). Este decrecimiento puede estar influenciado por la toma de muestra en lugares con menor incidencia de derrames, por la acción degradadora de bacterias que se conoce que su fuente de alimento es el petróleo como *Pseudomona putida* que está presente en los suelos adyacentes al Terminal, así como la disminución de descargas contaminantes en el área.

Sin embargo se debe considerar para futuros estudios en esta zona el aumento de sitios de muestreo para determinar si estos valores han disminuido a lo largo de todo el margen que colinda con el Terminal especialmente en los efluentes provenientes del Terminal. Ya que estudios realizados por la Dirección de Investigaciones y proyectos Académicos (DIPA) de la Universidad de Guayaquil durante el 2007 determinaron un área de aproximadamente 250 m<sup>2</sup> del lecho marino circundante al Terminal con valores elevados de TPH en el sedimento con una concentración de 1094.2 mg /Kg (Universidad de Guayaquil 2008).

La zona de Cuarentena fue la estación con menor concentración de hidrocarburos totales con un promedio de 72 mg/Kg, cabe destacar que dicha zona fue dragada en años anteriores, además ciertos hidrocarburos tienen la capacidad de volatilizarse, gracias a la circulación de las masas de agua, lo cual permitiría la degradación natural del hidrocarburo, así como la transportación de dichos contaminantes a zonas aledañas.

Los aceites y grasas presentaron la misma tendencia decreciente que los hidrocarburos totales desde zonas con mayor concentración con 1236 mg/Kg en Miraflores hasta 66.45 mg/Kg en la zona de Cuarentena este.

Los metales pesados (Pb, Cd y Hg) presentaron también una disminución de sus concentraciones comparadas con el 2007. El plomo presentó la más alta concentración en la Estación de Miraflores con 37.82 mg/Kg, mientras que en las demás estaciones se presentó valores de 19 mg/Kg. Dicho valor es menor al registrado en el 2007 con 66.54 mg/Kg en la Miraflores y 19 mg/Kg en las estaciones TPI, Tres Bocas y Pto. Hondo Cárdenas, 2008). Este parámetro se encontró dentro de los límites permisibles establecidos en la tabla 6 para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera de la RAOH.

El plomo es un metal que influye en la estructura comunitaria de macroinvertebrados según el análisis de componentes principales y se conoce que estudios realizados en Canadá muestran resultados similares (Mason *et al* 2009).

Las máximas concentraciones de Cadmio se encontraron en la zona de Tres Bocas con un promedio de 1.67 mg/Kg, seguida de la zona de Cuarentena con 1.08 mg/Kg. Mientras que mínimas concentraciones se registraron en las zonas de TPI y Tramo B con concentraciones de 0.7 mg/Kg. Las zonas de Tres Bocas y Cuarentena *sobrepasaron los valores máximos permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacionales de Áreas naturales según el Reglamento de Operaciones Hidrocarburíferas del Ecuador (RAOH). Tabla 6. cuyo máximo valor es de <1 mg/Kg.*

Los valores de Cd de manera general disminuyeron en noviembre de 2009, en comparación con los valores de junio de 2007, en las estaciones de TPI, Puerto Hondo y Miraflores 0.8 a 0.7 mg/kg, excepto la zona de Tres Bocas que se incrementó la concentración de 0.8 a 1.67 mg/kg (Cárdenas, 2008).

El mercurio presentó un patrón fluctuante de concentraciones decreciendo en los ramales internos (Tramo b) e incrementándose hacia los ramales más externos y de mayor influencia de las mareas (Cuarentena). Así los valores más altos de Hg se observaron en la zona de Cuarentena con concentraciones de 0.89 mg/Kg, incrementándose desde los bordes de la zona oeste, este hacia el centro del canal. Mientras que las menores

concentraciones se observaron las zonas del tramo B, TPI muelle centro y TPI Puerto hondo y la estación Tres Bocas con 0.1 mg/Kg de Hg.

Los valores de mercurio se incrementaron en el 2009, ya que valores inferiores se registraron en el 2007 cuya máxima concentración se presentó en la zona de Miraflores con 0.5 mg/Kg, mientras que la misma zona presentó en el 2009 concentraciones de 0.1 mg/Kg.

Se reportó un total de 1520 organismos, perteneciente a cinco fila Aschelmintha, Annelida, Arthropoda, Mollusca y Echinodermata. El Phylum más abundante fue Annelida con el 45%, seguida de Arthropoda con el 33%, Mollusca con 20% y en menor cantidad con el 2% se registró a Echinodermata y Aschelmintha.

La clase predominante fue Polychaeta, seguida de Insecta, Gasteropoda y Malacostraca, mientras que en menor proporción se encontró a las clases Ophiuroidea y Nematoda. La mayor cantidad de organismos se registró en el tramo B con 1224 individuos, seguida de la zona Tres Bocas con 239 organismos, Mientras que las zonas TPI y Cuarentena presentaron un decrecimiento de 45 a 12 individuos respectivamente. Este decrecimiento en Cuarentena se debe probablemente a que es un área impactada donde ha existido por largo tiempo una serie de dragados para viabilizar la entrada de embarcaciones de gran calado al Puerto Marítimo de Guayaquil desde 1961 siendo el más reciente el realizado en el 2008.

La mayor densidad promedio se registró en Urdesa con 114 Ind/m<sup>-2</sup>, siendo los invertebrados dominantes los poliquetos de la familia Capitellidae, seguido de la estación Miraflores con 85 Ind/m<sup>-2</sup> siendo los organismos más abundantes los capitélidos y el insecto *Psychoda* sp, Kennedy con 71 Ind/ m<sup>-2</sup> con *Psychoda* sp como la taxa dominante. Mientras que en Tres Bocas Puerto Azul se registró 53 Ind/m<sup>-2</sup> y densidades menores a 7 Ind/m<sup>-2</sup> se registraron en las estaciones de TPI, Tres Bocas muelle Suinsa, Tres Bocas Boya 19 y en Cuarentena.

Cabe destacar que Miraflores presentó la mayor cantidad de dípteros coincidiendo, dicha estación con bajos niveles de oxígeno (0.19 mg/l), estudios de monitoreo de calidad de agua y sedimentos del río St. Lawrence River de Canadá determinó que altas concentraciones de sulfuros están asociados a bajos niveles de oxígeno en el sedimento y que invertebrados como dípteros, gasterópodos, anfípodos, isópodos se presentaron en zonas con alto contenido de sulfuro. (Masson et. al, 2009). Esto indicaría que los organismos más tolerantes a la hipoxia son también tolerantes a los sulfitos.

Contradictoriamente a lo que se suponía que debido a los elevados niveles de contaminación hidrocarburíferas el Tramo B fue la zona que presentó la mayor abundancia de macroinvertebrados no así de diversidad, fue la zona con mayor concentración promedio de hidrocarburos totales 467.9 mg/Kg, particularmente la estación Miraflores con 1124.33 mg/Kg de TPH, esto indicaría que existe una resistencia generada por ciertos organismos ante los agentes estresores como los hidrocarburos, dicha resistencia está influenciada por la historia de vida, formas, comportamiento, capacidad fisiológica, disponibilidad de refugio, nivel de exposición ante las fuerzas estresoras (Downes *et al* 2002).

Adicionalmente el estrés generado por los casi inexistentes niveles de oxígeno (0.19 mg/L), las bajas salinidades (10 UPS), la exposición a altas temperatura (28.5 °C) que disminuye la solubilidad del oxígeno disuelto, la escasa profundidad, los niveles de concentración de plomo (37.82 mg/Kg) y los altos niveles de hidrocarburos generan condiciones adversas para la mayoría de especies estuarinas como moluscos, crustáceos, peces que elimina a estos organismos en esta sección del estuario interior, no así los insectos *Psychoda* sp que tienen parte de su ciclo de vida lo desarrollan en el agua, tienen los sifones respiratorios (Pennak 1978) que facilitan su respiración y el poliqueto *Capitella* cf *capitata* que históricamente es conocida como una especie oportunista que es capaz de habitar en áreas afectadas por hidrocarburos, ya que tienen algún tipo de protección que permite la liberación de la larva para casi asentarse inmediatamente en un sustrato, lo que hace que se incremente rápidamente su población. (Reish 1979).

Se determinó la presencia de especies típicas de aguas continentales en Miraflores y Kennedy como los gasterópodos *Drepanotrema* sp y *Melanoides tuberculata* esta última es una especie tropical introducida (Pennak, 1978) y exótica presente en numerosos cuerpos de agua de América latina y el Caribe, por su competencia con cerithoideos nativos y por la rápida expansión que ha tenido desde su primer registro en Texas en 1964. Actualmente su rango de distribución abarca desde la Florida hasta el norte de Argentina. En Brasil probablemente fue introducida por acuaristas y como control biológicos para la competencia de otros moluscos como planorbidos y *Biomphalaria* (transmisor de esquistosomiasis) (Domínguez et. al, 2009). En Ecuador esta especie ha sido reportada en la Cuenca de los ríos Chone y Portoviejo (Cárdenas et. al. 2009), Cuenca del río Baba (Cárdenas, 2010), Churute y Esmeraldas.

El índice de diversidad de Shannon –Wiener determinó que la estación con mayor diversidad fue Kennedy con 1.68 Bits/Ind, seguida de Tres Bocas Puerto Azul con 1.27 Bits/Ind. Mientras que las estaciones menos diversas fueron Miraflores, Urdesa.

Mientras la estaciones que presentaron una distribución más homogénea fue Tres Bocas Muelle Suinsa, Kennedy y Tres Bocas Puerto Azul con valores de 0.87, 0,72 y 0.56 respectivamente. Y las estaciones menos homogéneas ( $\leq 0.51$ ) fueron Miraflores, Urdesa, TPI muelle, Tres Bocas boyá19, TPI antes del muelle y Cuarentena centro.

De igual manera el porcentaje acumulado de la abundancia versus el rango de especies, evidenció que la comunidad más diversas se encontraron en la subestación Kennedy C.

El análisis de conglomerados basado en todas las variables analizadas determinó que las estaciones más semejantes fueron: Tres Bocas Pto. Azul y Tres Bocas boyá 19. Sin embargo existen otras estaciones que comparten significativamente en un 50% dichas variables. Estas estaciones fueron: Urdesa y Kennedy, Cuarentena oeste y Tres Bocas muelle Suinsa, TPI antes del muelle y TPI Puerto Hondo

Las variables de mayor incidencia en la formación de zonas fueron: Oxígeno, potencial de hidrógeno del agua, salinidad, plomo, hidrocarburos totales, aceites, grasas, nitratos y mercurio, explicadas con un 52% según el análisis de componentes principales.

El análisis de correlación de Spearman determinó que la diversidad está relacionada en mayor grado con las variables de oxígeno, salinidad, potencial de hidrógeno, fosfatos, hidrocarburos totales y granulometría. Mientras que la abundancia está relacionada con nitratos, nitritos, mercurio y sulfuros.

Existe evidencia que la composición de macroinvertebrados varió significativamente en la zona de Miraflores debido los bajos niveles de salinidad, que permitió la proliferación de insectos dípteros del género *Psychoda* sp propios de aguas enriquecidas con materia orgánica, dichas organismos reemplazaron a las especies propias de la zona ocupando el nicho de macroinvertebrados tales como crustáceos, gasterópodos, bivalvos, esto se debe a que los dípteros aprovechan las condiciones ambientales limitantes como oxígeno, salinidad, niveles de sulfuros, a través de adaptaciones fisiológicas como la producción de hemoglobina, desarrollo de estructuras respiratorias, como túbulos o espiráculos bien desarrollados o cambiando de hábitats.

Mientras que los moluscos predominaron en la zona de Tres Bocas donde disminuyeron las concentraciones de TPH y Pb en relación a los ramales del Tramo b y TPI (concentración promedio 262 mg/Kg de hidrocarburos totales y 19 mg/Kg de Plomo) y donde el mercurio presentó una baja concentración con 0.1 mg/Kg . Además aumentó la salinidad promedio a 33 UPS y los niveles de oxígeno disuelto a 2.62 mg/l.

Otro organismo que se presentó abundantemente en zonas enriquecidas con materia orgánica (Urdesa) fueron los poliquetos de la familia Capitellidae (*Capitella* cf *capitata*). Mientras que los anfipodos predominaron ya en aguas más salinas (estación Kennedy).

En las áreas más marinas como Tres Bocas los moluscos fueron los más predominantes especialmente los gasterópodos *Anachis* sp, *Cerithidea mazatlanica*,

*Cerithidea valida* registrados anteriormente en la de Puerto Hondo por (Estrella, 2000) y el poliqueto *Eunice* sp. Mientras que en la zona de TPI predominó el gasterópodo *Cylichna* sp.

La zona más expuesta a aguas marinas fue Cuarentena donde predominaron los poliquetos sin embargo una gran limitante en la identificación de las especies fue el deterioro de las muestras de esta zona, debido a que fueron fijadas con alcohol estas muestras más salinas y no con formol, por lo cual la técnica de fijación será cambiada en futuros muestreos. Sin embargo se conoce que el gradiente de salinidad en los estuarios influye significativamente en la distribución de los poliquetos (Reish 1979).

El análisis comparativo entre la diversidad y concentraciones de hidrocarburos totales demostró que existe una relación inversamente proporcional entre dichas variables, siendo la diversidad de especies mayor en zonas con menor concentración de hidrocarburos y viceversa. La misma tendencia presentó los aceites y grasas. Así como se verifica que en zonas contaminadas aumenta la abundancia de especies que pueden adaptarse a esas condiciones pero disminuye la diversidad, mientras que en las zonas menos contaminadas aumenta la diversidad y disminuye la abundancia de organismos, permitiendo una distribución espacial más homogénea.

Miraflores fue la estación que presentó las más elevadas concentraciones de hidrocarburos totales los mismos que sobrepasaron los niveles máximos permitidos para suelos identificados como contaminados por el Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, dichos valores podrían estar relacionados a las descargas de aguas industriales particularmente de aguas de lubricadoras de carros que vierten sus contenidos directamente al estero.

Es importante mencionar que además de los hidrocarburos los metales pesados influyen en la distribución de macroinvertebrados no sólo en estuarios sino también en ríos siendo el Pb, el oxígeno disuelto y los hidrocarburos aromáticos quienes tienen mayor incidencia en la estructura comunitaria de macroinvertebrados de cuerpos de aguas continentales (Masson et al.2009).

## 6. CONCLUSIONES

Existe deterioro de las aguas y sedimentos del Estero Salado, en base a las características físicas, químicas y biológicas observadas durante noviembre de 2009. Se estableció la existencia de 8 áreas diferentes con características propias: Miraflores, Urdesa, Kennedy, TPI y Terminal de Transferencia Tres Bocas con sus subestaciones, Terminal de Transferencia Tres Bocas muelle Suinsa, Cuarentena este, Cuarentena oeste y Cuarentena Centro.

