



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE  
ESMERALDAS (PUCESE)**

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**TESIS DE GRADO**

**NIVELES DE CONTAMINACIÓN DE AGUA Y PROPUESTA DE  
MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS PARA EL  
PUERTO ARTESANAL PESQUERO DE ESMERALDAS- PAPES**

**PREVIO AL GRADO ACADÉMICO DE INGENIERÍA EN  
GESTIÓN AMBIENTAL**

**AUTORA**

**NORMA ESTEFANÍA ROMERO MURILLO**

**ASESORA**

**ING. FARIDE SAGREDO**

**ESMERALDAS-2013**

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el Reglamento de Grado de la PUCESE previo a la obtención del título de INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL.

FIRMA DEL PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

FIRMA DEL LECTOR 1

FIRMA DEL LECTOR 2

FIRMA DEL DIRECTOR DE ESCUELA

FIRMA DEL DIRECTOR DE TESIS

Esmeraldas,.....de.....del 2013

## **AUTORÍA**

Yo, Norma Estefanía Romero Murillo, declaro que la presente investigación enmarcada en el actual trabajo de tesis es absolutamente original, auténtica y personal.

En virtud que el contenido de ésta investigación es de exclusiva responsabilidad legal y académica de la autora y de la PUCESE.

---

Norma Estefanía Romero Murillo

080348779-2

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme salud, fortaleza y sabiduría para continuar con mis estudios y la posibilidad de compartir junto a mis seres queridos este logro.

En especial a mi madre, padre, hermanos y abuelos que son la esencia de mi vida y con sus consejos han logrado fundar en mí valores y principios.

A mi asesora y lectores por sus sugerencias y el interés por contribuir en el desarrollo de un buen trabajo de investigación; y a todos aquellos profesores y compañeros que me han apoyado en todo momento y me han enseñado la importancia de la educación y el profesionalismo.

# ÍNDICE

<i>Listado de figuras</i>	vii
<i>Listado de tablas</i>	ix
<i>Resumen</i>	x
<i>Abstract</i>	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. METODOLOGÍA	8
2.1. Descripción de la actividad pesquera	8
2.2. Caracterización de los residuos no peligrosos	9
2.2.1. Levantamiento de información	9
2.2.2. Estimación de la generación de residuos sólidos no peligrosos	10
2.3. Muestreo de agua y sedimento	12
2.3.1. Procedimiento para muestreo de agua	16
2.3.2. Procedimiento para muestreo de sedimento	16
2.3.3. Análisis de resultados	16
2.4. Elaboración de propuesta de manejo de residuos sólidos no peligrosos	17
3. RESULTADOS	18
3.1. Descripción de la actividad pesquera	18
• Captura de especies acuáticas	18
• Comercialización	20
• Mantenimiento de embarcaciones	25
• Limpieza del recinto portuario	27
3.2. Caracterización de los residuos sólidos no peligrosos	29
3.2.1. Caracterización de la gestión de los residuos sólidos en el PAPES	29
3.2.2. Cuantificación de los residuos sólidos no peligrosos	31
3.3. Análisis de agua	34
3.4. Análisis de sedimento	41
4. DISCUSIÓN	43
4.1. Caracterización de los residuos sólidos no peligrosos	43
4.2. Análisis de agua	46
4.3. Análisis de sedimento	59

5. CONCLUSIONES	69
5.1.Residuos sólidos no peligrosos	69
5.2.Calidad de agua y sedimento	70
6. RECOMENDACIONES	71
7.PROPOSTA ALTERNATIVA	72
8.BIBLIOGRAFÍA	86
9.ANEXOS	93

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Estaciones de muestreo de agua superficial
- Figura 2. Estaciones de muestreo de media agua y sedimentos
- Figura 3. Flota pesquera del PAPES
- Figura 4. Bodega comercializadora de pescado
- Figura 5. Vista exterior de un comedor en el PAPES
- Figura 6. Vista panorámica de Empacadora Coral del Pacífico
- Figura 7. Expendio de hielo
- Figura 8. Abastecimiento de combustible
- Figura 9. Mantenimiento de fibras de vidrio
- Figura 10. Mantenimiento de motores sobre una embarcación
- Figura 11. Mantenimiento de embarcaciones de madera
- Figura 12. Recolección de residuos sólidos en el puerto
- Figura 13. Composición de los residuos sólidos no peligrosos
- Figura 14. Comportamiento de los parámetros físico-químicos en agua superficial
- Figura 15. Comportamiento de metales pesados en agua superficial
- Figura 16. Comportamiento de los parámetros físico-químicos a media agua
- Figura 17. Parámetros bacteriológicos analizados a media agua
- Figura 18. Comportamiento de metales pesados en sedimentos
- Figura 19. Comportamiento de la temperatura superficial del agua
- Figura 20. Niveles de pH en agua superficial
- Figura 21. Niveles de pH a media agua
- Figura 22. Niveles de oxígeno disuelto en agua superficial
- Figura 23. Niveles de oxígeno disuelto a media agua
- Figura 24. Niveles de sólidos suspendidos totales a media agua
- Figura 25. Niveles de turbidez en agua superficial
- Figura 26. Niveles de turbidez a media agua
- Figura 27. Niveles de coliformes fecales a media agua
- Figura 28. Niveles de coliformes totales a media agua
- Figura 29. Niveles de Fe en agua superficial
- Figura 30. Niveles de Cr total en agua superficial
- Figura 31. Niveles de Cu en agua superficial
- Figura 32. Niveles de Zn en agua superficial

- Figura 33. Niveles de Ni en agua superficial
- Figura 34. Niveles de Va en sedimentos
- Figura 35. Niveles de Cr total en sedimentos
- Figura 36. Niveles de Cu en sedimentos
- Figura 37. Niveles de Zn en sedimentos
- Figura 38. Niveles de Pb en sedimentos
- Figura 39. Niveles de As en sedimentos
- Figura 40. Niveles de Mo en sedimentos
- Figura 41. Niveles de Cd en sedimentos
- Figura 42. Niveles de Ba en sedimentos
- Figura 43. Niveles de B en sedimentos
- Figura 44. Niveles de Ni en sedimentos
- Figura 45. Niveles de Co en sedimentos
- Figura 46. Gestión del manejo de los residuos sólidos no peligrosos

## LISTA DE TABLAS

- Tabla I. Listado de personas encuestadas
- Tabla II. Tamaño de la muestra de la encuesta aplicada
- Tabla III. Tamaño de muestra para pesaje de residuos sólidos
- Tabla IV. Indicadores para muestreo de agua y sedimentos
- Tabla V. Caracterización de algunas pesquerías
- Tabla VI. Residuos sólidos producidos en el puerto por actividad
- Tabla VII. Valores de densidad de cada residuo sólido
- Tabla VIII. Peso y volumen de los residuos sólidos no peligrosos generados en el puerto
- Tabla IX. Extrapolación de datos de generación de residuos sólidos no peligrosos en el PAPES
- Tabla X. Parámetros físico-químicos y metales pesados en aguas superficiales
- Tabla XI. Parámetros físico químicos, orgánicos y biológicos a media agua analizados por el laboratorio acreditado
- Tabla XII. Contenido de metales pesados en sedimentos de la dársena del PAPES.
- Tabla XIII. Estimación del porcentaje de pesca que puede convertirse en residuos sólidos
- Tabla XIV. Contraste de datos de residuos sólidos no peligrosos entre TERESCORP S.A y la investigación
- Tabla XV. Comparación de valores de pH en superficie y media agua
- Tabla XVI. Comparación de las concentraciones promedios con los criterios de Ontario.
- Tabla XVII. Actividades del equipo responsable del manejo de los residuos sólidos no peligrosos en el PAPES
- Tabla XVIII. Volumen generado diariamente en cada fuente
- Tabla XIX. Cantidad y capacidad de contenedores para almacenamiento interno
- Tabla XX. Precios de materiales reciclables en la ciudad de Esmeraldas
- Tabla XXI. Presupuesto de la propuesta de manejo de residuos

# **NIVELES DE CONTAMINACIÓN DE AGUA Y PROPUESTA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS PARA EL PUERTO ARTESANAL PESQUERO DE ESMERALDAS- PAPES**

## **RESUMEN**

Se analizó en función de la legislación ecuatoriana vigente, resultados obtenidos de calidad de agua y sedimentos de la dársena del Puerto Artesanal Pesquero de Esmeraldas durante el periodo mayo-junio del 2012, donde se establecieron 16 estaciones de agua superficial, 5 estaciones de media agua y 5 estaciones de sedimentos que fueron enviadas a un laboratorio acreditado; concluyendo de manera general, que el sistema de agua de la dársena del puerto recibe permanentemente contaminantes generados de las actividades conexas a la pesca que están alterando la calidad del agua y sedimentos. Los valores detectados de coliformes fecales superaron ampliamente la normativa de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Tabla 3. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas marinas y de estuario. En cuanto a metales pesados, las concentraciones de cromo, cobre y níquel superaron los límites permisibles en agua superficial, mientras las concentraciones de cromo, cobre y vanadio en sedimentos superaron los límites permisibles de calidad de suelo en todas las estaciones de muestreo. Además, se caracterizaron los residuos sólidos no peligrosos producidos en el puerto en los meses julio y agosto del 2012; información que permitió elaborar una propuesta de manejo de residuos sólidos no peligrosos con medidas básicas de minimización y mitigación de impactos ambientales y a la salud de los trabajadores de este recinto portuario.

# **WATER POLLUTION AND A PROPOSAL FOR NON DANGEROUS SOLID WASTE MANAGEMENT IN THE TRADITIONAL FISHING PORT OF ESMERALDAS (PAPES)**

## **ABSTRACT**

Was analyzed according to Ecuadorian law in force, results of water and sediment quality at the fishing port of Esmeraldas from May through June of 2012, which established 16 surface water stations, 5 stations midwater and 5 stations sediments that were sent to an accredited laboratory, the general conclusion that the water system of the harbor basin permanently receives pollutants generated from fishing related activities that are altering water quality and sediment. The fecal coliform detected values surpassed Environmental Quality regulation and effluent discharge: Table 3. Quality Criteria for preservation of flora and fauna in marine and estuarine waters. Concentrations of heavy metals of chromium, copper and nickel exceeded standards in surface water, while the concentrations of chromium, copper and vanadium in all sediment stations exceeding standards soil quality. Monitoring solid waste produced in the port during the months of July and August 2012 provided the basis for a proposal of basic guidelines waste management plan to minimize and mitigate environmental and health impacts on workers in this port.

# 1. INTRODUCCIÓN

Los océanos a lo largo de la historia han sido considerados fuentes inagotables de recursos y reservorios capaces de asimilar todo tipo de desechos (Buschmann y Fortt, 2005). El grupo de Expertos en Aspectos Científicos de Contaminación Marina (GESAMP), definió en 1991 la contaminación marina como “*la introducción por el hombre, directa o indirecta de sustancias o energía en el medio marino (incluyendo estuarios), provocando efectos perjudiciales tales como daños a los recursos vivos, riesgos a la salud humana, obstáculos a las actividades marinas, pesqueras, deterioro de la calidad del agua de mar para su uso y reducción de los atractivos del mar*”. Según Barreira *et al.*, 2007, esta degradación del ambiente marino está relacionada a la contaminación:

- *procedente de los buques, generada por su funcionamiento normal o por accidentes;*
- *la contaminación por vertimiento, consistente en la evacuación deliberada o depósito de desechos u otros materiales desde buques, aeronaves y plataformas;*
- *la ocasionada por la explotación de los fondos marinos, generalmente por la explotación petrolífera del subsuelo marino;*
- *la procedente de la atmósfera, causada por las emisiones hechas al aire que luego son transferidas al mar;*
- *y la contaminación producida por actividades llevadas a cabo en la tierra y transportada al mar por los ríos o por tuberías de desagües.*

León, 2012 manifiesta que el 77 % de los contaminantes que llegan al mar son producidos en tierra, los mismos que son transportados en un 44% a través de los ríos o por escorrentía costera y un 33% a través de la atmósfera. El restante 23% de contaminación marina procede en un 12% de la contaminación por buques, 10% vertimiento de desechos y 1% explotación de los fondos marinos.

En este sentido, la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS) en el 2007, estimó que en Sudamérica la cantidad de basura persistente con potencial para convertirse en basura marina oscila entre 12.304 y 36.909 tn/año (CPPS y CCO, 2008).

De esta forma los recursos marinos se han convertido en uno de los ecosistemas más amenazados del planeta; esta situación pone en peligro no solo las formas de vidas

existentes, sino también la prosperidad y el crecimiento económico dentro del contexto de desarrollo sostenible. (COI *et. al*, 2011).

El problema de la contaminación de las aguas costeras ha tenido atención mundial primordialmente en los países desarrollados de Europa y en los Estados Unidos (Cabrera, 2002); empezándose a evaluar el grado de contaminación que presenta el agua marina (CIDECALLI, 2006), a través estudios de control de la calidad de aguas, empleando métodos y técnicas tanto tradicionales como avanzadas (De Arma *et al.*, 2010), para medir indicadores físicos, químicos y biológicos (Campos, 2003) que permiten establecer cuándo un cuerpo de agua se aleja de las condiciones normales que sus propios ecosistemas definen (Solórzano, 2002).

La importancia de evaluar la calidad de las aguas costeras radica en que muchos de los contaminantes introducidos en el mar son tóxicos, persistentes, bioacumulables y biomagnificables (Campos, 2004). Los contaminantes orgánicos sintéticos y los metálicos, en especial el cadmio, mercurio y plomo en cantidades significativas pueden ocasionar en los organismos marinos efectos como la reducción del tiempo de vida, incremento de enfermedades reproductivas, endócrinas y efectos mutagénicos y teratogénicos (Vázquez y Páez, 1987). Weimberg en el 2009, menciona que el Ministerio de Medio Ambiente de Canadá, al evaluar contaminantes orgánicos persistentes en los huevos de algunas aves que se alimentan de peces, han llegado a obtener valores hasta de 25 millones de veces superiores a las concentraciones que se han encontrado en las aguas donde habitan los peces.

En el Ecuador se han realizado algunos estudios sobre aguas marinas, se destacan los del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador-INOCAR, por la facilidad de acceso a la información; las investigaciones en un principio consistieron en la caracterización química de las masas de agua en las provincias del Guayas, Manta y Santa Elena. A partir del 2007 aparecen estudios comparativos sobre calidad de agua marina costera, como el que se realizó en Galápagos, que a pesar de que sus resultados no presentaron mayores problemas de contaminación, se identificaron áreas puntuales a las que se sugirió tener mayor cuidado para cumplir con los objetivos de conservación en las islas. A la determinación de contaminación marina se asociaron especies bioindicadores, así se llevó a cabo el estudio sobre concentración de hidrocarburos en

las aguas superficiales, sedimentos y su relación con *Capitella capitata* en estuario del río Chone.

Los puertos marítimos del país actualmente realizan monitoreos ambientales, donde se analiza la calidad de agua y sedimentos marinos. Desde el año 2009, el Puerto Marítimo de Guayaquil, ha publicado alrededor de 25 informes de auditorías ambientales para dragado de mantenimiento del canal de acceso al puerto, de manera general los resultados han sido los siguientes:

- En el 2009.-Los análisis de la calidad del agua reflejaron que la temperatura, oxígeno disuelto (OD), potencial de hidrógeno (pH), salinidad y coliformes fecales se encontraban en condiciones normales; entre los metales pesados analizados estuvieron cadmio (Cd), mercurio (Hg), níquel (Ni), plomo (Pb) y zinc (Zn), las concentraciones registradas para cadmio y plomo excedieron los límites permitidos por la legislación ambiental de preservación de flora y fauna estuarina, el plomo sobrepasó los límites en todas las estaciones de muestreo mientras el cadmio en tres estaciones.
- Para el año 2010.- Los monitoreos establecieron que los indicadores de calidad de agua analizados en este periodo, tales como DBO<sub>5</sub>, coliformes fecales, sólidos suspendidos, nitratos, fosfatos, turbidez, y plomo, se encontraban por debajo de los límites máximos permisibles de la legislación ambiental.
- De la misma manera para el primer semestre del 2011, el monitoreo concluyó que la calidad del agua en cuanto a temperatura, OD, pH y coliformes totales y fecales presentaban condiciones normales de acuerdo a la zona de muestreo.

La contaminación marina también está relacionada con la actividad pesquera y ha tomando mayor interés debido a que la misma se ha extendido hacia aguas abiertas y de profundidad, por lo que se presume que en los últimos 50 años han aumentado los impactos por los aparejos de pesca abandonados, perdidos o descartados. A nivel general, el Programa de Acción Global del PNUMA en el 2003 estableció que más del 70 % del aporte total de desechos marinos a los océanos del mundo se hunde y se encuentra en el fondo marino, quedando los ecosistemas expuestos a los efectos de la pesca fantasma, impactos físicos sobre bentos e introducción de material sintético en la red alimentaria marina (Macfadyen *et al.*, 2011).

Como consecuencia de las actividades inherentes a la función de los puertos pesqueros, entre ellas, la gestión de los residuos sólidos, dragados, introducción de sustancias tóxicas y operaciones portuarias (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2000) como la carga y descarga de combustibles en los muelles (Sánchez y Orozco, 2000), se produce un impacto negativo sobre el medio marino (Centro Tecnológico del Mar, 2009), que altera las condiciones naturales de la calidad de aguas, sedimentos y suelos (Quintero *et al.*, 2010).

Ecuador además de los puertos marítimos comerciales posee puertos pesqueros, localizados en las provincias de Esmeraldas, Manabí, Santa Elena, Guayas, El Oro, Los Ríos y Galápagos, con un total de 176 caletas pesqueras según datos actualizados de la página de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros, institución encargada de estudios pesqueros a nivel nacional.

El Puerto Artesanal Pesquero de Esmeraldas- PAPES posee un área aproximada de 40 hectáreas (Consultola, 2009) y se encuentra ubicado en el margen izquierdo de la desembocadura del río Esmeraldas (Espinoza, 2008). De acuerdo con la información del INOCAR (2005) el puerto es caracterizado hidrográfica y oceanográficamente como una zona con temperatura media anual de 25,5°C; humedad relativa media del 85%; nubosidad cielo cubierto la mayor parte del año; precipitación media anual de 800 mm; presión atmosférica media de 1.010 Mb, vientos con direcciones S y SW y W y NW con velocidades mínimas de 1 nudo y máximas de 9 nudos; olas provenientes del NW, W o SW con una altura promedio de 0,4 metro y temperatura del mar anual de 25,9 °C.

En el PAPES trabajan alrededor de 2.000 personas en actividades conexas a la pesca y casi unos 3.000 pescadores, en este lugar es común observar residuos como palos, restos de pescado, plásticos, embarcaciones abandonadas, descarga de agua de la limpieza productos del mar, residuos de resinas y pintura y demás desechos derivados de operaciones de mantenimiento de embarcaciones. En uno de sus informes, la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES, 2009) al evaluar la situación del puerto, menciona la carencia de un área adecuada para las maniobras de desembarque, limpieza y comercialización de los productos pesqueros que ingresan al recinto portuario, considerándose al sitio como fuente de insalubridad y foco infeccioso, además se especula sobre la disminución del oxígeno disuelto en la columna de agua de la dársena.

La dársena del PAPES comprende la infraestructura para carga y descarga de hasta 1.000 embarcaciones pesqueras y un espejo de agua de alrededor de 70.000 m<sup>2</sup> (Andrés Estrella, Jefe PAPES, *com pers*), con una profundidad promedio de 4,5 metros (Propescar, 2011). En el interior de la dársena se han realizado dos estudios de determinación de calidad de agua por parte de Autoridad Portuaria de Esmeraldas (APE); el primero denominado “Estudio de Impacto Ambiental del Dragado del Puerto Artesanal Pesquero de la ciudad de Esmeraldas” (2004) y posteriormente el “Estudio de Impacto Ambiental de la Construcción, Operación y Mantenimiento del Puerto Artesanal de Esmeraldas” (2009); en los que se concluye sobre la calidad de este cuerpo de agua:

Los valores de pH y oxígeno disuelto en ambos muestreos se encuentran dentro del límite permitido en la Tabla 3 de preservación de flora y fauna del anexo 1 de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua.

