

# CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (CR TOTAL, Pb, Cd) EN AGUA SUPERFICIAL Y SEDIMENTOS EN EL ESTERO SALADO (GUAYAQUIL)

*Concentration of Heavy Metals (total Cr, Pb, Cd) in Surface Water and Sediment in the Estero Salado (Guayaquil)*

Mariana Alcívar Tenorio<sup>1</sup>, Jessica Mosquera Armijo<sup>1</sup>, Rubén Castro Rendón<sup>2</sup> \*

Recibido el 27 de julio de 2011; recibido en forma revisada 20 de octubre 2011, aceptado 8 de diciembre 2011

## Resumen

El presente trabajo realizado durante la época seca (Agosto, Septiembre, Octubre) del año 2010 en cinco puntos del Estero Salado de Guayaquil se determinó la concentración de metales pesados Cadmio (Cd), Cromo total (Cr), Plomo (Pb), en las matrices agua superficial y sedimento las mismas que reportaron valores de Cd (ND - 0.06 ppm), Cr y Pb (ND - 0,01 ppm) para las muestras de agua superficial, mientras que los sedimentos fueron de Cd (ND - 9, 50), Cr (11, 99 - 43,47 ppm), Pb (13,47 - 69,47). Adicionalmente se tomaron muestras de gasterópodos (*Cerithidea valida*) para determinar si estos metales afectaban a dichos organismos y por consiguiente a la cadena trófica, los organismos fueron capturados en el área de estudio en el mes de Octubre obteniendo resultados de Cd (1,37 - 3,5), Cr (4,50 - 7,99), Pb (18,73 - 41,03). Los valores encontrados en cada una de las matrices nos refleja la problemática medio ambiental existente en este ecosistema debido principalmente a las actividades industriales, crecimiento poblacional acelerado, deforestación y el mal manejo de desecho y descargas de uso domestico e industrial no tratadas, ocasionando así el deterioro de este ecosistema.

**Palabras claves:** Metales pesados, gasterópodos, deforestación, ecosistema.

## Abstract

This work done during the dry season (August, September, October) of 2010 at five points of Estero Salado de Guayaquil was determined the concentration of heavy metals Cadmium (Cd), total chromium (Cr), Lead (Pb) in the surface water and sediment matrices the same as reported values of Cd (ND - 0.06 ppm), Cr and Pb (ND - 0.01 ppm) for surface water samples, while sediments were Cd (ND - 9 50), Cr (11, 99 to 43.47 ppm), Pb (13.47 to 69.47). In addition, samples of gastropods (*Cerithidea validated*) to determine whether these metals affect these organizations and therefore the food chain, organisms were captured in the study area in the month of October getting results of Cd (1.37 - 3 5), Cr (4.50 to 7.99), Pb (18.73 to 41.03). The values found in each of the matrices we reflect the environmental problems existing in this ecosystem due mainly to industrial activities, rapid population growth, deforestation and mismanagement of waste and discharges of domestic and industrial use untreated well causing deterioration of this ecosystem.

**Key words:** Heavy metals, gastropods, deforestation, ecosystem.

<sup>1</sup> Egresado de la Carrera de Biología, Tesis de grado – Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales – sede Mapasingue.

<sup>2</sup> Magíster en Ciencias de Saneamiento Ambiental, Químico y Farmacéutico, Director Tesis, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales – sede Mapasingue. Instituto Nacional de Pesca Distributivo De Personal.

\* rcastro@inp.gob.ec

## 1. Introducción

En los años recientes las investigaciones sobre metales pesados en los ecosistemas acuáticos han sido de gran interés debido a la preocupación de proteger el medio ambiente y a causa del papel que algunos de estos elementos juegan en los seres vivos. Existe la imperiosa necesidad de profundizar las investigaciones que permitan conocer el origen y destino de estos elementos para así poder determinar y cuantificar los efectos ecotoxicológicos que tienen sobre toda la biota que habita en estos medios (<sup>1</sup>Morse et al., 1993; <sup>2</sup>Rainbow, 1993; <sup>3</sup>Rainbow, 1995).

Los metales pesados han sido identificados como contaminantes de los más peligrosos en ecosistemas acuáticos debido a su persistencia y elevada toxicidad, los de mayor importancia toxicológica y ecotoxicológica son: Hg, As, Cr, Pb, Cd, Ni y Zn ya que para la mayoría de los organismos la exposición por encima de una concentración umbral puede ser perniciosa (<sup>4</sup>Martínez-Tabche, 2000; <sup>5</sup>Castañé, 2003).

La presencia de elementos metálicos en sistemas acuáticos fluviales y costeros se origina por la interacción del agua con los sedimentos y la atmósfera con la que está en contacto, produciéndose fluctuaciones en las concentraciones en el agua, como resultados de las fuerzas hidrodinámicas naturales, biológicas y químicas (<sup>3</sup>Rainbow, 1995).

Los metales pesados son parte fundamental de las fuentes antropogénicas provenientes de los desechos domésticos, agrícolas e industriales los cuales son peligrosos para la biota marina, el hombre y el deterioro ambiental en general. Bajo este escenario, los sedimentos, uno de los principales reservorios de estos elementos, actúan como recursos secundarios de contaminación en el medio ambiente marino (<sup>6</sup>Rubio et. al., 1996).

De gran interés en estos ambientes, es el estudio de los metales pesados tóxicos puesto que en comparación con otros contaminantes, no son biodegradables y sufren un ciclo ecológico global en el cual las aguas naturales son las principales vías (<sup>7</sup>Hardstedt & Laumond, 1980; <sup>8</sup>Tam & Wong, 1995), siendo críticos los efectos negativos

que ellos ejercen, debido a la toxicidad y a la acumulación en la biota acuática y la población humana, cuando se encuentran en concentraciones superiores a los niveles reglamentados (<sup>1</sup>Morse et al., 1993; <sup>2</sup>Rainbow, 1993; <sup>3</sup>Rainbow, 1995).