Existe contaminación por hidrocarburos en los sedimentos de los ramales del Estero Salado más internos que llegan hasta el norte y centro de la ciudad de Guayaquil (Tramo B) y en la zona perteneciente a la Reserva de Producción Faunística Manglares el Salado.

La mayor concentración de hidrocarburos totales, aceites y grasas se registraron en la zona del Tramo B, seguida de la zona del Terminal Portuario Internacional decreciendo hacia la zona de Tres Bocas y la zona de Cuarentena.

Miraflores fue la estación que presentó las concentraciones más elevadas de hidrocarburos totales y fue la única estación que sobrepasó los niveles máximos permitidos para suelos identificados como contaminados por el Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOH).

La zona de TPI fue la segunda zona más contaminada por hidrocarburos principalmente las estaciones TPI Puerto Hondo y TPI muelle a diferencia de la estación Miraflores el origen de la contaminación provino del aporte de las embarcaciones que se desplazan a lo largo del estero, así como de las descargas puntuales de combustibles que se suscitan en las aguas y progresivamente se acumulan en el sedimento.

La tercera zona con mayor contaminación fue el Terminal de Transferencia Tres Bocas, siendo la estación Tres Bocas Pto Azul quien presentó la más alta concentración entre todas las estaciones del área.

Las menores concentraciones de hidrocarburos se registraron en Urdesa, Kennedy y la zona de Cuarentena.

Las misma tendencia presentaron los aceites y grasas a nivel de zonas y estaciones, por tanto la mayor concentración de aceites y grasas se registraron en los sedimentos de la zona del Tramo B, seguida de la zona del Terminal Portuario Internacional decreciendo hacia la zona de Tres Bocas y la zona de Cuarentena.

En base al análisis de los parámetros físicos y químicos de las aguas superficiales y sedimento se observó diferentes zonas y por tanto calidades de aguas distintas determinadas en orden de importancia por el oxígeno, pH, salinidad, plomo, hidrocarburos-aceites-grasas, nitratos y mercurio.

Los niveles de oxígeno disueltos presentes en el Estero Salado presentan valores inferiores a 5 mg/L considerado por tanto inadecuados para el desarrollo y supervivencia de especies acuáticas debido a que genera condiciones de hipoxia y estrés en dichos organismos. Existe una disminución de la calidad de las aguas principalmente en los ramales más internos que llegan al sector norte y centro de la ciudad de Guayaquil (Tramo B), llegando a ambientes anóxicos en Urdesa y Miraflores, incrementándose levemente hacia la zona suroeste en la zona de la Reserva de Producción Faunística Manglares el Salado y aumentando los niveles de oxígeno hacia la parte exterior del Estero al sur de la ciudad en el sector de Cuarentena.

Esto evidencia la influencia de las mareas en la remoción de las aguas, oxigenación, depuración natural, transportación de nutrientes y contaminantes. Sin embargo las funciones de las mareas disminuyen en los ramales de Miraflores y Urdesa debido a que las aguas residuales industriales y de uso doméstico superan el ingreso de las aguas salobres no sólo por el caudal, la fuerza, sino también por el aporte continuo de las aguas residuales.

La salinidad registró un comportamiento diferente en las zonas del tramo B y la RPFMS, presentando bajas salinidades en las estaciones Miraflores, Kennedy y ninguna salinidad en la estación de Urdesa. Mientras que la salinidad se incrementó a lo largo de la RPFMS hasta niveles superiores a los característicos de aguas salobres 0.5 a 30 UPS (TULAS 2002).

El pH del agua varió de la neutralidad en el ramal más interno a la ciudad de Guayaquil (Tramo B) hacia a la alcalinidad en la RPFMS, incrementándose paulatinamente en la reserva desde TPI hasta la zona de Cuarentena.

La temperatura presentó una distribución homogénea a lo largo del Tramo B y RPFMS excepto en la estación de Miraflores donde presentó temperaturas elevadas con un incremento de dos grados y medio por encima del promedio general de las temperaturas registradas.

La profundidad presentó valores diferentes entre las zonas muestreadas, registrándose en bajamar sitios pocos profundos en el Tramo B particularmente en Urdesa, incrementándose progresivamente en el Terminal de Transferencia Tres Bocas, TPI y Cuarentena. La escasa profundidad de las estaciones de Urdesa y Miraflores influyeron en el aumento de la temperatura de los sitios y en mezcla total de la columna de agua del estero con las aguas residuales industriales y de uso domésticos.

El análisis de los parámetros físicos y químicos del sedimento permitió determinar que el pH de los sedimentos reflejó valores más reales del nivel de acidez a los que se exponen los macroinvertebrados bentónicos siendo estos suelos ligeramente ácidos en las estaciones Kennedy, TPI Pto. Hondo, Tres Bocas muelle Suinsa y Cuarentena Oeste todos ellos asociados a áreas de mangles. Mientras que las estaciones Miraflores, Urdesa, TPI muelle, TPI antes del muelle, Tres Bocas Boya 19, Tres Bocas Pto. Azul, Cuarentena centro y Cuarentena Este presentaron suelos neutros.

La materia orgánica presentó valores máximos en la estación Tres Bocas Puerto Azul, seguida de la zona de TPI y la zona de Cuarentena todas ellas asociadas a la

cobertura de manglar y valores mínimos se registraron en la zona de Kennedy y Urdesa las mismas que se caracterizaron por tener poca cobertura vegetal y una mínima franja cubierta de mangles.

La presencia de nitratos, nitritos, fosfatos y sulfuros denota la existencia de nutrientes vitales para el desarrollo de la vida acuática fundamentalmente para el fitoplancton, bacterias y plantas superiores que necesitan de dichos nutrientes para el desarrollo de la vida acuática, la producción de alimento y el mantenimiento energético de los subsiguientes niveles tróficos .

No fue posible la comparación de las concentraciones de dichos nutrientes con otros trabajos porque la mayoría de los estudios se han enfocado en el análisis de las aguas y no existen criterios de calidad de suelos a nivel nacional que permitan identificar los rangos normales en sedimentos estuarinos. Sin embargo la estación con mayor cantidad de nitratos, nitritos fue Cuarentena centro y la estación con mayor concentración de fosfatos fue Tres Bocas Muelle Suinsa y la de mayor cantidad de sulfuros fue Cuarentena oeste.

Los metales pesados estuvieron presentes en los sedimentos del Tramo B y la RPFMS observándose gradientes espaciales en las diferentes zonas así tenemos que el plomo fue el metal que tuvo las más altas concentraciones comparado con el cadmio y mercurio. La zona con mayor contaminación por plomo fue Miraflores, esto puede tener relación directa con la idea de que las aguas industriales que contaminan este sector provienen de lubricadoras que vierten aceites, derivados de gasolina, diesel que son ricas en plomo.

El cadmio presentó las concentraciones más altas en la zona de Tres Bocas, particularmente en la estación de la Boya 19, muelle Suinsa y Pto. Azul, seguida de la zona de Cuarentena y en una menor concentración se encontró en el Tramo B y TPI. Mientras que el mercurio presentó los valores más elevados en la zona de Cuarentena especialmente en las estaciones Cuarentena oeste y Cuarentena este, seguida de la zona de

TPI. Mientras que valores menores se identificaron en la zona del Tramo B y el Terminal Tres Bocas.

Se identificó un total de 1520 organismos, perteneciente a cinco fila Aschelmintha, Annelida, Arthropoda, Mollusca y Echinodermata. El Phylum más abundante fue Annelida con el 45%, seguida de Arthropoda con el 33%, Mollusca con 20% y en menor cantidad con el 2% se registró a Echinodermata y Aschelmintha.

La mayor abundancia se registró en la zona del tramo B, seguida de la zona de Tres Bocas particularmente en la estación Puerto Azul y la menor abundancia se registró en el resto de estaciones de Tres Bocas, TPI y Cuarentena.

La mayor densidad de macroinvertebrados se registró en el Tramo B especialmente en la estación de Urdesa siendo los invertebrados dominantes los poliquetos de la especie *Capitella cf capitata* y los dípteros *Psychoda* sp asociados a zonas contaminadas con materia orgánica y presentes en las aguas de desechos de uso doméstico e industriales, con las más bajas salinidades y escasa concentración de oxígeno. Menores densidades se identificaron en las estaciones Tres Bocas boya 19, Tres bocas muelle Suinsa y todas las estaciones de TPI y Cuarentena.

La mayor diversidad bentónica se encontró en la estación Kennedy con una variedad de taxa entre las que sobresalieron nemátodos, poliquetos, insectos, ácaros, anfípodos, bivalvos y gasterópodos, seguida de la estación Tres bocas Puerto Azul, con la presencia de poliquetos, cangrejos, bivalvos, gasterópodos y ofiuroideos. Mientras que la estación menos diversa se registró en la zona de Cuarentena, TPI, Urdesa, Miraflores, Tres Bocas Boya 19 y Tres bocas muelle Suinsa.

La diversidad fue mayor en las zonas con menor concentración de hidrocarburos totales, aceites y grasas y disminuyó en las zonas más contaminadas con dichos contaminantes. La distribución más homogénea de macroinvertebrados se observó en las estaciones Tres Bocas muelle Suinsa y Kennedy. Mientras que las menos homogéneas

se presentaron en cuarentena centro, TPI antes del muelle, Tres bocas muelle Suinsa y Urdesa.

Se registró la presencia de moluscos de agua continentales en el Tramo B como *Drepanotrema* sp en la estación de Miraflores y *Melanoides tuberculata* en la estación de Kennedy correspondiente a la zona con las más bajas salinidades. Cabe señalar que esta última especie es considerada exótica y que se encuentra en zonas estuarinas de Esmeraldas, Manabí, Los Ríos y Guayas.

Existe un gradiente espacial bien definido de hidrocarburos desde zonas con mayor concentración en los ramales más internos que ingresan al sector norte de Guayaquil hasta zonas con menor concentración en los ramales más externos que desembocan en el estuario interior del Golfo de Guayaquil. Sin embargo estas concentraciones varían temporalmente en función del aporte de aguas residuales industriales, derrames de petróleo y estaciones climáticas.

Por lo anteriormente expuesto puedo concluir diciendo que la contaminación por hidrocarburos y sus derivados presentes en los sedimentos de los ramales más cercanos al norte y centro de la ciudad (Tramo B) y Reserva de Producción Faunística Manglares el Salado afectan la estructura comunitaria de macroinvertebrados, la diversidad biológica disminuye en las zona con mayor concentración de hidrocarburos y aumenta en las zonas con menor contaminación. Sin embargo la abundancia y densidad de organismos es mayor en las zonas contaminadas con petróleo, esto se debe a la adaptación de ciertos invertebrados que pueden habitar en condiciones desfavorables para la mayoría de los organismos bentónicos como *Capitella cf capitata*, y *Psychoda* sp que son las especies consideradas como indicadoras de contaminación por hidrocarburos.

## 7. RECOMENDACIONES

- Establecer un plan de monitoreo de la calidad de las aguas y sedimentos del Estero Salado que incluyan variables físicas, químicas, biológicas y especialmente contaminantes persistentes tales como: hidrocarburos totales, hidrocarburos aromáticos policíclicos, metales pesados, pesticidas organoclorados y organosfosforados durante la pleamar y bajamar.
- Identificar cualitativamente y cuantitativamente las fuentes de contaminación.
- Solicitar al Ministerio del Ambiente monitorear, controlar las emisiones de aguas residuales de uso industrial y uso doméstico, así como aplicar la normativa ambiental “Ley de Gestión Ambiental” para evitar el deterioro de este importante ecosistema.
- Desarrollar actividades de biorremediación de hidrocarburos en las zonas contaminadas por hidrocarburos, mediante técnicas como bioaumentación, bioestimulación, biodegradación y fitorremediación, mediante el uso de bacterias nativas y la potencialización radicular de mangles enriquecidos con consorcios bacterianos aislados del mismo estero.
- Implementar un programa de reforestación de manglar a lo largo de los ramales del Estero Salado principalmente en los ramales Kennedy, Urdesa y Miraflores para permitir la recuperación del hábitat y acelerar los procesos de repoblación natural de las especies estuarinas. Para ello debe realizarse un estudio para determinar la especie de mangle que pueda adaptarse mejor a áreas de baja salinidad.
- Desarrollar un plan de recolección de desechos sólidos tales como empalizadas, desechos de vidrio, plásticos presentes en el cuerpo de agua, principalmente en los ramales más internos que ingresan a la ciudad de Guayaquil.
- Desarrollar un programa de Educación ambiental dirigido a concientizar a la ciudadanía sobre la importancia de la conservación del ecosistema y a integrar a los alumnos de escuelas, colegios, universidades y centros de investigaciones en jornadas de recolección de desechos sólidos, reforestación del manglar,

investigaciones y otras actividades que contribuyan a la recuperación del Estero Salado.

- Se debe incorporar estudios relacionados a la biodisponibilidad de contaminantes, bioacumulación y bioaumentación de hidrocarburos totales, hidrocarburos aromáticos policíclicos, metales pesados en macroinvertebrados y peces principalmente en las especies comerciales presentes en los ramales del estero Mongón y Plano seco, así como camarónicas aledañas durante períodos lluviosos y secos.
- Determinar la inocuidad de las aguas y sedimentos de las zonas recreativas estuarinas como Puerto Hondo y la Playita del Guasmo para descartar cualquier riesgo de la salud pública principalmente de niños, debido a la exposición de contaminantes persistentes como hidrocarburos y metales pesados.
- Solicitar al Ministerio del Ambiente la incorporación de estudios para la determinación de criterios de evaluación de la calidad de suelos de cuerpos de aguas en el Libro VI. Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y criterios de control para suelos presentes en aguas continentales, estuarinas y marinas en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), debido a que a diferencia del cuerpo de agua, es en los sedimentos donde se acumulan los contaminantes especialmente los denominados persistentes. Dichos análisis deben basarse en estudios biológicos, ecológicos, físicos y químicos, contaminantes como TPH, HAP'S, pesticidas, metales pesados, etc. Registrados en zonas con afectación antropogénica y zonas de control alejadas de la contaminación, considerando muestreos durante épocas de lluvia, épocas secas y transición, plegara y bajamar para determinar patrones y gradientes de contaminación. Todo ello para evitar el deterioro de los suelos cuerpos hídricos vitales para el desarrollo de las especies bioacuáticas y la supervivencia de los ecuatorianos.

## 8. LITERATURA CITADA

Acosta, A. Zapata, A. G. Fagua. Técnicas de campo en ambientes tropicales. Manual para el monitoreo en ecosistemas acuáticos y artrópodos terrestres. Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana. 215 p.

Atlas, Ronald M. R.Bartha. Ecología microbiana y microbiología ambiental. Trad. R. Guerrero.4 ed.Madrid. Prentice Hall.664p.