La demanda química de oxígeno posee valores apenas mayores a 5 mg/l por lo que se puede asumir un bajo nivel de oxígeno posiblemente por una alta presencia de materia orgánica en el agua y un alto consumo bacteriano.

En el segundo estudio además se determinó, coliformes fecales, con un registro de 43.000 NMP/100ml fuera de la dársena y 3.000 UFC/100ml dentro de la dársena superando los rangos tolerables de acuerdo a la norma para preservación de la flora y fauna equivalente a 200 NMP/100ml; en el caso de hidrocarburos totales la concentración fue de 3,39 mg/l también sobre la norma establecida con un máximo permisible de 0,5 mg/l en la Tabla 3 de preservación de la flora y fauna estuarina.

De acuerdo al análisis del contenido de metales pesados en sedimentos el único metal que excedió la norma fue el selenio con un valor de 11, 02 mg/Kg, y el estándar de la norma de 1mg/Kg según la Tabla 2 Criterios de Calidad del Suelo, Libro VI de la Calidad Ambiental.

A raíz de estos estudios, la Superintendencia de Balao SUINBA, lleva un registro de información sobre calidad de agua, desde enero del 2010 con una frecuencia de muestreos irregular, de 3 o 4 días del mes, midiendo valores de densidad, oxígeno disuelto, salinidad, temperatura de mar y atmósfera, turbidez, conductividad, sólidos totales disueltos y pH, en 8 estaciones de muestreo; una de las estaciones se la identifica

en el interior de la dársena del PAPES. Los resultados publicados en su página, reflejan no existir problemas de contaminación.

En lo que respecta a la legislación vigente aplicable para regularizar la contaminación del agua en el país, aparece la Ley de Aguas Ecuatoriana, con codificación 16, Registro Oficial 339 de 20 de Mayo del 2004, que en su artículo 22 determina como agua contaminada a aquella corriente o no que presente deterioro de sus características, debido a la influencia de materia que limiten su uso para actividades domésticas, industriales, agrícolas, de pesca y otras.

Para la contaminación producida por las actividades portuarias, el Ministerio del Ambiente ha publicado provisionalmente desde junio del 2005:

- La Norma para prevención y Control de la Contaminación Ambiental del Recurso Agua en Recintos portuarios, puertos y terminales portuarios.
- La Norma para prevención y Control de la Contaminación Ambiental del Recurso Suelo en Recintos portuarios, puertos y terminales portuarios.

Hasta el momento se utiliza el Texto Unificado de la Legislación Ambiental del Ministerio del Ambiente (TULSMA), con Decreto N° 3516, publicado en la Edición Especial No. 2 del Registro Oficial, de fecha 31 de marzo del 2003, y para el caso de calidad ambiental se emplea el Libro VI de la Calidad Ambiental con sus distintos anexos (agua, suelo, aire y ruido).

Dentro de la normativa internacional, el Convenio de Prevención de Contaminación por Buques Marpol 73/78, en el Anexo V establece las reglas sobre la descarga de residuos sólidos procedentes de embarcaciones. En particular, se establece que maderas y otros residuos flotantes, en especial los no biodegradables, deben ser descargados en los puertos y se prohíbe el vertido de plásticos y otros materiales sintéticos al mar (Madariaga, 2010).

La presente investigación tiene por objeto evaluar la calidad de agua estuarina de la dársena del Puerto Artesanal Pesquero de Esmeraldas -PAPES, partiendo de la hipótesis de que ***“los residuos provenientes de la actividad pesquera alteran la calidad de agua de la dársena del puerto”*** y para esto se plantean los siguientes objetivos:

- Determinar las afectaciones producidas por los residuos de la actividad pesquera sobre calidad del cuerpo de agua de la dársena del PAPES.
  - Levantar información sobre producción, manejo, tratamiento y disposición final de residuos sólidos provenientes de la actividad pesquera desarrollada en el PAPES.
  - Realizar un muestreo con al menos 10 parámetros de calidad de agua y sedimentos en el cuerpo de agua interior del PAPES e interpretar sus resultados en función de la legislación nacional vigente.
  - Formular una propuesta de manejo de residuos sólidos no peligrosos de la actividad pesquera para el PAPES.

## 2. METODOLOGÍA

El estudio inició en el mes de marzo del 2012, teniendo una duración de seis meses y culminado en agosto del 2012. Los principales materiales y métodos empleados se describen a continuación:

### 2.1. Descripción de la actividad pesquera

Se realizaron recorridos en campo para identificar las actividades pesqueras directas e indirectas llevadas a cabo en el recinto portuario. Se levantó información sobre la población actual involucrada por actividad y una breve descripción de los servicios sociales y básicos mediante la técnica de la entrevista (Anexo 1) a los representantes y trabajadores del PAPES, Cámara de Pesquería y Autoridad Portuaria Tabla I. La información obtenida en las entrevista fue complementada con información secundaria disponible sobre el manejo del puerto pesquero de Esmeraldas.

**Tabla I.** Listado de personas encuestadas.

Nombre	Cargo	Fecha de entrevista
Obidio Quiñónez	Presidente de la Unión Provincial de Cooperativas Pesqueras (UPROCOOPES)	19 de marzo del 2012
Maura Oviedo	Presidente de la Cámara de Pesquería	21 de marzo del 2012
Antonio Andrade	Presidente Asociación de Fibreros del PAPES	21 de marzo del 2012
Haydé Manzaba	Presidenta de vendedoras de comida preparada en el PAPES	23 de marzo del 2012
Rocío Reascos	Encargada de la Empresa Coral del Pacífico (EMCOPAC)	23 de marzo del 2012
Vicente Chilango	Jefe de Control y Calidad EMCOPAC	23 de marzo del 2012
Norma Orejuela	Presidenta de la Asociación de mecánicos fuera de borda del PAPES	28 de marzo del 2012
Nicolás Rodríguez	Carpintero Naval del Astillero del PAPES	28 de marzo del 2012
Homero Cervantes	Supervisor Seguridad Ambiental de APE	16 de abril del 2012
Carlos Estrella	Representante legal TERESCORP S.A.	17 de abril del 2012

## 2.2. Caracterización de los residuos sólidos no peligrosos

### 2.2.1. Levantamiento de información

Se desarrolló una encuesta (Anexo 2) con el propósito de recabar información sobre generación, almacenamiento, recolección, transporte y disposición de residuos sólidos producidos en el interior del recinto portuario.

El proceso de selección de la muestra fue aleatorio simple, cada uno de los elementos de la población tuvo la misma oportunidad de ser seleccionados (Martínez, 2009). El tamaño de la muestra se determinó con la fórmula propuesta por Carvajal en 2011:

$$n_{\infty} = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \sigma^2}{E^2}$$

Donde,

$Z_{\alpha/2}$ : Nivel de confianza=1,96 (95%)

$\sigma^2$ : Varianza poblacional= 0,25 (p=0,5; q=0,5)

$E^2$ : Error máximo permisible=0,1 (10%)

La muestra fue ajustada al valor de la población (N), en este caso la población fue equivalente al número total de personas que laboran en cada actividad mediante la expresión:

$$n = \frac{n_{\infty}}{1 + \frac{n_{\infty}}{N}}$$

**Tabla II.** Tamaño de la muestra de la encuesta aplicada.

<i>Actividad</i>	<i>Población (N)</i>	<i>Muestra (n)</i>
Bodegas	150	59
Comedores	12	11
Tiendas	4	4
Mantenimiento de barcos	14	12
Mantenimiento de fibras	20	17
Mantenimiento de motores	20	17
Captura de especies/pesca	2.098	92

### **2.2.2. Estimación de la generación de los residuos sólidos no peligrosos**

Se tomó una muestra representativa de los residuos sólidos no peligrosos generados por las actividades en tierra en el PAPES durante 2 meses (cuatro semanas del mes de julio y cinco semanas correspondientes al mes de agosto 2012). El trabajo en campo precisó el pesaje de los residuos en los locales donde se desarrollan las actividades pesqueras de manera diaria (lunes a domingo), empleando una balanza de capacidad de 100 kg para los residuos de vísceras, madera y vidrio y una balanza manual de 20 kg para residuos restos de alimento, plástico, papel y cartón.

El tamaño de la muestra fue determinado con la misma fórmula y valores que para la encuesta, es decir, un nivel de confianza del 95%, varianza poblacional igual 0,25 y error máximo permisible de 0,1. La muestra fue ajustada a la población, que en esta ocasión correspondió al número de locales empleados por cada fuente generadora de residuos sólidos no peligrosos como se observa en la Tabla III.

**Tabla III.** Tamaño de muestra para pesaje de residuos sólidos.

<i>Actividad</i>	<i>Población (N)</i>	<i>Muestra (n)</i>
Bodegas	50	33
Comedores	12	11
Tiendas	4	4
Mantenimiento de barcos	1	1
Mantenimiento de fibras	5	5
Mantenimiento de motores	4	4
Captura de especies/pesca	900	87

La normativa ecuatoriana para desechos sólidos no peligrosos, no presenta metodología definida para caracterizar los residuos sólidos, por lo que el estudio consideró como guía las especificaciones de las normas mexicanas, cuyo contenido es de fácil entendimiento y aplicación:

- Norma Mexicana NMX-AA-061-1985 -Determinación de la generación.
- Norma Mexicana NMX-AA-19- Peso volumétrico in situ.

El peso volumétrico o densidad no pudo ser medido in situ, porque varias actividades conexas a la pesca no realizan almacenamiento interno de los residuos; interpretando la definición de peso volumétrico como el volumen necesario para acomodar una determinada cantidad de residuos de acuerdo a su peso (SEDESOL, 2011), se obtuvo la densidad de los residuos en laboratorio por el método de la probeta, el procedimiento fue el siguiente: con una pinza se colocó sobre la balanza analítica cada uno de los residuos para obtener el valor de la masa ( $m$ ), luego desde un soporte universal se sumergió cada sólido cuidadosamente y por completo en una probeta de 1.000 ml, con un volumen de agua 500 ml ( $V_0$ ), para observar el desplazamiento de volumen ( $V_f$ ). El volumen del sólido fue equivalente a la diferencia de volúmenes:  $V_s = V_f - V_0$ . Se aplicó la fórmula universal  $d = m/v$  y se determinó la densidad de los sólidos, esta acción se repitió 5 veces por residuo. La densidad de los residuos fue un valor necesario para

calcular la capacidad de los recipientes que podrían albergar de manera diaria los desechos producidos en el puerto.

Para conocer la variación de la generación de los residuos sólidos y composición, se emplearon las fórmulas:

- *Producción diaria*

$$\text{Generación} = \frac{\text{Peso del residuo (Kg)}}{\text{día}}$$

- *Composición de los residuos sólidos (%)*

$$\frac{\text{peso del material (kg)}}{\text{peso total de los residuos (kg)}} * 100$$

### **2.3. Muestreo de agua y sedimento**

El tamaño de la muestra fue determinado de forma intencional sustentado en el método de muestreo no probabilístico (Naghi, 2005). Como existe un gran número de contaminantes del agua (Echarri, 2007), los indicadores de calidad de agua y sedimentos propuestos (Tabla IV) fueron planteados mediante la revisión de información secundaria:

- TULSMA- Libro VI de la Calidad Ambiental- Anexo 1. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua- TABLA 3. 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 (Anexo3).
- TULSMA-Libro VI de la Calidad Ambiental-Anexo 2. Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios para suelos contaminados- Tabla 2 Criterios de calidad de suelos (Anexo 4).
- Estudio sobre Calidad de Ambiental de los Cuerpos Marinos y Continentales Controlados en el Marco del Programa de Observación del Ambiente Litoral (de la Armada de Chile, 2007).

**Tabla IV.** Indicadores para muestreo de agua y sedimentos.

<i>Parámetros en agua</i>	
Físicos químicos	Potencial de hidrógeno (pH), sólidos suspendidos totales, oxígeno disuelto (OD), turbidez, temperatura ambiente, temperatura del agua.
Aniones y no metálicos	Cloro residual.
Parámetros orgánicos	Aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), fenoles, sustancias tensoactivas e hidrocarburos totales de petróleo (TPH).
Parámetros microbiológicos	Coliformes fecales y coliformes totales.
Metales (5)	Hierro (Fe), zinc (Zn), cobre (Cu), cromo (Cr) y níquel (Ni).
<i>Parámetros en sedimentos</i>	
Metales (13)	Arsénico (As), bario (Ba), cadmio (Cd), cromo (Cr), cobalto (Co), cobre (Cu), mercurio (Hg), molibdeno (Mo), níquel (Ni), plomo (Pb), selenio (Se), vanadio (Va) y zinc (Zn).

A partir del 31 de mayo hasta el 18 de junio del 2012, se establecieron 16 estaciones para el muestreo de agua superficial, 5 estaciones para la toma de muestras a media agua (2 metros de profundidad) y 5 estaciones para muestreo de sedimentos. (Figuras 1 y Figura 2), las estaciones fueron denominadas por sus características de ubicación:

1. Boca de la dársena (BD)
2. Área media de la dársena (AM)
3. Frente a las bodegas de comercialización (BC)
4. Frente al sector de mantenimiento de embarcaciones (ME)

Este criterio fue empleado porque el espacio de la dársena siempre se encontraba ocupado por las embarcaciones pesqueras. Las coordenadas de las estaciones fueron ubicadas mediante el Sistema de Posicionamiento Global (PGS), empleando el DATUM WGS84 para su georeferenciación. La información recopilada en terreno se registró en una ficha de muestreo (Anexo 5), elaborada con los criterios de la Norma INEN 2 176:1998 Agua, calidad de agua, muestreo y técnicas de muestreo.



<b>COORDENADAS</b>		
<b>Sector</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
BD1	650803	10109353
BD2	650735	10109338
BD3	650806	10109249
BD4	650780	10109487
AM1	650664	10109162
AM2	650526	10109160
AM3	650622	10109106
AM4	650717	10108945
ME1	650717	10108667
ME2	650756	10108840
ME3	650723	10108624
ME4	650693	10108653
BC1	650670	10108940
BC2	650593	10108789
BC3	650691	10108789
BC4	650617	10108732

**BD**=Boca de la dársena  
**AM**=Área media de la dársena  
**ME**=Mantenimiento de embarcaciones  
**BC**=Bodegas comercializadoras

**Figura 1.**Estaciones de muestreo de agua superficial.



COORDENADAS		
Sector	X	Y
BD1	650735	10109338
BD2	650780	10109487
AM	650622	10109106
ME	650693	10108653
BC	650593	10108789

**BD**=Boca de la dársena  
**AM**=Área media de la dársena  
**ME**=Mantenimiento de embarcaciones  
**BC**=Bodegas comercializadoras

**Figura 2.**Estaciones de muestreo de media agua y sedimentos.

### **2.3.1. Procedimiento para muestreo de agua**

Se recolectaron de forma manual 16 muestras de agua a nivel superficial utilizando frascos plásticos esterilizados de 1 litro, con una frecuencia de una vez por semana en cuatro estaciones distintas. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de la PUCESE para determinar los indicadores de hierro (Fe), cromo (Cr), cobre (Cu), zinc (Zn) y níquel (Ni) con el espectrofotómetro WAGTECH Spectronic 7100. In situ se midieron los parámetros de temperatura ambiente, temperatura del agua, pH, OD y turbidez, utilizando el equipo multiparámetro portátil Potalab.

Con una botella Van Dorn de configuración vertical (INVEMAR, 2003), se colectaron 5 muestras de media agua que se enviaron al laboratorio acreditado.

### **2.3.2. Procedimiento para muestreo de sedimento**

Desde una embarcación tipo fibra de 5m, con una draga Van Veen, se recolectó 5 muestras de sedimentos que se colocaron en fundas plásticas de 2kg que posteriormente fueron enviadas al laboratorio acreditado para el análisis de metales.

### **2.3.3. Análisis de resultados**

Los resultados obtenidos fueron comparados con las referencias ambientales nacionales; los valores de cada estación de muestreo de aguas se compararon con los límites máximos admisibles para Preservación de Flora y Fauna Marina y de Estuario y para los valores de sedimentos se utilizaron los Criterios de Calidad de Suelo. Al no incluir la normativa ecuatoriana estándares sobre calidad de sedimentos marinos, en especial para metales pesados, adicionalmente se compararon los valores y promedios de los parámetros de mayor concentración presentes en agua y sedimentos con criterios internacionales:

- Norma de Evaluación de los objetos hídricos de uso pesquero, Cuba 1999.
- Estándares Nacionales para calidad de agua. Decreto Supremo Nro. 023-2009-MINAM, Perú 2008.
- Guidelines for the protection and management of aquatic sediment quality in Ontario, Ministry of Environment and Energy, 1993

## 2.4. Elaboración de propuesta para manejo de residuos sólidos no peligrosos

Esta fue elaborada empleando los resultados sobre cantidades y composición de los residuos sólidos no peligrosos del puerto durante este estudio. Se utilizó como referencia los criterios de la Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de los desechos sólidos no peligrosos del Texto Unificado de la Legislación Ambiental para el establecimiento de la estructura de la propuesta, mientras que para detallar número de recipientes y trabajadores se consideraron las fórmulas del Manual Técnico sobre Generación, Recolección y Transferencia de Residuos Sólidos Municipales de la Secretaría de Desarrollo Social de México, debido a que en Ecuador la normativa vigente no presenta un procedimiento para implementar sistemas de manejo de residuos no peligrosos.

Las fórmulas empleadas para determinar el volumen de los recipientes y número de obreros necesarios para barrido fueron:

- Volumen necesario para el almacenamiento de los residuos en fuentes no domiciliarias.

$$v = \frac{G}{Pv} \times fr$$

V= volumen del recipiente en m<sup>3</sup>

G=generación de residuos en Kg/día

Pv= peso volumétrico kg/m<sup>3</sup>

Fr= factor de recolección de frecuencia (diaria= 1)

- Número de obreros de limpieza

$$NH = L \times fb$$

NH= números de obreros necesarios

L=Longitud de las calles por barrer en Km

fb=Número de veces que se barrerá durante la jornada de trabajo (8horas)

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. Descripción de la actividad pesquera en el PAPES**

En el recinto portuario se identificaron las actividades descritas a continuación:

##### **A. Captura de especies acuáticas**

Según Obidio Quinónez- Presidente de la Unión de Cooperativas Pesquera de Esmeraldas (UPROCOOPES), existen 3.000 pescadores artesanales, gente de mar dedicada a la captura de los recursos Dorado, Corvina de roca, Pargo, Picudo, Banderón, Rabón, Albacora, Wheju, Bonito y Camarones; indicando un aumento del número de pescadores artesanales con referencia al censo del Programa de Manejo Costero del 2008 donde se contabilizaron 2.098 hombres de mar.

El Presidente de UPROCOOPES afirmó que existen registradas 900 embarcaciones, 700 embarcaciones de fibras de vidrio (el 50% con motores de 75 Hp y el otro 50% combinando motores de 75 y 20 Hp) y 200 canoas de montaña (80% usan motores de 40 Hp y el 20% motores de 25 Hp); en promedio una embarcación es tripulada por 3 personas y para cualquier captura las ganancias se distribuyen el 50% para el armador o dueño de la embarcación y el otro 50% es repartido entre los tripulantes. Los equipos tecnológicos empleados por el pescador son la brújula, compás, linterna, radio de mano y en ocasiones GPS. La faena de pesca puede durar de 72 a 96 horas y los costos por salida varían de la siguiente manera:

- Empleando un motor de 275 Hp un monto alrededor de 800 dólares.
- Embarcaciones con dos motores de 75 Hp, pesca cerca de la costa 400 dólares.
- Embarcaciones con faenas de 24 horas y un motor de 75 Hp gastan 340 dólares.
- Mientras que las canoas de montaña y fibras de 6m que pescan camarón, denominadas “changas” costean 120 dólares en 6h en el mar.
- Una nodriza que puede estar en el mar por 17 días bordea los 4.000 dólares.



