

Mónica Fátima Estupiñan Zambrano ^a; Paola Geovanna Peñafiel Villareal ^b;
Gabriela Michelle Andrade Dicao ^c

Variaciones estacionales de los parámetros físico-químicos de la calidad de agua del
estero salado en el canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil bajo
condiciones de dragado

Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento. Vol. 2 núm.2, mayo,
ISSN: 2588-073X, 2018, pp. 307-326

DOI: [10.26820/recimundo/2.\(2\).2018.307-326](https://doi.org/10.26820/recimundo/2.(2).2018.307-326)

Editorial Saberes del Conocimiento

Recibido: 05/12/2017

Aceptado: 15/03/2018

- a. Universidad Agraria del Ecuador; mestupinan@uagraria.edu.ec
- b. Universidad Agraria del Ecuador; ppenafiel@uagraria.edu.ec
- c. Universidad Agraria del Ecuador gandrade@uagraria.edu.ec

Variaciones estacionales de los parámetros físico-químicos de la calidad de agua del estero salado en el canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil bajo condiciones de dragado

Vol. 2, núm. 2., (2018)

Mónica Fátima Estupiñan Zambrano; Paola Geovanna Peñafiel Villareal; Gabriela Michelle Andrade Dicao

RESUMEN

El canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, es la vía náutica más importante del país, ya que permite la entrada y salida de embarcaciones de gran calado, incrementando la economía a nivel nacional. Se realizó el estudio en 14 estaciones ubicadas a lo largo del canal en las dos épocas del año húmeda y seca, durante el período 2009-2015.

Las salidas de campo se las efectuó a bordo de una embarcación ligera del Instituto Oceanográfico de la Armada en las estaciones señaladas, siguiendo las instrucciones de campo descritas en los procedimientos del Laboratorio de Oceanografía Química para la recolección de agua estuarina. Se realizaron los análisis físico-químicos, nutrientes y microbiológicos para las muestras recolectadas, de los resultados obtenidos, se elaboraron tablas estadísticas y gráficos de la distribución superficial de los parámetros en estudio.

Los datos adquiridos durante este período, para cada una de las épocas a nivel de superficie, estuvieron dentro de los límites permisibles según la Norma de Calidad Ambiental de la Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente, Libro VI Anexo I (TULSMA) reformado mediante Acuerdo Ministerial No. 097A-2015, aplicado para la preservación de la flora y fauna para aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

Palabras Claves: Calado, agua estuarina, análisis físico-químicos, distribución superficial, límites permisibles.

Variaciones estacionales de los parámetros físico-químicos de la calidad de agua del estero salado en el canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil bajo condiciones de dragado

Vol. 2, núm. 2., (2018)

Mónica Fátima Estupiñan Zambrano; Paola Geovanna Peñafiel Villareal; Gabriela Michelle Andrade Dicao

ABSTRACT

The access channel to seaport of Guayaquil, is the country's most important nautical route, allowing the entry and exit of large vessels, increasing the national economy. The study was conducted in fourteen stations located along the channel in both wet and dry seasons of the year during the period 2009-2015.

Field trips were made aboard the slight boat of the INOCAR in designated stations, following the field's instructions procedures described in the Chemical Oceanography Laboratory for collection physical-chemical, microbiological estuarine water for nutrients and collected samples of the results obtained were analyzed and performed on statistical tables and graphs of the surface distribution of the parameters under studies were developed.

The data acquired during this time, for each of the periods at the surface level , were within permissible limits according to the Environmental Quality Standards of Secondary Legislation of the Ministry of Environment , Book VI Annex I (TULSMA) reformed by Ministerial Agreement No. 097A -2015 , applied for the preservation of the flora and fauna from rivers, cold or warm waters , and marine and estuarine waters .

Key words: Openwork, estuarine water, physical-chemical analysis, surface distribution, permissible limits.

Variaciones estacionales de los parámetros físico-químicos de la calidad de agua del estero salado en el canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil bajo condiciones de dragado

Vol. 2, núm. 2., (2018)

Mónica Fátima Estupiñán Zambrano; Paola Geovanna Peñafiel Villareal; Gabriela Michelle Andrade Dicao

Introducción.

Guayaquil es una ciudad que históricamente ha mantenido una fuerte identidad portuaria, donde se desempeñan las mayores actividades tanto en exportaciones como en importaciones de productos por vía marítima a través de su puerto, que a nivel regional, se ha convertido en el tercero del ranking portuario por su alta competitividad.

La profundidad actual del canal de navegación es de 9.6 m. MLWS (Mean Low Water Spring) y se ha comprobado en los últimos años que el Puerto marítimo de Guayaquil no tiene capacidad de recibir grandes embarcaciones, por lo que paulatinamente perdería competitividad en el contexto internacional. (Falcão & Vale, 2003)

Es de carácter prioritario que el canal de acceso al Puerto de Guayaquil tenga las mejores características de profundidad a fin de que puedan ingresar barcos de mayores calados y mejores características para transportar grandes volúmenes de carga especialmente de contenedores. Esto constituye un objetivo determinante en el logro de los propósitos finales de convertir a Guayaquil en el centro de la economía nacional, por esta razón se está ejecutando el proyecto del DRAGADO AL CANAL DE ACCESO AL PUERTO MARÍTIMO DE GUAYAQUIL, el mismo que implica la transportación de los sedimentos recolectados en el canal de acceso hacia el área de depósito, lo que genera un intercambio de los parámetros físico químicos en la calidad de las aguas estuarinas, ya que durante el dragado se produce una remoción de los sedimentos de fondo siendo los más livianos los que se suspenden en la columna de agua lo cual podría afectar