Barnes, R.1987. Zoología de los invertebrados. Trad. R, Elizondo.5 ed. MX. México, Interamericana-McGraw-Hill. Nueva editorial Interamericana.941p.

Brusca, RC. 1973. A handbook to the Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California. University of Arizona. Arizona, US. s.e. 428 p.

CAAM.1996.Desarrollo y Problemática Ambiental del Área del Golfo de Guayaquil.326p.

CAAM. 1996. Sistemas Biofisicos en el Golfo de Guayaquil. Circulación del Agua. 61p.

Cárdenas, M. 2008. Análisis de las variaciones espaciales de hidrocarburos, metales pesados y otras características físicas y químicas del agua y sedimento de los ramales internos pertenecientes al Tramo B y Reserva de Producción Faunística Manglares el Salado. (Documento no publicado)

Caso, M. 1961. Estado Actual de los conocimientos acerca de los equinodermos de México. Tesis presentada para optar al grado de doctor en Biología. UNAM. México.p. 135-157.

Cleveland, H. 2000. A Field Guide to Crustaceans of Galápagos. Virginia. Sugar Spring Press. Lexington,Virginia,US.57p.

Cleveland, H. & Finet, Y. 1999.A Field Guide to Marine Molluscs of Galápagos. Virginia. Sugar Spring Press. Lexington,Virginia, US. 143 p.

Cruz, M., Cornejo, M., Gualancañay, E.y F. Villamar.1980. Lista de Fauna sublitoral Bentónica del Estero Salado Inferior, Ecuador. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR.1 No 1 p 82-96.

Cruz, M. 1986. Contribución al conocimiento de los bivalvos vivos en los esteros del Salado y Cascajal del Golfo de Guayaquil inferior. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol 3 No 1. pp 133-148.

Cruz, M. 1992. Estado actual del recurso malacológico (Bivalvos y gasterópodos) de la zona infralitoral del Golfo de Guayaquil. Acta oceanográfica del Pacífico. Vol 7. Vol 3. No 1 p

Cruz, M. 1998. Estudio del meiobentos en el Golfo de Guayaquil,( Río Guayas, Canal de Cascajal y Estero Salado), Ecuador, en Agosto de 1996. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol.9. No 1 pp 177-185.

Cruz, M. 2002. Meiobentos del Golfo de Guayaquil, Ecuador (Río Guayas , Canal Cascajal y Estero Salado); Obtenida obtenida en la segunda campaña (convenio VUB-INOCAR) en Abril de 1997. Acta oceanográfica del Pacífico. Vol 11 No 1 pp

Cruz, M. 2003. Malacofauna bentónica existente en los alrededores de la ciudad de Guayaquil (Estero Salado y Río Guayas), durante 2003. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol 12 .No 1 pp 135-145.

Cruz, R. y Jiménez, J.1994. Moluscos asociados a las áreas del manglar de la costa pacífica de América Central .CR. Editorial Fundación UNA.177p.

Chalén, N.1986.Mercurio en el estuario interior del Golfo de Guayaquil incluyendo el Estero Salado, Río Guayas y los cursos inferiores de los ríos Daule y Babahoyo .Guayaquil. Instituto Nacional de Pesca.16p.

Chalén, N.1989. Concentración de mercurio en organismos bivalvos. Instituto Nacional de Pesca.10p.

Downes, B.fairweather, P.Kenough, M.& Mapstone,B.2002.Monitoring Ecological impacts: Concepts and practice in flowing waters. Cambridge, UK. Cambridge University Press.433p.

Cleveland, P. Hickman, Jr Todd, L. Zimmerman. 2000. Guía De Campo de los Crustáceo de Gálapagos. Trad. Isolda Rojas Lizana. Lexington, Virginia, EEUU. Sugar Spring Press. 159 pp.

Consulambiente Cía Ltda, 2007. Plan de Manejo de la Reserva de Producción Faunística Manglares el Salado. Elaborado para la Municipalidad de Guayaquil.150p.

Cruz, R. & Jiménez, J. 1994. Moluscos Asociados A Las Áreas De Manglar de la Costa Pacífica De América Cantral. Fundacion UNA. C.R. EFUNA, 1994. 182 pp.

Dominguez, E. & Fernández, H. (Eds.) 2009. Macroinvertebrados Bentónico Sudamericanos: Sistemática y Biología. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina. 656 pp.

DePauw, N.2007. Biological monitoring and assessment of surface water quality. Curso de monitoreo de la calidad de aguas. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil. 144p.

Eginseco Cía. 2001. Diagnóstico y Plan Ambiental del Terminal Fuel Oil de Petrocomercial en la ciudad de Guayaquil. Guayaquil.110p.

EMAG. 1978. Recuperación del Estero Salado Plan de Trabajo. Empresa Municipal Alcantarillado de Guayaquil. Guayaquil.43p.

EPA, 2001. Nutrient Criteria Technical Guidance Manual: Estuarine and Coastal Marine Waters. United States Environmental Protection Agency Office of Water. Disponible <http://www.epa.gov/waterscience/criteria/nutrient/guidance/marine/index.html>.

Estrella, T. 2000. Uso del Recurso Agua y Manglares en el Estero de Puerto Hondo, Provincia del Guayas , Ecuador. Tesis IV Maestría en conservación y gestión del medio natural: Integración de sistemas naturales y humanos (1999). 119p.

Fauchald, K. 1977. The Polychaete Worms. Definitions and Keys to the Orders, Families and Genera. Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series, 28: 1-188

FAO.1981. Manual of Methods in aquatic environment research. Part. 8, Ecological assessment of pollution effects. (Guidelines for the FAO (GFCM)/UNEP Joint Coordinated Project on Pollution in the Mediterranean). Rome,IT. p.8-50.

Fernandez, C. 2005. Evaluacion de Impacto ambiental del Proyecto Centro Recreativo Balneario Puerto Hondo Parroquia Tarqui, Guayaquil. Fundación Guayaquil Siglo 21. Guayaquil, EC. 104 pp.

Fundación Guayaquil Siglo XXI, 2005. Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto Centro Recreativo y Balneario Puerto Hondo. Guayaquil. Fundación Siglo XXI.104p.

Fundación Natura. Capítulo Guayaquil, 2006. Zonificación de la Reserva de Producción Fauna Manglares el Salado. Guayaquil, Ecuador. 79p.

Hartman, O. 1996. Atlas Of The Sedentariate Polychaete Polychaetous Annelids From California. Allan Hancock Foundation. Los Angeles, California, EEUU. 812 p.

Hidroestudios, 2003. Plan Integral de Recuperación para el Estero Salado. Fase I Guayaquil. Estudios de Impacto Ambiental de los desvíos temporales de los tramos A y B del Estero Salado. Guayaquil. Vol 1:164-170.

Infostat 2008. Manual del usuario versión 2009.Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina. P. 165-197.

Keen M, 1971. Sea Shells of Tropical West America. Marine Mollusks from Baja California to Perú. 2nd. Stanford California, US.Stanford University Press.1064p.

Lahmeyer – Cimentaciones. 2000. Estudios de Prefactibilidad y Selección de la mejor alternativa del plan integral de la recuperación del estero salado Parte II. Informe Final. Guayaquil.94p.

Lind, D. Marchal, W. S. Wathen. 2008. Estadística aplicada a los negocios y a la economía. Decimotercera edición. Mc. Graw Hill/Interamericana editores, S.A. México. p 315-317.

Mair, J. Mora, E. Cruz, M. Calle, A. Arroyo, M. D. Merino. 2000. Guía De Campo para La colección, preservación de Invertebrados Marinos. Guayaquil, EC. Editorial de la Universidad de Guayaquil. 78 pp.

Mair, J. Mora, E. y M. Cruz. 2002. Manual de campo de los invertebrados bentónicos marinos: Moluscos, crustáceos y equinodermos de la zona litoral ecuatoriana. Guayaquil, EC. Universidad de Guayaquil. 100p

Masson, S. Desrosiers, M. Pinel, B. L. Martel. 2009 Relating macroinvertebrates community structure to environmental characteristics and sediment contamination at the scale of the St. Lawrence river. Hydrobiology DOI 10.1007 s 10750-009-9915-5. Springer Sciences. 15 p.

Medina, J. Monserrate, L. P. Calle. Evaluación de las condiciones químicas, físicas y biológicas del Estero Salado en el sector dentro de la ciudad de Guayaquil. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil.

McGraw-Hill. 1990. Diccionario de Química. Tomo I. McGraw-Hill /Interamericana de México . México. 184p.

McGraw-Hill. 1990. Diccionario de Química. Tomo II. McGraw-Hill /Interamericana de México . México. 299p.

Mikkelsen, P. & Virnstein, R. 1982. An Illustrated Glossary Of Polychaete Terms. Harbor Branch Fundation. Fort Pierce, Florida, EEUU. Technical Report No. 46. 92 pp.

Ministerio del Ambiente. 2002. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria. Edición Especial. Corporación de Estudios y Publicaciones. Quito. 224p

Montaño, M. 2007. Estudio de la calidad del ambiente Estero Santa Ana-Salado frente a Trinipuerto. Auditoría Ambiental de cumplimiento Trinipuerto S.A. Dirección de medio Ambiente del Municipio de Guayaquil. 10 p.

Murray, S. D. A. Siripong and J. Santoro. 1973. Circulation and salinity distribution in the río Guayas Estuary Ecuador . Coastal Studies, L.S.U. p 1-23

Pennak, R. 1978. Fresh - water Invertebrate of the United State. John Wiley and Sons inc. 3 ed. New York, EEUU. 628 p

Pesantes, F. E. Pérez. 1993. Estudio comparativo de las condiciones físicas y químicas de las aguas costeras ecuatorianas. 1982-1983. Revista Ciencias del Mar. Limmología. Vol 3.No 1: 21-40.

Petroecuador. 2001. Glosario de la industria hidrocarburífera. Quito. 120p.

RAOH, 2001. Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador. Decreto Ejecutivo 1215. Registro Oficial 265, 13-II 2001.

Ramírez, A. 1999. Ecología Aplicada. Diseño y Análisis Estadístico. Bogotá. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 300pp.

Ramírez, A. 2006. Ecología de muestreos y análisis de poblaciones y comunidades. Bogotá. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. 273p.

Reis, D. 1979. Bristle Worms (Annelida: Polychaeta) Pollution Ecology of Estuary invertebrates. Water pollution a series of monographs. Ed. Hart, C. S. Jr. S Fuller. Academic Press. Washington D. C. p 77-125.

Rodríguez, A. 2005. Contaminación por residuo de hidrocarburos del petróleo en el Puerto Marítimo de Guayaquil y su área de influencia debido a actividades navieras, período 1984 al 2004. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol. 103 (1), 2005-2006: 1-18.

Roldán, G. 1996. Guía Para El Estudio De Los Macroinvertebrados Acuáticos Del Departamento De Antioquia, Pama Editores Ltda. Bogotá, Co. 217 pp.

Rouse, G. Pleijel, F. 2001. Polychaetes. Oxford, New York, EEUU. Oxford University Press. 354 pp.

Sawyer, C. McCarty, P & Parkin, G. 2000. Química para ingeniería ambiental. Trad. McGraw-Hill. 4 ed. Bogotá, CO. Interamericana. 697p.

Seoanez, M. 1998. Ecología industrial: Ingeniería medioambiental aplicada a la industria y a la empresa. 2 ed. México. Ediciones Mundi-Prensa. 481p.

Sherring, H. 1935. A Manual of the Common invertebrates animals exclusive of insects. Philadelphia, US. Maple Press. 914p.

Solorzano, L. 1989. Status of Coastal Water Quality in Ecuador. In: Olsen, S and Arriaga, L., editors. A Sustainable Shrimp Mariculture Industry for Ecuador. Narragansett, RI: Coastal Resources Center, University of Rhode Island. 18p.

Tapia, M. 2002. Estudio de las comunidades del fitoplancton en los ríos Daule, Guayas y Estero Salado. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol 11 No 1: 79-88.

Thiakos, V. 2000. Investigation of the hydrocarbon pollution by diffuse and point sources in the Gulf of Guayaquil, in the Republic of Ecuador. MSc. Thesis Heriot Watt University, Edinburgh UK. 77p.

Universidad de Guayaquil. 2008. Evaluación del nivel de contaminación del manglar y aguas del Estero Salado circundante a la Estación de Transferencia Tres Bocas de Petrocomercial Sur con miras a establecer un plan de manejo ambiental y de mitigación. Dirección de Investigaciones y Proyectos Académicos (DIPA). Facultad de Ingeniería Química, Departamento de Petróleo y Petroquímica. 50 p.

Valencia, M. 1986. Análisis de la problemática de la contaminación por hidrocarburos del petróleo y otros parámetros químicos del Estero del Muerto, Guayaquil 1985. Documento de la división Química Oceanográfica, INOCAR. Taller Regional CPPS-PNUMA-CEPAL sobre evaluación del Impacto Ambiental producido por un desarrollo portuario. Caso de estudio en Ecuador: Guayaquil. p 24-28

Villamar, F. 1983. Poliquetos bentónicos en el Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol 2. No 2 p. 659-733.

Villamar, F. 1986. Distribución de los Poliquetos bentónicos en el Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol 3. No 1 p. 121-131

Villamar, F. 1989. Distribución de los Poliquetos bentónicos en el golfo de guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol 5 No 1 p. 34-40.

Wong & Wong. 2007. Estudio de Impacto Ambiental .Fase de Operación. Terminal Portuario Internacional Puerto Hondo S.A. 139p.

## 9. GLOSARIO

**Bentónico** Relativo al bentos, que habita enterrado o sobre la superficie del fondo o sedimento de un cuerpo de agua.

**Hidrocarburo** Uno de los más grandes grupos de compuestos químicos constituido tan sólo por carbono e hidrógeno; la mayor fuente de hidrocarburos es el crudo de petróleo. Cuya densidad, punto de ebullición y punto de congelación varían en proporción a su peso molecular. Forman diferentes compuestos, debido a la fuerte afinidad del átomo de C con otros átomos, las moléculas más pequeñas son gaseosas y las más grandes sólidas. El petróleo es una mezcla de hidrocarburos.

**Hidrocarburos totales** Denominados en inglés como TPH (Total Petroleum Hydrocarbon) Compuestos orgánicos de hidrógeno y carbono que reúne a todos los compuestos hidrocarbúricos.

**HAP's** Hidrocarburos aromáticos policíclicos son un grupo de compuestos persistentes conocidos por su alto potencial cancerígeno. Conocidos como PAH por su abreviación en inglés.

**Hidrofílico** Que tiene afinidad, atrae, adsorbe o absorbe agua.

**Criseno** ( $C_{18}H_{12}$ ) Hidrocarburo polinuclear orgánico que en estado puro ofrece fluorescencia azulada, componente de pinturas luminiscentes.