La mayoría de los metales pesados son tóxicos, en general, y lo que los hace tóxicos no son sus características esenciales, sino las concentraciones en las que pueden presentarse y el tipo de especie química que forman en un determinado medio.

### Metales en el medio ambiente

#### Cromo

El cromo es un elemento distribuido extensamente en la corteza terrestre. Puede presentar valencias de +2 a +6. Al parecer, los alimentos son en general la fuente principal de ingesta de cromo.

#### Plomo

De todas las sustancias químicas tóxicas presentes en el medio ambiente, el plomo es la más persistente. La concentración media de plomo (Pb) en la tierra es de 1,6 g por cada 100 Kg de suelo (<sup>9</sup>Pain, 1995), según Clark (1992), la producción total de plomo ronda los 43 millones de toneladas/año.

#### Cadmio

Es un elemento divalente con masa atómica de 112,41. Es soluble en ácidos minerales, con los que forma las sales minerales correspondientes, y es insoluble en agua. Es uno de los contaminantes de mayor importancia, debido a su persistencia, toxicidad y potencial de bioacumulación (<sup>13</sup>USEPA, 2000).

### Metales en el medio acuático

Los metales que entran en el medio acuático pueden tener origen natural o antropogénico. La erosión y la lixiviación química de suelos y roca constituyen la aportación más importante por procesos de origen natural. Sin embargo, actualmente la cantidad de metales procedentes de la actividad industrial y minera, iguala o excede a la liberada al medio acuático por procesos

naturales. La necesidad que tiene un ser vivo de un determinado elemento se verá reflejado en la capacidad que tiene de captarlo del medio ambiente, concentrarlo y utilizarlo, lo que se define como metabolización del elemento.

### Metales en organismos acuáticos

La captación y toxicidad de los metales pesados para los organismos acuáticos están influenciados no solo por su concentración, también son relevantes el tiempo de exposición y los factores bióticos y abióticos del ambiente (<sup>5</sup>Castañé, 2003). Los principales factores que afectan el ingreso de metal en los organismos acuáticos son su forma química, la presencia de otros metales, el pH, la salinidad, la especie animal y la fase del ciclo de vida.

El presente trabajo evalúa la concentración de los metales pesados Plomo (Pb), Cadmio (Cd), Cromo (Total) en cinco estaciones de muestreo a lo largo de la zona del Estero Salado de Guayaquil (Fertisa, 2° Puente de la Perimetral, Puente Portete, Puente Miraflores, Puente Ecológico) para determinar si las concentraciones detectadas se encuentran dentro de los Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario; establecidos en el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (<sup>30</sup>TULSMA) Libro VI, Anexo 1; Tabla 3, del Ministerio de Ambiente de la República del Ecuador, además de determinar mediante un análisis comparativo el sector con mayor concentración de metales.

### Hipótesis

Las concentraciones de metales pesados (Pb, Cr Total, Cd) en las matrices de agua superficial, sedimentos y organismos (Gasterópodos) del Estero Salado de Guayaquil son aptas para la vida acuática existente en el medio.

### Objetivos

#### Objetivo General

1. Determinar las concentraciones de metales pesados (Cd, Cr Total y Pb) de agua superficial y sedimentos en el Estero

Salado (Guayaquil), para verificar si estas se encuentran en concentraciones adecuadas para la preservación de los organismos acuáticos.

#### Objetivos específicos

1. Determinar las diferencias espaciales de las concentraciones de metales pesados (Cd, Cr Total y Pb) en el área de estudio.
2. Determinar cuáles son los factores externos (temperatura, salinidad, pH, descargas industriales y domésticas) que influyen en la variación de las concentraciones de metales pesados en cada de las matrices y estaciones muestreadas.

## 2. Materiales y Métodos

### Área de Estudio

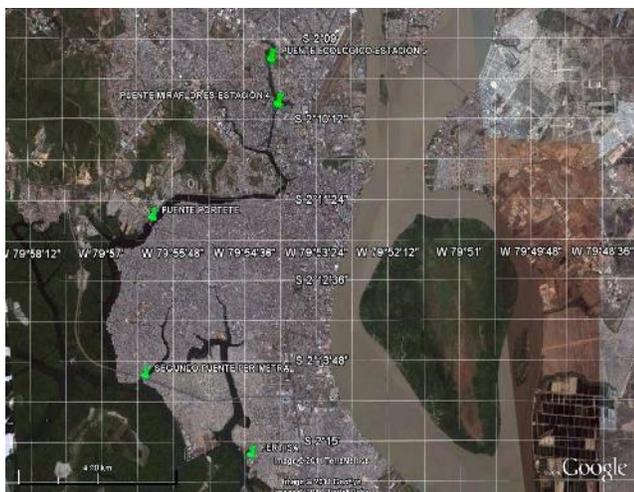
El estero salado forma parte del estuario más grande de la costa sudamericana del Pacífico el golfo de Guayaquil, se encuentra ubicado en la parte sureste de la República del Ecuador (45CAAM, 1996).

### Descripción de los puntos de muestreos

Las estaciones de muestreo fueron 5, todas ubicadas dentro de la ciudad de Guayaquil en la zona IV del Estero Salado (Figura 1) y sus correspondientes tramos. Su ubicación geográfica fue establecida mediante el uso del GPS y se encuentran resumidas en el Tabla 1.

Tabla 1. Localización geográfica de las estaciones muestreadas en el Estero Salado durante Agosto, Septiembre y Octubre de 2010.

Estación	UTM	
	S	W
Fertisa	02°15'21.4''	79°54'27.5''
2° Puente Perimetral	02°14'080''	79°56'24.7''
Puente Portete	02°11'50.5''	79°56'17.6''
Puente Miraflores	02°10'013''	79°54'58.8''
Puente Ecológico	02°09'283''	79°54'09.5''



**Figura 1.** Ubicación de las estaciones de muestreo durante Agosto, Septiembre, Octubre del 2010

### **Toma de muestra**

Durante los meses de Agosto, Septiembre y Octubre del 2010 se colectaron muestras de agua y sedimento, adicionalmente en el mes de Octubre se realizó una colecta de organismos (gasterópodos) durante la bajamar en cada una de las estaciones de muestreo, para determinar las concentraciones de Cadmio, Plomo y Cromo total.