**Figura 3.** Flota pesquera del PAPES.

La pesca en el PAPES es realizada durante todo el año, las especies capturadas dependen de la temporada, así podemos ver la Tabla V:

**Tabla V.** Caracterización de algunas pesquerías.

<i>Pesquería</i>	<i>Arte de pesca</i>	<i>Temporada</i>	<i>Millas</i>	<i>Captura/ faena (lb)</i>	<i>Faena (h)</i>	<i>Precio por lb</i>
Atún	Palangre de superficie	Dic-abr	30 - 240	1.000	72 a 96	3,00
Cherna	Línea de mano	Ene-oct.	-	200-300	96	2,50
Corvina de roca/ profundidad	Red electrónica, palangre de fondo con azuelo #5 al 7	Jul-sep	2	600	72 a 96	1,50
Pargo	Palangre	Ene-dic	15	200	72	2,00

**Fuente:** Versiones de pescadores del PAPES.

De acuerdo con las estadísticas internas manejadas por Autoridad Portuaria de Esmeraldas, en el 2011 en el PAPES se desembarcó 16.319,52 toneladas de pesca, los promedios mensuales más altos se alcanzaron desde enero hasta abril con de 2.000 toneladas por mes y las dos recursos más capturados fueron el Dorado con 12.621,36 ton/año y el Picudo con 1.375,32 ton/año, juntas alcanzan el 86% del total de pesca desembarcada durante el 2011.

Quiñónez, explica que los pescadores que desembarcan en el puerto están organizados en cooperativas de acuerdo a la zona de procedencia y nombra algunas cooperativas: 21 de Noviembre (Tachina), 4 de Marzo (Las Piedras), Isla Piedad, 21 de Octubre, 24 de Octubre y Cooperativa San Pablo. En cuanto a los seguros que tienen acceso los pescadores manifiesta, que más de 100 pescadores acceden al Seguro Médico Campesino que viene funcionando desde el 2007 con un aporte mensualmente 2,10 dólares y que alrededor 900 personas tienen acceso al Agroseguro que entró en vigencia en diciembre del 2011 y comprende la cobertura a bienes como las embarcaciones y aparejos de pesca en el caso de que se produzca un robo en alta mar.

## B. Comercialización

En el puerto actualmente existen 83 bodegas que representan un mínimo de 320 personas y se estima que en el mar unos 40 comerciantes y sus respectivos ayudantes ejercen esta actividad (SENPLADES, 2009). El comercio agrupa:

- Comercialización de productos del mar

Maura Oviedo, Presidenta de la Cámara de Pesquería expone que alrededor de 50 bodegas están encargadas de la comercialización de la pesca, con un aproximado de 20 toneladas para almacenamiento temporal; por bodega trabajan 3 personas, el armador y dos ayudantes encargados de la recepción, limpieza, eviscerado, almacenamiento y venta del producto. Se cuenta con servicios básicos como electricidad, agua entubada, pozos sépticos (este último casi en todas las bodegas) y unas 3 líneas telefónicas. En el interior de las bodegas se puede observar una pequeña oficina, un área de pesaje, sector de almacenamiento para la pesca y espacio para envases que almacenan el combustible.

El producto obtenido de la pesca es comercializado por el pescador artesanal sin valor agregado, por lo general entregado a intermediarios que lo venden a mayoristas que a la vez también hacen de intermediarios. Mucha parte de la pesca es exportada al exterior como pescado congelado y enlatado (PROPESCAR, 2011).



**Figura 4.** Bodega comercializadora de pescado.

- Comercialización de víveres

Se contabilizaron 4 bodegas encargadas de la venta de alimentos, tarjetas para celulares y otros artículos como zapatos y vestimenta; en algunas bodegas se observó el establecimiento de familias que han expandido y mejorado la infraestructura del sitio, lo que parece no ser ilegal, ya que las autoridades encargadas del puerto mencionan que desde hace muchos años existen personas viviendo en el interior de las bodegas.

- Expendio de alimentos preparados

Durante el estudio se registraron 12 puestos para el expendio de comida, 6 en el interior de bodegas permanentes y el resto a lo largo de la vía principal, por lo general los comedores son atendidos por una persona. Haydé Manzaba, Presidenta de la Asociación

de Vendedoras de Comida Preparada del Puerto, indica que en la venta de comida trabajan 30 mujeres, en horario de 05h00 hasta las 15h00 de lunes a domingos, la venta de productos ligeros se extiende hasta las 19h00. La mayoría de los alimentos son preparados en recinto portuario a pesar de no contar con servicios básicos.



**Figura 5.** Vista exterior de un comedor en el PAPES.

- Empacadora de pescado

La Empacadora Coral del Pacífico (EMCOPAC), es una empresa privada que trabaja en el puerto desde el año 2006, de acuerdo con las versiones de Rocío Reascos, Encargada de EMCOPAC, es considerado como el único espacio industrializado dentro del PAPES. La empresa se encarga de la venta de pescado fresco y filete congelado, su principal destino es Miami. En la planta trabajan 9 personas para todo el proceso del producto y área administrativa. Durante el año 2010 la empacadora dejó de funcionar por problemas económicos y retomó sus actividades en enero del 2011.

Vicente Chilango, Jefe de Control y Calidad explica que la materia prima es comprada a diferentes proveedores, las recursos utilizadas son Albacora, Dorado, Pargo, Murico,

Wahoo, Escolar (miramelindo), Pez espada y Pez guasmo; diariamente puede almacenarse hasta 30.000 lb. La época de mayor venta es la de diciembre- abril por la temporada del dorado.



**Figura 6.** Vista panorámica de Empacadora Coral del Pacífico.

- Abastecimiento de hielo y combustible

Los pescadores se abastecen de hielo de dos contenedores fríos ubicados junto a un muelle. Los contenedores almacenan el hielo que es traslado desde la fábrica ubicada en otro sector.

La gasolina artesanal es conseguida en dos gasolineras pertenecientes a la comercializadora Petrocomercial: UPROCOOPES y Gasolinera del Puerto, a un precio de 0,98 centavos de dólar el galón. Los pescadores que realizan pesca lejana utilizan 20 pomas de combustible, con una capacidad de 20 galones por poma, mientras la pesca cercana emplea 2 o 3 pomas de gasolina artesanal. De acuerdo con las versiones de los pescadores, se necesita mensualmente casi 500.000 galones de gasolina para realizar la actividad.



**Figura 7.** Expendio de hielo.



**Figura 8.** Abastecimiento de combustible.

### C. Mantenimiento de embarcaciones

- Mantenimiento de fibras de vidrio

Comprende el mantenimiento a embarcaciones pequeñas para la reparación de fisuras, acabado, bordes, cambio de piso y reparación completa (José Castillo, Trabajador del puerto, *com pers.*).

Se identificaron 5 talleres en los que trabajan 3 o 4 personas por taller. La actividad es realizada al aire libre, el único servicio básico es energía eléctrica necesaria para el uso de herramientas como la pulidora. El Sr. Antonio Andrade Presidente la Asociación de Fibreros del Puerto, explica que el horario de labores va desde las 07h30 hasta las 17h00; los días de trabajo a la semana no son continuos dependen del número de embarcaciones que ingresan al taller, como promedio son 3 día por semana, las ganancias por día puede ir de 15 a 20 dólares/persona; la mayor cantidad de fibras son receptadas durante tiempo de luna llena porque los pescadores no ejercen la actividad; actualmente laboran 20 fibreros en la actividad, personal que se ha asociado con la finalidad de regularizar las plazas de empleo.



**Figura 9.** Mantenimiento de fibras de vidrio.

- Mantenimiento de motores fuera de borda

A los motores de las embarcaciones se les realiza dos tipos de mantenimiento, uno preventivo y otro de emergencia, el segundo comprende el arreglo de daños y el cambio de aceite. Según Norma Orejuela, Presidente de la Asociación de Mecánicos Fuera de Borda “AMEMOFUBORDA”, esta labor la ejercen más de 40 personas que se distribuyen la mitad en 4 bodegas donde son revisadas las embarcaciones y la otra mitad brinda su servicio en los botes sobre el agua. En las bodegas también se vende aceites y repuestos, el horario de trabajo es de 07h00 a 16h00 de lunes a sábado. El cambio de aceite se realiza cada 2 o 3 viajes (15 días) utilizando un litro de aceite que tiene un costo de 4,50 dólares.



**Figura 10.** Mantenimiento de motores sobre una embarcación.

- Mantenimiento de barcos de madera

En el astillero del PAPES trabajan 14 personas, 4 carpinteros navales y el resto oficiales; las embarcaciones son colocadas sobre 3 diques o plantillas de madera para darles mantenimiento por lo menos a 2 embarcaciones por mes, el sitio de trabajo es conocido como la zona de la playita cerca al agua de la dársena; la jornada comienza a las 08h00 hasta las 17h00. Se carece de servicios básicos y los trabajadores no pertenecen a ninguna organización (Nicolás Olives, Trabajador del astillero, *com pers*).



**Figura 11.** Mantenimiento de embarcaciones de madera.

#### D. Limpieza del recinto portuario

Homero Cervantes, Supervisor de Seguridad Ambiental de Autoridad Portuaria, asegura que desde hace dos años se contrata una empresa para la recolección y transporte de los residuos generados en el puerto pesquero, la empresa que ha brindando el servicio de limpieza general del PAPES en el año 2012 es TERESCORP S.A. El almacenamiento

externo de los residuos sólidos se hace sin separación en 33 envases de diferente capacidad de almacenamiento, distribuidos a lo largo del recinto portuario.

Según Carlos Estrella Representante Legal de la empresa privada TERESCORP, la recolección es realizada por una cuadrilla de 7 personas en un vehículo de 8 toneladas de capacidad, todos los residuos son transportados hasta el botadero cantonal; la frecuencia de recolección es diaria, de lunes a viernes el vehículo pasa dos veces, una durante la mañana y otra en la tarde (09h00 y 14h00) y los sábados y domingos una vez a partir de las 08h00. El tiempo de recolección es de aproximadamente 3 horas incluido el barrido manual alrededor de la dársena y en la calle principal. Desde enero la empresa entrega a APE un registro con la información sobre volúmenes generados de forma semanal, la recolección incluye papel, cartón, madera, restos de alimentos, plásticos, vísceras de pescado (aletas, cabeza de pescado) y vidrio; estos volúmenes corresponden a una apreciación visual de la recolección diaria y acumulación semanal.



**Figura 12.** Recolección de residuos sólidos en el puerto de Esmeraldas.

### 3.2. Caracterización de los residuos sólidos no peligrosos

#### 3.2.1. Caracterización de la gestión de los residuos sólidos en el PAPES

De la encuesta realizada a los grupos de trabajadores del PAPES, sobre el estado actual del manejo de los residuos sólidos en el interior del recinto portuario se obtuvieron los siguientes resultados:

- El 71 % de los trabajadores encuestados desconoce qué es un residuo sólido.
- Los residuos sólidos que están siendo generados en el puerto se pueden observar en la Tabla VI, encontrándose resaltados los residuos de mayor generación por actividad.

**Tabla VI.** Residuos sólidos producidos en el puerto por actividad.

Actividad	Tipos de residuos							
	Restos de comida	Plástico	Baterías	Redes	Vísceras	Papel y cartón	Madera	Otro
Comercialización de pescado		x			x	x		vidrio
Arreglo de motores		x				x		aluminio
Reparación de fibras		x				x	x	vidrio, fibra
Mantenimiento de barcos de madera		x					x	latas
Expendio de alimento	x	x				x		
Venta de víveres	x	x				x		vidrio
Captura de especies		x	x	x	x			latas

- El 18% de los trabajadores encuestados aseguran realizar almacenamiento interno de los residuos sólidos generados diariamente, este porcentaje involucra a las actividades venta de víveres, expendio de alimentos y comercialización de pescado.
- Para el almacenamiento interno de los residuos sólidos los trabajadores del puerto utilizan en un 63% tachos plásticos como pomas de 20 litros cortadas por la mitad y el 37% restante emplea fundas plásticas.

- El 100% de los residuos sólidos que son almacenados internamente no son clasificados ni reutilizados.
- Todas las actividades conexas a la pesca desarrolladas en tierra reciben el servicio de limpieza de residuos sólidos en el puerto. Para las actividades de comercialización de pescado, arreglo de motores, expendio de alimentos y venta de víveres la frecuencia de recolección de los residuos es diaria y en dos turnos (matutino y vespertino). Las actividades de mantenimiento de embarcaciones de fibra y madera la recolección es irregular con una frecuencia de 4 días a la semana durante las mañanas.
- El 61% de encuestados especifica que el barrido de la acera y la dársena es realizado una vez al día por lo general durante la mañana a partir de las 09h00.
- El 100% de los trabajadores encuestados dedicados a la captura de especies (pescadores) aseguró que sus residuos sólidos son eliminados directamente al mar. Mientras tanto de las actividades desarrolladas en tierra, el 50% de los trabajadores desconoce el destino final de sus residuos, el 45% afirma que va al botadero municipal del cantón Esmeraldas y el 5% restante respondió que son quemados.
- Existe una variedad de criterios sobre el servicio de limpieza que se desarrolla en el PAPES, el 53% de los trabajadores encuestados opina que la labor de limpieza es buena, el 37 % la considera regular, 10% mala y el 1% excelente.
- El 87% de los trabajadores encuestados estarían dispuestos a participar en un estudio para establecer la generación de los residuos sólidos en el PAPES.

### 3.2.2. Cuantificación de los residuos sólidos no peligrosos

Los resultados obtenidos de la medición de la densidad de cada residuo sólido se muestran en la Tabla VII:

**Tabla VII.** Valores de densidad de cada residuo sólido.

<i>Residuo</i>	<i>Densidad (Kg/m<sup>3</sup>)</i>
Papel y cartón	415
Restos de alimentos	445
Madera	740
Plástico	812
Restos de pescado	793
Vidrio	1530

En la Tabla VIII se presentan los resultados de la cuantificación de los residuos sólidos no peligrosos en cada mes de estudio y se resalta los mayores porcentajes de volumen en cada mes:

**Tabla VIII.** Peso y volumen de los residuos sólidos no peligrosos en el puerto.

<i>Residuos Sólidos</i>	<i>Mes de Julio</i>			<i>Mes de Agosto</i>		
	<i>Peso (Kg)</i>	<i>volumen (m<sup>3</sup>)</i>	<i>% de volumen</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>volumen (m<sup>3</sup>)</i>	<i>% de volumen</i>
Papel y cartón	462,44	1,11	3,40	524,75	1,26	3,40
Restos de alimento	2745,00	6,17	18,84	3319,00	7,46	20,03
Madera	532,80	0,72	2,20	695,60	0,94	2,52
Plástico	783,60	0,97	2,95	976,50	1,20	3,23
Restos de pescado	18399,00	23,20	70,84	20221,00	25,50	68,48
Vidrio	888,20	0,58	1,77	1332,70	0,87	2,34
<b>Total</b>	<b>23811,04</b>	<b>32,75</b>	<b>100,00</b>	<b>27069,55</b>	<b>37,23</b>	<b>100,00</b>

- Para los dos meses los residuos de menor producción fueron papel y cartón, plástico y madera.
- El mes de agosto produjo 27.069,55 Kg de residuos, el residuo sólido con mayor peso en este mes fue el resto de pescado, seguido por los restos de alimentos y juntos alcanzan 23.540 Kg.

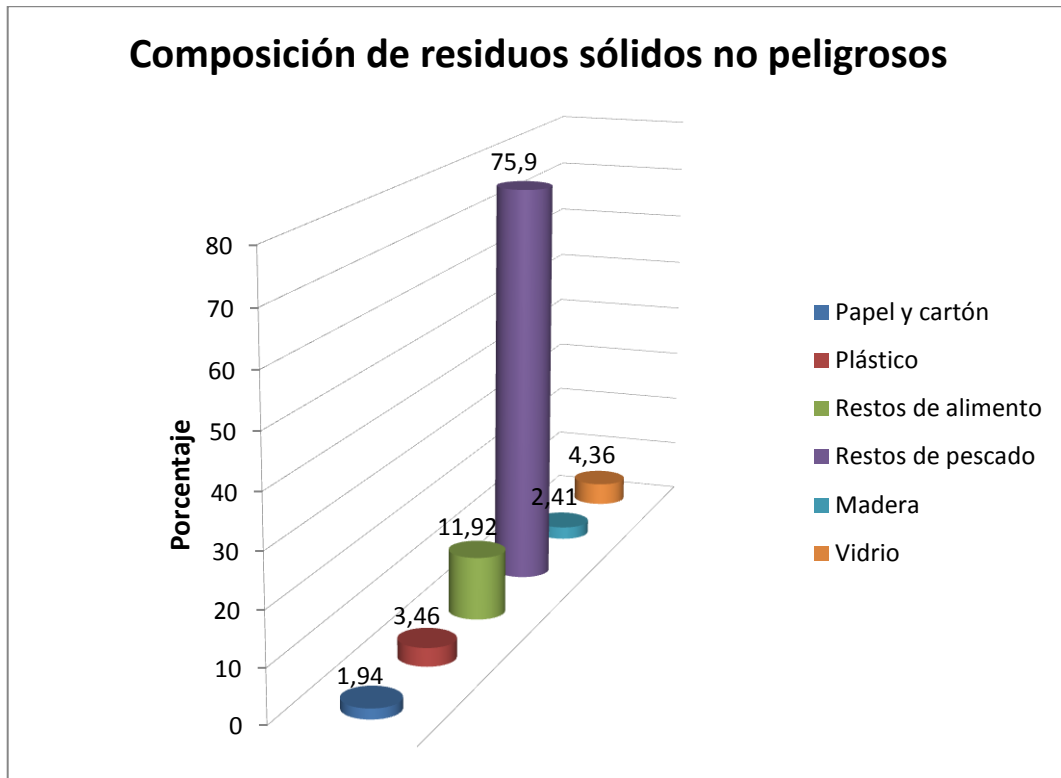
- Los porcentajes de volúmenes generados de residuos entre el mes de julio y agosto son similares, aunque agosto presentó una semana más. Los residuos papel y cartón, restos de alimentos, madera, plástico y vidrio se encuentran en una variación entre  $\pm 1$  %, teniendo mayor la mayor diferencia las vísceras de pescado  $\pm 2,5$ %.
- Los restos de pescado para el mes de julio obtuvieron el 71% del volumen total mensual, mientras los restos de alimentos solo generaron el 18,84% del volumen. En el mes de agosto el volumen de restos de pescado descendió al 68,48% y el de restos de alimentos por el contrario aumento en 1,19%.

Al extrapolar el valor de generación de residuos de acuerdo con el número de fuentes generadoras muestreadas, se obtuvo la generación y el volumen anual de residuos expuestos en la Tabla IX, los valores de mayor generación se encuentran resaltados.

**Tabla IX.** Extrapolación de datos de generación de residuos sólidos no peligrosos en el PAPES.

<i>Residuo</i>	<i>Generación (Kg/día)</i>	<i># Fuentes muestreadas</i>	<i>Generación (Kg/fuente-día)</i>	<i>Generación anual</i>	<i>Volumen anual m<sup>3</sup></i>
Papel y cartón	15,67	49	0,32	5.719,55	13,78
Restos de alimentos	96,25	15	6,42	35.131,25	78,95
Madera	19,50	6	3,25	7.117,50	9,62
Plástico	27,94	58	0,48	10.198,10	12,56
Restos de pescado	613,02	33	18,58	223.752,30	282,16
Vidrio	35,25	46	0,77	12.866,25	8,41
<b>Total</b>	<b>807,63</b>	-	<b>30,14</b>	<b>294.784,95</b>	<b>405,47</b>

La Figura 13 muestra la composición de los residuos sólidos no peligrosos generados en el PAPES durante los dos meses de muestreo, alcanzando los porcentajes más altos en la composición los restos de pescado con 75,9 % y los restos de alimento con 11,92%.



**Figura 13.** Composición de los residuos sólidos no peligrosos.

### 3.3. Análisis de agua

En la Tabla X se presentan los valores de los parámetros físico-químicos medidos in situ y los valores de metales analizados en el laboratorio PUCESE.