**Cromatografía** Método de separación y análisis de mezclas de sustancias químicas por adsorción cromatográfica.

**Diesel** Combustibles de uso industrial para motores de combustión por comprensión que se encuentran dentro de la categoría de los productos del petróleo, se conocen como destilados medianos. Se subdividen en dos grupos destilados pocos viscosos para motores de alta velocidad como vehículos y residuos más viscosos para motores lentos como los barcos y generadores eléctricos.

**Espectofotometría** Procedimiento de medición fotométrica de la gama de longitudes de ondas de energía radiante absorbidas por una muestra objeto de análisis; pueden ser luz visible, luz ultravioleta o rayos X.

**FAO** Organización para la Agricultura y Alimentos de las Naciones Unidas

**Fuel Oil** Conocido en el país como residuo, es un combustible para uso industrial

**Grasas** Lubricantes de naturaleza plástica, obtenidos por mezcla de jabones y aceites lubricantes.

**Ifo** es una escala que permite describir los diferentes tipos de viscosidad de los hidrocarburos. Ej un fuel oil pesado es un Ifo 380. y fuel oil intermedio es un Ifo 180.

**Sludge** Residuo proveniente de los tratamientos de los desechos tóxicos de los drenajes de aguas residuales industriales. Así como aquellos hidrocarburos cuya composición es variable, la calidad común contiene menos de 1% de azufre. Por lo tanto se considera menos contaminante que la gasolina.

**Biorremediación** Recuperación de suelos contaminados por hidrocarburos mediante el crecimiento de microorganismos capaces de degradar el petróleo en condiciones favorables de temperatura, oxígeno, humedad y nutrientes.

**Bioacumulación** captación y asimilación de contaminantes como hidrocarburos, metales pesados que ingresan por diversa vías a la parte constitutiva de los seres bióticos.

**Bioaumentación** Técnica que incorpora formas específicas de vida a un suelo contaminado para incrementar o ayudar a alcanzar el efecto deseado.

**Biodegradación** Es la descomposición de una sustancia o compuesto a través de microorganismos como bacterias y hongos.

**Biomagnificación** Proceso mediante el cual circulan y se van acumulando a lo largo de la cadena trófica una serie de sustancias tóxicas, las cuales pueden alcanzar concentraciones muy elevadas en un determinado nivel trófico.

**Macroinvertebrados** Aquellos organismos que carecen de columna vertebral, cuyo tamaño es mayor a 1mm.

**Metales pesados** Metales de número atómico elevado, como cadmio, cobre, plomo, hierro, níquel, mercurio, zinc entre otros que son tóxicos en concentraciones reducidas y tienden a la bioacumulación.

**Muestreo Ambiental** Determinación puntual de parámetros físicos, químicos y biológicos en un tiempo y espacio determinado en un ecosistema.

**Monitoreo Ambiental** Seguimiento permanente de parámetros físicos, químicos, biológicos en un área determinada para identificar los cambios espacio-temporales que sufre un ecosistema, una comunidad o una especie.

**Nafta** también conocido como éter de petróleo, es un derivado del petróleo extraído por destilación directa, utilizado principalmente como materia prima de la industria petroquímica, en la producción de alquenos, como etileno y propileno, así como de otras fracciones líquidas como benceno, tolueno y xilenos.

**Premuestreo** Reconocimiento preliminar del área de estudio, tiene como objetivo descubrir aspectos tales como ubicación espacial y temporal de la comunidad a evaluar, su zonación, respuesta ante gradientes abióticos, identificación de las principales variables ambientales, familiarización con las especies, entre otros aspectos.

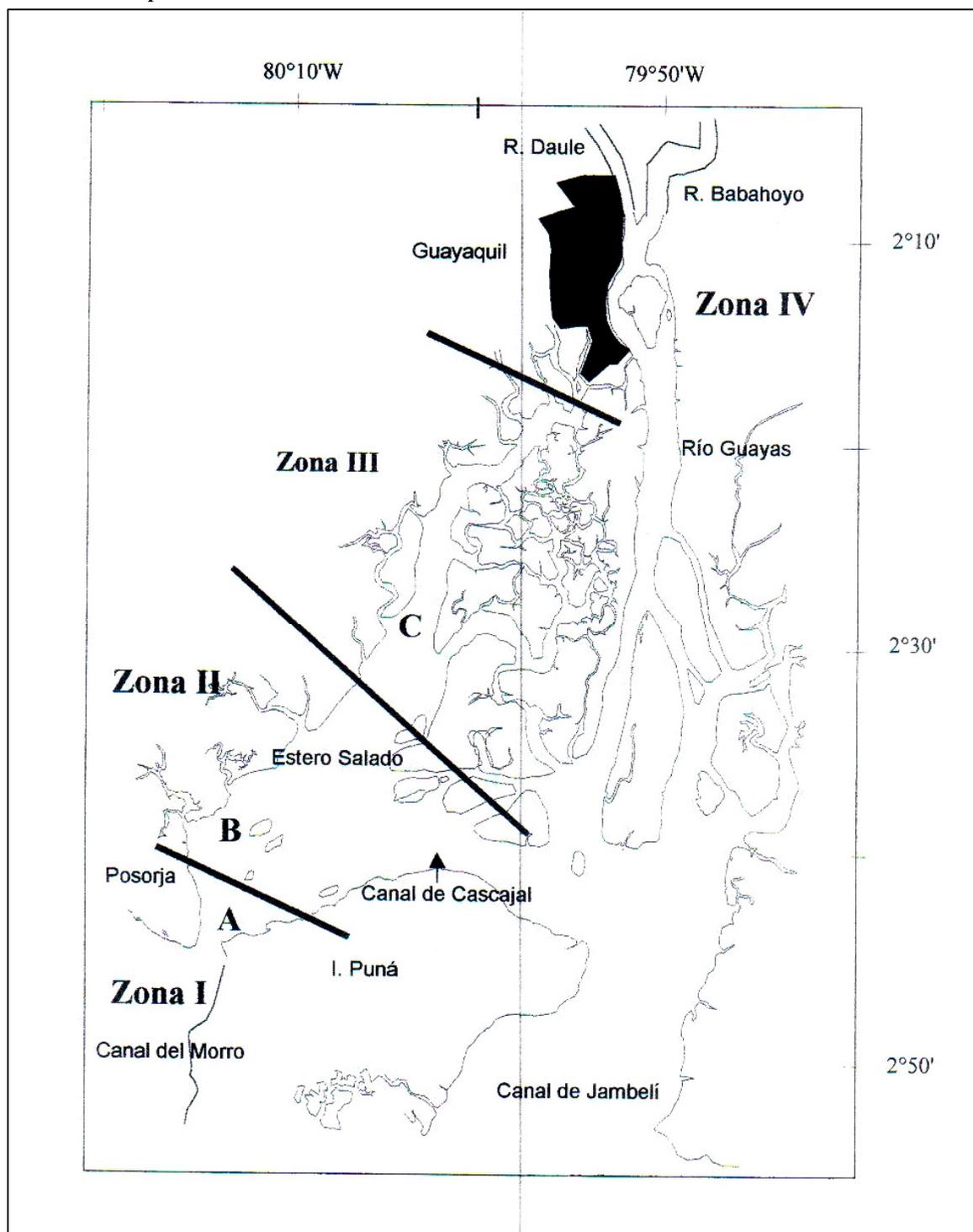
**Réplicas** Tomas sucesivas de varias muestras en un mismo sitio y tiempo, usando el mismo equipo de muestreo

**Resistencia** es la respuesta de un organismo ante presiones ambientales, la cual se caracteriza por resistir los disturbios.

**UPS** Unidad práctica de salinidad y representa la cantidad de gramos de sales disueltas en un kilo de agua.

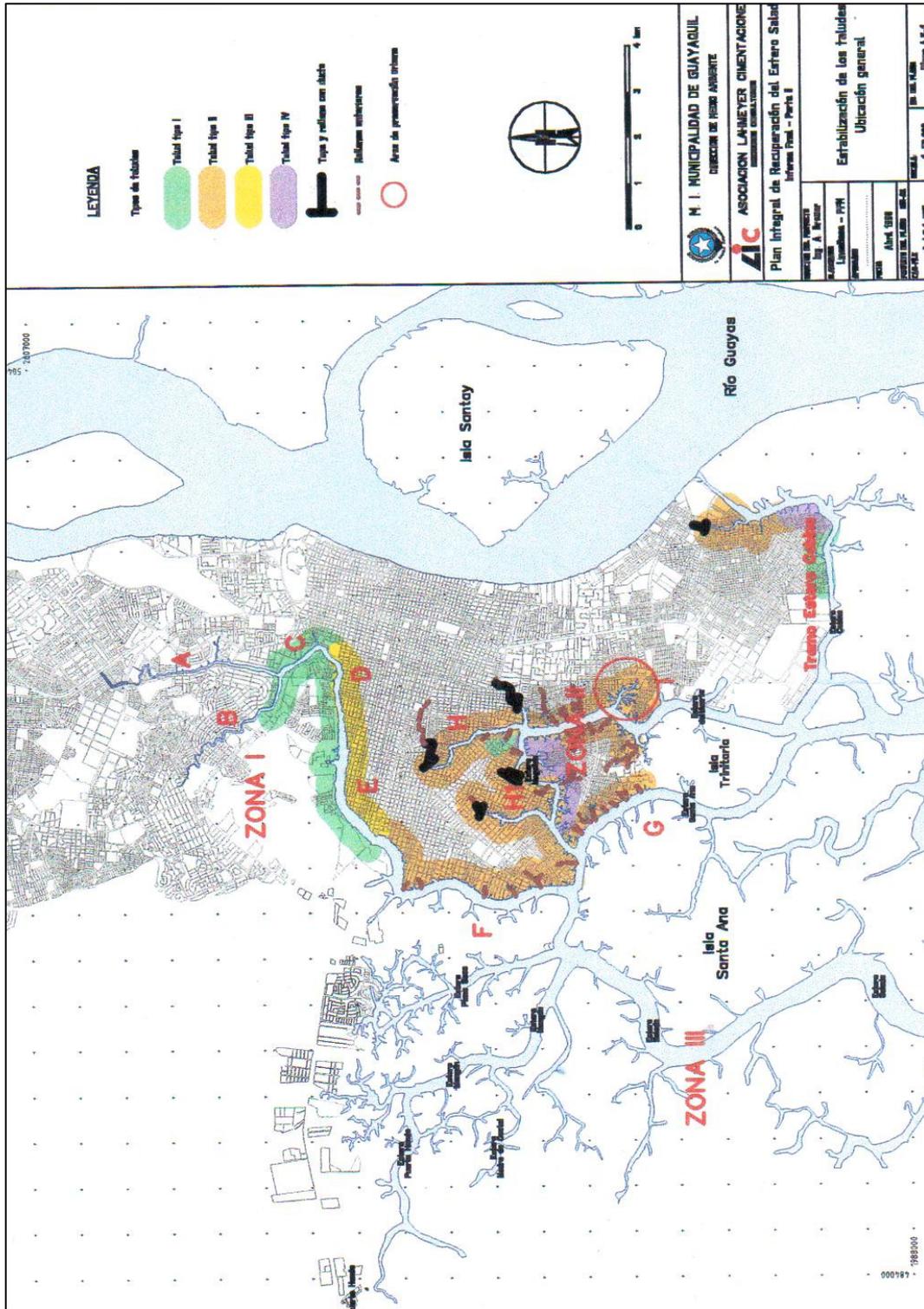
## **10.ANEXOS**

Anexo 1A. Mapa de Localización de las zonas del Estero Salado



Fuente: Lahmeyer-Cimentaciones 2000. Estudios de prefactibilidad, factibilidad y selección de la mejor alternativa del Plan Integral de la Recuperación del Estero Salado.

Anexo 1B. Mapa de Localización de los Tramos del Estero Salado



Fuente: Lahmeyer-Cimentaciones 2000. Estudios de prefactibilidad, factibilidad y selección de la mejor alternativa del Plan Integral de la Recuperación del Estero Salado.

Anexo 2 A Informe de Niveles de Oxígeno disuelto en el Tramo B durante noviembre de 2009

 <p><b>G. Q. M.</b> Grupo Químico Marcos S. A.</p>	<p><b>INFORME DE ENSAYOS</b> N° 3 525-09</p>
---	--

FECHA	Guayaquil, 2009-11-06		
CLIENTE	Blga. Maritza Cárdenas Calle		
ATENCION	Blga. Maritza Cárdenas Calle		
TELEFONOS	6007879		
DIRECCION	Sauces 8 Mz: 460 V: 11		
FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS	2009-11-05	HORA	19H40
FECHA INICIO DE ENSAYOS	2009-11-05		
FECHA TERMINO DE ENSAYOS	2009-11-05		
TIPO DE MUESTRA	AGUA		

DESCRIPCION DEL MUESTREO				
MUESTRA	DESCRIPCION DEL PUNTO	FECHA Y HORA MUESTREO	OXIGENO DISUELTO mgO <sub>2</sub> /l	
			Lectura Individual	Promedio
M # 1 3 525-09	URDESA	2009-11-05 15H15	0.49	0.34
			0.32	
			0.23	
M # 2 3 525-09	MIRAFLORES	2009-11-05 16H35	0.18	0.19
			0.20	
			0.20	
M # 3 3 525-09	KENEDY.- UNIVERSIDAD GUAYAQUIL	2009-11-05 17H50	1.72	1.44
			1.26	
			1.35	

- ❖ Las determinaciones se efectuaron en la fecha y hora arriba indicadas por personal de **GQM**.
- ❖ Tipo de muestreo: **PUNTUAL**.
- ❖ Dato de Oxígeno Disuelto: corresponde a los datos obtenidos durante el muestreo.