Las muestras de agua superficial fueron colectadas por duplicado en envases de polietileno de 1000 ml previamente tratados con ácido nítrico diluido, luego fueron trasladadas al laboratorio dentro de una hielera a una temperatura aproximadamente de 10 °C. Los análisis fueron realizados en el laboratorio de Espectrofotometría del Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales (IIRN) de la Facultad de Ciencias Naturales (FCCNN) de la Universidad de Guayaquil (UG) (Figura 20). También se tomaron muestras de agua superficial en envases plásticos pequeños estériles en cada una de las estaciones para posteriormente medir la salinidad en el laboratorio.

### **Análisis en laboratorio**

Para la determinación de metales pesados, el laboratorio emplea espectrofotometría por absorción atómica para metales como cobre, oro, platino, zinc, calcio, hierro, magnesio, sodio, potasio, plomo, cromo, níquel, arsénico, mercurio

en diversas matrices provenientes de actividades como minería, agricultura, industria farmacéutica, industria plástica, hidrocarburos, industria metalúrgica, industria de alimentos, descargas industriales, industria cartonera y material de empaque.

Para el análisis de las muestras se siguieron los procedimientos y controles de calidad establecidos en el laboratorio.



**Fig. 21.-** Toma de muestra de sedimento

### Análisis de agua

#### Preservación y extracción

Una vez las muestras en el laboratorio, se procedió a su preservación colocando 1ml de ácido nítrico concentrado en cada una de ellas (Figura 26). Posteriormente la muestra fue filtrada a través de una membrana de celulosa de 0.2  $\mu\text{m}$  con ayuda de una bomba para producir vacío (Figura 27). El método empleado para la extracción de los metales fue tomado del Boletín Científico y Técnico Vol. VII, N° 1 del Instituto Nacional de Pesca “Instrumentación y Análisis Químico de Agentes Contaminantes en el Mar” por 48Solórzano, L., el procedimiento consistió en colocar 400 ml de la muestra en frascos plásticos, se adicionó 3 ml de solución pirrolidina ditiocarbomato de amonio (APDC), 5 ml de acetato de amonio y 15 ml de cloroformo en cada una de las muestra (Figura 28), se homogenizó durante 10 minutos.



Fig. 29.- Muestras preparadas Sedimento

### Análisis de los sedimentos

#### Secado

Colocadas las muestras sobre papel encerado este se esparció en láminas lo más finas posibles y se secó completamente a temperatura ambiente durante 48 horas. (Figura 30).



Fig. 30.- Secado al ambiente

#### Trituración y tamizado

Una vez secas las muestras se procedió a triturarlas con un mortero hasta obtener un polvo muy fino, posteriormente éste fue tamizado empleando tamices de 250, 125, 71  $\mu\text{m}$  de luz de malla, entre muestra y muestra los tamices fueron limpiados con alcohol para eliminar residuos, finalmente se colocaron las diferentes fracciones de las muestras tamizadas en fundas ziploc adecuadamente rotuladas con los nombres de las estaciones (Figura 31 y 32).



Fig. 32.- Tamizado

#### Secado y pesado

Colocadas las muestras en capsulas de porcelana (Figura 33) se las llevó a la estufa a temperatura de 60 a 80  $^{\circ}\text{C}$  durante 1 hora para eliminar la humedad (Figura 34), antes de pesar las muestras se realizó la verificación de peso en la balanza, (Figura 35) que consistió en tomar una masa patrón que contenía el peso exacto en gramos en este caso 0,50 g, una vez verificado el peso se puso un vaso de precipitación en la balanza obtenido el peso tarar, una vez introducido el tubo de ensayo rotulado dentro del vaso volver a tarar, se pesó 0.50g de la muestra (Figura 36) y después se llevó a la cámara de extracción de gases.



Fig. 33.- Muestras en capsula de porcelana

#### Digestión

Dentro de la cámara de extracción de gases se colocaron 5ml de  $\text{NO}_3\text{H}$  a cada uno de los tubos, se agitó suavemente hasta que se homogenizó la muestra, (Figura 37) sellando el tubo con un tapón interno y cubriendo el borde del tubo con cinta de teflón y después se procedió a tapar hasta cerrarlo herméticamente, preparado el baño de maría a 100  $^{\circ}\text{C}$  se introdujeron los tubos durante 1 hora

(Figura 38), pasado este tiempo se retiraron los tubos dejándolos enfriando por 15 minutos y luego se filtró en un matraz aforado de 100 ml enjuagando con agua destilada para eliminar la materia orgánica de las paredes del tubo, una vez filtrada la muestra se agregó 1ml de óxido de lantano (modificador de matriz) para eliminar restos de impurezas (Figura 39), luego se enrazó el matraz con agua destilada y se agitó (Figura 40).



Fig. 42.- Digestión

#### Análisis de organismos

Estando ya las muestras en el laboratorio se procede a lavarlas con agua destilada para eliminar restos de sedimento. Posteriormente fueron analizados e identificados a nivel de taxa.

#### Análisis Químicos

Para la cuantificación de metales pesados Cadmio, Cromo y Plomo en agua, sedimento y organismos se utilizaron procedimientos internos del laboratorio de Espectrofotometría del IIRN.

#### **Preparación de estándares y curvas de calibración**

Con una pipeta volumétrica calibrada se tomó 10 ppm de los estándares de Pb, Cd y Cr de 1000 ppm (Merck), llevarlas a cada uno de los matraces de 100 ml previamente rotulados con fecha y nombre del estándar enrazarlas con agua destilada (Tabla 2).