Variaciones estacionales de los parámetros físico-químicos de la calidad de agua del estero salado en el canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil bajo condiciones de dragado

Vol. 2, núm. 2., (2018)

Mónica Fátima Estupiñan Zambrano; Paola Geovanna Peñafiel Villareal; Gabriela Michelle Andrade Dicao

a los parámetros de calidad del agua tales como nutrientes, metales pesados, oxígeno disuelto, microbiología y DQO. (Autoridad Portuaria de Guayaquil, 2008)

Debido a las particularidades geográficas del territorio ecuatoriano, existen dos estaciones: húmeda y seca. La estación húmeda o lluviosa se extiende de diciembre a mayo en la costa ecuatoriana con promedio de 148 mm. de precipitación (INOCAR); y la estación seca lo que abarca el resto del año. (LANDAETA, 2010)

El aumento de precipitación en el canal podría provocar alteraciones y afectar la flora-fauna, salud de la población aledaña. Asimismo los productos resultantes del intercambio en las propiedades físico-químicas y la repartición de contaminantes entre los ecosistemas son arrastrados por las lluvias como precipitados o partículas insolubles.

Por medio de variaciones estacionales, lo que provocan fluctuaciones (movimientos ascendentes y descendentes de la variable) periódicos por naturaleza se pueden manifestar un encadenamiento de intercambio de contaminantes en las columnas de aguas y sedimento. Dicha contaminación es influyente de las actividades antropogénicas ocurridas en años atrás, así como de las descargas de los efluentes de camaroneras y fábricas aledañas a los 60 km. aproximadamente que tiene de longitud el estero salado desde la ciudad de Guayaquil hasta la ciudad de Posorja. Existen ecosistemas estuarinos donde habitan especies de mucha importancia ecológica y comercial, de frágil estabilidad y ardua adaptación a cambios en su hábitat.

Es importante caracterizar los parámetros contaminantes y físico-químicos del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil tanto en época húmeda y seca, en condiciones de

Variaciones estacionales de los parámetros físico-químicos de la calidad de agua del estero salado en el canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil bajo condiciones de dragado

Vol. 2, núm. 2., (2018)

Mónica Fátima Estupiñán Zambrano; Paola Geovanna Peñafiel Villareal; Gabriela Michelle Andrade Dicao

dragado ya que es un sector transcendental para el comercio y productividad en la ciudad de Guayaquil.

Este documento presenta el estudio y los cambios que se producen en los parámetros contaminantes y físico-químicos a lo largo del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil en épocas húmedas y secas, durante el período 2009 – 2015.

Metodología.

De Campo

Se realizaron salidas de campo durante el período 2009-2015 en épocas húmedas y secas.

Los monitoreos se efectuaron en el área de dragado donde se establecieron siete estaciones y, en el área donde se están depositando los sedimentos (producto de dragado) denominada “Área de depósito”.

Las salidas de campo durante los años 2014 y 2015, se realizaron en una embarcación con motores fuera de borda del INOCAR.

Se recolectaron muestras de agua a nivel superficial utilizando una botella denominada “Van Dorn”, siguiendo el procedimiento interno del Laboratorio de Oceanografía Química del INOCAR.

Las muestras fueron separadas en alícuotas para el análisis de Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno, Coliformes Fecales, Totales, metales pesados y nutrientes. A

Variaciones estacionales de los parámetros físico-químicos de la calidad de agua del estero salado en el canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil bajo condiciones de dragado

Vol. 2, núm. 2., (2018)

Mónica Fátima Estupiñan Zambrano; Paola Geovanna Peñafiel Villareal; Gabriela Michelle Andrade Dicao

bordo de la embarcación también fueron realizados los análisis in-situ de: Temperatura, pH y salinidad, para lo cual se utilizaron equipos portátiles como un potenciómetro y conductímetro marca WTW, los mismos que estuvieron previamente calibrados con soluciones Buffer certificados Certipur 4, 7, 10 y Estándar de Cloruro de Sodio 35ppm.

Dichas muestras fueron etiquetadas, preservadas en refrigeración y transportadas en coolers hacia los laboratorios del INOCAR y de un laboratorio acreditado.

De Laboratorio

Las muestras recolectadas en campo, fueron analizadas en el Laboratorio de Oceanografía Química del INOCAR, donde se aplicaron ensayos químicos y metodologías para los parámetros estudiados.

Oxígeno Disuelto

Las muestras para análisis de oxígeno disuelto, son analizadas por volumetría mediante el Procedimiento Específico de Ensayo PEE/LAB-DOQ/01 con un rango de análisis de 0,14 - 9,00 mg/l, basado en el método yodométrico - modificación de azida del Standard Methods 16st Edition for the examination of water & wastewater (APHA, 2005).

Demanda Química de Oxígeno

Método PEE-GQM-FQ-04 (procedimiento específico del laboratorio acreditado, para matriz agua).

Variaciones estacionales de los parámetros físico-químicos de la calidad de agua del estero salado en el canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil bajo condiciones de dragado

Vol. 2, núm. 2., (2018)

Mónica Fátima Estupiñan Zambrano; Paola Geovanna Peñafiel Villareal; Gabriela Michelle Andrade Dicao

Coliformes Fecales y Totales

Método Tubos Múltiples por Fermentación 9221 B y 9221 E, descritos en el Standard Methods 2005, 21th edition. Durante la determinación de coliformes totales y fecales, se usaron como control de calidad, blancos de reactivos (medios de cultivo incubado), blanco de medio de dilución (medio de dilución incubado) y blanco de ambiente estéril (Medio de cultivo abierto en el área de trabajo y luego incubado).