  
**Q. F. FERNANDO MARCOS**  
 Director Técnico  
 Reg. 1173

  
**Q. F. LAURA YANQUI**  
 Coordinadora de Calidad  
 Reg. 1549

- Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
- Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de **G. Q. M.**

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 ½ vía a Daule  
 Teléfonos 2100390 – 2100392 – 2100969 Ext. 441  
[www.grupoquimicomarcos.com](http://www.grupoquimicomarcos.com)  
 Guayaquil-Ecuador

MC2201-02

Pág. 1 de 1

Anexo 2 B Informe de Niveles de Oxígeno disuelto en el Terminal Portuario Internacional (TPI) durante noviembre de 2009

**G. Q. M.**  
Grupo Químico Marcos S. A.

**INFORME DE ENSAYOS**  
N° 3 514-09

<b>FECHA</b>	Guayaquil, 2009-11-05		
<b>CLIENTE</b>	Blga. Maritza Cárdenas Calle		
<b>ATENCION</b>	Blga. Maritza Cárdenas Calle		
<b>TELEFONOS</b>	6007879		
<b>DIRECCION</b>	Sauces 8 Mz: 460 V: 11		
<b>FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS</b>	2009-11-04	<b>HORA</b>	19H00
<b>FECHA INICIO DE ENSAYOS</b>	2009-11-04		
<b>FECHA TERMINO DE ENSAYOS</b>	2009-11-04		
<b>TIPO DE MUESTRA</b>	AGUA		

DESCRIPCION DEL MUESTREO				
MUESTRA	DESCRIPCION DEL PUNTO	FECHA Y HORA MUESTREO	OXIGENO DISUELTO mgO <sub>2</sub> /l	
			Lectura Individual	Promedio
M # 1 3 514-09	T.P.I. MUELLE CENTRO	2009-11-04 16H50	1.83	1.86
			1.85	
			1.90	
M # 2 3 514-09	PUERTO HONDO ADELANTE T.P.I.	2009-11-04 17H05	1.87	1.82
			1.82	
			1.82	
M # 3 3 514-09	ANTES DE T.P.I.	2009-11-04 17H25	1.90	1.95
			2.00	
			1.95	

- ❖ Las determinaciones se efectuaron en la fecha y hora arriba indicadas por personal de **GQM**.
- ❖ Tipo de muestreo: **PUNTUAL**.
- ❖ Dato de Oxígeno Disuelto: corresponde a los datos obtenidos durante el muestreo.

  
Q. F. FERNANDO MARCOS  
Director Técnico  
Reg. 1173

  
Q. F. LAURA YANQUI  
Coordinadora de Calidad  
Reg. 1549

- Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
- Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G. Q. M.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 ½ vía a Daule  
Teléfonos 2100390 – 2100392 – 2100969 Ext. 441

www.grupoquimicomarcos.com  
Guayaquil-Ecuador

MC2201-02

Pág. 1 de 1

Anexo 2 C Informe de Niveles de Oxígeno disuelto en el terminal de Transferencia  
Tres Bocas durante noviembre de 2009

 <p><b>G. Q. M.</b> Grupo Químico Marcos S. A.</p>	<p><b>INFORME DE ENSAYOS</b> N° 3 513-09</p>	
---	--	--

<b>FECHA</b>	Guayaquil, 2009-11-05		
<b>CLIENTE</b>	Blga. Maritza Cárdenas Calle		
<b>ATENCION</b>	Blga. Maritza Cárdenas Calle		
<b>TELEFONOS</b>	6007879		
<b>DIRECCION</b>	Sauces 8 Mz: 460 V: 11		
<b>FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS</b>	2009-11-04	<b>HORA</b>	19H00
<b>FECHA INICIO DE ENSAYOS</b>	2009-11-04		
<b>FECHA TERMINO DE ENSAYOS</b>	2009-11-04		
<b>TIPO DE MUESTRA</b>	AGUA		

DESCRIPCION DEL MUESTREO				
MUESTRA	DESCRIPCION DEL PUNTO	FECHA Y HORA MUESTREO	OXIGENO DISUELTO mgO <sub>2</sub> /l	
			Lectura Individual	Promedio
M # 1 3 513-09	3 BOCAS MUELLE SUINZA	2009-11-04 14H55	2.60	2.64
			2.78	
			2.55	
M # 2 3 513-09	3 BOCAS BOLLA 19	2009-11-04 15H15	2.76	2.73
			2.70	
			2.73	
M # 3 3 513-09	3 BOCAS ENTRANDO PUERTO AZUL	2009-11-04 15H45	2.66	2.63
			2.67	
			2.58	

- ❖ Las determinaciones se efectuaron en la fecha y hora arriba indicadas por personal de **GQM**.
- ❖ Tipo de muestreo: **PUNTUAL**.
- ❖ Dato de Oxígeno Disuelto: corresponde a los datos obtenidos durante el muestreo.

  
**Q. F. FERNANDO MARCOS**  
 Director Técnico  
 Reg. 1173

  
**Q. F. LAURA YANQUI**  
 Coordinadora de Calidad  
 Reg. 1549

- Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
- Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G. Q. M.

**Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 ½ vía a Daule**  
**Teléfonos 2100390 – 2100392 – 2100969 Ext. 441**  
**www.grupoquimicomarcos.com**  
**Guayaquil-Ecuador**

Anexo 2 D Informe de Niveles de Oxígeno disuelto en Cuarentena durante noviembre de 2009

 <p><b>G. Q. M.</b> Grupo Químico Marcos S. A.</p>	<p><b>INFORME DE ENSAYOS</b> N° 3 512-09</p>
---	--

<b>FECHA</b>	Guayaquil, 2009-11-05		
<b>CLIENTE</b>	Blga. Maritza Cárdenas Calle		
<b>ATENCION</b>	Blga. Maritza Cárdenas Calle		
<b>TELEFONOS</b>	6007879		
<b>DIRECCION</b>	Sauces 8 Mz: 460 V: 11		
<b>FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS</b>	2009-11-04	<b>HORA</b>	19H00
<b>FECHA INICIO DE ENSAYOS</b>	2009-11-04		
<b>FECHA TERMINO DE ENSAYOS</b>	2009-11-04		
<b>TIPO DE MUESTRA</b>	AGUA		

DESCRIPCION DEL MUESTREO					
MUESTRA	DESCRIPCION DEL PUNTO	FECHA Y HORA MUESTREO	OXIGENO DISUELTO mgO <sub>2</sub> /l		Coordenadas Geográficas
			Lectura Individual	Promedio	
M # 1 3 512-09	ZONA CUARENTENA	2009-11-04 12H40	3.00	3.00	17M0616505 UTM9742488
			3.05		
			2.97		
M # 2 3 512-09	ZONA CUARENTENA DOS	2009-11-04 13H35	3.80	3.70	17M0616605 UTM9742172
			3.58		
			3.74		
M # 3 3 512-09	ZONA CUARENTENA TRES	2009-11-04 14H00	4.27	4.23	--
			4.24		
			4.20		

- ❖ Las determinaciones se efectuaron en la fecha y hora arriba indicadas por personal de **GQM**.
- ❖ Tipo de muestreo: **PUNTUAL**.
- ❖ Dato de Oxígeno Disuelto y Coordenadas Geográficas: corresponden a los datos obtenidos durante el muestreo.

  
**Q. F. FERNANDO MARCOS**  
 Director Técnico  
 Reg. 1173

  
**Q. F. LAURA YANQUI**  
 Coordinadora de Calidad  
 Reg. 1549

- Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
- Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G. Q. M.

**Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 ½ vía a Daule**  
**Teléfonos 2100390 – 2100392 – 2100969 Ext. 441**

**www.grupoquimicomarcos.com**  
**Guayaquil-Ecuador**

MC2201-02

Pág. 1 de 1

Anexo 3 A: 1-1 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento del Tramo B- Miraflores durante noviembre de 2009

 <b>LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL E INSPECCION LAB-CESTTA</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> Panamericana Sur Km. 1 1/2 Telefax: (03)2968-910 Ext. 769	 <b>ENSAYOS</b> No. OAE LE 20 05-003
---	---	---

**INFORME DE ENSAYO No. ST:** 1438  
09 - 0157 ANALISIS DE SUELOS

**Nombre Peticionario:** Ing. Mónica Cárdenas  
**Asn:** -  
**Dirección:** Guayaquil, Guayas

**FECHA:** 18 de Noviembre de 2009  
**NUMERO DE MUESTRAS:** 1  
**FECHA Y HORA DE RECEPCION EN LAB:** 2009 / 11 / 09 - 11:00  
**FECHA DE MUESTREO:** 2009 / 11 / 08  
**FECHA DE ANALISIS:** 2009 / 11 / 09 - 2009 / 11 / 18  
**TIPO DE MUESTRA:** Suelo  
**CÓDIGO LAB-CESTTA:** LAB-S 2740-09  
**CÓDIGO DE LA EMPRESA:** NA  
**PUNTO DE MUESTREO:** Miraflores  
**ANÁLISIS SOLICITADO:** Análisis de Suelos  
**PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:** NA  
**CONDICIONES AMBIENTALES:** T máx.: 24.0 °C. T mín.: 20.0°C

**RESULTADOS ANALÍTICOS:**

PARÁMETROS	PEE-CESTTA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	MÉTODO (NORMA)
Hidrocarburos totales	PEE/LAB/CESTTA/26 TNROC 1005	mg/kg	1124,33	-	± 16%
Cadmio	PEE/LAB/CESTTA/76 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	<0,8	-	± 30%
Ploomo	PEE/LAB/CESTTA/78 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	37,82	-	±38%
*Materia Orgánica	PEE/LAB-CESTTA/81 Volumétrico	%	10,53	-	-
*Aceites y Grasas	PEE /LAB-CESTTA/42 Gravimétrico	mg/Kg	1236,76	-	-
* Nitratos	PEE/LAB-CESTTA/16 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,2	-	-
* Nitratos	PEE/LAB-CESTTA/17 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,007	-	-
* Fosfatos	PEE/LAB-CESTTA/21 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,12	-	-
*Granulometría	PEE/LAB-CESTTA/24 Granulométrico	%	38,7	-	-
*Sulfuro	PEE/LAB-CESTTA/19 Espectrofotométrico	mg/kg	0,033	-	-
*Mercurio	PEE /LAB-CESTTA/34 Absorción atómica	mg/kg	<0,1	-	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos de ensayo  
MC2201-04

Página 1 de 2

Anexo 3 A: 1-2 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento del Tramo B – Kennedy durante noviembre de 2009

 <b>LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> Panamericana Sur Km. 1 1/2 Telefax: (03)2968-910 Ext. 169	 <b>ENSAYOS</b> No. OAE LE 20 05-003
---	---	---

INFORME DE ENSAYO No. 1438  
 ST: 09 - 0157 ANALISIS DE SUELOS

Nombre Peticionario: Ing. Mónica Cárdenas  
 Aca: -  
 Dirección: Guayaquil, Guayas

FECHA: 18 de Noviembre de 2009  
 NUMERO DE MUESTRAS: 1  
 FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2009 / 11 / 09 - 11:00  
 FECHA DE MUESTREO: 2009 / 11 / 08  
 FECHA DE ANÁLISIS: 2009 / 11 / 09 - 2009 / 11 / 18  
 TIPO DE MUESTRA: Suelo  
 CÓDIGO LAB-CESTTA: LAB-S 2741-09  
 CÓDIGO DE LA EMPRESA: NA  
 PUNTO DE MUESTREO: Kennedy  
 ANÁLISIS SOLICITADO: Análisis de Suelos  
 PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: NA  
 CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.: 24,0 °C. T mín.: 20,0°C

**RESULTADOS ANALÍTICOS:**

PARÁMETROS	PEE-CESTTA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	MÉTODO (NORMA)
Hidrocarburos totales	PEE/LAB/CESTTA/26 TNOC 1005	mg/kg	87,50	-	± 20%
Cadmio	PEE/LAB/CESTTA/76 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	<0,8	-	± 30%
Ploomo	PEE/LAB/CESTTA/78 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	<20	-	± 38%
*Materia Orgánica	PEE/LAB-CESTTA/81 Volumétrico	%	5,94	-	-
*Aceites y Grasas	PEE LAB-CESTTA/42 Gravimétrico	mg/Kg	29,86	-	-
* Nitratos	PEE/LAB-CESTTA/16 Espectrofotométrico	mg/Kg	<0,2	-	-
* Nitratos	PEE/LAB-CESTTA/17 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,323	-	-
* Fosfatos	PEE/LAB-CESTTA/21 Espectrofotométrico	mg/Kg	1,00	-	-
*Granulometría	PEE/LAB-CESTTA/24 Granulométrico	%	41,5	-	-
*Sulfatos	PEE/LAB-CESTTA/19 Espectrofotométrico	mg/kg	0,136	-	-
*Mercurio	PEE LAB-CESTTA/34 Absorción atómica	mg/kg	<0,1	-	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
 Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos de ensayo  
 MC2001-04

Página 1 de 2

Anexo 3 A: 1-3 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento del Tramo B durante noviembre de 2009

 <p>LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL E INSPECCION LAB-CESTTA</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS Panamericana Sur Km. 1 1/2 Telefax: (03)2968-910 Ext. 169</p>	 <p>ENSAYOS No. OAE LE 20 06-068</p>
--	---	---

INFORME DE ENSAYO No. 1438  
ST: 09 - 0157 ANALISIS DE SUELOS

Nombre Feticionario: Ing. Mónica Clediana  
Aca: -  
Dirección: Guayaquil, Guayas

FECHA: 18 de Noviembre de 2009  
NUMERO DE MUESTRAS: 1  
FECHA Y HORA DE RECEPCION EN LAB: 2009 / 11 / 09 - 11:00  
FECHA DE MUESTREO: 2009 / 11 / 08  
FECHA DE ANALISIS: 2009 / 11 / 08 - 2009 / 11 / 18  
TIPO DE MUESTRA: Suelo  
CÓDIGO LAB-CESTTA: LAB-S 2742-09  
CÓDIGO DE LA EMPRESA: NA  
PUNTO DE MUESTREO: Urdessa  
ANÁLISIS SOLICITADO: Análisis de Suelos  
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: NA  
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.: 24.0 °C. T mín.: 20.0°C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	PEE-CESTTA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	MÉTODO /NORMA
Hidrocarburos totales	PEE/LAB/CESTTA/26 TNROC 1005	mg/kg	191,87	-	± 20%
Cadmio	PEE/LAB/CESTTA/76 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	<0,8	-	± 30%
Plomo	PEE/LAB/CESTTA/78 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	<20	-	±38%
*Materia Orgánica	PEE/LAB-CESTTA/81 Volumétrico	%	5,94	-	-
*Aceites y Grasas	PEE /LAB-CESTTA/42 Gravimétrico	mg/Kg	211,06	-	-
* Nitratos	PEE/LAB-CESTTA/16 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,2	-	-
* Nitratos	PEE/LAB-CESTTA/17 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,013	-	-
* Fosfatos	PEE/LAB-CESTTA/21 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,43	-	-
*Granulometría	PEE/LAB-CESTTA/24 Granulométrico	%	41,3	-	-
*Sulfuro	PEE/LAB-CESTTA/19 Espectrofotométrico	mg/kg	0,038	-	-
*Mercurio	PEE /LAB-CESTTA/34 Absorción atómica	mg/kg	<0,1	-	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con los objetos de ensayo  
MC1201-04

Página 1 de 2

Anexo 3 B: 1-1 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento del Terminal Portuario Internacional - Antes del Muelle durante noviembre de 2009

 <p>LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS Panamericana Sur Km. 1 1/2 Telefax: (03)2968-910 Ext. 169</p>	 <p>ENSAYOS No. OAE-E 20 06-068</p>
--	---	--