Tabla 2. Estándares y curvas de calibración

Metales	Rango lineal	Concentración de chequeo (ppm)	Curvas
Cd	2	1,5	0,5- 1,0 – 2,0
Cr	5	4	
Pb	20	20	5 – 10 – 20

Se rotularon los matraces de 100 ml con los nombres de los estándares, valores de las curvas y las concentraciones de verificación, para Cd se tomaron con las pipetas volumétricas calibradas 0,5 - 1,0 – 2,0 ppm de la solución estándar Cd de 100 ppm llevarlas a los matraces rotulados, para Cr y Pb se realizó la misma operación pero con diferentes concentraciones las mismas que se ubicaron en el Cuadro 2, se añadió a cada una de las soluciones 1 ml de ácido nítrico y modificador de matriz, finalmente enrazarlas con agua destilada.

#### **Lectura de la muestra**

Las lecturas de las muestras se realizaron en el espectrofotómetro de Absorción Atómica Perkin Elmer modelo AA100. Se corrió la curva de estándares para cada elemento, luego se realizaron las lecturas del blanco y de las muestras. Instrumentalmente se realizaron 5 lecturas y manualmente 2, dando un valor medio de 10 lecturas por muestras.

#### **Tratamiento de datos**

Las unidades de absorbancia deben ser comprobadas de tal manera que se cumplan con la curva lo cual se verificó con las concentraciones de control.

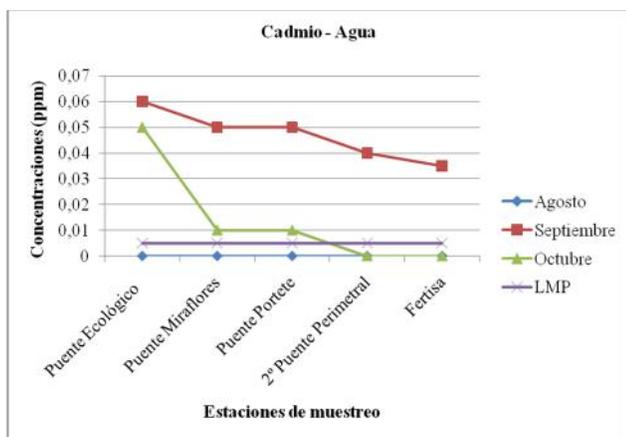
### **3. Resultados**

#### **Agua**

Las concentraciones de Cadmio no fueron detectables en el mes de Agosto, mientras que en los meses de Septiembre y Octubre la concentración más alta fue de 0,06 ppm en la estación del Puente Ecológico esta excedió el valor máximo permisible, los datos se resumen en el Tabla 3 y Figura 45.

**LMP:** Límite Máximo Permissible.

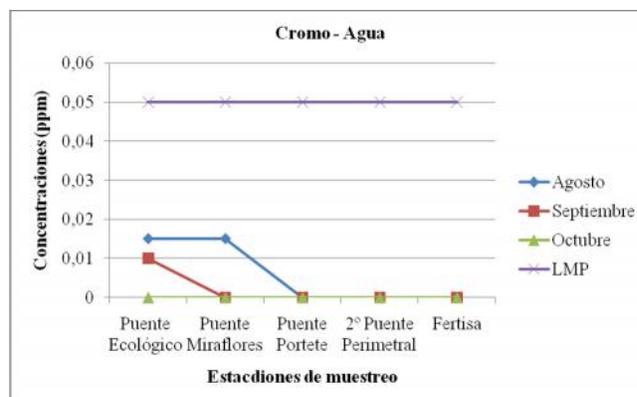
**ND:** Valor no Detectable.



**Figura 45.** Concentración de Cadmio en muestra de agua en el estero salado durante los meses Agosto, Septiembre y Octubre del 2010.

En el monitoreo Calidad de agua del Estero Salado realizado por la Dirección de Medio Ambiente de M.I Municipalidad de Guayaquil en el 2009 demostró que las concentraciones de Cd se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos en el (30TULSMA). En el presente estudio se observa un incremento de las concentraciones de Cadmio siendo la más alta en la Estación de Puente Ecológico con 0,06 ppm del mes de Septiembre, mientras que en las demás estaciones presentaron un rango de 0,05 y 0,01 ppm que sobrepasan los límites establecidos en la normativa ambiental.

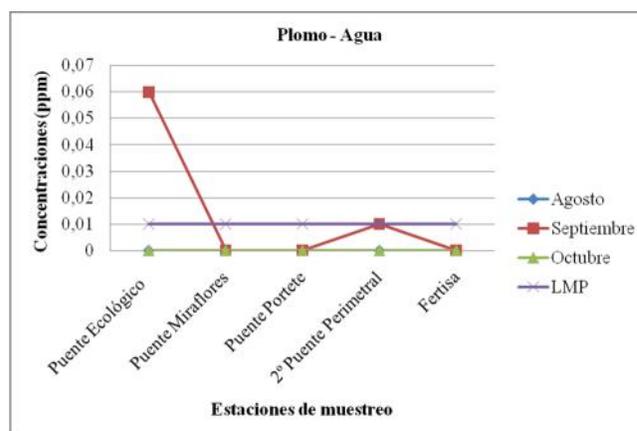
El Cromo presentó un patrón de concentraciones bajas en los 3 meses muestreados, solo en Agosto en las estaciones Puente Ecológico y Puente Miraflores se obtuvieron valores de 0.015 que se encuentran el nivel máximo permissible Tabla 4 y Figura 46.



**Figura 46.** Concentración de Cromo en muestra de agua en el estero salado durante los meses Agosto, Septiembre y Octubre del 2010.

Las máximas concentraciones de Cromo se encontraron en las estaciones de Puente Ecológico y Puente Miraflores con un promedio de 0,015 ppm. En el mes de Agosto. Mientras que las mínimas concentraciones se mantuvieron constante en la estación de Fertisa, 2º Puente Perimetral, Puente Portete en los 3 meses muestreados con un valor no detectable. Las estaciones de Puente Ecológico y Puente Miraflores sobrepasaron los valores máximos permisibles cuyo valor es 0,05 ppm.