Metales Pesados

Método PEE-GQM-F3120B (procedimiento específico del laboratorio acreditado, para matriz agua).

Nitrito

La determinación de este parámetro se basa en una reacción de diazotación, cuando se agrega el ácido sulfanilamida en presencia de nitrito forma una sal de diazonio, la misma que al agregarse α -naftilamina, reacción que lleva a la formación de un compuesto azo rosado, cuya intensidad de absorbancia depende del contenido del ion nitrito presente en la muestras, el rango de determinación de este método está entre 0,01 a 2,5 $\mu\text{g-at/Lt}$.

Nitrato

El nitrato existente en el agua se reduce casi cuantitativamente a nitrito cuando una muestra es pasada por una columna que contiene limaduras de cadmio cubierta con cobre

Variaciones estacionales de los parámetros físico-químicos de la calidad de agua del estero salado en el canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil bajo condiciones de dragado

Vol. 2, núm. 2., (2018)

Mónica Fátima Estupiñan Zambrano; Paola Geovanna Peñafiel Villareal; Gabriela Michelle Andrade Dicao

metálico. El nitrito producido se determina por diazotación con sulfanilamida y por combinación con N-1 Naftiletilendiamina, para formar un tinte azo fuertemente coloreado cuya absorbancia es proporcional a la cantidad de nitrato inicialmente presente, cuyo rango de detección está entre 0,05 a 45 $\mu\text{g-at/l}$.

Fosfato

La determinación de este ion, se basa en la reacción del fosfato con molibdato en medio ácido, para formar ácido 1-2-molibdofosfórico y la posterior reducción de éste a un complejo fosfomolibdato de color azul intenso, cuya absorbancia es medida fotométricamente, con un rango de determinación entre 0,08 a 6 $\mu\text{g-at/l}$.

Silicato

Todo los métodos para la determinación de silicato en agua de mar tienen como fundamento la formación de un heteropoliácido por reacción del ácido orto silícico con molibdato en medio ácido, formándose un complejo de color azul como resulta de la reducción del ácido β -silicomolibdico, para luego ser medido fotométricamente, en un rango de determinación entre 0,1 a 140 $\mu\text{g-at/l}$.

Graficación

Se realizaron gráficos de distribución a nivel superficial de los parámetros físico-químicos, microbiológicos, metales pesados y nutrientes respectivamente para cada estación durante los años de estudio. Se emplearon los softwares Excel, ArcGis y Ocean Data View para

Variaciones estacionales de los parámetros físico-químicos de la calidad de agua del estero salado en el canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil bajo condiciones de dragado

Vol. 2, núm. 2., (2018)

Mónica Fátima Estupiñán Zambrano; Paola Geovanna Peñafiel Villareal; Gabriela Michelle Andrade Dicao

la elaboración de las imágenes, los que permitieron observar la presencia de algún cambio estacional de dichos parámetros por año.

El procesamiento de los resultados se lo ejecutó por medio del programa ArcGis Map 10.2.2, donde se realizaron gráficos georeferenciados, aplicando métodos estadísticos, zonas de influencia y modelamiento del comportamiento de los parámetros en estudio.

Resultados.

Análisis de los parámetros Físico-químicos	
Temperatura - Año 2009	Durante la época húmeda del año 2009, la temperatura superficial osciló con valores desde 27.1°C hasta 28.4°C, registrados en las Boyas 33 y 17 respectivamente, en el canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, con promedio de 27.63°C. Asimismo durante la época seca se registraron valores desde 25.16°C en la boya 9 hasta 27.5°C en la boya 72, con promedio de 26.26°C
Temperatura – Año 2010	Los valores registrados de Temperatura en el año 2010 en época húmeda a nivel superficial fluctuaron desde 25.9°C registrado en la Boya 9, hasta 30.7°C en las boyas 59 y 67 con promedio de 28.27°C. Durante la época seca en dicho año se reportaron valores de temperatura desde 24.6°C en la Boya 33 hasta 27.2 °C en la Boya 48, registrando un promedio de 25.86°C.
Temperatura – Año 2011	En el año 2011, la temperatura a nivel superficial en época húmeda fluctuó desde 25.4°C ubicado en el área de depósito hasta 27.6°C en las Boyas 66 y 67, con promedio de 26.6°C, mientras que en época seca, los valores registrados oscilaron entre 26.4°C en la boya 9 y en el área de depósito, hasta 28°C en la Boya 59 con promedio de 27.2°C.
Temperatura – Año 2012	Durante la época húmeda del año 2012, se registraron valores a nivel superficial de 25.2°C en la Boya 33 y un máximo de 26.7°C registrado en la Boya 9, con promedio de 25.94°C. Asimismo en la época seca se reportaron valores desde 26.3°C en las boyas 9 y 48, hasta 27.2°C ubicado en la Boya 33 con promedio de 26.64°C.