INFORME DE ENSAYO No. 1458  
ST: 09-0157 ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre Peticionario: Ing. Mónica Cárdenas  
 Aca: -  
 Dirección: Guayaquil, Guayas

FECHA: 18 de Noviembre de 2009  
 NUMERO DE MUESTRAS: 1  
 FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2009 / 11 / 09 - 11:00  
 FECHA DE MUESTREO: 2009 / 11 / 08  
 FECHA DE ANÁLISIS: 2009 / 11 / 09 - 2009 / 11 / 18  
 TIPO DE MUESTRA: Suelo  
 CÓDIGO LAB-CESTTA: LAB-S 2739-09  
 CÓDIGO DE LA EMPRESA: NA  
 PUNTO DE MUESTREO: TPI Después Pto Muelle  
 ANÁLISIS SOLICITADO: Análisis de Suelos  
 PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: NA  
 CONDICIONES AMBIENTALES: T máx: 24.0 °C. T mín: 20.0°C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	PEE-CESTTA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	MÉTODO (NORMA)
Hidrocarburos totales	PEE/LAB/CESTTA/26 TNOC 1005	mg/kg	605,17	-	± 20%
Cadmio	PEE/LAB/CESTTA/76 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	<0,8	-	± 30%
Plomo	PEE/LAB/CESTTA/78 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	<20	-	± 38%
*Materia Orgánica	PEE/LAB-CESTTA/81 Volumétrico	%	10,55	-	-
*Aceites y Grasas	PEE /LAB-CESTTA/42 Gravimétrico	mg/Kg	665,69	-	-
* Nitratos	PEE/LAB-CESTTA/16 Espectrofotométrico	mg/Kg	<0,2	-	-
* Nitratos	PEE/LAB-CESTTA/17 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,028	-	-
* Fosfatos	PEE/LAB-CESTTA/21 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,56	-	-
*Granulometría	PEE/LAB-CESTTA/24 Granulométrico	%	39,4	-	-
*Sulfuro	PEE/LAB-CESTTA/19 Espectrofotométrico	mg/kg	0,064	-	-
*Mercurio	PEE /LAB-CESTTA/34 Absorción atómica	mg/kg	0,30	-	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
 Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos de ensayo  
 MC2201-04

Página 1 de 2

Anexo 3 B: 1-2 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento del Terminal Portuario Internacional - Puerto Hondo durante noviembre de 2009

 <b>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> Panamericana Sur Km. 1 1/2 Telefax: (03)2968-910 Ext. 169	 <b>ENSAYOS</b> No. OAE EE 20 05-005
---	---	---

INFORME DE ENSAYO No. ST:

1458  
09-0157 ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre Feticionario:  
 Aca:  
 Dirección:

Ing. Mónica Cárdenas  
 -  
 Guayaquil, Guayas

FECHA:

18 de Noviembre de 2009

NUMERO DE MUESTRAS:

1

FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:

2009 / 11 / 09 - 11:00

FECHA DE MUESTREO:

2009 / 11 / 08

FECHA DE ANÁLISIS:

2009 / 11 / 09 - 2009 / 11 / 18

TIPO DE MUESTRA:

Suelo

CÓDIGO LAB-CESTTA:

LAB-S 2738-09

CÓDIGO DE LA EMPRESA:

NA

PUNTO DE MUESTREO:

TPI Antes Pto. Hondo

ANÁLISIS SOLICITADO:

Análisis de Suelos

PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:

NA

CONDICIONES AMBIENTALES:

T máx.: 24.0 °C. T mín.: 20.0°C

**RESULTADOS ANALÍTICOS:**

PARÁMETROS	PEE-CESTTA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	MÉTODO (NORMA)
Hidrocarburos totales	PEE/LAB/CESTTA/26 TNRCC 1005	mg/kg	627,12	-	± 20%
Cadmio	PEE/LAB/CESTTA/76 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	<0,8	-	± 30%
Plomo	PEE/LAB/CESTTA/78 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	<20	-	± 38%
*Materia Orgánica	PEE/LAB-CESTTA/81 Volumétrico	%	16,60	-	-
*Aceites y Grasas	PEE/LAB-CESTTA/42 Gravimétrico	mg/Kg	689,83	-	-
*Nitratos	PEE/LAB-CESTTA/16 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,3	-	-
*Nitritos	PEE/LAB-CESTTA/17 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,012	-	-
*Fosfatos	PEE/LAB-CESTTA/21 Espectrofotométrico	mg/Kg	1,16	-	-
*Granulometría	PEE/LAB-CESTTA/24 Granulométrico	%	33,3	-	-
*Sulfuro	PEE/LAB-CESTTA/19 Espectrofotométrico	mg/kg	0,065	-	-
*Mercurio	PEE/LAB-CESTTA/34 Absorción atómica	mg/kg	<0,1	-	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con los objetos de ensayo  
 MC2201-04

Página 1 de 2

Anexo 3 B: 1-3 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento del Terminal Portuario Internacional - Muelle Centro durante noviembre de 2009

 <p>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS Panamericana Sur Km. 1 1/2 Telefax: (03)2968-910 Ext. 169</p>	 <p>ENSAYOS No. OAE-LE 2C 06-008</p>
--	---	---

INFORME DE ENSAYO No. 1498  
ST: 09 - 0157 ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre Peticionario: Ing. Mónica Cardenas  
Ata: -  
Dirección: Guayaquil, Guayas

FECHA: 18 de Noviembre de 2009  
1  
NUMERO DE MUESTRAS:  
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2009 / 11 / 09 - 11:00  
FECHA DE MUESTREO: 2009 / 11 / 08  
FECHA DE ANÁLISIS: 2009 / 11 / 09 - 2009 / 11 / 18  
TIPO DE MUESTRA: Suelo  
CÓDIGO LAB-CESTTA: LAB-S 2737-09  
CÓDIGO DE LA EMPRESA: NA  
PUNTO DE MUESTREO: TPI Muelle Centro  
ANÁLISIS SOLICITADO: Análisis de Suelos  
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: NA  
CONDICIONES AMBIENTALES: T max.: 24.0 °C. T min.: 20.0°C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	PEE-CESTTA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LIMITE PERMISIBLE	MÉTODO /NORMA
Hidrocarburos totales	PEE/LAB/CESTTA/26 TNRC 1005	mg/kg	123,21	-	± 26%
Cadmio	PEE/LAB/CESTTA/76 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	<0,8	-	± 30%
Ploomo	PEE/LAB/CESTTA/78 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	<20	-	± 38%
*Materia Orgánica	PEE/LAB-CESTTA/81 Volumetrico	%	8,55	-	-
*Aceites y Grasas	PEE/LAB-CESTTA/42 Gravimetrico	mg/Kg	135,53	-	-
* Nitratos	PEE/LAB-CESTTA/16 Espectrofotométrico	mg/Kg	< 0,2	-	-
* Nitritos	PEE/LAB-CESTTA/17 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,033	-	-
* Fosfatos	PEE/LAB-CESTTA/21 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,55	-	-
*Granulometría	PEE/LAB-CESTTA/24 Granulométrico	%	32,2	-	-
*Sulfuros	PEE/LAB-CESTTA/19 Espectrofotométrico	mg/kg	0,062	-	-
*Mercurio	PEE/LAB-CESTTA/34 Absorción atómica	mg/kg	<0,1	-	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos de ensayo  
MC2201-04

Página 1 de 2

Anexo 3 C: 1-1 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento del Terminal de Transferencia Tres Bocas- Boya 19 durante noviembre de 2009

 <b>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> Panamericana Sur Km. 1,54 Telefax: (03)2968-910 Ext. 169	 <b>ENSAYOS</b> No. OAE-RE 20 05-008
---	--	---

**INFORME DE ENSAYO No. 1458**  
**ST: 09 - 0157 ANÁLISIS DE SUELOS**

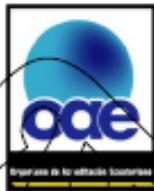
**Nombre Peticionario:** Ing. Mónica Cledina  
**Asn:** -  
**Dirección:** Guayaquil, Guayas

**FECHA:** 18 de Noviembre de 2009  
**NUMERO DE MUESTRAS:** 1  
**FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:** 2009 / 11 / 09 - 11:00  
**FECHA DE MUESTREO:** 2009 / 11 / 08  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 2009 / 11 / 09 - 2009 / 11 / 18  
**TIPO DE MUESTRA:** Suelo  
**CÓDIGO LAB-CESTTA:** LAB-S 2736-09  
**CÓDIGO DE LA EMPRESA:** NA  
**PUNTO DE MUESTREO:** Tres Bocas Boya 19  
**ANÁLISIS SOLICITADO:** Análisis de Suelos  
**PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:** NA  
**CONDICIONES AMBIENTALES:** T máx: 24,0 °C. T mín: 20,0°C

**RESULTADOS ANALÍTICOS:**

PARÁMETROS	PEE-CESTTA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	MÉTODO (NORMA)
Hidrocarburos totales	PEE/LAB/CESTTA/26 TNRC 1005	mg/kg	233,41	-	± 20%
Cadmio	PEE/LAB/CESTTA/76 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	1,84	-	± 30%
Plomo	PEE/LAB/CESTTA/78 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	<20	-	± 38%
*Materia Orgánica	PEE/LAB-CESTTA/81 Volumétrico	%	10,91	-	-
*Aceites y Grasas	PEE /LAB-CESTTA/42 Gravimétrico	mg/Kg	256,75	-	-
* Nitratos	PEE/LAB-CESTTA/16 Espectrofotométrico	mg/Kg	< 0,2	-	-
* Nitritos	PEE/LAB-CESTTA/17 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,010	-	-
* Fosfatos	PEE/LAB-CESTTA/21 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,63	-	-
*Granulometría	PEE/LAB-CESTTA/24 Granulométrico	%	32,8	-	-
*Sulfuro	PEE/LAB-CESTTA/19 Espectrofotométrico	mg/kg	0,042	-	-
*Mercurio	PEE /LAB-CESTTA/34 Absorción atómica	mg/kg	<0,1	-	-

Anexo 3 C: 1-2 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento del Terminal de Transferencia Tres Bocas -Puerto Azul durante noviembre de 2009

 <p><b>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</b></p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS Panamericana Sur Km. Y% Telefax: (03)2968-910 Ext. 169</p>	 <p><b>ENSAYOS</b> No OAE LE 2C 06-008</p>																																																																								
<p><b>INFORME DE ENSAYO No. ST:</b> 1438 09-0157 ANÁLISIS DE SUELOS</p> <p><b>Nombre Peticionario:</b> Ing. Míriam Cardenas <b>Am:</b> <b>Dirección:</b> Guayaquil, Guayas</p> <p><b>FECHA:</b> 18 de Noviembre de 2009</p> <p><b>NUMERO DE MUESTRAS:</b> 1</p> <p><b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:</b> 2009 / 11 / 09 - 11:00</p> <p><b>FECHA DE MUESTREO:</b> 2009 / 11 / 08</p> <p><b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> 2009 / 11 / 08 - 2009 / 11 / 18</p> <p><b>TIPO DE MUESTRA:</b> Suelo</p> <p><b>CÓDIGO LAB-CESTTA:</b> LAB-S 2734-09</p> <p><b>CÓDIGO DE LA EMPRESA:</b> NA</p> <p><b>PUNTO DE MUESTREO:</b> Tres Bocas Punto Azul</p> <p><b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b> Análisis de Suelos</p> <p><b>PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:</b> NA</p> <p><b>CONDICIONES AMBIENTALES:</b> T máx.: 24.0 °C. T mín.: 20.0°C</p>																																																																										
<p><b>RESULTADOS ANALÍTICOS:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>PARÁMETROS</th> <th>PEE-CESTTA</th> <th>UNIDAD</th> <th>RESULTADO</th> <th>VALOR LIMITE PERMISIBLE</th> <th>MÉTODO /NORMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hidrocarburos totales</td> <td>PEE/LAB/CESTTA/26 TNRCC 1005</td> <td>mg/kg</td> <td>369,56</td> <td>-</td> <td>± 26%</td> </tr> <tr> <td>Cadmio</td> <td>PEE/LAB/CESTTA/76 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B</td> <td>mg/kg</td> <td>1,50</td> <td>-</td> <td>± 30%</td> </tr> <tr> <td>Piomo</td> <td>PEE/LAB/CESTTA/78 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B</td> <td>mg/kg</td> <td>&lt;20</td> <td>-</td> <td>± 38%</td> </tr> <tr> <td>*Materia Orgánica</td> <td>PEE/LAB-CESTTA/81 Volumétrico</td> <td>%</td> <td>19,02</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>*Aceites y Grasas</td> <td>PEE/LAB-CESTTA/42 Gravimétrico</td> <td>mg/Kg</td> <td>406,32</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>* Nitratos</td> <td>PEE/LAB-CESTTA/16 Espectrofotométrico</td> <td>mg/Kg</td> <td>&lt; 0,2</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>* Nitritos</td> <td>PEE/LAB-CESTTA/17 Espectrofotométrico</td> <td>mg/Kg</td> <td>&lt;0,02</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>* Fosfatos</td> <td>PEE/LAB-CESTTA/21 Espectrofotométrico</td> <td>mg/Kg</td> <td>0,70</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>*Granulometría</td> <td>PEE/LAB-CESTTA/24 Granulométrico</td> <td>%</td> <td>35,6</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>*Sulfuros</td> <td>PEE/LAB-CESTTA/19 Espectrofotométrico</td> <td>mg/kg</td> <td>0,096</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>*Mercurio</td> <td>PEE/LAB-CESTTA/34 Absorción atómica</td> <td>mg/kg</td> <td>&lt;0,1</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>			PARÁMETROS	PEE-CESTTA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LIMITE PERMISIBLE	MÉTODO /NORMA	Hidrocarburos totales	PEE/LAB/CESTTA/26 TNRCC 1005	mg/kg	369,56	-	± 26%	Cadmio	PEE/LAB/CESTTA/76 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	1,50	-	± 30%	Piomo	PEE/LAB/CESTTA/78 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	<20	-	± 38%	*Materia Orgánica	PEE/LAB-CESTTA/81 Volumétrico	%	19,02	-	-	*Aceites y Grasas	PEE/LAB-CESTTA/42 Gravimétrico	mg/Kg	406,32	-	-	* Nitratos	PEE/LAB-CESTTA/16 Espectrofotométrico	mg/Kg	< 0,2	-	-	* Nitritos	PEE/LAB-CESTTA/17 Espectrofotométrico	mg/Kg	<0,02	-	-	* Fosfatos	PEE/LAB-CESTTA/21 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,70	-	-	*Granulometría	PEE/LAB-CESTTA/24 Granulométrico	%	35,6	-	-	*Sulfuros	PEE/LAB-CESTTA/19 Espectrofotométrico	mg/kg	0,096	-	-	*Mercurio	PEE/LAB-CESTTA/34 Absorción atómica	mg/kg	<0,1	-	-
PARÁMETROS	PEE-CESTTA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LIMITE PERMISIBLE	MÉTODO /NORMA																																																																					
Hidrocarburos totales	PEE/LAB/CESTTA/26 TNRCC 1005	mg/kg	369,56	-	± 26%																																																																					
Cadmio	PEE/LAB/CESTTA/76 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	1,50	-	± 30%																																																																					
Piomo	PEE/LAB/CESTTA/78 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	<20	-	± 38%																																																																					
*Materia Orgánica	PEE/LAB-CESTTA/81 Volumétrico	%	19,02	-	-																																																																					
*Aceites y Grasas	PEE/LAB-CESTTA/42 Gravimétrico	mg/Kg	406,32	-	-																																																																					
* Nitratos	PEE/LAB-CESTTA/16 Espectrofotométrico	mg/Kg	< 0,2	-	-																																																																					
* Nitritos	PEE/LAB-CESTTA/17 Espectrofotométrico	mg/Kg	<0,02	-	-																																																																					
* Fosfatos	PEE/LAB-CESTTA/21 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,70	-	-																																																																					
*Granulometría	PEE/LAB-CESTTA/24 Granulométrico	%	35,6	-	-																																																																					
*Sulfuros	PEE/LAB-CESTTA/19 Espectrofotométrico	mg/kg	0,096	-	-																																																																					
*Mercurio	PEE/LAB-CESTTA/34 Absorción atómica	mg/kg	<0,1	-	-																																																																					
<p>Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos de ensayo MC2201-04</p> <p style="text-align: right;">Página 1 de 2</p>																																																																										