El Plomo en los meses Agosto, Septiembre y Octubre presentó concentraciones no detectables para el método, excepto en la estación Puente Ecológico en el mes de Septiembre fue de 0,06 ppm Tabla 5 y Figura 47.



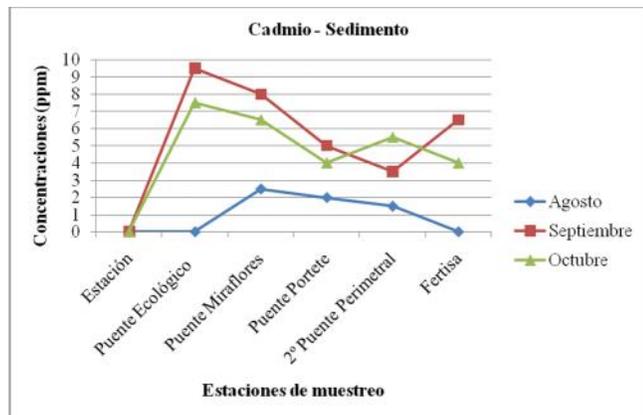
**Figura 47.** Concentración de Plomo en muestra de agua en el estero salado durante los meses Agosto, Septiembre y Octubre del 2010.

El plomo presentó un aumento en la estación de Puente Ecológico con un valor de 0,06 en el mes de Septiembre mientras que en las demás estaciones muestreadas mantuvo concentraciones no detectables.

Los valores de plomo se incrementaron el 2010, ya que valores inferiores se registraron en el 2009 cuya máxima concentración se presentó en la estación de Puente de la 17ava con 0,5 ppm. Mientras que el 2010 en el Puente Ecológico se obtuvo una concentración de 0,06 ppm. 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 0.01 mg/l (<sup>30</sup>TULSMA 2002).

### Sedimento

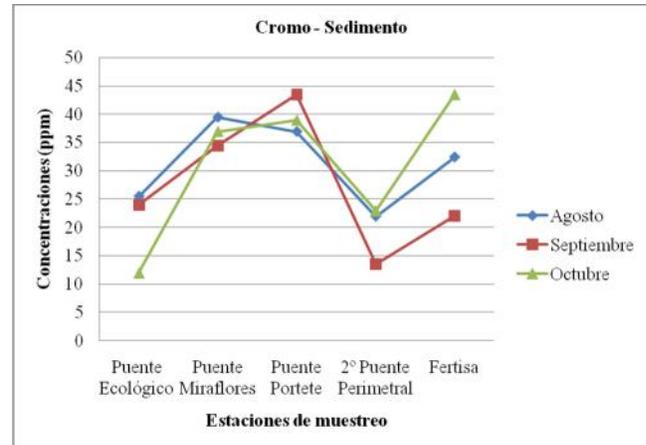
La presencia de Cadmio en el sedimento durante la época de muestreo tuvo su mayor concentración en septiembre con un valor de 9,5 ppm en el Puente Ecológico y la menor concentración fue 1,49 ppm en Agosto en la estación 2° Puente Perimetral descritos en el Tabla 6 y Figura 48.



**Figura 48.** Concentración de Cadmio en muestra de sedimento en el estero salado durante los meses Agosto, Septiembre y Octubre del 2010.

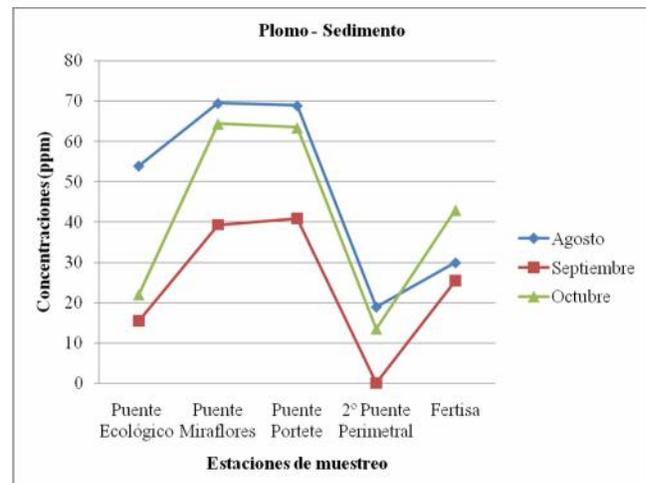
Durante la época de muestreo el Cromo presentó concentraciones muy elevadas valores de 43,47 ppm en el mes de Septiembre en la estación de

Puente Portete y la más baja fue de 11,99 ppm en la estación Puente Ecológico en el mes de Octubre, como se muestra en el Tabla 7 y Figura 49.



**Figura 49.** Concentración de Cromo en muestra de sedimento en el estero salado durante los meses Agosto, Septiembre y Octubre del 2010.

El plomo presentó en el mes de agosto valores muy altos de 69,47 ppm en la estación de Puente Miraflores mientras que en el mes de Septiembre en la estación 2° Puente Perimetral la concentración más baja fue de 13,47 ppm, obsérvese en el Tabla 8 y Figura 50.

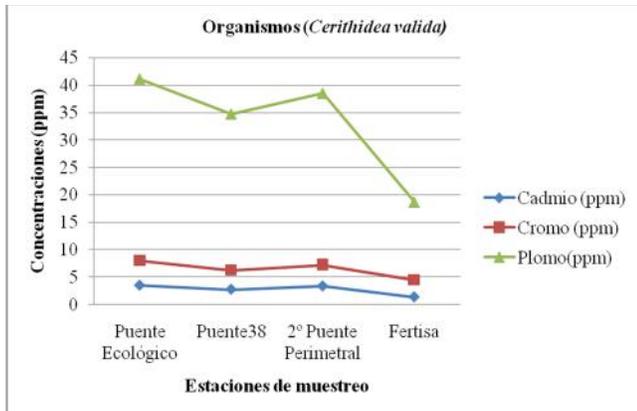


**Figura 50.** Concentración de Plomo en muestra de sedimento en el estero salado durante los meses Agosto, Septiembre y Octubre del 2010.