Variaciones estacionales de los parámetros físico-químicos de la calidad de agua del estero salado en el canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil bajo condiciones de dragado

Vol. 2, núm. 2., (2018)

Mónica Fátima Estupiñan Zambrano; Paola Geovanna Peñafiel Villareal; Gabriela Michelle Andrade Dicao

Temperatura Año 2013	–	En la época lluviosa del año 2013, los valores de temperatura oscilaron desde 25.1°C ubicado en la Boya 33, hasta 26°C en la Boya 72, manifestando un promedio de 25.43°C. Durante la época seca de dicho año, se registraron valores de temperatura desde 24.9°C en la Boya 48 hasta 27.7°C en la Boya 72 con promedio de 25.72°C.
Temperatura Año 2014	–	En el año 2014, se registró en la época húmeda a nivel superficial un máximo valor de 30.6°C ubicado en la Boya 72 y un mínimo de 28.1°C en el área de depósito de los sedimentos con un promedio de 29.52°C. En la época seca se obtuvo un valor máximo de temperatura superficial de 27.6°C en la Boya 59 y un mínimo de 25.2°C en la estación 1 del área de depósito, con promedio de 27.6°C.
Temperatura Año 2015	–	En el año 2015, no se tomaron muestras durante la época húmeda, mientras que en la seca se registraron valores de temperatura con un máximo de 30.6°C ubicado en las Boyas 33 y 40 y mínimo de 29.2°C en la Boya 8, manifestando un promedio general de 29.9°C.
Potencial de Hidrógeno Año 2009	–	Durante la época húmeda del año 2009, se reportaron valores de pH desde 7.69 UpH registrado en la Boya 72, hasta 8.11 UpH en el área de depósito, con promedio de 7.95 UpH. Asimismo en época seca se registraron valores desde 7.2 UpH en la Boya 72 hasta 8.29 UpH en la Boya 33, con promedio de 7.68 UpH.
Potencial de Hidrógeno Año 2010	–	Para la época húmeda del año 2010, se observaron valores de potencial de hidrógeno con máximo de 8.33 UpH en la Boya 9 y un mínimo de 7.7 UpH en las boyas 67 y 72, el promedio reportado fue de 7.98 UpH. En época seca los valores de pH oscilaron desde 8.06 UpH en la Boya 72, hasta 8.62 UpH en el área de depósito de los sedimentos, con promedio de 8.36 UpH.
Potencial de Hidrógeno Año 2011	–	Los niveles de pH en época húmeda durante el año 2011 oscilaron entre 7.75 UpH localizado en la Boya 72 hasta 7.98 UpH en la Boya 48, con promedio de 7.89 UpH, mientras que en la época seca los niveles de pH registraron un máximo de 8.06 UpH en la Boya 9 y un mínimo de 7.56 UpH en la Boya 72 con promedio de 7.82 UpH.
Potencial de Hidrógeno Año 2012	–	Durante la época húmeda del año 2012, el potencial de hidrógeno tuvo un máximo de 8.79 UpH en la Boya 9 y un mínimo de 8.32 UpH en la Boya 72, con promedio de 8.57 UpH. Asimismo en la época seca los valores de pH fluctuaron desde 8.2 UpH ubicado en la Boya 72 hasta 8.81 UpH en el área de depósito, con promedio de 8.56 UpH.

Variaciones estacionales de los parámetros físico-químicos de la calidad de agua del estero salado en el canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil bajo condiciones de dragado

Vol. 2, núm. 2., (2018)

Mónica Fátima Estupiñan Zambrano; Paola Geovanna Peñafiel Villareal; Gabriela Michelle Andrade Dicao

Potencial de Hidrógeno – Año 2013	El potencial de Hidrógeno en la época húmeda del año 2013 registró valores desde 7.6 UpH en la Boya 72 hasta 8.1 UpH localizado en la Boya 33, con promedio de 7.89 UpH. En época seca los niveles de pH oscilaron desde 7.3 UpH a 8.1 UpH ubicados en las boyas 72 y 17 respectivamente, con promedio de 7.81 UpH.
Potencial de Hidrógeno - Año 2014	Para la época húmeda del año 2014, el potencial de hidrógeno presentó valores desde 7.26 UpH en la boya 72 hasta 7.93 UpH en la boya 17, con promedio de 7.74 UpH, mientras que en la época seca se registraron con un máximo de 8.14 UpH en la Boya 59 y mínimo de 7.64 en las boyas 66, 67 y 72 con promedio de 7.88 UpH.
Potencial de Hidrógeno – Año 2015	En el año 2015, se tomaron muestras en época seca, la misma que registró el nivel máximo de pH en la estación 1 del área de depósito con valor de 7.87 UpH, mientras que el mínimo fue de 7.52 UpH localizado en la boya 66, con promedio de 7.71 UpH. Durante este año no se realizaron monitoreos en época húmeda.
Salinidad – Año 2009	Las concentraciones de Salinidad en época seca del año 2009, oscilaron entre un máximo de 31 UPS ubicado en la boya 9 y un mínimo de 20.2 UPS en las boyas 33 y 48, con promedio de 25.24 UPS.
Salinidad – Año 2010	Durante la época húmeda se registraron valores que fluctuaron desde 18.2 hasta 39.7 UPS ubicados en la boya 33 y área de depósito respectivamente, con promedio de 22.18 UPS. Asimismo en época seca se observó un máximo de 46 UPS en el área de depósito y un mínimo de 21.1 UPS en la boya 59, con promedio de 28.75 UPS.
Salinidad – Año 2011	La salinidad registrada en época seca del año 2011, presentó valores con un máximo de 19.13 UPS y mínimo de 18.89 UPS, ubicados en las boyas 66 y 72 respectivamente. El promedio de los datos registrados fue de 19.04 UPS.
Salinidad – Año 2013	Para la época seca del año 2013, se registró un máximo de 26.2 UPS en la Boya 9 y mínimo de 20.1 UPS en la boya 59, con promedio de 21.69 UPS. Durante dicho año no se tomaron muestras en época húmeda.