**Anexo 3 C: 1-2 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento del Terminal de Transferencia Tres Bocas - Muelle Suinsa durante noviembre de 2009**

 <b>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> Panamericana Sur Km. Y% Telefax: (03)2968-910 Ext. 169	 <b>ENSAYOS</b> No OAE LE 2C 06-008
---	--	--

**INFORME DE ENSAYO No. ST:** 1438  
09-0157 ANALISIS DE SUELOS

**Nombre Peticionario:** Ing. Míriam Cárdenas  
**Am:**  
**Dirección:** Guayaquil, Guayas

**FECHA:** 18 de Noviembre de 2009  
**NUMERO DE MUESTRAS:** 1  
**FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:** 2009 / 11 / 09 - 11:00  
**FECHA DE MUESTREO:** 2009 - 11 / 08  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 2009 / 11 / 08 - 2009 / 11 / 18  
**TIPO DE MUESTRA:** Suelo  
**CÓDIGO LAB-CESTTA:** LAB-S 2735-09  
**CODIGO DE LA EMPRESA:** NA  
**PUNTO DE MUESTREO:** Tres Bocas Muelle Suinsa  
**ANÁLISIS SOLICITADO:** Análisis de Suelos  
**PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:** NA  
**CONDICIONES AMBIENTALES:** T máx.: 24.0 °C. T mín.: 20.0 °C

**RESULTADOS ANALÍTICOS:**

PARÁMETROS	PEE-CESTTA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	MÉTODO /NORMA
Hidrocarburos totales	PEE/LAB/CESTTA/26 TNRCC 1005	mg/kg	213,64	-	± 26%
Cadmio	PEE/LAB/CESTTA/76 EPA 3030B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	1,66	-	± 30%
Plomo	PEE/LAB/CESTTA/78 EPA 3030B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	<20	-	± 38%
*Materia Orgánica	PEE/LAB-CESTTA/81 Volumétrico	%	10,01	-	-
*Aceites y Grasas	PEE/LAB-CESTTA/42 Gravimétrico	mg/Kg	235,00	-	-
* Nitrosos	PEE/LAB-CESTTA/16 Espectrofotométrico	mg/Kg	< 0,2	-	-
* Nitritos	PEE/LAB-CESTTA/17 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,032	-	-
* Fosfatos	PEE/LAB-CESTTA/21 Espectrofotométrico	mg/Kg	1,18	-	-
*Granulometría	PEE/LAB-CESTTA/24 Gravimétrico	%	46,1	-	-
*Sulfuros	PEE/LAB-CESTTA/19 Espectrofotométrico	mg/kg	0,069	-	-
*Mercurio	PEE/LAB-CESTTA/34 Absorción atómica	mg/kg	<0,1	-	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos de ensayo  
MC2201-04

Página 1 de 2

**Anexo 3 D: 1-1 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de Cuarentena Centro durante noviembre de 2009**

 <b>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> Panamericana Sur Km. 1 1/2 Telefax: (03)2968-910 Ext. 169	 <b>ENSAYOS</b> No. OAE LE 20 05-003
---	---	---

**INFORME DE ENSAYO No. ST:** 1438  
09 - 0157 ANÁLISIS DE SUELOS

**Nombre Peticionario:** Ing. Mónica Cárdenas  
**Asn:** -  
**Dirección:** Guayaquil, Guayas

**FECHA:** 18 de Noviembre de 2009  
**NUMERO DE MUESTRAS:** 1  
**FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:** 2009 / 11 / 09 - 11:00  
**FECHA DE MUESTREO:** 2009 / 11 / 08 - 13:25  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 2009 / 11 / 09 - 2009 / 11 / 18  
**TIPO DE MUESTRA:** Suelo  
**CÓDIGO LAB-CESTTA:** LAB-S 2731-09  
**CÓDIGO DE LA EMPRESA:** NA  
**PUNTO DE MUESTREO:** Cuarentena 1  
**ANÁLISIS SOLICITADO:** Análisis de Suelos  
**PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:** NA  
**CONDICIONES AMBIENTALES:** T máx.: 24.0 °C. T mín.: 20.0°C

**RESULTADOS ANALÍTICOS:**

PARÁMETROS	PEE-CESTTA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	MÉTODO /NORMA
Hidrocarburos totales	PEE/LAB/CESTTA/26 TNOC 1605	mg/kg	75,74	-	± 20%
Cadmio	PEE/LAB/CESTTA/76 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	0,85	-	± 30%
Plomo	PEE/LAB/CESTTA/78 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	<20	-	± 38%
*Materia Orgánica	PEE/LAB-CESTTA/81 Volumétrico	%	7,24	-	-
*Aceites y Grasas	PEE LAB-CESTTA/42 Gravimétrico	mg/Kg	83,31	-	-
* Nitratos	PEE/LAB-CESTTA/16 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,8	-	-
* Nitratos	PEE/LAB-CESTTA/17 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,488	-	-
* Fosfatos	PEE/LAB-CESTTA/21 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,06	-	-
*Granulometría	PEE/LAB-CESTTA/24 Granulométrico	%	35,2	-	-
*Sulfuro	PEE/LAB-CESTTA/19 Espectrofotométrico	mg/kg	0,073	-	-
*Mercurio	PEE LAB-CESTTA/34 Absorción atómica	mg/kg	0,89	-	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
 Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos de ensayo  
 MC1201-04

Página 1 de 2

Anexo 3 D: 1-2 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de Cuarentena Este durante noviembre de 2009

 <p>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS Panamericana Sur Km. 1 1/2 Telefax: (03)2968-910 Ext. 169</p>	 <p>ENSAYOS No OAE LE 2C 06-008</p>																																																																								
<p><b>INFORME DE ENSAYO No.</b> 1438</p> <p><b>ST:</b> 09-0157 ANÁLISIS DE SUELOS</p> <p><b>Nombre Peticionario:</b> Ing. Maritza Cardenas</p> <p><b>Ata.</b></p> <p><b>Dirección:</b> Guayaquil, Guayas</p> <p><b>FECHA:</b> 18 de Noviembre de 2009</p> <p><b>NUMERO DE MUESTRAS:</b> 1</p> <p><b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:</b> 2009 / 10 / 09 - 11:00</p> <p><b>FECHA DE MUESTREO:</b> 2009-11 / 08 - 13:48</p> <p><b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> 2009 / 11 / 08 - 2009 / 11 / 18</p> <p><b>TIPO DE MUESTRA:</b> Suelo</p> <p><b>CÓDIGO LAB-CESTTA:</b> LAB-S 2732-09</p> <p><b>CÓDIGO DE LA EMPRESA:</b> NA</p> <p><b>PUNTO DE MUESTREO:</b> Cuarentena 2</p> <p><b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b> Análisis de Suelos</p> <p><b>PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:</b> NA</p> <p><b>CONDICIONES AMBIENTALES:</b> T máx.: 24.0 °C. T mín.: 20.0°C</p>																																																																										
<p><b>RESULTADOS ANALÍTICOS:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>PARÁMETROS</th> <th>PEE-CESTTA</th> <th>UNIDAD</th> <th>RESULTADO</th> <th>VALOR LÍMITE PERMISIBLE</th> <th>MÉTODO /NORMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hidrocarburos totales</td> <td>PEE/LAB/CESTTA/26 TNRCC 1005</td> <td>mg/kg</td> <td>&lt;70</td> <td>-</td> <td>± 26%</td> </tr> <tr> <td>Cadmio</td> <td>PEE/LAB/CESTTA/76 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B</td> <td>mg/kg</td> <td>1,07</td> <td>-</td> <td>± 30%</td> </tr> <tr> <td>Plomo</td> <td>PEE/LAB/CESTTA/78 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B</td> <td>mg/kg</td> <td>&lt;20</td> <td>-</td> <td>± 38%</td> </tr> <tr> <td>*Materia Orgánica</td> <td>PEE/LAB-CESTTA/81 Volumétrico</td> <td>%</td> <td>13,41</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>*Aceites y Grasas</td> <td>PEE /LAB-CESTTA/42 Gravimétrico</td> <td>mg/Kg</td> <td>66,45</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>* Nitratos</td> <td>PEE/LAB-CESTTA/16 Espectrofotométrico</td> <td>mg/Kg</td> <td>0,5</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>* Nitritos</td> <td>PEE/LAB-CESTTA/17 Espectrofotométrico</td> <td>mg/Kg</td> <td>&lt;0,02</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>* Fosfatos</td> <td>PEE/LAB-CESTTA/21 Espectrofotométrico</td> <td>mg/Kg</td> <td>0,37</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>*Granulometría</td> <td>PEE/LAB-CESTTA/24 Granulométrico</td> <td>%</td> <td>36,2</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>*Sulfuros</td> <td>PEE/LAB-CESTTA/19 Espectrofotométrico</td> <td>mg/kg</td> <td>0,024</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>*Mercurio</td> <td>PEE /LAB-CESTTA/34 Absorción atómica</td> <td>mg/kg</td> <td>0,31</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>			PARÁMETROS	PEE-CESTTA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	MÉTODO /NORMA	Hidrocarburos totales	PEE/LAB/CESTTA/26 TNRCC 1005	mg/kg	<70	-	± 26%	Cadmio	PEE/LAB/CESTTA/76 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	1,07	-	± 30%	Plomo	PEE/LAB/CESTTA/78 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	<20	-	± 38%	*Materia Orgánica	PEE/LAB-CESTTA/81 Volumétrico	%	13,41	-	-	*Aceites y Grasas	PEE /LAB-CESTTA/42 Gravimétrico	mg/Kg	66,45	-	-	* Nitratos	PEE/LAB-CESTTA/16 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,5	-	-	* Nitritos	PEE/LAB-CESTTA/17 Espectrofotométrico	mg/Kg	<0,02	-	-	* Fosfatos	PEE/LAB-CESTTA/21 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,37	-	-	*Granulometría	PEE/LAB-CESTTA/24 Granulométrico	%	36,2	-	-	*Sulfuros	PEE/LAB-CESTTA/19 Espectrofotométrico	mg/kg	0,024	-	-	*Mercurio	PEE /LAB-CESTTA/34 Absorción atómica	mg/kg	0,31	-	-
PARÁMETROS	PEE-CESTTA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	MÉTODO /NORMA																																																																					
Hidrocarburos totales	PEE/LAB/CESTTA/26 TNRCC 1005	mg/kg	<70	-	± 26%																																																																					
Cadmio	PEE/LAB/CESTTA/76 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	1,07	-	± 30%																																																																					
Plomo	PEE/LAB/CESTTA/78 EPA 3050B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	<20	-	± 38%																																																																					
*Materia Orgánica	PEE/LAB-CESTTA/81 Volumétrico	%	13,41	-	-																																																																					
*Aceites y Grasas	PEE /LAB-CESTTA/42 Gravimétrico	mg/Kg	66,45	-	-																																																																					
* Nitratos	PEE/LAB-CESTTA/16 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,5	-	-																																																																					
* Nitritos	PEE/LAB-CESTTA/17 Espectrofotométrico	mg/Kg	<0,02	-	-																																																																					
* Fosfatos	PEE/LAB-CESTTA/21 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,37	-	-																																																																					
*Granulometría	PEE/LAB-CESTTA/24 Granulométrico	%	36,2	-	-																																																																					
*Sulfuros	PEE/LAB-CESTTA/19 Espectrofotométrico	mg/kg	0,024	-	-																																																																					
*Mercurio	PEE /LAB-CESTTA/34 Absorción atómica	mg/kg	0,31	-	-																																																																					
<p>Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados solo están relacionados con los objetos de ensayo MC2201-04</p> <p style="text-align: right;">Página 1 de 2</p>																																																																										

Anexo 3 D: 1-3 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de Cuarentena Oeste durante noviembre de 2009

 <b>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> Panamericana Sur Km. Y 1/2 Telefax: (03)2968-910 Ext. 169	 <b>ENSAYOS</b> No OAE LE 2C 06-008
---	---	--

**INFORME DE ENSAYO No.** 1438  
**ST:** 09 - 0157 ANÁLISIS DE SUELOS

**Nombre Peticionario:** Ing. Mónica Cardenas  
**Am.**  
**Dirección:** Guayaquil, Guayas

**FECHA:** 18 de Noviembre de 2009  
**NUMERO DE MUESTRAS:** 1  
**FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:** 2009 / 11 / 09 - 11:00  
**FECHA DE MUESTREO:** 2009 / 11 / 08 - 13:25  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 2009 / 11 / 08 - 2009 / 11 / 18  
**TIPO DE MUESTRA:** Suelo  
**CÓDIGO LAB-CESTTA:** LAB-S 2733-09  
**CÓDIGO DE LA EMPRESA:** NA  
**PUNTO DE MUESTREO:** Cuarentena 3  
**ANÁLISIS SOLICITADO:** Análisis de Suelos  
**PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:** NA  
**CONDICIONES AMBIENTALES:** T máx.: 24.0 °C. T mín.: 20.0 °C