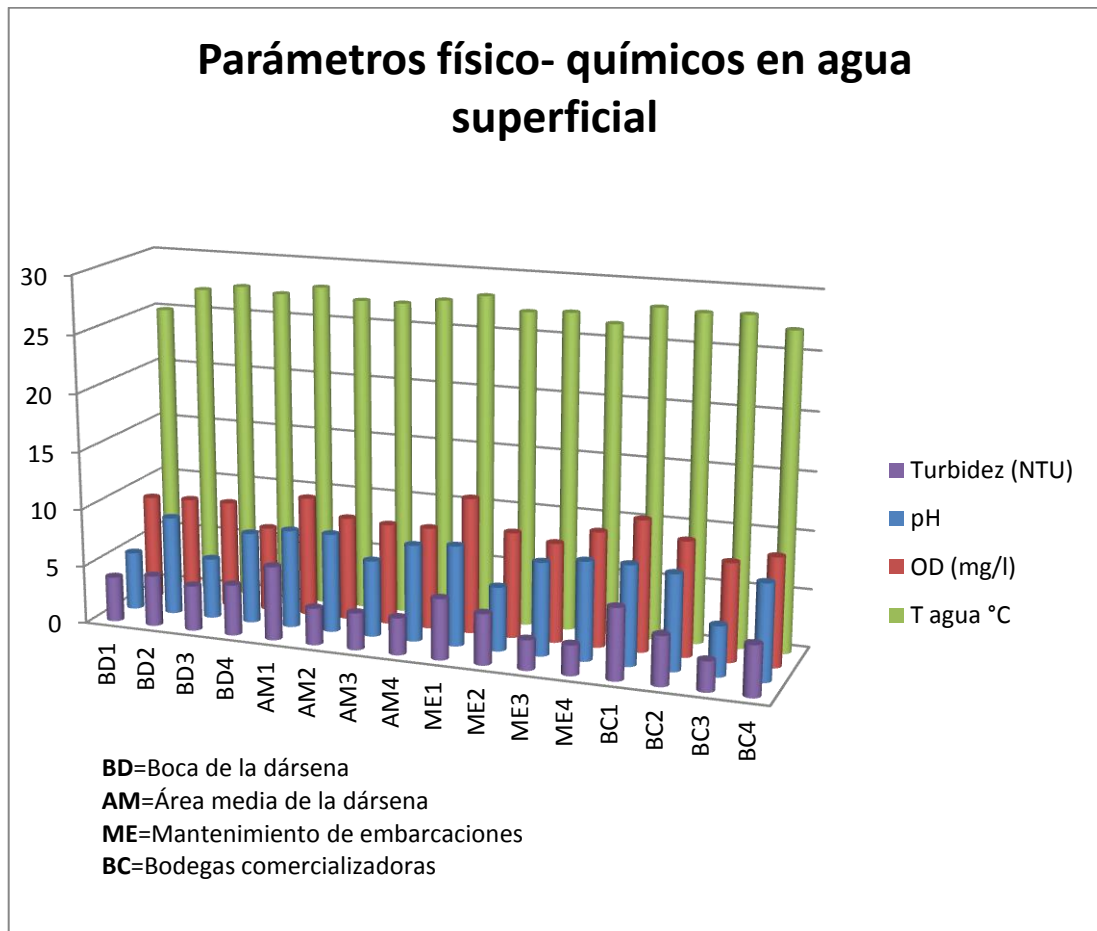
**Tabla X.** Parámetros físico-químicos y metales pesados en aguas superficiales.

<i>Fecha</i>	<i>Estación</i>	<i>Marea</i>	<i>t atmosférica (°C)</i>	<i>t agua (°C)</i>	<i>pH</i>	<i>OD (mg/l)</i>	<i>Turbidez (NTU)</i>	<i>Fe (mg/l)</i>	<i>Cr total (mg/l)</i>	<i>Cu (mg/l)</i>	<i>Zn (mg/l)</i>	<i>Ni (mg/l)</i>
31-May-2012	AM1	alta	29,3	27,9	8,46	10,32	6,36	0,09	0,13	0,06	0,07	0,15
	BC1	alta	30,1	28,1	8,57	11,31	6,14	0,09	0,14	0,1	0,13	0,45
	BC2	alta	30,4	27,9	8,22	9,9	4,24	0,10	0,16	0,26	0,08	0,30
	ME1	alta	29,1	28,1	8,62	11,69	5,23	0,01	0,08	0,28	0,1	2,4
07-Jun-2012	BD1	baja	27,2	25	5	9	3,89	0,06	0,13	0,34	0,07	0,15
	BD2	baja	27,2	27	8,49	9,14	4,37	0,09	0,14	0,12	0,13	0,17
	AM2	baja	27,4	27	8,5	8,9	3,17	0,15	0,16	0,30	0,08	1,8
	BC3	baja	27,2	28	4,3	8,46	2,59	0,10	0,08	0,27	0,1	2,1
12-Jun-2012	BD3	baja	28	27,5	5,2	9,2	3,89	0,05	0,13	0,23	0,07	0,22
	ME2	baja	28	27	5,49	9,1	4,37	0,12	0,14	0,16	0,13	0,35
	AM3	baja	29,3	27	6,57	8,7	3,17	0,14	0,16	0,33	0,08	0,27
	ME3	baja	28	27,2	8	8,56	2,59	0,15	0,08	0,18	0,1	0,30

<i>Fecha</i>	<i>Estación</i>	<i>Marea</i>	<i>t</i> <i>atmosférica</i> (°C)	<i>t</i> <i>agua</i> (°C)	<i>pH</i>	<i>OD</i> (mg/l)	<i>Turbidez</i> (NTU)	<i>Fe</i> (mg/l)	<i>Cr total</i> (mg/l)	<i>Cu</i> (mg/l)	<i>Zn</i> (mg/l)	<i>Ni</i> (mg/l)
18-Jun-2012	BD4	baja	28	27,1	7,84	7,31	4,37	0,19	0,17	0,14	0,22	0,05
	AM4	baja	28	27,5	8,3	8,76	3,17	0,15	0,16	0,1	0,27	0
	ME4	alta	28	26,5	8,48	9,91	2,59	0,12	0,15	0,02	0,13	0,05
	BC4	alta	28	27	8,26	9,33	4,36	0,26	0,15	0,04	0,07	0,1
<b><i>Promedio</i></b>	-	-	28,33	27,24	7,39	9,35	4,03	0,12	0,14	0,18	0,11	0,55
<b><i>LMP<sup>1</sup></i></b>	-	-	-	32	6,5 a 9,5	>5	-	0,3	0,05	0,05	0,17	0,1

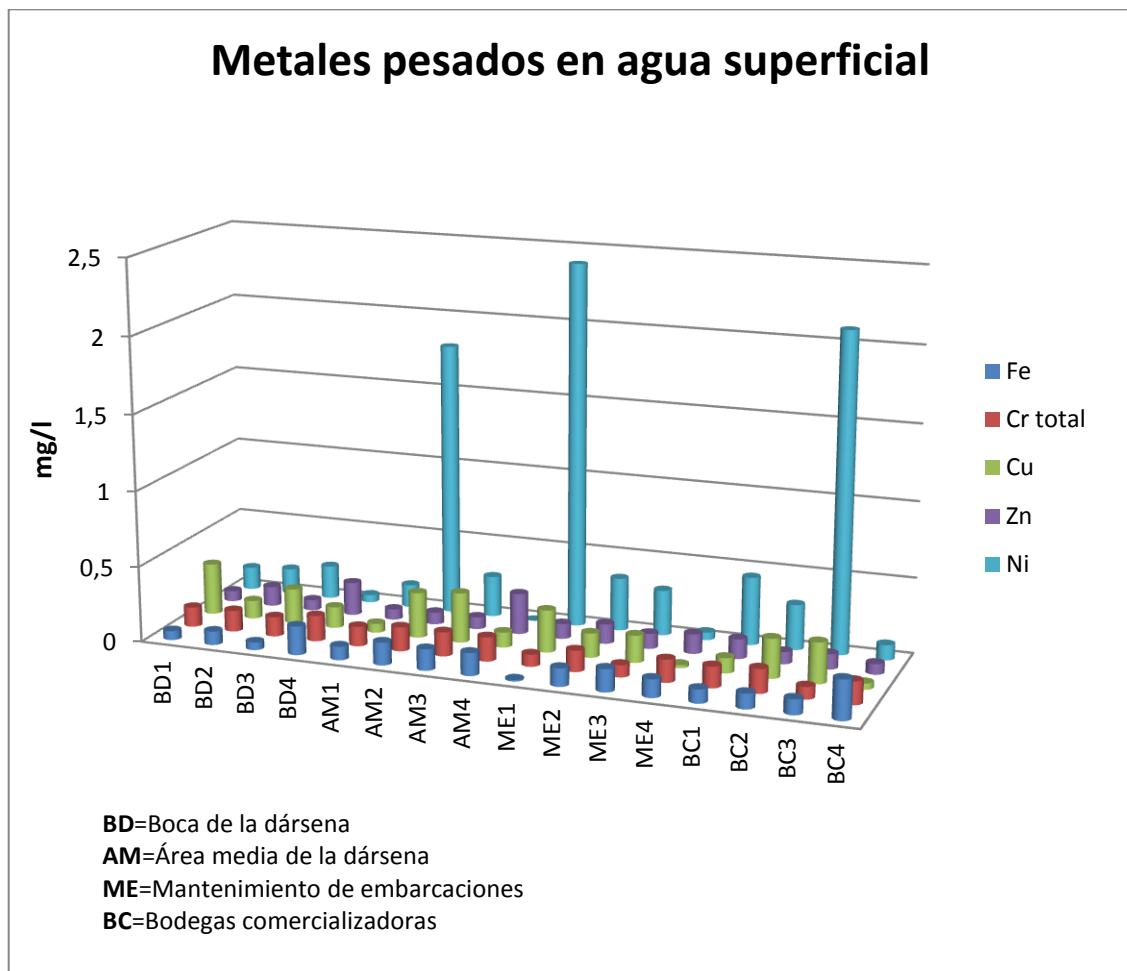
<sup>1</sup> LMP=Límite permisible para preservación de la flora y fauna marina y de estuario -Tabla 3-Anexo1-Libro VI TULSMA.

En la Figura 14 se representa el comportamiento de los parámetros físico-químicos en agua superficial en las estaciones de muestreo.



**Figura 14.** Comportamiento de los parámetros fisicoquímicos en agua superficial.

En la Figura 15 se observa el comportamiento de los metales pesados analizados en agua superficial según las estaciones de muestreo.



**Figura 15.** Comportamiento de metales pesados en agua superficial.

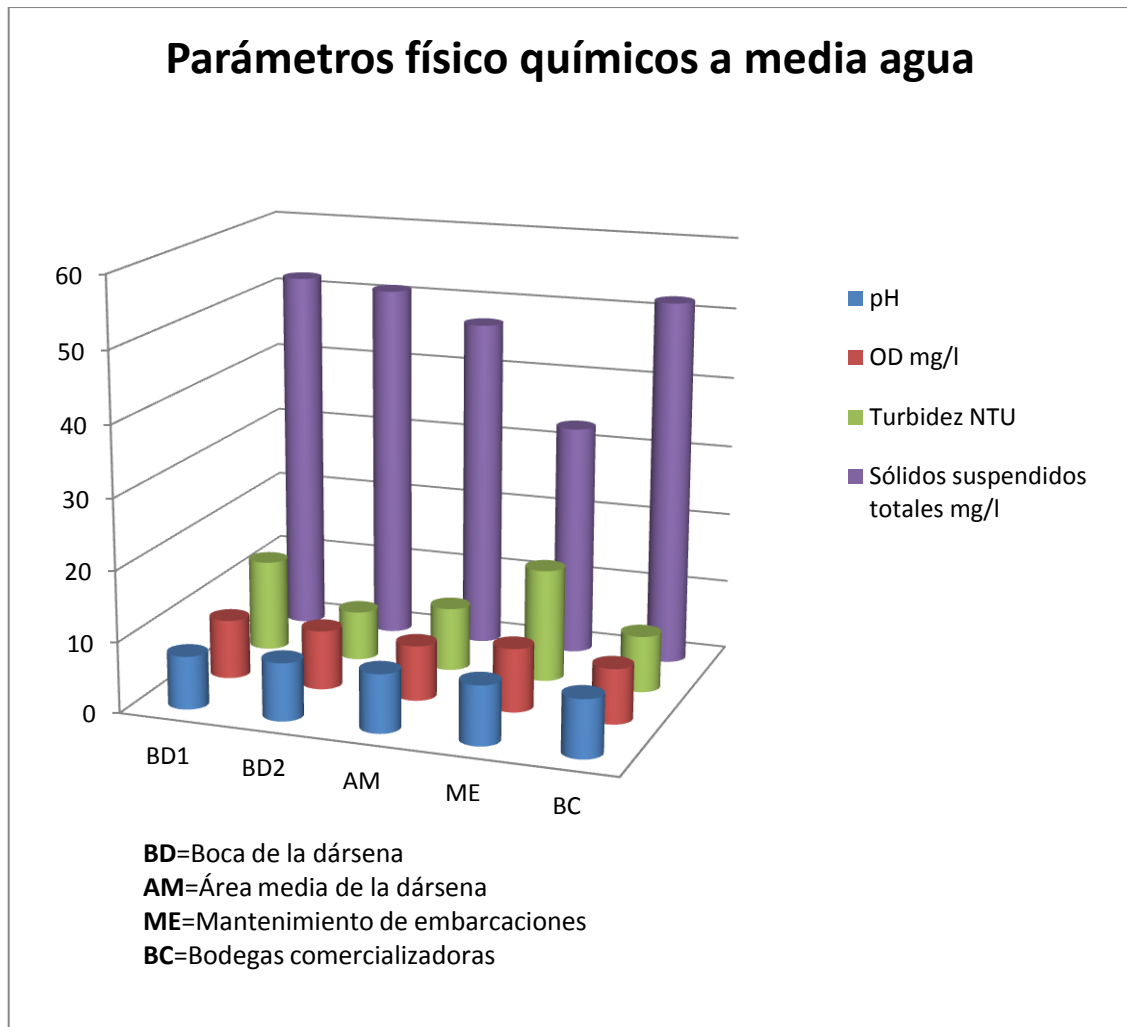
Los resultados del análisis en laboratorio para las muestras de media agua se observan en la Tabla XI.

**Tabla XI.** Parámetros físico químicos, orgánicos y biológicos a media agua analizados por el laboratorio acreditado.

<i>Parámetros</i>	<i>Estaciones de muestreo-18 Junio del 2012</i>					<i>Promedio</i>	<b>LMP<sup>2</sup></b>
	BD1	BD2	AM	ME	BC		
pH	7,5	8,2	8,3	8,4	8,2	8,12	6,5 a 9,5
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	52	51	47	33	52	47	-
OD (mg/l)	8,4	8,4	7,8	9	7,8	8,28	>5
Turbidez NTU	13	7	9	16	8	10,6	-
Cloro residual total (mg/l)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	0,01
Aceites y grasas (mg/l)	<1	<1	<1	<1	<1	-	0,3
DBO (mg/l)	<3	<3	<3	<3	<3	-	-
Fenoles (mg/l)	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	-	0,001
Sustancias tensoactivas (mg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	0,5
TPH (mg/l)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-	0,5
Coliformes fecales (NMP/100l)	230	930	9300	2400	230	2618	200
Coliformes totales (NMP/100l)	4300	4300	9300	46000	930	12966	-
<b>Marea</b>	baja	baja	baja	alta	alta		

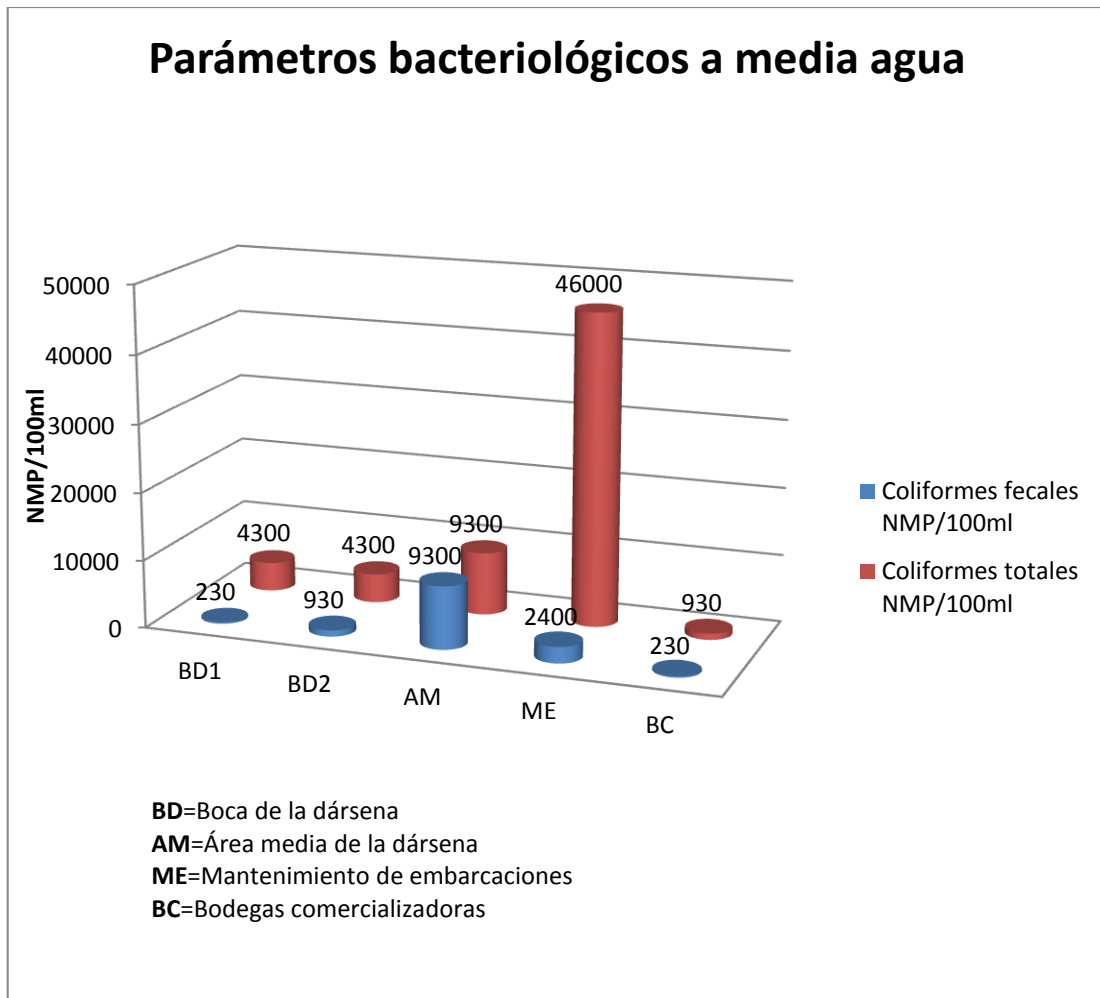
<sup>2</sup> LMP=Límite permisible para preservación de la flora y fauna marina y de estuario -Tabla 3-Anexo1- Libro VI TULSMA.

La Figura 16 muestra el comportamiento de los parámetros físico-químicos a media agua en las estaciones de muestreo.



**Figura 16.** Comportamiento de los parámetros físico químicos a media agua.

La Figura 17 representa el comportamiento de los parámetros bacteriológicos analizados a media agua en cada estación de muestreo.