Variaciones estacionales de los parámetros físico-químicos de la calidad de agua del estero salado en el canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil bajo condiciones de dragado

Vol. 2, núm. 2., (2018)

Mónica Fátima Estupiñan Zambrano; Paola Geovanna Peñafiel Villareal; Gabriela Michelle Andrade Dicao

Salinidad – Año 2014	Durante la época húmeda, se observaron concentraciones de salinidad desde 20.1 UPS en la Boya 59, hasta 26.2 UPS en la Boya 9, con promedio de 21.69 UPS. Asimismo en época seca se registró un máximo de 32.3 UPS y mínimo de 21.07 UPS, ubicados en la estación 6 del área de depósito y la boya 72 respectivamente, con promedio de 27.67 UPS.
Salinidad – Año 2015	La salinidad registrada durante la época seca del 2015, presentó valores que oscilan desde 16.12 UPS en la boya 59, hasta 23.1 UPS en la estación 1 del área de depósito. El promedio de los datos reportados fue 18.97UPS.

Análisis de los parámetros Químicos	
Oxígeno Disuelto – Año 2009	Las concentraciones de oxígeno disuelto (OD), registradas en época húmeda del año 2009, oscilaron desde 6 mg/l en la boya 72 hasta 7.4 mg/l en la boya 48, con promedio de 6.92 mg/l. Asimismo en época seca se reportó un máximo de 10.6 mg/l y un mínimo de 7.2 mg/l, localizados en las boyas 9 y 72 respectivamente, con promedio de 8.56 mg/l.
Oxígeno Disuelto – Año 2010	Para la época húmeda del año 2010, se observó un nivel máximo de OD de 8.55 mg/l ubicado en el área de depósito y un mínimo de 5.39 mg/l en la boya 72, con promedio de 6.99 mg/l, mientras que en época seca se registró un máximo de 7.75 mg/l en la boya 17 y un mínimo de 5.9 mg/l en la boya 72, con promedio de 6.87 mg/l.
Oxígeno Disuelto – Año 2011	Durante la época húmeda del año 2011, se observó la mayor concentración de OD en la boya 48 con valor de 6.81 mg/l, la mínima se registró en la boya 72 con 5.39 mg/l y promedio de 6.24 mg/l. En época húmeda se reportaron valores desde 6.03 mg/l en la boya 72 hasta 7.75 mg/l en la boya 17, con promedio de 7.05 mg/l.
Oxígeno Disuelto – Año 2012	Los valores registrados en la época húmeda del año 2012, fluctuaron desde 6.51 hasta 8.32 mg/l, localizados en las boyas 72 y 48 respectivamente, con promedio de 7.63 mg/l. Durante la época seca se observó un máximo de 8.38 mg/l en la boya 17, un mínimo de 5.53 mg/l en la boya 72 y promedio de 7.84 mg/l.

Variaciones estacionales de los parámetros físico-químicos de la calidad de agua del estero salado en el canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil bajo condiciones de dragado

Vol. 2, núm. 2., (2018)

Mónica Fátima Estupiñán Zambrano; Paola Geovanna Peñafiel Villareal; Gabriela Michelle Andrade Dicao

Oxígeno Disuelto - Año 2013	Las concentraciones de OD en época húmeda del año 2013, oscilaron desde 6.3 mg/l hasta 7.96 mg/l, localizados en las boyas 72 y 9 respectivamente, con promedio de 7.22 mg/l, mientras que en época seca se observó una máxima concentración en la boya 33 con 8.02 mg/l y una mínima de 6.16 mg/l registrada en la boya 72, con promedio de 7.20 mg/l.
Oxígeno Disuelto - Año 2014	Durante la época húmeda se observó una máxima concentración de OD en la boya 59 con 7.77 mg/l y una mínima de 5.33 mg/l en la boya 67, registrando un promedio de 6.33 mg/l. En época seca los valores obtenidos de OD oscilaron entre 2.91 mg/l hasta 7.83 mg/l ubicados en las boyas 66 y 33 respectivamente, con promedio de 4.42 mg/l.
Oxígeno Disuelto - Año 2015	Se tomaron muestras de OD en época seca del año 2015, reportando valores que fluctúan desde 4.04 mg/l en la boya 67 hasta 5.62 mg/l en la boya 33, con promedio de 4.69 mg/l.
Demanda Química de Oxígeno - Año 2010	Durante la época seca del año 2010, se registraron valores de DQO con un máximo de 91.3 mg/l en la boya 72 y un mínimo de 86.9 mg/l ubicado en la boya 17. El promedio de los valores reportados fue de 87.9 mg/l
Demanda Química de Oxígeno - Año 2011	En la época seca del año 2011, se observó una máxima concentración de DQO en la boya 72 con valor de 91.3 mg/l, mientras que la mínima fue registrada en las boyas 9 y 17 con 86.9 mg/l y promedio de 87.79 mg/l.
Demanda Química de Oxígeno - Año 2012	Los valores reportados de DQO para las épocas húmeda y seca, fueron de 50 mg/l en todas las estaciones monitoreadas
Demanda Química de Oxígeno - Año 2013	Se registraron en todas las estaciones monitoreadas el valor de 50 mg/l, durante la época seca del año 2013. No se tomaron muestras para la época húmeda en este período.
Demanda Química de Oxígeno - Año 2014	Para la época seca del año 2014, se observó una mayor concentración de DQO en las boyas 17, 33, 67 y en las estaciones del área de depósito, a excepción de la estación 2, con valor de 15 mg/l, mientras que la mínima fue de 7 mg/l que se localizó en las boyas 48, 58, 66 y las estaciones 1, 2 4, 6 y 7 del área de depósito con promedio de 11 mg/l.