**RESULTADOS ANALÍTICOS:**

PARÁMETROS	PEE-CESTTA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LIMITE PERMISIBLE	MÉTODO /NORMA
Hidrocarburos totales	PEE/LAB/CESTTA/26 TNRCC 1005	mg/kg	72,15	-	± 26%
Cadmio	PEE/LAB/CESTTA/76 EPA 3030B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	1,32	-	± 30%
Ploomo	PEE/LAB/CESTTA/78 EPA 3030B, APHA 3030B, 3111 B	mg/kg	<20	-	±38%
*Materia Orgánica	PEE/LAB-CESTTA/81 Volumetrico	%	7,23	-	-
*Aceites y Grasas	PEE/LAB-CESTTA/42 Gravimetrico	mg/Kg	79,37	-	-
* Nitratos	PEE/LAB-CESTTA/16 Espectrofotométrico	mg/Kg	< 0,2	-	-
* Nitritos	PEE/LAB-CESTTA/17 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,027	-	-
* Fosfatos	PEE/LAB-CESTTA/21 Espectrofotométrico	mg/Kg	0,67	-	-
*Granulometría	PEE/LAB-CESTTA/24 Granulometrico	%	37,2	-	-
*Sulfuros	PEE/LAB-CESTTA/19 Espectrofotométrico	mg/kg	0,433	-	-
*Mercurio	PEE/LAB-CESTTA/34 Absorción atómica	mg/kg	<0,1	-	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
 Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos de ensayo  
 MC2201-04

Página 1 de 2

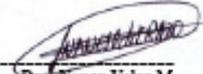
**Anexo 3 E Firmas de responsabilidad por los informes técnicos del Laboratorio  
CESTTA durante noviembre de 2009**

 <p>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03)2968-910 Ext. 169</p>	 <p>ENSAYOS No OAE-LE 2C 06-008</p>
--	---	---

**OBSERVACIONES:**

- Muestra receptada en Laboratorio.
- Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE

**RESPONSABLES DEL INFORME:**

 <p>Dr. Mauricio Alvarez RESPONSABLE TÉCNICO</p>	 <p>Dra. Nancy Veloz M. JEFE DE LABORATORIO</p>
--	--

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos de ensayo  
MC2201-04

Página 2 de 2

**Anexo 4. Análisis de diversidad y equidad de macroinvertebrados registrados durante noviembre de 2009**

<b>Estaciones</b>	<b>Diversidad H</b>	<b>Equidad</b>
Urdesa A	0.8359	0.603
Urdesa B	0.3337	0.3037
Urdesa C	0.2378	0.1715
kennedy A	1.667	0.7587
kennedy B	1.609	0.6273
kennedy C	1.766	0.8037
Miraflores A	0.6924	0.999
Miraflores B	0.7558	0.5452
Miraflores C	0	0
Tres bocas (boya 19) A	0	0
Tres bocas (boya 19) B	0	0
Tres bocas (boya 19) C	0.9503	0.865
Tres bocas (suinsa) A	0.9869	0.7119
Tres bocas (suinsa) B	0.6931	1
Tres bocas (suinsa) C	0.6365	0.9183
Tres bocas (Pto azul) A	1.909	0.9178
Tres bocas (Pto azul) B	0	0
Tres bocas (Pto azul) C	1.907	0.7676
TPI (Antes) A	1.123	0.8097
TPI (Antes) B	0	0
TPI (Antes) C	0	0
TPI (muelle) A	0	0
TPI (muelle) B	0	0
TPI (muelle) C	0.6931	1
TPI (Pto Hondo) A	0	0
TPI (Pto Hondo) B	0	0
TPI (Pto Hondo) C	0	0
Cuarentena (Centro )A	0	0
Cuarentena (Centro )B	0	0
Cuarentena (Centro )C	0.4101	0.5917
Cuarentena (Este) A	0	0
Cuarentena (Este) B	0	0
Cuarentena (Este) C	0	0
Cuarentena (Oeste) A	0	0
Cuarentena (Oeste) B	0	0
Cuarentena (Oeste) C	0	0
All Sample Index	2.226	0.6213
Jackknife Std Error	0.4938	0.1307

**Anexo 5 Cuadro de los niveles de varianza y niveles de confianza de la diversidad macrobentónica registrada durante noviembre de 2009.**

<b>Estaciones</b>	<b>H</b>	<b>Variance H</b>	<b>Lower 95%</b>	<b>Upper 95%</b>
Urdesa A	0.8359	0.004092	0.6909	0.9423
Urdesa B	0.3337	0.01477	0.1013	0.5443
Urdesa C	0.2378	0.002315	0.1446	0.3277
kennedy A	1.667	0.01257	1.389	1.827
kennedy B	1.609	0.004541	1.452	1.718
kennedy C	1.766	0.01062	1.489	1.896
Miraflores A	0.6924	5.79E-05	0.6715	0.6931
Miraflores B	0.7558	0.002063	0.663	0.8359
Miraflores C	0	0		
Tres bocas (boya 19) A	0	0		
Tres bocas (boya 19) B	0	0		
Tres bocas (boya 19) C	0.9503	0.09793		
Tres bocas (suinsa) A	0.9869	0.0437		
Tres bocas (suinsa) B	0.6931	0.03125		
Tres bocas (suinsa) C	0.6365	0.09114		
Tres bocas (Pto azul) A	1.909	0.04234		
Tres bocas (Pto azul) B	0	0		
Tres bocas (Pto azul) C	1.907	0.005026		
TPI (Antes) A	1.123	0.01587		
TPI (Antes) B	0	0		
TPI (Antes) C	0	0		
TPI (muelle) A	0	0		
TPI (muelle) B	0	0		
TPI (muelle) C	0.6931	0.125		
TPI (Pto Hondo) A	0	0		
TPI (Pto Hondo) B	0	0		
TPI (Pto Hondo) C	0	0		
Cuarentena (Centro )A	0	0		
Cuarentena (Centro )B	0	0		
Cuarentena (Centro )C	0.4101	0.06636		
Cuarentena (Este) A	0	0		
Cuarentena (Este) B	0	0		
Cuarentena (Este) C	0	0		
Cuarentena (Oeste) A	0	0		
Cuarentena (Oeste) B	0	0		
Cuarentena (Oeste) C	0	0		
All Sample Index	2.226			
Jackknife Std Error	0.4938			

**Anexo 6. Análisis de Componentes Principales de las variables físicas, químicas y biológicas registradas durante noviembre de 2009.**

*Datos estandarizados*

**Autovalores**

Lambda	Valor	Proporción	Prop Acum
1	5.88	0.31	0.31
2	4.03	0.21	0.52
3	3.25	0.17	0.69
4	1.68	0.09	0.78
5	1.60	0.08	0.87
6	0.86	0.05	0.91
7	0.70	0.04	0.95
8	0.44	0.02	0.97
9	0.33	0.02	0.99
10	0.23	0.01	1.00
11	0.00	0.00	1.00
12	0.00	0.00	1.00
13	0.00	0.00	1.00
14	0.00	0.00	1.00
15	0.00	0.00	1.00
16	0.00	0.00	1.00
17	0.00	0.00	1.00
18	0.00	0.00	1.00
19	0.00	0.00	1.00

**Autovectores**

Variables	e1	e2
Materia orgánica	0.05	0.03
pH	-0.13	0.30
Granulometría	-0.14	-0.24
Nitratos	0.14	0.41
Nitritos	0.10	0.21
Fosfatos	0.09	-0.38
Sulfuros	0.15	-0.21
TPH	-0.28	0.13
Aceites y grasas	-0.27	0.14
Cd	0.18	-0.19
Pb	-0.30	0.15
Hg	0.17	0.39
pHa	0.36	0.03
Salinidad	0.34	-0.02
Oxígeno	0.38	-0.04
Temperatura	-0.24	0.09
Profundidad	0.14	0.40
Número de especies	-0.14	-0.16
abundancia	-0.33	-0.10

**Anexo 7. Análisis de varianza: Prueba de Friedman**

**Minima diferencia significativa entre suma de rangos (16.781)**

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n							
Nitritos	18	1.64	11	A						
Sulfuros	27	2.45	11	A	B					
Hg	38.5	3.5	11		B	C				
Nitratos	42.5	3.86	11		B	C	D			
Fosfatos	56	5.09	11				D	E		
Cd	73	6.64	11						F	
Profundidad	73.5	6.68	11						F	G
Oxígeno	85.5	7.77	11						F	G H
Número de especies	99.5	9.05	11							
pH	113	10.27	11							
pHa	124.5	11.32	11							
Materia orgánica	129.5	11.77	11							
Pb	150	13.64	11							
Salinidad	156.5	14.23	11							
abundancia	157.5	14.32	11							
Temperatura	161.5	14.68	11							
Granulometría	182	16.55	11							
TPH	198	18	11							
Aceites y grasas	204	18.55	11							

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0.050$ )

### Continuación Análisis de varianza : Prueba de Friedman

---

**Minima diferencia significativa entre suma de rangos (16.781)**

---

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n							
Nitritos										
Sulfuros										
Hg										
Nitratos										
Fosfatos										
Cd										
Profundidad										
Oxígeno										
Número de especies	H	I								
pH		I	J							
pHa			J	K						
Materia orgánica			J	K	L					
Pb						M				
Salinidad						M	N			
abundancia						M	N	O		
Temperatura						M	N	O	P	
Granulometría										Q
TPH										Q
Aceites y grasas										R
										R

---

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0.050$ )

**Anexo 8. Análisis de Correlación de Spearman**

<b>Variable</b>	<b>Materia orgánica</b>	<b>pH</b>	<b>Granulometría</b>	<b>Nitratos</b>	<b>Nitritos</b>	<b>Fosfatos</b>	<b>Sulfuros</b>	<b>TPH</b>	<b>Aceites y grasas</b>
Materia orgánica	1	0.25	0.15	0.55	0.04	0.59	0.41	0.11	0.06
pH	0.35	1	0.41	0.4	0.32	0.13	0.36	0.15	0.11
Granulometría	-0.44	-0.25	1	0.86	0.58	0.46	0.64	0.96	0.68
Nitratos	0.18	0.26	-0.05	1	0.98	0.17	0.39	0.95	0.78
Nitritos	-0.62	-0.3	0.17	-0.01	1	0.71	0.07	0.15	0.09
Fosfatos	0.16	-0.45	0.22	-0.41	0.11	1	0.07	0.49	0.78
Sulfuros	-0.25	-0.28	0.14	-0.26	0.54	0.55	1	0.5	0.35
TPH	0.48	0.43	-0.01	-0.02	-0.43	0.21	-0.2	1	1.50E-03
Aceites y grasas	0.56	0.48	-0.13	0.09	-0.51	0.08	-0.28	0.96	1
Cd	0.35	0.06	-0.04	-0.05	-0.12	0.31	0.25	-0.14	-0.05
Pb	0.41	0.53	0.45	0.57	0.16	0.2	0.2	0.62	0.62
Hg	0.29	0.39	0.15	0.68	0.39	-0.22	0.08	-0.07	0.02
pHa	0.35	-0.12	-0.34	0.12	0.01	0.05	0.21	-0.5	-0.3
Salinidad	0.6	0.03	-0.57	-0.08	-0.03	0.28	0.05	0.22	0.28
Oxígeno	0.19	-0.14	-0.27	0.1	0.09	-0.02	0.27	-0.59	-0.42
Temperatura	0.12	0.54	0.04	0.09	-0.52	-0.28	-0.36	0.28	0.36
Profundidad	0.47	0.42	-0.72	0.37	-3.50E-03	-0.31	-0.15	0.31	0.43
diversidad	-0.15	0.27	0.57	-0.32	0.06	0.28	0.17	0.35	0.15
abundancia	-0.17	0.31	0.62	-0.02	-0.07	0.2	0.05	0.5	0.31

**Continuación del Análisis de Correlación de Spearman**

<b>Variable</b>	<b>Cd</b>	<b>Pb</b>	<b>Hg</b>	<b>pHa</b>	<b>Salinidad</b>	<b>Oxígeno</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Profundidad</b>	<b>diversidad</b>	<b>abundancia</b>
Materia orgánica	0.25	0.18	0.34	0.27	0.04	0.53	0.68	0.12	0.61	0.57
pH	0.85	0.08	0.19	0.71	0.91	0.64	0.07	0.17	0.36	0.3
Granulometría	0.88	0.14	0.61	0.29	0.06	0.36	0.89	0.02	0.06	0.04
Nitratos	0.86	0.06	0.02	0.7	0.79	0.75	0.75	0.21	0.29	0.94
Nitritos	0.68	0.59	0.19	0.97	0.91	0.78	0.09	0.99	0.83	0.82
Fosfatos	0.31	0.52	0.46	0.87	0.34	0.96	0.35	0.3	0.35	0.52
Sulfuros	0.41	0.52	0.78	0.5	0.87	0.36	0.23	0.63	0.56	0.87
TPH	0.64	0.04	0.82	0.11	0.48	0.05	0.36	0.3	0.25	0.09
Aceites y grasas	0.88	0.04	0.94	0.35	0.35	0.16	0.23	0.16	0.61	0.31
Cd	1	0.29	0.4	0.01	0.61	0.01	0.15	0.76	0.87	0.39
Pb	0.32	1	0.08	0.5	0.49	0.61	0.03	0.12	0.1	0.07
Hg	0.25	0.53	1	0.13	0.29	0.07	0.94	0.17	0.8	0.89
pHa	0.78	0.21	0.48	1	0.15	2.30E-03	0.92	0.67	0.14	0.01
Salinidad	0.16	0.21	0.32	0.46	1	0.26	0.19	0.13	0.12	0.11
Oxígeno	0.75	0.16	0.55	0.97	0.34	1	0.84	0.98	0.09	0.02
Temperatura	0.44	0.64	0.02	0.03	-0.39	-0.06	1	0.96	0.25	0.49
Profundidad	-0.09	0.47	0.41	0.13	0.46	0.01	0.01	1	0.3	0.21
diversidad	0.05	0.5	-0.08	-0.46	-0.46	-0.51	0.34	-0.31	1	0.01
abundancia	-0.26	0.54	-0.04	-0.81	-0.48	-0.73	0.21	-0.37	0.83	1

**Anexo 9. Cuadro comparativo de la diversidad de macroinvertebrados y las concentraciones  
de hidrocarburos totales, aceites y grasas**

<b>Estaciones</b>	<b>H' (Bits/Ind)</b>	<b>TPH (mg/Kg)</b>	<b>Aceites y grasas (mg/Kg)</b>
Urdesa	0.469133333	191.87	211.06
Kennedy	1.680666667	87.5	29.86
Miraflores	0.482733333	1124.33	1236.76
Tres Bocas B 19	0.316766667	233.41	256.75
Tres bocas m	0.772166667	213.64	235
Tres bocas Pa	1.272	369.56	406.52
TPI a	0.374333333	605.17	665.69
TPI m	0.231033333	123.21	135.53
TPI Phondo	0	627.12	689.83
Cuarentena c	0.1367	74.74	83.31
Cuarentena e	0	69	66.45
Cuarentena o	0	72.15	79.37