**Figura 17.** Parámetros bacteriológicos analizados a media agua.

### 3.4. Análisis de sedimento

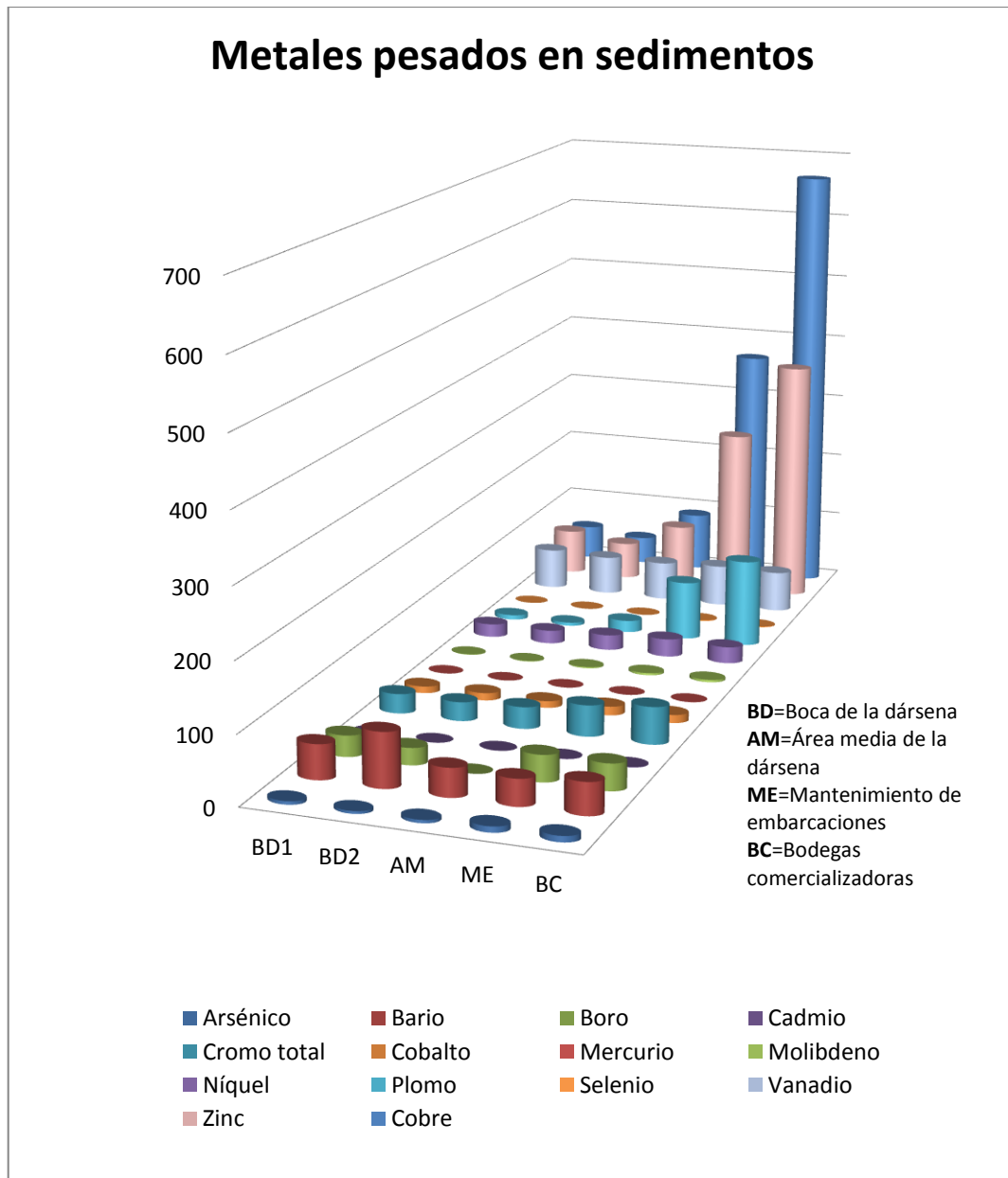
El contenido de metales pesados en sedimentos analizados por el laboratorio acreditados se presenta en la Tabla XII.

**Tabla XII.** Contenido de metales pesados en sedimentos de la dársena del PAPES.

<i>Metales</i> (mg/kg)	<i>Estaciones de muestreo-18 Junio del 2012</i>					<i>Promedio</i>	<i>LMP<sup>3</sup></i>
	BD1	BD2	AM	ME	BC		
Arsénico	4,9	3,8	4,5	8,5	8,7	6,08	5
Bario	51	80	42	39	47	51,8	200
Boro	31	25	<20	39	39	-	1
Cadmio	0,2	0,2	0,18	0,56	0,74	0,38	0,5
Cromo total	29	28	32	46	55	38	20
Cobalto	10	11	10	13	12	11,2	10
Cobre	52	42	90	365	665	242,8	30
Mercurio	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	-	0,1
Molibdeno	0,6	0,6	1,7	3,2	3,6	1,94	2
Níquel	20	20	23	27	25	23	20
Plomo	7	4,9	18	89	132	50,18	25
Selenio	<1	<1	<1	1,1	1,1	-	1
Vanadio	62	59	59	63	62	61	25
Zinc	69	57	94	255	374	169,8	60
<i>Marea</i>	baja	baja	baja	alta	alta	-	-

<sup>3</sup> LMP=Límite permisible. Criterios de calidad de Suelo- Tabla 2-Anexo 2-Libro VI TULSMA.

La Figura 18 muestra el comportamiento de los metales pesados en sedimento de acuerdo con su estación de muestreo.



**Figura 18.** Comportamiento de metales pesados en sedimentos.

## **4. DISCUSIÓN**

### **4.1. Caracterización de residuos sólidos no peligrosos**

De la información obtenida en la encuesta, se observa cierta irregularidad en la frecuencia de recolección de los residuos producidos del mantenimiento de las embarcaciones de fibra de vidrio y barcos de madera, esto puede deberse al tipo de residuo predominante (madera), su forma de almacenamiento y sobre todo al espacio en el que se realizan estas dos actividades. De acuerdo con las versiones de los trabajadores, parte de la madera generada está siendo incinerada, lo que deriva en una inadecuada disposición; esta inconformidad se refleja en los resultados sobre el servicio de limpieza con calificativos de regular y malo, sin embargo, predomina el criterio de buen servicio, considerando que años atrás no se hacía limpieza en el recinto portuario.

Es importante reconocer la posibilidad de que exista una dinámica compleja en producción de residuos en el puerto, asociada a las temporadas de pesca; donde en temporada alta ingresarán mayores volúmenes de recursos pesqueros, circularán más personas y trabajadores, lo que se traduce en una mayor generación de residuos sólidos no peligrosos, por el contrario durante temporada baja declinará. El presente estudio fue efectuado en los meses de julio y agosto lo que correspondió a la temporada de pesca baja, por lo que se podría suponer que durante los meses de diciembre a marzo los valores de generación de residuos sólidos no peligrosos serían por lo menos tres veces mayor a los obtenidos.

Comparando la producción de los restos de pescado del estudio con los volúmenes de pesca desembarcados en el PAPES, durante los mismos meses pero del año 2011 (descartando los volúmenes de camarón) Tabla XIII, observamos que los residuos de pescado constituyen menos del 5% del peso de la pesca desembarcada. Lo disminuye la posibilidad de producir harina de pescado con los restos de pescado generados en el PAPES, ya que por norma general el índice de conversión es de 5,5 toneladas de pescado para obtener 1 tonelada de harina (Nevárez, *et. al*, 2009).

**Tabla XIII.** Estimación del porcentaje de pesca que puede convertirse en residuos sólidos.

<i>Mes</i>	<i>Desembarque 2011 (Ton)</i>	<i>Investigación 2012 (Ton)</i>	<i>Porcentaje (%)</i>
Julio	705,56	18,4	2,61
Agosto	472,94	20,22	4,28

**Fuente:** APE, 2011.

En la Tabla XIV se aprecia que los volúmenes de generados de residuos sólidos no peligrosos estimados por Terescorp S.A. en los meses de julio y agosto muestran una gran disparidad con los datos obtenidos en la presente investigación, en cuanto a los procedimientos para la obtención de resultados se conoce por versiones del representante legal de la empresa Terescorp, que los trabajadores realizan una apreciación visual durante la recolección de los residuos sin separar y de esta manera se estima la generación mensual de los residuos, mientras este estudio comprendió el pesaje de los residuos clasificados desde su fuente generadora; encontrándose las siguientes diferencias:

- El volumen de restos de alimentos contabilizado por Terescorp es aproximadamente 5 veces superiores al volumen del residuo resultante de este estudio.
- Los volúmenes de restos de pescado presentados por Terescorp son 1,5 veces mayores a los datos del estudio, sin embargo.
- El volumen de plástico presentado por Terescorp fue levemente superior al de la investigación.
- El vidrio presentó datos que prácticamente duplicaron la información de la investigación.
- Los residuos de papel, cartón y madera no presentan mayores diferencias en cuanto a los volúmenes generados en los dos meses.

**Tabla XIV.** Contraste de resultados entre TERESCOP S.A. y la investigación.

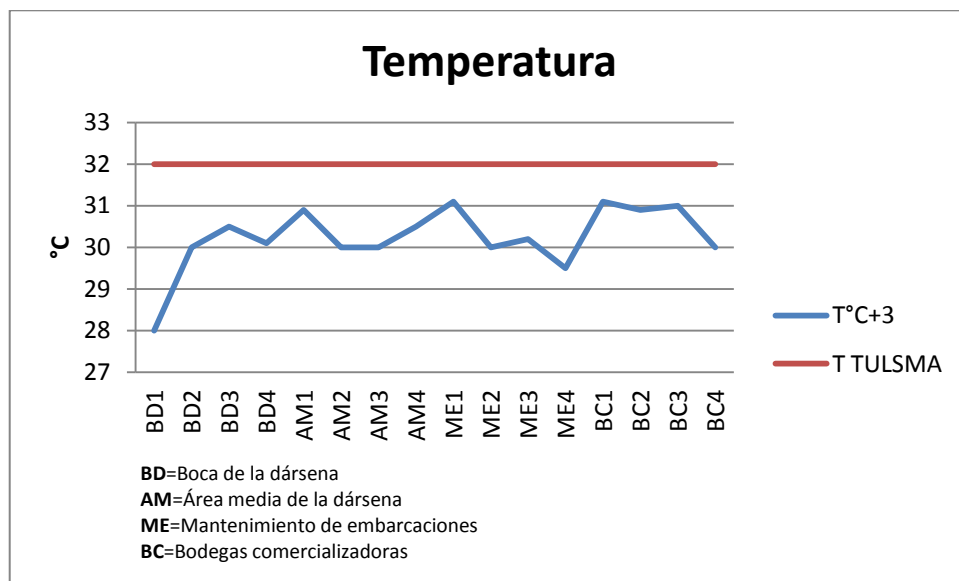
<i>Año 2012</i>	<i>TERESCOP S.A.</i>		<i>Investigación</i>	
<i>Residuos sólidos</i>	<i>Julio (m<sup>3</sup>)</i>	<i>Agosto (m<sup>3</sup>)</i>	<i>Julio (m<sup>3</sup>)</i>	<i>Agosto (m<sup>3</sup>)</i>
Papel y cartón	1,16	0,9	1,11	1,26
Restos de alimentos	30,08	32,5	6,17	7,46
Madera	0,93	0,84	0,72	0,94
Plástico	2,03	1,58	0,97	1,20
Restos de pescado	36,75	37,74	23,20	25,50
Vidrios	1,31	1,02	0,58	0,87
<b><i>Total</i></b>	<b><i>77,29</i></b>	<b><i>78,75</i></b>	<b><i>32,75</i></b>	<b><i>37,24</i></b>

**Fuente:** APE, 2012

## 4.2. Análisis de agua

### 4.2.1. Temperatura

La temperatura promedio superficial del agua fue de 27,24°C, mayor en 2°C a la temperatura promedio registrada por la Superintendencia de Balao-SUINBA durante los meses mayo y junio del 2012. Este estudio registra valores de temperatura entre 27 y 28°C; el valor más bajo de temperatura superficial se registró en la boca de la dársena. El criterio para temperatura en la preservación de la flora y fauna marina es igual a las condiciones naturales +3 con un máximo de 32°C, los valores de temperatura monitoreados son menores al límite correspondiendo a condiciones normales (Figura 19).

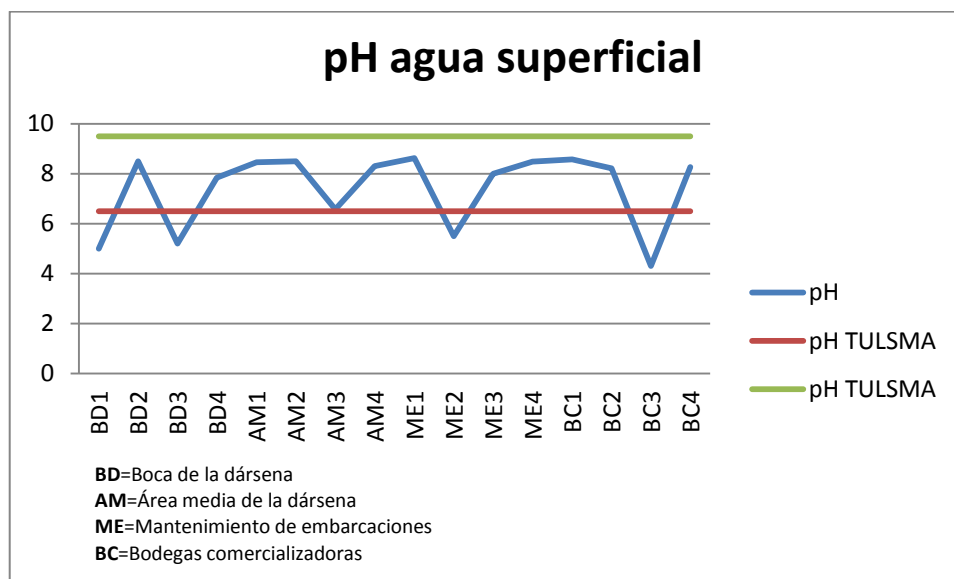


**Figura 19.** Comportamiento de la temperatura superficial del agua.

### 4.2.2. Potencial de Hidrógeno

El pH superficial promedio fue de 7,39, menor en comparación al pH promedio de SUINBA de 8,15; el pH más alto del estudio se registró en el sector cercano al mantenimiento de embarcaciones (8,62), los valores más bajos de pH estuvieron distribuidos desde la boca hasta la zona de mantenimiento.

La legislación ambiental vigente indica un rango de 6,5 hasta 9,5 para el pH. Los valores de pH de las estaciones boca de la dársena (BD1 y BD3), sector de las bodegas (BC3) y la zona de mantenimiento de embarcaciones (ME2) no cumplen con la norma (Figura 20). El pH del agua de mar es básico, en este caso las mediciones in situ arrojaron resultados de pH ácido existiendo la posibilidad de que los equipos hayan fallado (error sistemático) al momento de la medición a pesar de que fueron calibrados antes de cada muestreo.

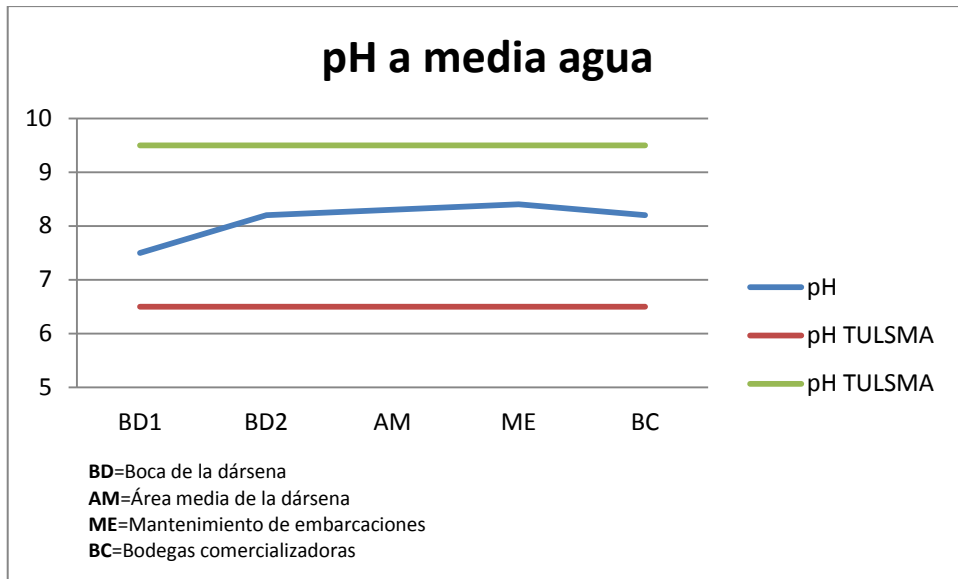


**Figura 20.** Niveles de pH en agua superficial.

El pH promedio muestra tomada a media agua registrado fue 8,12. Estos valores de pH se mantuvieron entre 7,5 - 8,4 (Figura 21). Los valores de pH en la superficie tuvieron un comportamiento similar al pH de media agua considerando las mismas estaciones como se observa la Tabla XV.

**Tabla XV.** Comparación de valores de pH en superficie y media agua.

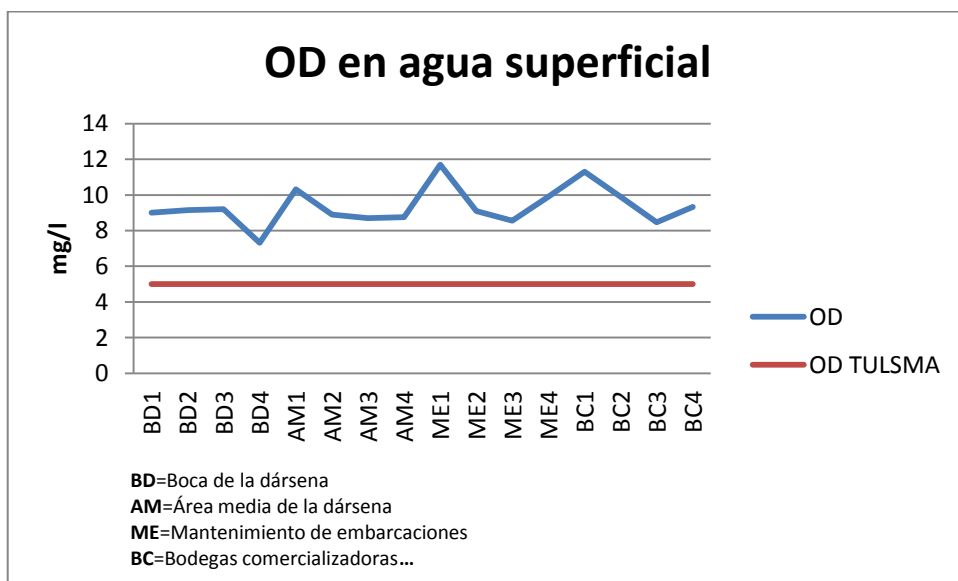
<i>Potencial de hidrógeno</i>	<i>BD1</i>	<i>BD2</i>	<i>AM</i>	<i>ME</i>	<i>BC</i>
<i>pH Agua superficial</i>	-	7,84	8,30	8,48	8,26
<i>pH a media agua</i>	7,5	8,20	8,30	8,40	8,20



**Figura 21.** Niveles de pH a media agua.

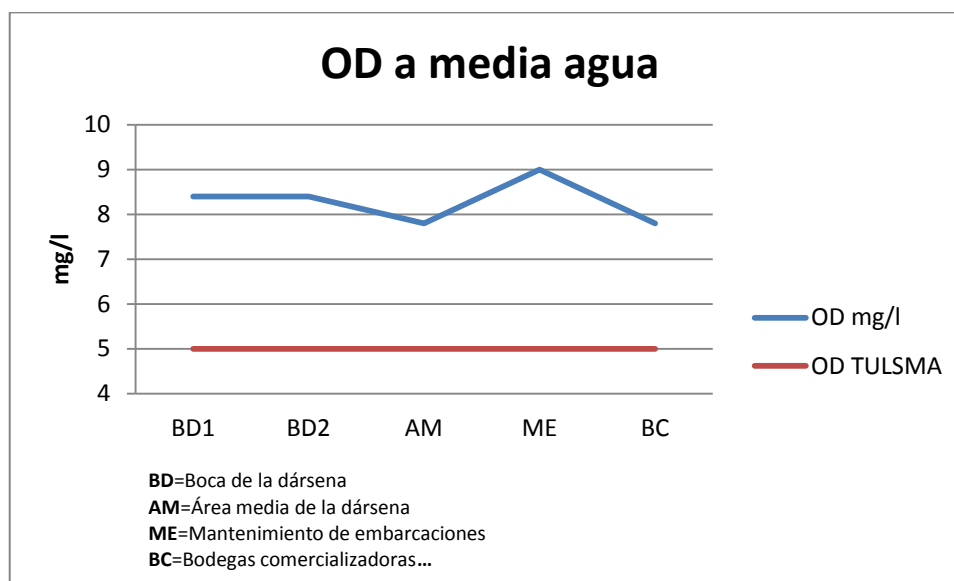
#### 4.2.3. Oxígeno disuelto

El Oxígeno disuelto promedio en superficie fue de 9,35 mg/l, el valor más alto alcanzó 11,69 mg/l en el sector frente al mantenimiento de embarcaciones (ME1) y el más bajo 7,31 mg/l en la boca de la dársena (BD4), Figura 22.