Análisis de los parámetros Microbiológicos	
Coliformes	Para las épocas seca y húmeda del año 2009, las concentraciones de coliformes fecales

Variaciones estacionales de los parámetros físico-químicos de la calidad de agua del estero salado en el canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil bajo condiciones de dragado

Vol. 2, núm. 2., (2018)

Mónica Fátima Estupiñan Zambrano; Paola Geovanna Peñafiel Villareal; Gabriela Michelle Andrade Dicao

fecales – Año 2009	se mantuvieron uniforme con valor de 2 NMP/100 ml en toda el área de estudio.
Coliformes Fecales – Año 2014	Durante la época seca del año 2014, se registró a nivel superficial una máxima concentración de Coliformes fecales en la boya 48, con valor de 32570 NMP/100 ml y la mínima de 100 NMP/100 ml ubicado en la boya 66, con promedio de 6443.96 NMP/100ml.
Coliformes Fecales – Año 2015	Para la época seca del año en mención, se observó una concentración máxima de Coliformes fecales en la boya 66 con 75 NMP/100 ml, mientras que la mínima fue reportada en las boyas 25, 33, 40 y en las estaciones 3,4, 5, 6 y 7 del área de depósito con valor de 3 NMP/100 ml, registrando un promedio de 14.28 NMP/100 ml.
Coliformes Totales – Año 2009	Las concentraciones de coliformes totales, durante la época húmeda del año 2009, fluctuaron desde 10 NMP/100ml ubicado en la boya 59, hasta 34 NMP/100 ml en la boya 17, con promedio de 19.4 NMP/100 ml. Asimismo en la época seca se registraron valores desde 2 NMP/100ml hasta 34 NMP/100 ml, con promedio de 10.61 NMP/100 ml.
Coliformes Totales – Año 2010	En la época húmeda del año 2010, se observó una máxima concentración de Coliformes totales en la boya 59, con valor de 1260 NMP/100 ml y la mínima de 85 NMP/100 ml localizado en la boya 9, con promedio de 358.99 NMP/100 ml, mientras que en época seca las concentraciones de coliformes totales se mantuvieron uniforme con valor de 2 NMP/100 ml en toda el área de estudio.
Coliformes Totales – Año 2012	Durante la época húmeda del año 2012, se registraron valores de coliformes totales que oscilan desde 25×10^{-6} NMP/100 ml en la boya 9, hasta 9.6×10^{-3} NMP/100 ml en la boya 72, con promedio de 1.3×10^{-3} NMP/100 ml. En época seca se observó una máxima concentración de este micro-organismo en la boya 67 con valor de 7.2×10^{-3} NMP/100 ml y mínimo de 1.9×10^{-6} NMP/100 ml en la boya 9, con promedio de 9.1×10^{-4} NMP/100 ml.
Coliformes Totales – Año 2013	Las concentraciones de Coliformes totales en la época húmeda del año 2013, registraron valores desde 1.4×10^{-4} NMP/100 ml hasta 0.01 NMP/100 ml, ubicados en las boyas 33 y 17 respectivamente, con promedio de 1.9×10^{-3} NMP/100ml. Asimismo durante la época se reportaron datos que van desde 2.5×10^{-5} NMP/100 ml hasta 0.003 NMP/100 ml en las boyas 59 y 66, con promedio de 9×10^{-4} NMP/100 ml.
Coliformes Totales – Año 2014	Las concentraciones de los coliformes totales registrados durante la época húmeda del año 2014, presentaron valores que oscilan desde 1.4×10^{-3} NMP/100 ml en la boya 17, hasta 0.02 NMP/100 ml en la estación 3 del área de depósito y el promedio de 4×10^{-3} NMP/100 ml. Durante la época seca se reportaron concentraciones desde 100 NMP/100 ml, hasta 101120 NMP/100 ml, localizados en la estación 3 del área de depósito y la boya 48, con promedio de 26893.84 NMP/100 ml. Se puede observar en la figura 45, que la diferencia de concentraciones entre las dos épocas es significativa.
Coliformes Totales – Año 2015	Para la época seca del año 2015, se observaron concentraciones de este micro-organismo desde 3.6 NMP/100 ml, ubicado en la estación 1 del área de depósito, hasta 93 NMP/100 ml registrado en la boya 8, con promedio de 37.74 NMP/100 ml. No se tomaron muestras para la época húmeda durante este período.

Variaciones estacionales de los parámetros físico-químicos de la calidad de agua del estero salado en el canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil bajo condiciones de dragado

Vol. 2, núm. 2., (2018)

Mónica Fátima Estupiñán Zambrano; Paola Geovanna Peñafiel Villareal; Gabriela Michelle Andrade Dicao