### Organismos

Adicionalmente se tomaron muestras de gasterópodos Cerithidea válida para

determinar si estos metales afectaban a dichos organismos y por consiguiente a la cadena trófica, los organismos colectados en el mes de Octubre presentaron concentraciones de 41,08 ppm en Plomo en la estación Puente Ecológico, para Cadmio se presentó el valor más bajo de 1,37 ppm en la estación Fertisa Tabla 9 y Figura 51. Correspondiente al muestreo no se hallaron dichos organismos en la estación de Puente Miraflores.

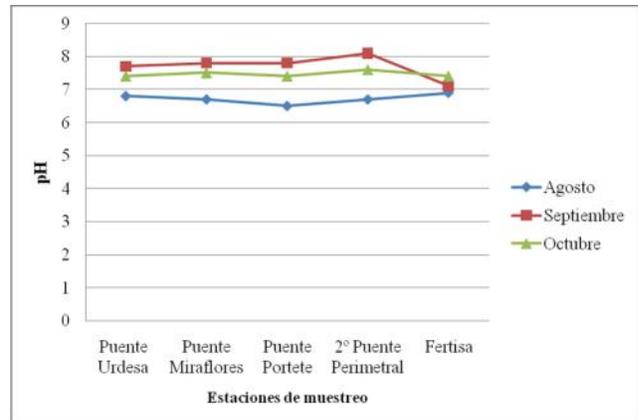


**Figura 51.** Concentración de Cadmio, Cromo, Plomo en muestra de organismo (Cerithidea valida) en el estero salado durante el mes de Octubre del 2010.

### Parámetros físico – químico

#### Potencial de Hidrogeno (pH)

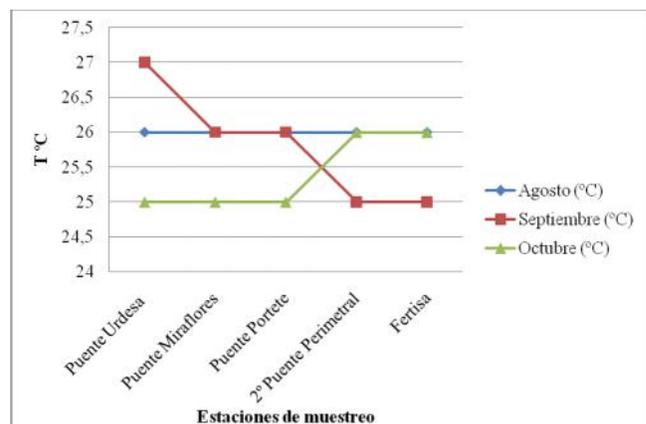
El potencial ión hidrógeno es un parámetro importante en la calidad de aguas naturales. El pH es una medida de la concentración de iones de hidrógenos en el agua. El pH presentó un rango entre 6,5 a 8,1, siendo la estación Puente Portete con el valor más bajo en pH en el mes de Agosto pero también el mes con menor pH dentro de los demás meses muestreados, mientras que en el mes de Septiembre se presentó el pH más alto en todas las estaciones a diferencia de los demás meses a excepción de la estación 2° Puente perimetral que fue el de mayor valor 8,1 presentados en el Tabla 10 y Figura 52.



**Figura 52.** Valores del pH del agua en los meses de Agosto, Septiembre y Octubre del 2010.

#### Temperatura

La temperatura en las aguas es muy importante por su efecto en otras propiedades, por ejemplo la aceleración de reacciones químicas, la reducción de la solubilidad de los gases, intensidad de sabores y olores. La temperatura presentó un promedio de 26°C, siendo la estación Puente Ecológico la que presentó la temperatura más elevada con 27°C resumidos en la Tabla 11 y Figura 53.

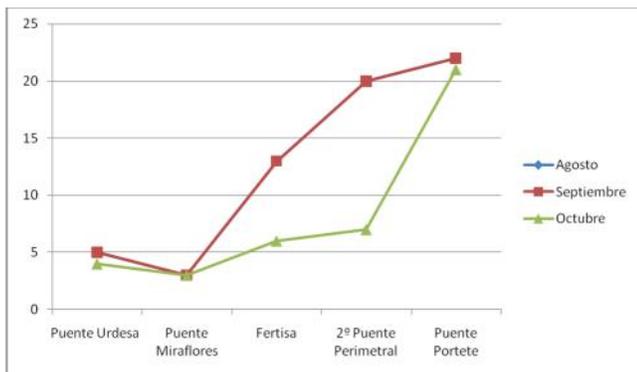


**Figura 53.** Valores de la Temperatura del agua en los meses de Agosto, Septiembre y Octubre del 2010.

#### Salinidad

La salinidad es el contenido de sal disuelta en un cuerpo de agua. La salinidad de las aguas influye en la distribución de los organismos. En los tres meses muestreados la salinidad más alta fueron en las estaciones de Puente Portete, 2° Puente Perimetral, Fertisa con un valor entre 6 – 22,

mientras que las más bajas fueron en Puente Urdesa y Puente Miraflores con valores entre 5 – 3 descritos en el Tabla 12 y Figura 54, se intercambia el orden de las estaciones por las bajas concentraciones obtenidas en la estación de Fertisa.



**Figura 54.** Valores de la Salinidad durante los meses de Agosto, Septiembre y Octubre del 2010.

#### 4. Discusión

Al comparar la normativa ambiental vigente en el Ecuador que establece los criterios de calidad admisible para la preservación de la flora y fauna en agua dulces, fría o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios (Norma de Calidad Ambiental y de descargas de efluentes: Recurso Agua, Libro VI anexo 1) con los resultados obtenidos en los análisis de agua se encontró que durante el mes de septiembre en todas las estaciones de muestreo se obtuvo niveles que sobrepasan los establecidos en la norma debido a que en este mes fueron reportadas las más altas concentraciones de los parámetros físicos que influye en los comportamiento de los metales como Cadmio y Plomo en este tipo de ecosistema, mientras que el Cromo fue el único que se mantuvo dentro de la normativa.