**Figura 22.** Niveles de oxígeno disuelto en agua superficial.

El OD promedio de media agua fue de 8,28 mg/l, el valor más bajo fue de 7,8 mg/l en la zona media de la dársena y frente al sector de las bodegas. En todas las estaciones de muestreo de superficie como de media agua los valores de OD estuvieron sobre 5 mg/l, tal como lo especifica el estándar permitido para la preservación de la flora y fauna marina y de estuario (Figura 23).



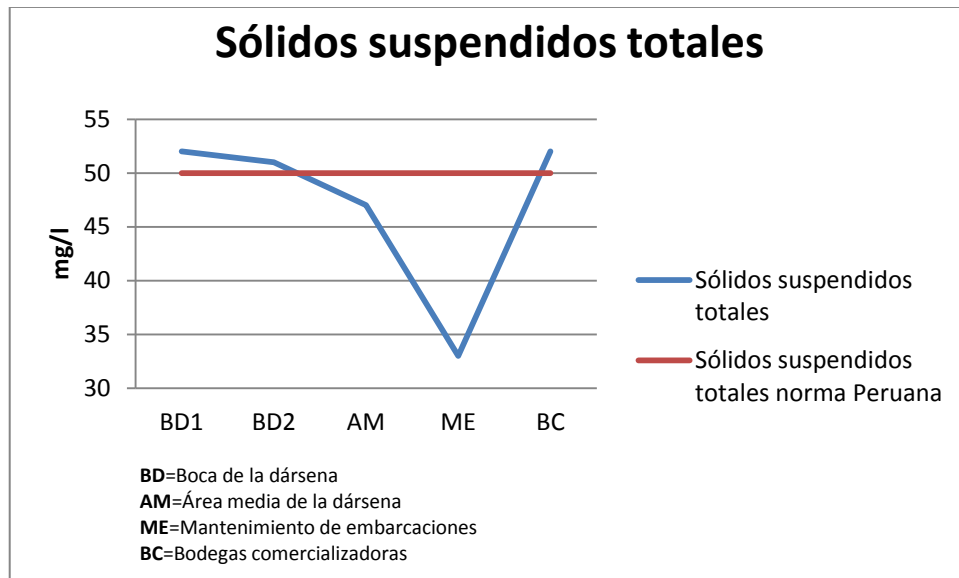
**Figura 23.** Niveles de oxígeno disuelto a media agua.

La concentración de oxígeno en agua es inversamente proporcional con la temperatura, la temperatura promedio del agua en el estudio fue de 27°C y el oxígeno disuelto promedio en superficie de 9 mg/l, revelando la existencia de un error posiblemente en la medición del parámetro que pudo ser causado por fallas del equipo, así como se supone que ocurrió con el pH ácido registrado en algunos sectores de la dársena.

#### 4.2.4. Sólidos suspendidos totales

En la legislación ambiental ecuatoriana para preservación de flora y fauna en aguas marinas no contempla estándar para este indicador, sin embargo el valor promedio de sólidos suspendidos fue de 47 mg/l y su nivel más alto se lo obtuvo en la boca de la dársena y en la bodegas de comercialización equivalente a 52 mg/l, estos resultados del

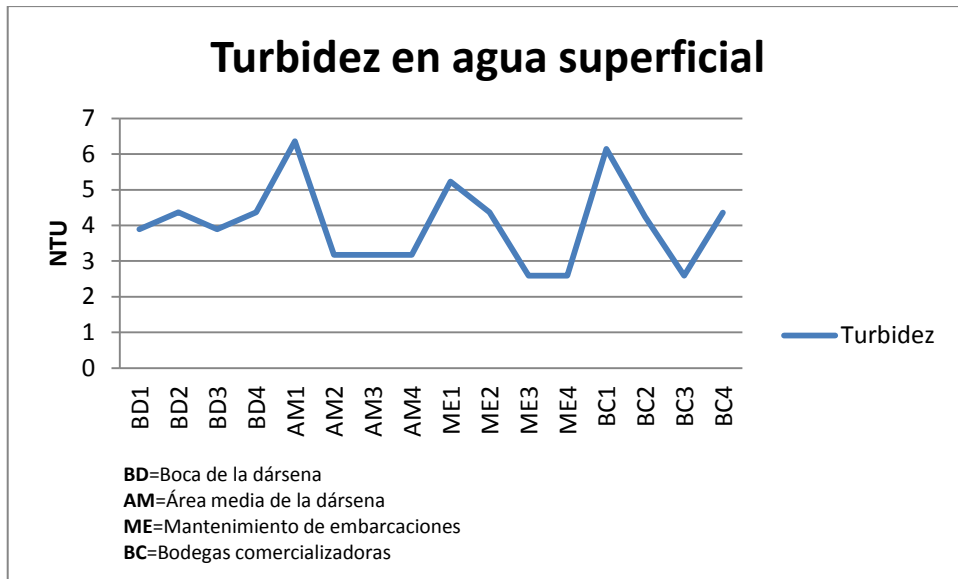
análisis de sólidos suspendidos en función de la legislación peruana, Categoría 2. Actividades costeras-agua de mar-extracción de especies hidrobiológicas, supera el límite de 50 mg/l (Figura 24).



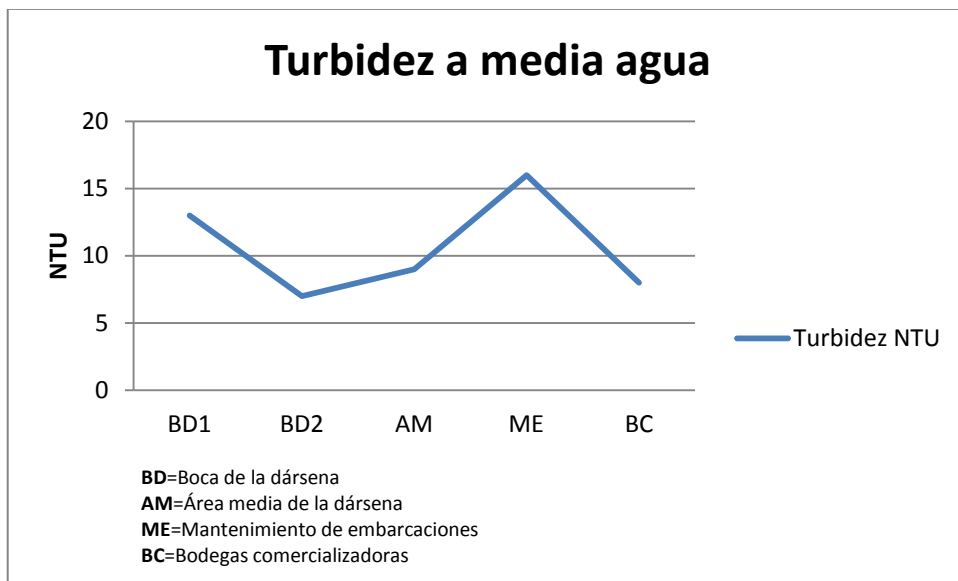
**Figura 24.** Niveles de sólidos suspendidos totales a media agua.

#### 4.2.5. Turbidez

El valor promedio de turbidez para agua superficial fue de 4,46 NTU y el promedio para media agua de 10,6 NTU. Estos resultados nos indican que el agua de la dársena no ha perdido su transparencia a pesar de que existen partículas en suspensión (Figura 25 y Figura 26).



**Figura 25.** Niveles de turbidez en agua superficial.



**Figura 26.** Niveles de turbidez a media agua.

#### 4.2.6. Cloro residual

Todos los resultados de cloro residual fueron  $<0,1$  mg/l, el límite permisible establecido por la norma es de  $0,01$ mg/l. Estos valores no especificados no permiten concluir respecto a la legislación.

#### 4.2.7. Aceites y grasas

Para el indicador aceites y grasas no se puede concluir con respecto al límite permisible de 0,3 mg/l debido a que los resultados en las 5 estaciones de muestreo fueron <1.

#### 4.2.8. Fenoles

En todas las muestras analizadas por el laboratorio los fenoles fueron <0,008 mg/l, el límite permisible para la preservación de la flora y fauna marina es de 0,001 mg/l por lo que al igual que con los parámetros cloro residual, aceites y grasas, no permite concluir si se supera alguna norma debido a que los equipos utilizados no tienen el nivel de sensibilidad requerido, sin embargo estos parámetros se encuentran acreditados por el Organismo Ecuatoriano de Acreditación (OAE).

#### 4.2.9. Hidrocarburos totales de petróleo (TPH)

Los resultados de TPH en todas las estaciones de muestreo fueron <0,05 mg/l pero sin valores específicos, a pesar de esta situación no fue superado el límite permisible de preservación de flora y fauna de ecosistemas marinos de 0,5 mg/l.

El indicador hidrocarburos de petróleo en la norma peruana en la Categoría 2. Actividades Marino Costeras y Categoría 4 Conservación del Ambiente Acuático Ecosistema Estuario especifica que debe estar ausente; por lo que al tener resultados de presencia de TPH sería esencial realizarse nuevas investigaciones para conocer sus valores específicos en el agua de la dársena del puerto, teniendo en cuenta que durante los muestreos de agua fue común observar una película grasosa y brillante en la superficie del agua.

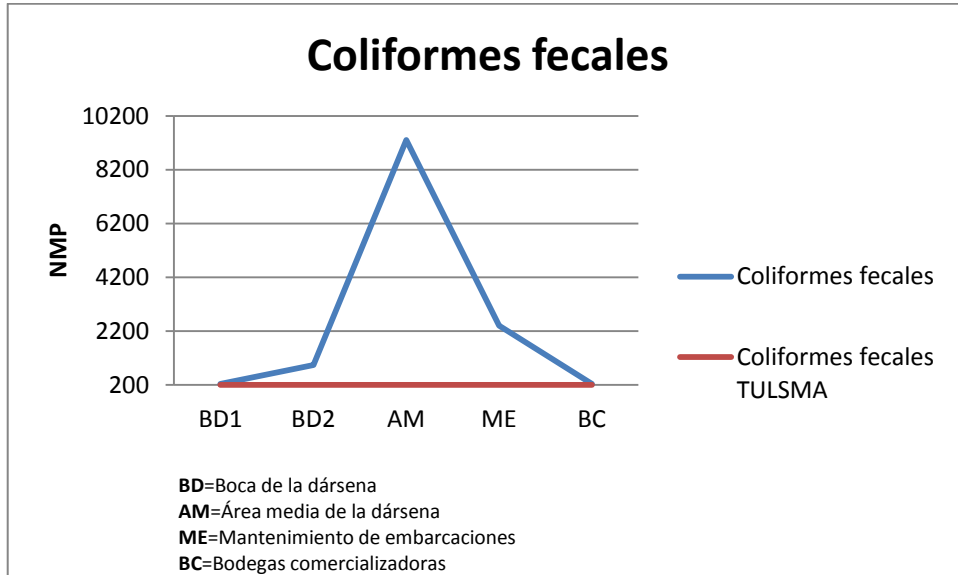
#### 4.2.10. Sustancias tensoactivas

Para tensoactivos todos los resultados obtenidos en las estaciones de media agua fueron <0,02, encontrándose por debajo del límite permisible equivalente a 0,05.

#### 4.2.11. Coliformes

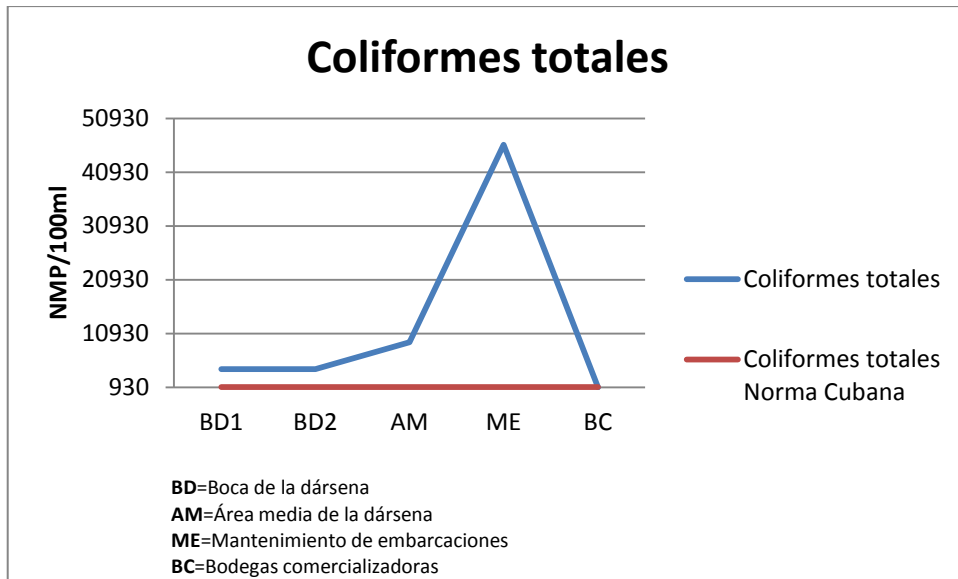
El promedio de coliformes fecales a media agua fue de 2.618 NPM/100 ml, el valor más alto 9.300 NPM/100 ml se registró en la parte media de la dársena, los resultados se

encuentran sobre el límite permisible de la norma equivalente a 200 NPM/100 ml (Figura 27).



**Figura 27.** Niveles de coliformes fecales a media agua.

El promedio de coliformes totales alcanzó un valor de 12.966 NPM/100 ml; los valores máximos se detectaron en la zona media de la dársena (9.600 NPM/100 ml) y en el sector de mantenimiento de embarcaciones (46.000 NPM/100 ml); los criterios de conservación de flora y fauna en aguas de estuario no contempla el parámetro coliformes totales, por lo que al comparar el valor promedio de coliformes totales con la norma cubana de Calidad de Agua en la Tabla 3. Índices para los Cuerpos de Agua Marina de Uso Pesquero de 1.000 MP/100 ml, el agua de la dársena del puerto puede considerarse como de mala calidad, debido a que sus condiciones podrían alterar drásticamente el desarrollo de la fauna pesquera (Figura 28).

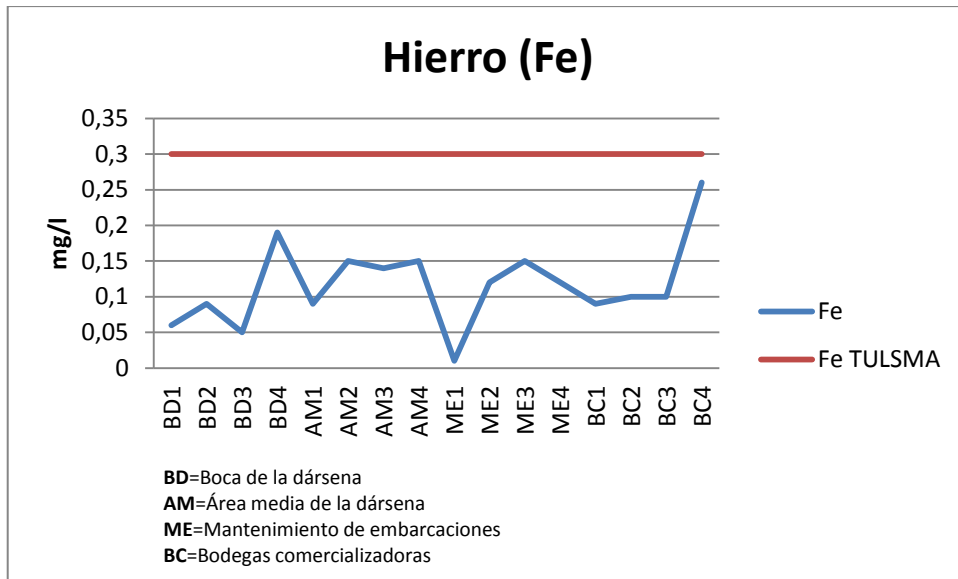


**Figura 28.** Niveles de coliformes totales a media agua.

La presencia de coliformes al estar relacionada a aguas enriquecidas con materia orgánica (Gamboa, 2010), permite suponer que este problema puede tener origen en el aguas residuales vertidas, al eviscerado de pescado sobre el agua y restos de embarcaciones abandonas que durante años permanecieron sobre el agua de la dársena y forman parte de los sedimentos de la misma, situación que ha prolongado los dragados en el puerto (Espinosa, 2008).

#### 4.2.12. Hierro (Fe)

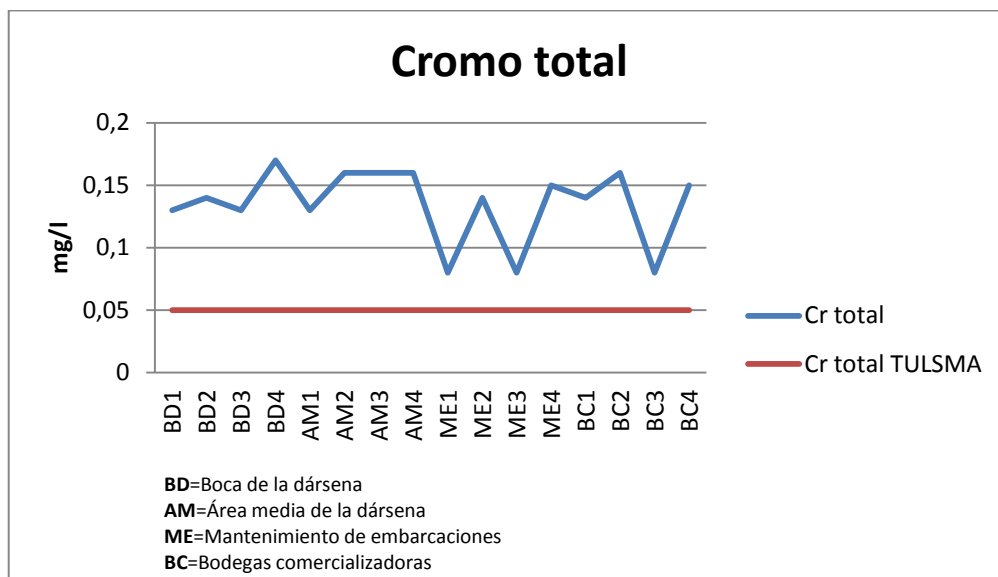
El promedio de Fe en las aguas superficiales fue de 0,12 mg/l, los valores estuvieron comprendidos entre 0,09 mg/l y 0,26 mg/l, ningún valor sobrepasó el límite permisible de conservación de flora y fauna de 0,3 mg/l (Figura 29).



**Figura 29.** Niveles de Fe en agua superficial.

#### 4.2.13. Cromo total (Cr)

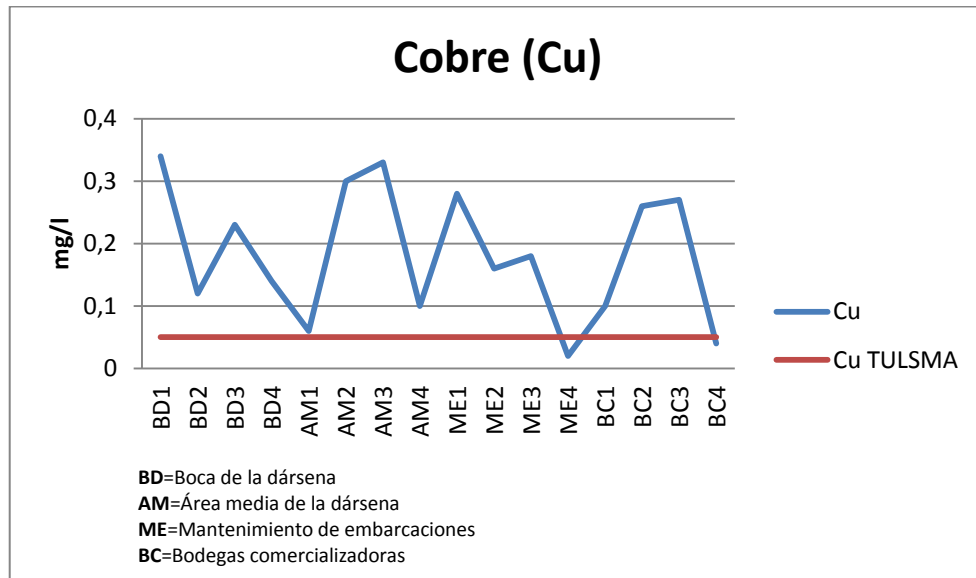
El promedio de cromo de 0.14 mg/l casi triplica el límite permisible para preservación de la flora y fauna de 0,05 mg/l; las concentraciones variaron de 0,08 mg/l hasta 0,17 mg/l de cromo total superando el límite en todas las estaciones de muestreo (Figura 30).