Análisis de Metales Pesados	
Plomo – Año 2009	Durante la época húmeda del año 2009, este metal registró concentraciones iguales en toda el área de estudio, con valor de 0.001 mg/l, mientras que en la época seca los datos fluctuaron desde 0.001 mg/l, hasta 0.09 mg/l en la boya 72, con promedio de 0.033 mg/l.
Plomo – Año 2010	Los valores registrados para este parámetro tanto en época seca y húmeda se mantuvieron uniformes, presentando concentración de 0.001 mg/l en toda el área de estudio.
Plomo – Año 2011	Durante la época húmeda del año 2011, los valores registrados de este metal permanecieron iguales, con concentración de 0.01 mg/l en todas las estaciones monitoreadas. Asimismo en la época seca estas concentraciones se mantuvieron uniformes en toda la zona de estudio con valor de 0.001 mg/l.
Plomo – Año 2013	Los valores reportados del metal Plomo para la época húmeda del año 2013, fueron iguales en todas las estaciones de estudio registrando una concentración de 0.2 mg/l, sin embargo en la época seca no se detectaron concentraciones de este parámetro en todo el canal de acceso.
Plomo – Año 2014	Las concentraciones de plomo registradas durante la época húmeda del año en mención se mantuvieron constantes en toda el área de estudio con valor de 0.2 mg/l, mientras que en la época seca se reportaron datos que fluctuaban dese 0.0008 mg/l, localizados en todas las boyas y en las estación 3 del área de depósito hasta 0.0014 mg/l, con promedio de 0.0011 mg/l.
Cadmio – Año 2009	Se registraron valores para este metal, durante la época seca del año 2009, los mismos que oscilaron desde 0.001 mg/l en las boyas 9, 59, 66, 67, 72 y la estación del área de depósito, hasta un máximo de 0.06 mg/l en la boya 17, con promedio de 0.012 mg/l.
Cadmio – Año 2011	En la época húmeda del año 2011, se observaron los mismos valores para el metal cadmio en todas las estaciones de estudio con valor de 0.01 mg/l. No se tomaron muestras de este parámetro durante la época seca de dicho período.
Cadmio – Año 2012	Las concentraciones de cadmio en las épocas secas y húmedas fueron iguales en toda el área de estudio, registrando un valor de 0.001 mg/l.
Cadmio – Año 2014	Para la época seca del año 2014, se observaron concentraciones de este parámetro desde 0.1316 mg/l localizado en la boya 67 hasta 0.7048 mg/l en la boya 48, con promedio de 0.25671 mg/l. No se tomaron muestras en la época húmeda de este período.
Mercurio – Año 2009	Durante la época seca del año 2009, se registraron las mismas concentraciones de mercurio en el área de estudio del canal de acceso, con valor de 0.0001 mg/l. No se tomaron muestras durante la época húmeda de dicho período.
Mercurio – Año 2011	Las concentraciones de mercurio reportadas durante la época húmeda del año 2011 fueron iguales en todas las áreas monitoreadas, con valor de 0.0001 mg/l. No se realizaron toma de muestras para la época seca del año mencionado.
Mercurio – Año 2012	Los valores registrados de mercurio en las épocas húmeda y seca del año 2012 fueron las mismas en todas las estaciones reportando datos casi nulos con valores de 0.0001 mg/l.
Mercurio – Año 2014	Durante la época seca del año 2014, se observaron concentraciones de este metal que fluctuaron desde 0.0004 mg/l localizado en la boya 59 y la estación 1 del área de depósito hasta un valor máximo de 0.0609 mg/l registrado en la estación 3 del área de depósito, con promedio de 0.02511 mg/l.
Níquel – Año 2009	Las concentraciones del metal níquel presentó el mismo comportamiento en toda el área de estudio, durante la época seca en el año 2009. El valor reportado para este metal es de 0.01 mg/l.

Variaciones estacionales de los parámetros físico-químicos de la calidad de agua del estero salado en el canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil bajo condiciones de dragado

Vol. 2, núm. 2., (2018)

Mónica Fátima Estupiñan Zambrano; Paola Geovanna Peñafiel Villareal; Gabriela Michelle Andrade Dicao

Níquel – Año 2011	Para la época húmeda del año 2011, los valores registrados en toda la zona estudiada presentaron la misma concentración de este metal, cuyo valor fue de 0.1 mg/l.
Níquel – Año 2012	En cuanto a este parámetro, las concentraciones durante las épocas húmeda y seca del año 2012, se mantuvieron constantes, presentando un valor de 0.1 mg/l en todas las estaciones de estudio.
Níquel – Año 2014	Los niveles de níquel registrados en la época seca del 2014, oscilaron desde 0.0008 mg/l localizado en casi toda el área de estudio a excepción de las estaciones 1 y 6 del área de depósito, hasta 0.0099 mg/l ubicado en la estación 1 de la zona de depósito de los sedimentos. El promedio de todos los valores calculados fue de 0.00171 mg/l.
Zinc – Año 2009	Los valores de Zinc, registrados en la época seca del año en mención, mantuvieron el mismo nivel en toda la zona de estudio, siendo el mismo de 0.03 mg/l.
Zinc - Año 2011	A nivel superficial, se registraron concentraciones iguales de Zinc en toda el área monitoreada, cuyo valor fue de 0.17 mg/l durante la época húmeda del año 2011.
Zinc – Año 2012	Durante el año 2012, este metal registró los mismos niveles en todas las estaciones de muestreo. El valor reportado fue de 0.17 mg/l en las épocas húmeda y seca.
Zinc – Año 2014	El parámetro zinc, en la estación seca del año 2014, presentó valores con un mínimo de 0.0004 mg/l registrado en las boyas 33, 48, 66, 67, 72 y en las estaciones 1, 5 del área de depósito. La máxima concentración se estableció en la boya 17 con valor de 0.2966 mg/l, generando un promedio total de 0.0311 mg/l.
Cobre – Año 2011	La concentración de este metal durante la época húmeda del año 2011 fue invariable en todas las estaciones de muestreo, presentando un valor de 0.05 mg/l.
Cobre – Año 2012	En este período, el nivel de cobre observado durante las épocas húmeda y seca, son constantes en toda el área de estudio, cuya concentración fue de 0.05 mg/l.
Cobre – Año 2014	En la época seca del año 2014, las concentraciones de Cobre presentaron una máxima concentración en la estación 3 del área de depósito cuyo valor fue de 0.09327 mg/l, mientras que la mínima se registró en la boya 66 con 0.0001 mg/l. El promedio resultante de los valores reportados fue de 0.0325 mg/l.