El pH es uno de los factores esenciales en la concentración de los metales ya que la solubilidad de Cadmio y Plomo aumenta en medios ácidos (María D. Moreno, 2003). En este estudio la influencia del pH no fue representativa ya que las concentraciones de los metales existentes en cada una de las matrices fueron diferentes y

totalmente independientes a las del pH debiéndose tal vez a otros factores físico químico y biológico.

Debido a que Ecuador no cuenta con normativa ambiental para sedimentos y organismos acuáticos, se recurrió a normas internacionales como la Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic life (Canadian Environmental Quality Guidelines, 1999) en los que se establecen las siguientes concentraciones: para Cadmio, 0,676 ppm; Cromo 52,3 ppm y Plomo 30,2 ppm.

Las concentraciones de Cadmio encontradas en los sedimentos estuvieron en el rango de 1,49 ppm a 9,5 ppm; en el mes de agosto en la estación 2º Puente Perimetral y el mes de Septiembre en el Puente Ecológico respectivamente excediendo en todas las estaciones los límites permisibles según la normativa de Canadá. En nuestro estudio se encontró mayores concentraciones de Cadmio que los reportados por Cárdenas, M. (2010), en el mismo sector lo que denotaría un notable incremento en las concentraciones de este metal en los sedimentos.

Para Plomo detectó valores de 37,82 ppm en la estación Miraflores durante el mes de noviembre del 2009 y en este mismo sector, este estudio reporta concentraciones de 69,47 – 39,42 y 64,38 ppm confirmándose, la problemática ambiental que el área afronta.

Las altas concentraciones de Plomo encontradas en la mayor parte del área de investigación podría deberse a que en esta área se encuentran asentadas una cantidad significativa de industrias que descargan sus desechos líquidos al estero, la mayoría de las veces sin previo tratamiento, causando el incremento de las concentraciones de los metales y deteriorando el hábitat de los diversos organismo que en este habitan.

En el estudio realizado por Mero, M. (2010) en cuatro esteros del Golfo de Guayaquil encontró concentraciones de 0,01 a 0,04 ppm de Cd en agua y de 0,05 a 0,15 ppm de Pb en agua, mientras que los sedimentos presentaron concentraciones de 1,82 y 11,55 ppm para Cd y Pb respectivamente lo que demuestra que las aguas del estero salado presenta menor concentración de estos elementos

lo contrario ocurre con los sedimentos que en este caso es donde se acumulan los metales siguiendo su curso e incorporándose en la cadena trófica.

En lo referente a los gasterópodos (*Cerithidea valida*) debido a su hábitat y forma de alimentación estos organismos presentan una similitud significativa con las concentraciones de los sedimento ya que estos son filtradores y acumulan en su interior estos metales.

En un bioensayo realizado por Piansiri y Boonchamoi (2008) en una especie de caracol de agua dulce (*Filopaludina martensi martensi*), encontrándose que este presentó una mayor acumulación de metales durante la época de verano ya que durante la temporada de lluvias estos organismos presentan una mejor eliminación de estos metales ayudado por la dilución que sufren estos en el medio ambiente. Mientras que en (*Cerithidea valida*) en la época seca también se observó una concentración considerable por acción de la contaminación del medio.

<sup>56</sup>Altug y Güler (2002) tomaron muestras de caracoles (*Rapana venenosa*) en el norte de la costa de Marmara encontrando niveles de metales pesados que oscila entre 0,52 – 1,25 ppm para Pb y de ND – 0,08 ppm de Cd, en comparación con los niveles detectados en los caracoles (*Cerithidea valida*) colectados en el estero salado que nos muestran concentraciones que oscilan entre 18,73 - 41,08 ppm para Pb y 1,37 – 3,50 ppm para Cd, podemos notar el estado de contaminación en que se encuentra el estuario. Los estudios de Davies et. al., (2006) mostraron que el sedimento concentra más metales que el agua, mientras que los caracoles acumulan más de estos metales que el sedimento. El factor de concentración biológica revelo que los caracoles tienen un alto potencial para concentrar metales pesados en sus conchas y tejidos blandos siendo directamente proporcional a su tamaño.

Los valores obtenidos muestran que el área de estudio está expuesta a una contaminación constante no solo por la actividad industrial de empresas que se encuentran a los alrededores de los puntos de muestreos como son: Insumos Agropecuarios, Fábricas de Acero, Talleres de mecánicas, Gasolineras, Centros de estéticas,

Centros comerciales, Laboratorios químicos, Fabrica de Andec, Fertisa entre otras, sino también por los asentamientos poblacionales a orillas del estero que arrojan sus desechos (pilas de radio, reloj, etc) directamente en este y al transporte fluvial que transita en él, incluyendo embarcaciones ancladas con derrames de gasolina en la orilla del estero. De esta manera incrementa las concentraciones de estos metales en el área quedando expuesto no solo los organismos que en este habitan sino también toda la comunidad.).