**Figura 30.** Niveles de Cr total en agua superficial.

#### 4.2.14. Cobre (Cu)

La media de cobre es 0,18 mg/l equivalente a 3 veces el valor permitido para la conservación de flora y fauna estuarina (0,05 mg/l). Las concentraciones más elevadas fueron encontradas en la boca y zona media de la dársena (Figura 31).



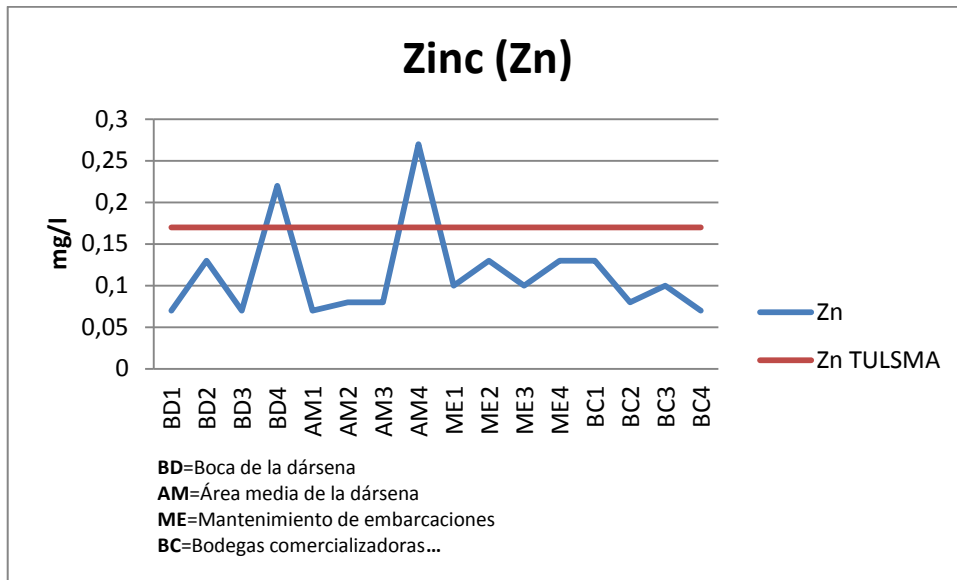
**Figura 31.** Niveles de Cu en agua superficial.

El cromo y el cobre son metales de transición muy resistentes a la corrosión y altamente tóxicos para los organismos marinos (Mago, 2009), de acuerdo con la actividad realizada en la zona de mayor concentración de estos dos elementos, se podría presumir la presencia por el uso de pintura antifouling que contienen compuestos para evitar incrustaciones en las embarcaciones de madera.

Para algunos autores los cambios de pH son importantes para la movilidad de los metales pesados (Parra y Espinoza, 2008), se corroboró que las estaciones con pH ácido resultaron tener las concentraciones más elevadas de Cr y Cu en el agua.

#### 4.2.15. Zinc (Zn)

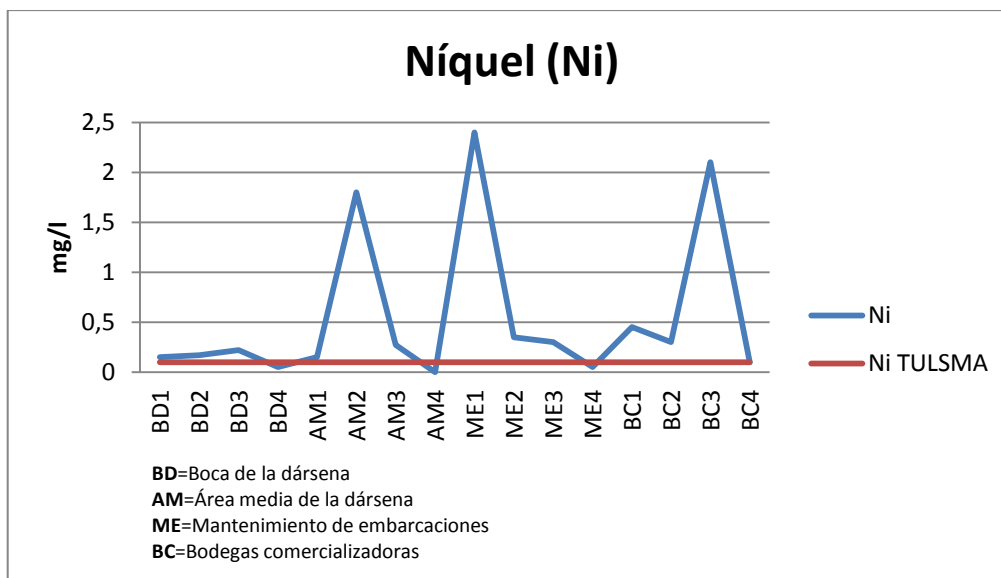
La concentración media de zinc fue de 0,11 mg/l; las estaciones boca la dársena con 0,22 mg/l (BD4) y el sector medio de la dársena 0,27 mg/l (ME4) fueron las únicas que sobrepasaron el límite permisible de 0,17 mg/l (Figura 32).



**Figura 32.** Niveles de Zn en agua superficial.

#### 4.2.16. Níquel (Ni)

La concentración media de este elemento fue de 0,55 mg/l superando ampliamente la norma para preservación de flora y fauna de 0,1 mg/l. Los niveles más altos se alcanzaron en las estaciones de mantenimiento de embarcaciones y bodegas comercializadoras (Figura 33).



**Figura 33.** Niveles de Ni en agua superficial.

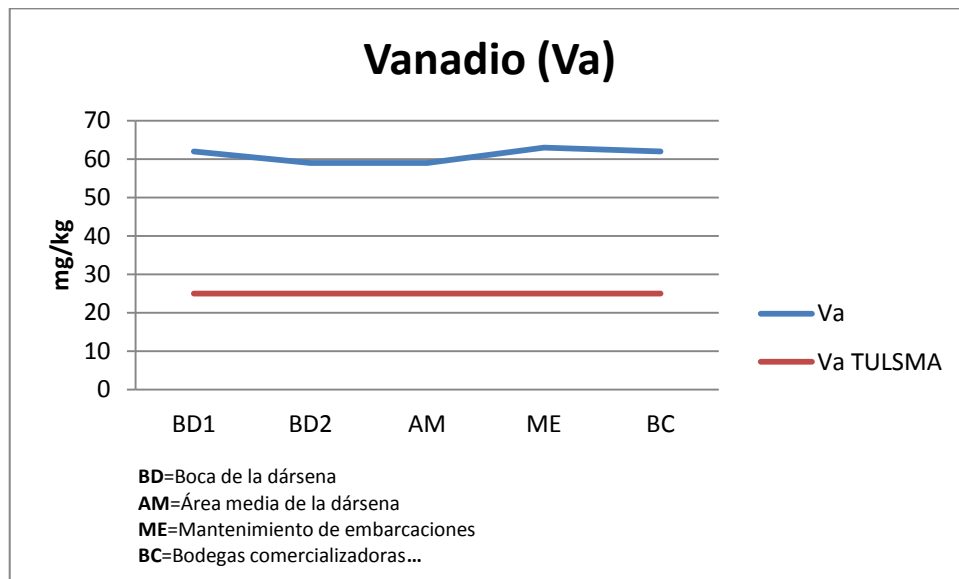
Aunque en muchas ocasiones el Cr, Cu, Ni, Cd y Mn sean relacionados a actividades de origen industrial, existen otras fuentes como las aguas residuales que pueden contener altas concentraciones y perjudicar los cuerpos de agua receptores (Mendiguchía, 2005), no se puede descartar que las descargas de las bodegas comercializadoras van directo hacia la dársena y además que existen algunas tuberías que descargan aguas residuales en el estuario del río Esmeraldas ubicado adyacente a la dársena del puerto, a esta situación se suman los residuos de resinas, pinturas, solventes y demás sustancias químicas empleadas para mantenimiento de embarcaciones.

De acuerdo con los registros estación meteorológica de Esmeraldas del INOCAR, los vientos predominantes durante los meses de mayo y junio del 2012 procedieron del suroeste y oeste con velocidades de 5,7 a 8 m/s, un comportamiento del viento que al ser relacionado con los parámetros analizados en las estaciones de muestreo, permite formular la teoría de que el sector de mantenimiento de embarcaciones al ser la zona más cerrada, de menor intercambio de agua y con vientos que favorecen el arrastre de contaminantes se convierte en la estación de mayor contaminación, mientras tanto la estación boca de la dársena al tener mayor intercambio de agua y menor arrastre de contaminantes tiende a ser una de las estaciones con menor contaminación.

### 4.3. Análisis de sedimentos

#### 4.3.1. Vanadio (Va)

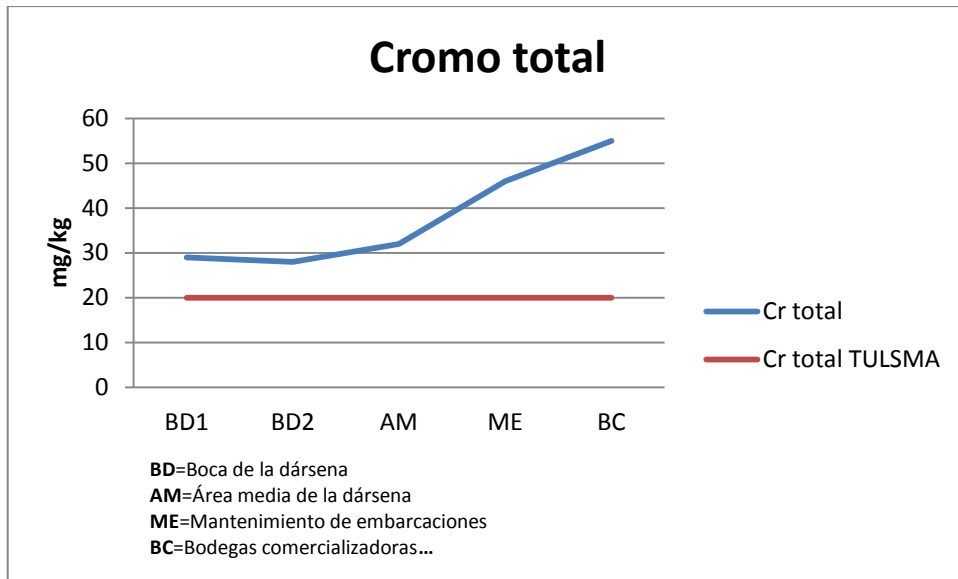
Las concentraciones de vanadio se mantuvieron entre 59 y 63 mg/kg en todas las estaciones de muestreo se duplicó el criterio de calidad de suelo 25 mg/kg (Figura 34).



**Figura 34.** Niveles de Va en sedimentos.

#### 4.3.2. Cromo total (Cr)

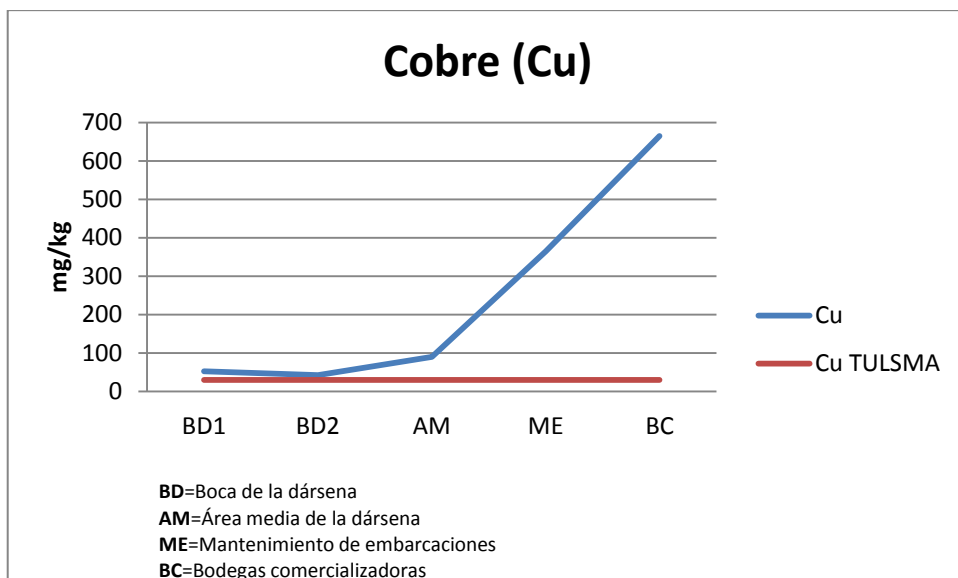
La concentración promedio de cromo total en los sedimentos fue 38 mg/kg; en todas las estaciones analizadas se supera el límite permisible de cromo elemental 20 mg/kg, los niveles más altos se alcanzaron en la zona de mantenimiento y frente a las bodegas comercializadoras (Figura 35).



**Figura 35.** Niveles de Cr total en sedimentos.

#### 4.3.3. Cobre (Cu)

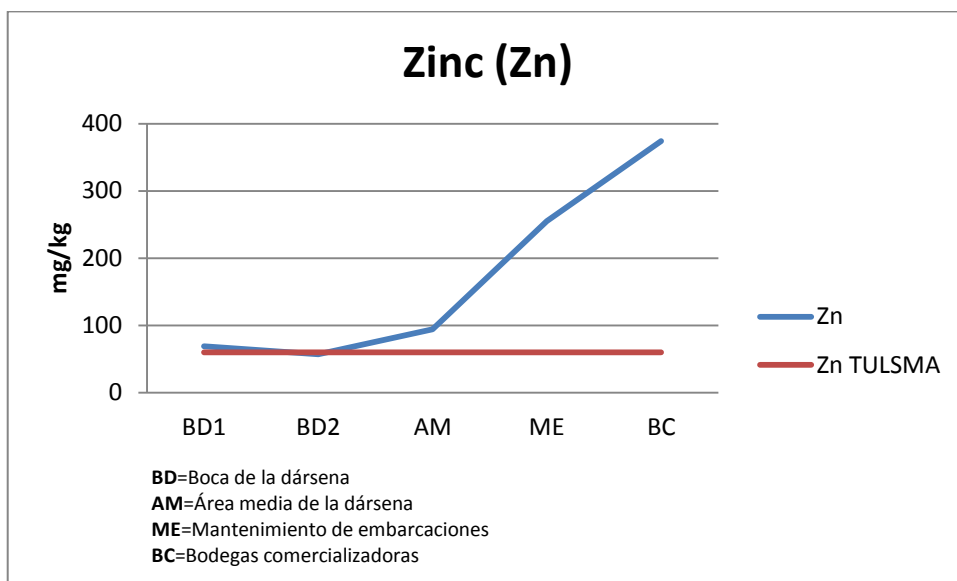
Las concentraciones de cobre en todas las estaciones de muestreo fueron superiores al criterio de calidad de 30 mg/kg (Figura 36), la media de este elemento 242,8 mg/kg fue 8 veces superior la norma.



**Figura 36.** Niveles de Cu en sedimentos.

#### 4.3.4. Zinc (Zn)

El valor promedio de zinc en sedimentos fue 169,8 mg/kg triplicando el criterio de calidad de suelo de 60 mg/kg. La concentración máxima fue de 374 mg/Kg en el sector de las bodegas comercializadoras este valor es seis veces superior a la normativa especificada (Figura 37).

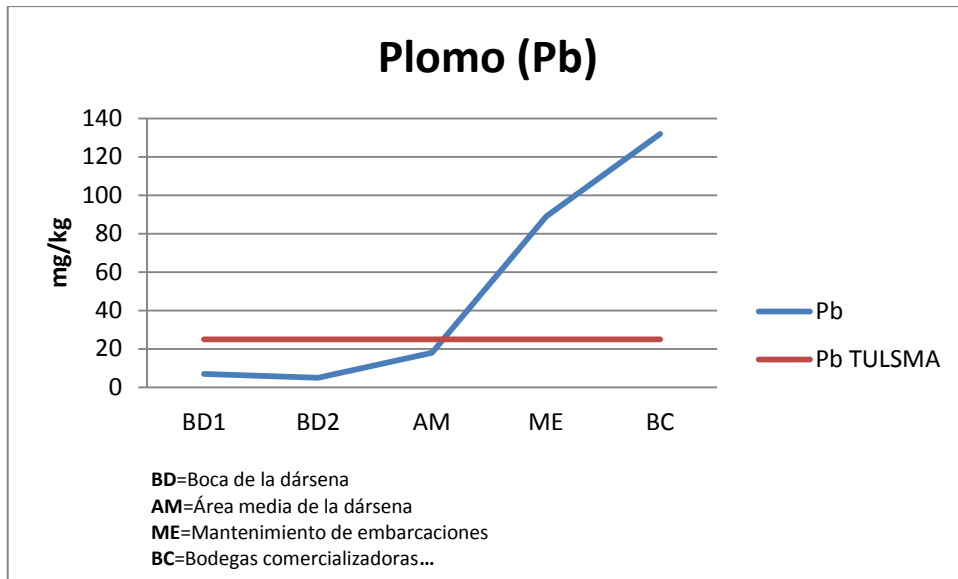


**Figura 37.** Niveles de Zn en sedimentos.

Las concentraciones más altas de Va, Cr, Cu y Zn se registraron en las estaciones ubicadas en las zonas de mantenimiento de embarcaciones y al área de frente a las bodegas comercializadoras, permitiendo analizar estas actividades están manejando sustancias químicas son introducidas al agua de la dársena y se asientan en los sedimentos.

#### 4.3.5. Plomo (Pb)

La concentración promedio de 50,18 mg/kg duplica al criterio de calidad de 25 mg/kg, los mayores niveles se alcanzaron en el área de mantenimiento y frente a las bodegas comercializadoras (Figura 38).



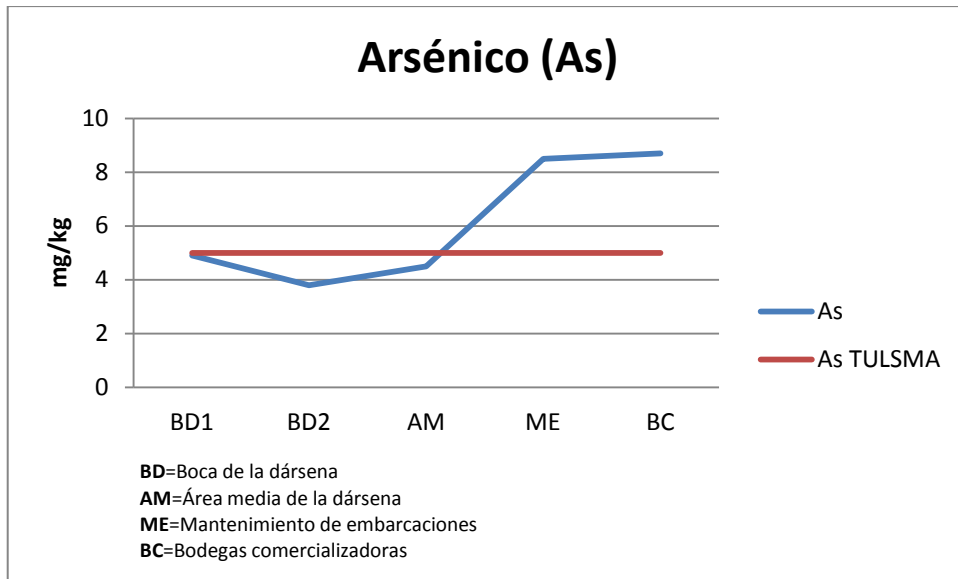
**Figura 38.** Niveles de Pb en sedimentos.

#### 4.3.6. Selenio (*Se*)

El metal selenio estuvo presente en todas las estaciones y alcanzó valores superiores a la norma de 1 mg/kg en las estaciones de las bodegas comercializadoras y mantenimiento de embarcaciones ambos de 1,1. Las estaciones boca y zona media de la dársena registraron <1 un valor no especificado que aún así es menor al límite permisible.