Conclusiones.

- Se concluyó que los parámetros físico-químicos tuvieron una ligera variación para las dos épocas (húmeda y seca) en toda el área de estudio, registrando los mayores valores para la estación húmeda, a excepción de la salinidad, que tuvo su mayor concentración durante la época seca. Esto se debe por la presencia de precipitaciones en las épocas húmedas, lo que genera reducción de sal en aguas de mar y estuarinas.
- Los niveles de pH reportados durante este período se encuentran dentro del rango permisible de la Norma de Calidad Ambiental de la Legislación Secundaria del

Variaciones estacionales de los parámetros físico-químicos de la calidad de agua del estero salado en el canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil bajo condiciones de dragado

Vol. 2, núm. 2., (2018)

Mónica Fátima Estupiñán Zambrano; Paola Geovanna Peñafiel Villareal; Gabriela Michelle Andrade Dicao

Ministerio de Ambiente, Libro VI Anexo I (TULSMA) reformado mediante Acuerdo Ministerial No. 097A-2015, aplicado para la preservación de la flora y fauna para aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario, cuyo rango es de 6.5 UpH hasta 9.5 UpH. No se registran límites permisibles de temperatura y salinidad en la normativa señalada.

- Los promedios obtenidos de los parámetros químicos (OD y DQO), registraron mayor concentración de oxígeno en las épocas húmedas de los años estudiados, con promedio de 6.90 mg/l (OD) y 68.95 mg/l (DQO). Durante las épocas secas estos valores disminuyen ligeramente con 6.44 mg/l (OD) y 46.75 mg/l (DQO). Las concentraciones de oxígeno disuelto se encuentran por encima del límite mínimo permisible por la Ley de Calidad Ambiental (AM 097-A), cuyo valor es 5mg/l, a excepción de los valores reportados en el área de depósito durante los años 2014 y 2015.
- Se determinó que los parámetros microbiológicos (Coliformes Fecales y Totales), registraron menores concentraciones durante las épocas húmedas de los años en estudio, con un promedio general de 2 NMP/100 ml (Coliformes Fecales) y 81.15 NMP/100 ml (Coliformes Totales). Para las épocas secas estos valores tuvieron un gran aumento de micro-organismos con 1700.48 NMP/100 ml (Coliformes Fecales) y 5910.67 NMP/100 ml (Coliformes Totales).
- Los niveles de nutrientes (Nitrato, Nitrito y Silicato), tuvieron comportamiento irregular para las dos épocas durante el período 2009-2015. El ion nitrato presentó

Variaciones estacionales de los parámetros físico-químicos de la calidad de agua del estero salado en el canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil bajo condiciones de dragado

Vol. 2, núm. 2., (2018)

Mónica Fátima Estupiñan Zambrano; Paola Geovanna Peñafiel Villareal; Gabriela Michelle Andrade Dicao

mayor concentración durante las épocas secas, con valor de 5.23 mg/l, mientras que el nitrito registró en las épocas húmedas valores de 0.016 mg/l. Para el silicato se realizaron monitoreos sólo en épocas secas, registrando un promedio general de 49.13 mg/l. Las concentraciones de nitrato, se encuentran dentro del rango permisible de la Norma de Calidad Ambiental (AM 097-A), cuyo valor es de 200 mg/l.

- Referente a los metales pesados, se reflejaron las mayores concentraciones durante las épocas húmedas para el plomo, cobre, níquel y mercurio, con valores de 0.077, 0.05, 0.1 y 0.17 mg/l respectivamente. Sin embargo, los metales cadmio y mercurio, registraron sus mayores valores en las épocas secas con 0.09 y 0.009 mg/l respectivamente.
- En cuanto a los límites permisibles de los metales pesados, el mercurio y níquel se encuentran por debajo nivel máximo autorizado de acuerdo al AM 097-A, cuyos valores son 0.0001 mg/l (Hg) y 0.1 mg/l (Ni), mientras que el plomo (0.001 mg/l), cadmio (0.005 mg/l), cobre (0.005 mg/l) y zinc (0.015 mg/l), no se encuentran dentro de los rangos establecidos en la norma mencionada.

Bibliografía.

Autoridad Portuaria de Guayaquil. (2008). *ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LOS TRABAJOS DE DRAGADO PERMANENTE DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO MARÍTIMO DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL*. Guayaquil: APG.

Falcão, M., & Vale, C. (2003). Nutrient dynamics in a coastal lagoon (Ria Formosa, Portugal): the importance of lagoon-sea water exchanges on the biological productivity. *Ciencias Marinas*, 29(4), 425-433.

Variaciones estacionales de los parámetros físico-químicos de la calidad de agua del estero salado en el canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil bajo condiciones de dragado

Vol. 2, núm. 2., (2018)

Mónica Fátima Estupiñan Zambrano; Paola Geovanna Peñafiel Villareal; Gabriela Michelle Andrade Dicao

LANDAETA, C. (2010). *POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR EL DRAGADO Y LA DESCARGA DEL MATERIAL DRAGADO*. Carabobo: Universidad de Carabobo.