## 4. Conclusiones

1. Las concentraciones de Cd y Pb en el agua sobrepasan los límites permisibles establecidos en la normativa (Norma de Calidad Ambiental y de descargas de efluentes: Recurso Agua, Libro VI anexo 1), el Cr presentó valores que se encuentran dentro de la normativa ambiental, esto no significa que el área de estudio no esté afectada ya que la sola presencia de estos metales en cualquier sustrato u organismo tiene significancia ambiental y ecológica.
2. En los gasterópodos (*Cerithidea valida*) las concentraciones para plomo en toda el área de estudio fueron considerablemente elevadas siendo la más alta de 41.08 ppm en el Puente Ecológico los niveles más bajos fueron para el Cadmio con 1.37 ppm en Fertisa. Las concentraciones de metales encontradas en (*Cerithidea valida*) pueden poner en riesgo a la especie, así como también a otras especies existentes en el área. Este riesgo potencial podría afectar también a la población que consume especies de interés comercial capturadas en el área.
3. Los niveles de metales encontrados en este estudio pueden afectar el ecosistema a largo plazo si no se mantiene o se establece un control permanente al cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

## 5. Recomendaciones

1. Es de prioridad que las autoridades competentes se preocupen y le den la importancia necesaria a la problemática medioambiental que presenta este ecosistema, debe existir un programa perenne en la ciudad para que permita tener regulaciones medioambientales.
2. Este plan de monitoreo permitirá a las autoridades competentes penalizar a los infractores con los datos obtenidos a través de los datos de los monitoreos que permitan establecer normas ambientales constitucionales vigentes.
3. Los gobiernos zonales a través de estos resultados impulsar la socialización en los sectores afectados para que de esta forma tomen conciencia para establecer un manejo adecuado de los desechos.
4. Que personal técnico capacitado imparta charlas y talleres a las familias habitantes de los sectores para que de esta manera tomen conciencia y tengan un manejo adecuado de sus desechos..

## Referencias

- [1] Adriano, D. 1986. Trace Elements in the Terrestrial Environment. Springer-Verlag. New York 533pp.
- [2] Adams. C.B. 1852. World Register of Marine Species. WoRMS.
- [3] Arcos V. y R. Castro. 2005. Metales pesados en agua, sedimentos y organismos. Revista de Ciencias Naturales y Ambientales, V. 1 N° 1: pg. 103 – 120.
- [4] Balls, P., Lasslett, R. & Price, N. 1994. Nutrient and trace metal distributions over a complete semi-diurnal tidal cycle in Forth estuary, Scotland. Neth. J. of Sea. Res., 33(1): 1-17.
- [5] CAAM. 1996. Desarrollo y Problemática Ambiental del Área del Golfo de Guayaquil. 326p.
- [6] CAAM. 1996. Sistemas Biofísicos en el Golfo de Guayaquil. Circulación del Agua. 61p.
- [7] Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. 1999.
- [8] SUMMARY TABLES Update 2002.
- [9] Calidad de agua en el tramo A del Estero Salado, M. I. Municipalidad de Guayaquil, Dirección de Medio Ambiente.
- [10] Cárdenas, M. 2010. Efecto de la contaminación Hidrocarbúrfica sobre la estructura comunitaria de macroinvertebrados bentónicos presentes en el sedimento del Estero Salado, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, Maestría en Ciencias Manejo sustentable de recursos Bioacuáticos y Medio Ambiente.
- [11] Castañé PM, Topalián ML, Cordero R and Salibián A. 2003. Influencia de la especiación de los metales pesados en medio acuático como determinante de su toxicidad. Rev Toxicol 20:13-18.
- [12] Consulambiente Cía Ltda, 2007. Plan de Manejo de la Reserva de Producción Faunística Manglares el Salado. Elaborado para la Municipalidad de Guayaquil. 150p.
- [13] Clark, R.B.; Marine Pollution, 1992, 3rd ed., Clarendon Press, Oxford.
- [14] Cruz, M. 1981. Distribución y migraciones verticales del zooplancton en el Golfo de Guayaquil. Revista de Ciencias del Mar y Limnología. 1(1): 9-35.
- [15] David, J & Phillips, H. 1995. The chemical environmental fates of trace metals and organochlorines in aquatic ecosystems. Mar. Poll., 31 (12): 4-12.
- [16] Davies O. A., Allison M.E and Uyi, H. S. 2006. Bioaccumulation of heavy metals in water, sediment and periwinkle (*Tympanotonus fuscatus* var *radula*) from the Elechi Creek, Niger Delta. African Journal of Biotechnology Vol. 5 (10), pp. 968- 973.
- [17] EMAG. 1978. Recuperación del Estero Salado Plan de Trabajo. Empresa Municipal Alcantarillado de Guayaquil. Guayaquil. 43p.
- [18] Elbaz-Poulichet, F., Garnier, J., Guan, M., Martin, J & Thomas, A. 1996. The conservative behavior of trace metals (Cd, Cu, Ni and Pb) and As in the surface plume stratified estuaries: Example of the Rhone River (France). Estuar. Coast. and Shelf. Sci., 42: 280-310.
- [19] Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y selección de la mejor alternativa del Plan Integral de la Recuperación del Estero Salado (PIRES), 2000. M.I Municipalidad de Guayaquil – Lahmeyer Cimentaciones consorcio alemán- ecuatoriano.
- [20] G. Altug, N. Güler. 2002. Determination of the Levels of Indicator Bacteria, Salmonella spp. And Heavy Metals in Sea Snails (*Rapana venosa*) from the Northern Marmara Sea, Turkey. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 2: 141-14.
- [21] Guzmán, R., R. Repelin, M. Luzuriaga, D. Hinostroza y M. E. Villarreal. 1991. Estudio

ecológico del mesoplancton del Golfo de Guayaquil, abundancia, ciclos nictamerales y relaciones entre el estuario del Río Guayas y el Océano. Boletín Científico Técnico 4 (2): 1-27.

- [22] Harsdted, R. & Laumond, R. 1980. Zinc, Cooper and cadmium in zooplankton from the N. W. Mediterranean. Mar. Poll. Bull., 11: (5): 133-138.
- [23] Informe Técnico de la Calidad de Agua y de descargas al Estero Salado, 2009. M.I. Municipalidad de Guayaquil, Dirección de Medio Ambiente.
- [24] León, I. 1995. Comportamiento y Distribución de los metales pesados (Fe, Cu, Cd, Mn, Cr, Ni, Zn y Pb) en la Cuenca Baja y Pluma del Río Manzanares (Cumaná – Venezuela). Trabajo de grado M.S en Ciencias Marinas. Instituto de Oceanografía de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 214 pp.