#### 4.3.7. Arsénico (*As*)

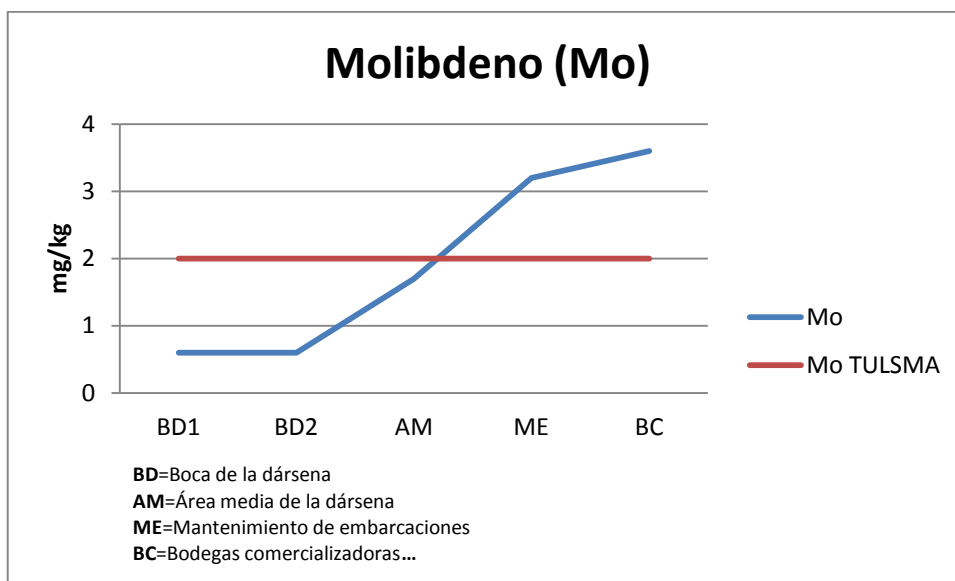
Las mayores concentraciones de arsénico se presentaron en la zona de mantenimiento de embarcaciones (8,5 mg/kg) y frente a las bodegas comercializadoras (8,7 mg/kg) con valores superiores al límite permisible de calidad de suelo 5 mg/kg (Figura 39). La media de la concentración de As fue 6,08 mg/kg superior al límite permisible.



**Figura 39.** Niveles de As en sedimentos.

#### 4.3.8. Molibdeno (Mo)

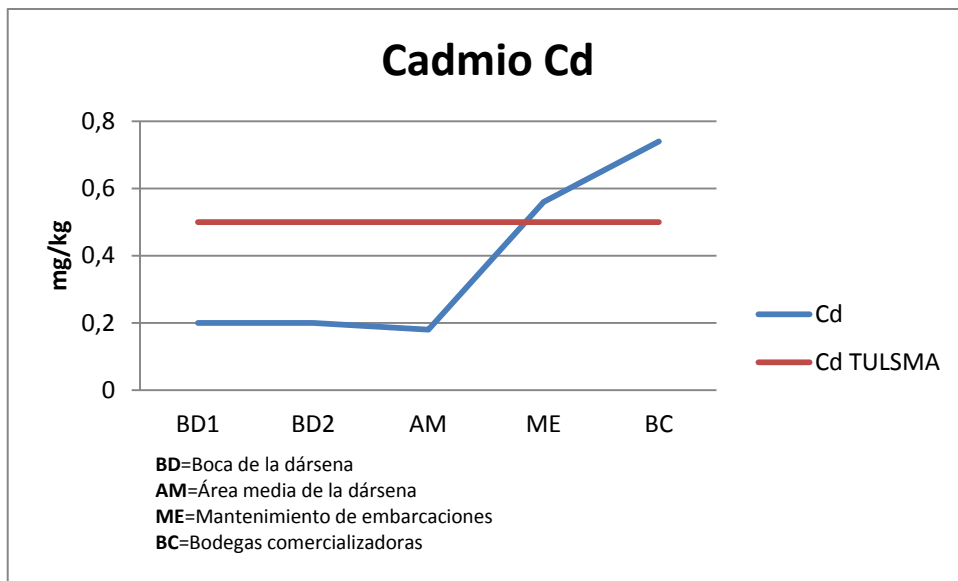
Molibdeno al igual que con los indicadores arsénico, selenio y plomo sus mayores concentraciones se registraron en las estaciones mantenimiento de embarcaciones (3,2 mg/kg) y bodegas comercializadoras (3,6 mg/kg), las mismas que superaron la norma de 2 mg/kg (Figura 40).



**Figura 40.** Niveles de Mo en sedimentos.

#### 4.3.9. Cadmio (Cd)

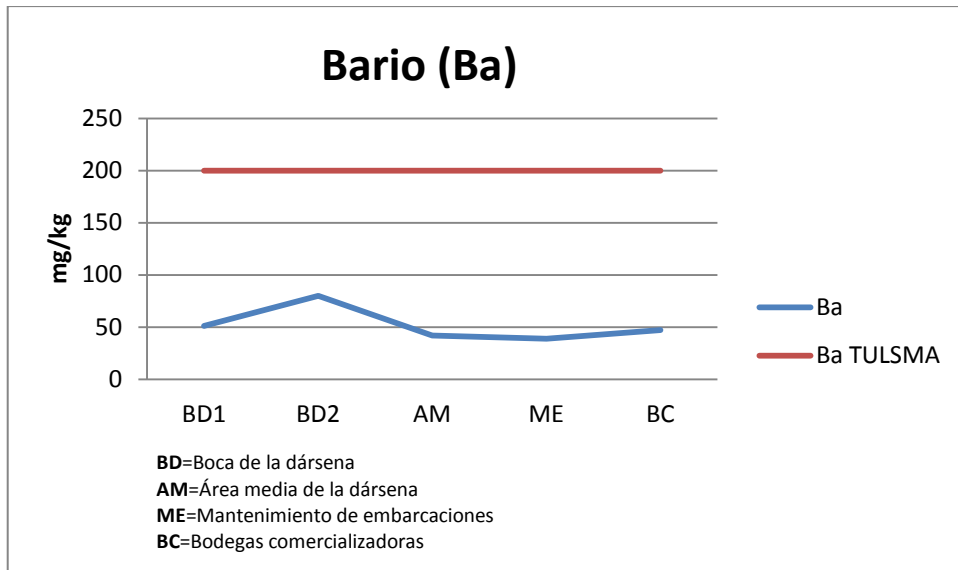
Existió presencia de cadmio en todas la estaciones y aunque el promedio del metal 0,38 mg/kg no superó el límite permisible de 0,5 mg/kg, sus mayores niveles se detectaron en el área de mantenimiento de embarcaciones (0,56 mg/kg) y frente a las bodegas (0,74 mg/kg), se lo puede observar en la Figura 41.



**Figura 41.** Niveles de Cd en sedimentos.

#### 4.3.10. Bario (Ba)

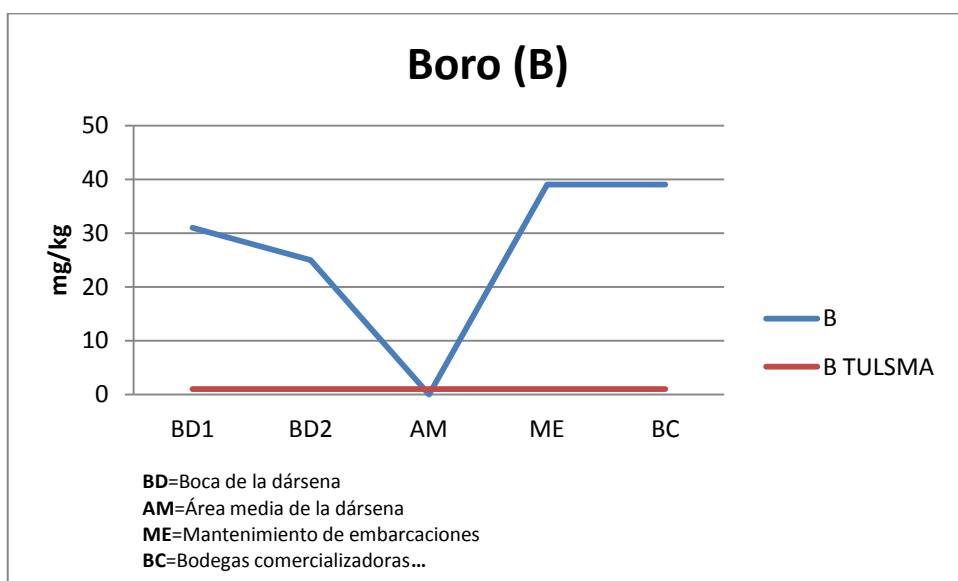
Bario estuvo presente en todas las estaciones de muestreo, sin embargo en ninguna estación sobrepasó el límite permisible equivalente a 200 mg/kg (Figura 42).



**Figura 42.** Niveles de Ba en sedimentos.

#### 4.3.11. Boro (B)

En la única estación que el elemento B no superó el límite permisible (1mg/kg) fue la zona media de la dársena, en las demás estaciones se observa la superación del límite por valores muy altos en especial la zona de mantenimiento de embarcaciones y de las bodegas comercializadoras ambas con 39 mg/kg (Figura 43).



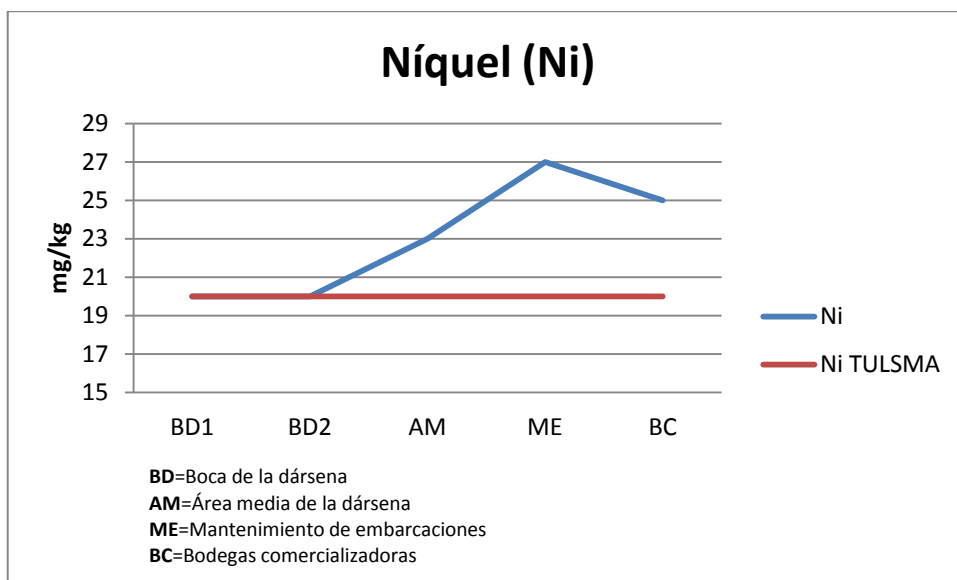
**Figura 43.** Niveles de B en sedimentos.

#### 4.3.12. Mercurio (Hg)

El mercurio es uno de los metales más tóxicos y peligrosos para la vida acuática, a pesar de que no sobrepasó el límite permisible de 0,1 mg/kg, su presencia en los sedimentos produce preocupación porque existe una fuente que lo está introduciendo en el agua de la dársena.

#### 4.3.13. Níquel (Ni)

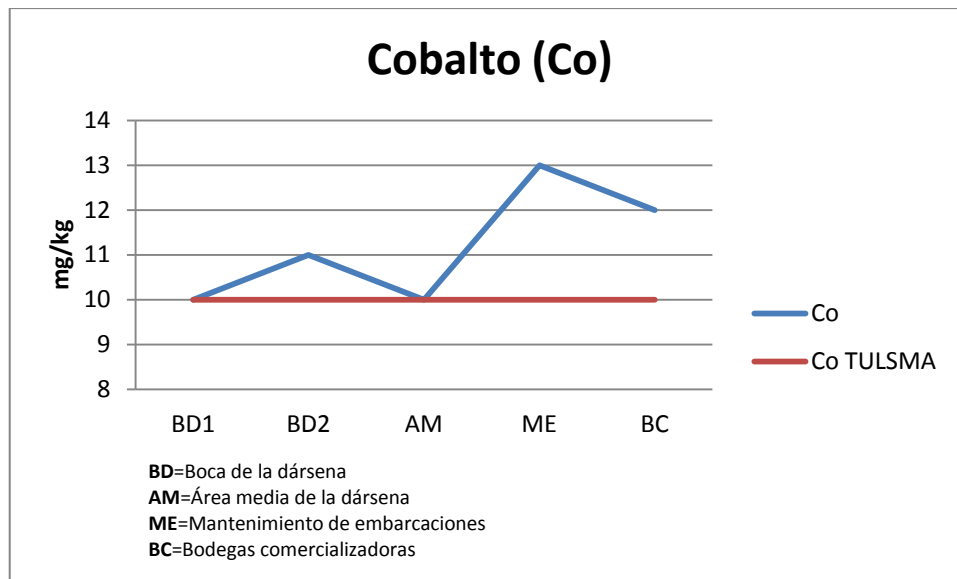
La concentración media de níquel fue de 23 mg/kg fue superior a los 20 mg/kg de la norma, las concentraciones más elevadas se obtuvieron en la zona de mantenimiento y comercialización (Figura 44).



**Figura 44.** Niveles de Ni en sedimentos.

#### 4.3.14. Cobalto (Co)

Los valores de cobalto de las estaciones boca de la dársena, mantenimiento de embarcaciones y bodegas comercializadoras fueron ligeramente superiores al límite de 10 mg/kg (Figura 45).



**Figura 45.** Niveles de Co en sedimentos.

Se registraron altas concentraciones de metales pesados con respecto a la zona de mantenimiento de embarcaciones y al área de frente a las bodegas comercializadoras; un total de 11 metales pesados superaron la norma de calidad de suelos ecuatoriana en las distintas estaciones de muestreo. Las concentraciones de Va, Cr y Cu fueron las más significativas en todas las estaciones, posiblemente el transporte de metales se esté produciendo por los sólidos suspendidos (Acosta *et al.*, 2002) que tuvieron mayores niveles en las mismas zonas y su acumulación en los sedimentos podría darse por la materia orgánica, que actúa como un factor de absorción de metales en su tránsito por la columna de agua y los conduce hasta el fondo marino (Valdés y Sifeddine, 2009).

En la Tabla XVI se comparan los promedios de los indicadores de mayor concentración obtenidos en la investigación con los criterios para metales pesados en sedimentos marinos del Ministerio de Ambiente y Energía de Ontario (1993), de esta manera podemos asumir que:

- Las concentraciones promedio de As, Cr, Ni, Pb y Zn podrían provocar efectos adversos sobre los organismos marinos que habitan en los sedimentos de la dársena del puerto.
- La concentración promedio de cobre indica un nivel de contaminación que estaría causando efectos severos sobre la salud de los organismos marinos que habitan en los sedimentos.

**Tabla XVI.** Comparación de las concentraciones promedios con los criterios de Ontario.

<b>Indicador</b>	<i>Investigación</i>	<i>Ontario /Canadá</i>	
	<i>Promedio (mg/kg)</i>	<sup>4</sup> <i>Lowest Effect Level (mg/kg)</i>	<sup>5</sup> <i>Severe Effect Level (mg/kg)</i>
Arsénico	6,08	6	33
Cromo	38	26	110
Cobre	242,8	16	110
Níquel	23	16	75
Plomo	50,18	31	250
Zinc	169,8	120	820

Se conoce poco sobre los mecanismos de acumulación de metales en organismos marinos; sin embargo metales como Ni, Cr, Pb, Cd, pueden acumularse en la cadena trófica pero algunos de ellos han sido poco estudiados (Ibáñez, 1986). Desde un punto de vista toxicológico los metales pesados de mayor trascendencia son: Hg, Pb, Cd, Cu, Cr y Zn (Chiang, 1988); por ejemplo, el cadmio produce un efecto inhibitor en el crecimiento poblacional de especies fitoplanctónicas como la diatomea *Chaetoceros gracilis* (Vera *et al.*, 2001), especies que conforman la base de la cadena trófica en el medio marino.

---

<sup>4</sup> *Lowest Effect Level*, indica un nivel de contaminación que no tiene efecto en la mayoría de los organismos que habitan en los sedimentos.

<sup>5</sup> *Severe Effect Level*, el sedimento se considera muy contaminado y puedan afectar a la salud de los organismos habitantes de los sedimentos.

## 5. CONCLUSIONES

### 5.1. Residuos sólidos no peligrosos

- Las mayores dificultades asociadas a la gestión inadecuada de los residuos sólidos no peligrosos en el puerto se las puede atribuir al desconocimiento generalizado del tema, no segregación de los residuos, diversidad de recipientes para almacenamiento interno y la desvinculación de algún tipo de tratamiento e incentivo económico de los residuos.
- El puerto pesquero artesanal de Esmeraldas produce diariamente 807,63 kg de residuos sólidos no peligrosos durante temporada baja de pesca y existe la posibilidad de que este dato represente un tercio de la producción estimada para temporada alta de pesca comprendida en los meses de diciembre a marzo.
- Los residuos sólidos no peligrosos producidos en el puerto están compuestos en un 92,18% por residuos sólidos orgánicos, distribuidos en 75,9% restos de pescado, 11,92% restos de alimentos, 2,41% madera y 1,94% papel y cartón.
- La producción diaria de los residuos permitió estimar una producción anual de 294.784,95 kg equivalente a un volumen de 405,47 m<sup>3</sup>.
- De acuerdo a los resultados los residuos predominantes en producción y volumen fueron los restos de pescados que incluyen vísceras, cabeza y aletas, y los restos de alimentos.
- No se identificaron días de mayor generación, por lo general la producción de residuos manejaron un promedio constante para cada uno de los residuos durante el periodo de muestreo por lo que los resultados semanales no presentan rangos diferenciales extremos.
- La implementación del plan de manejo de residuos sólidos no peligrosos en el PAPES es una opción para corregir las falencias identificadas en el almacenamiento, recolección y transporte, tratamiento y disposición final de los residuos de acuerdo a su composición y volúmenes de generación actual, además es una alternativa para prevenir y minimizar la contaminación del agua de la dársena del puerto.

## 5.2. Calidad de agua y sedimento

- El sistema de agua de la dársena del puerto recibe permanentemente contaminantes generados de las actividades conexas a la pesca que están alterando la calidad del agua y sedimentos.
- Los parámetros fisicoquímicos mantuvieron promedios por debajo de los límites en la normativa ambiental para preservación de ecosistemas marinos y de estuario.
- No se establece un criterio de cumplimiento de los parámetros cloro residual, sustancias tensoactivas, fenoles, aceites y grasas con respecto a los estándares de la normativa para preservación de flora y fauna de estuario, debido a que los instrumentos del laboratorio acreditado poseían niveles de detección inferiores a los estándares de la legislación nacional.
- Existe contaminación por microorganismos patógenos, los valores detectados de coliformes fecales sobrepasaron el límite permisible de 200 NMP/100ml, la media de coliformes fecales de 2.618 NPM/100 ml superó ampliamente el estándar.
- Las coliformes totales no se evalúan en la normativa de preservación de flora y fauna marina pero el valor más bajo alcanzó 930 NMP/100ml.
- Las concentraciones de metales pesados en agua superficial que superaron el límite permisible para preservación de flora y fauna marina en casi todas las muestras analizadas fueron cromo, cobre y níquel de acuerdo con los resultados del Potalab.
- La evaluación de metales pesados en sedimentos develó contaminación por concentraciones de cromo, cobre y vanadio, superando los estándares de norma de calidad de suelos en las cinco estaciones de muestreo.
- Los máximos niveles de As, Cd, Mo, Pb, Se, Ni, Co y Zn detectados en sedimentos, se les atribuye a la zona frente a las bodegas de comercialización y cerca del sector para mantenimiento de las embarcaciones pesqueras.

## **6. RECOMENDACIONES**

- La investigación sobre residuos sólidos no peligrosos en el PAPES podría ser ampliada, para determinar los cambios en la generación de los residuos respecto a las temporadas de pesca, en especial implicando los meses de temporada alta que van de diciembre a marzo.
- La información levantada permitió generar un registro sobre las características de la columna de agua de la dársena del puerto pesquero de Esmeraldas en función de las actividades pesqueras realizadas en tierra, por lo que es necesario continuar con nuevos estudios que involucren parámetros como hidrocarburos de petróleo e investigaciones sobre contaminación por metales pesados en organismos marinos con la finalidad de complementar resultados obtenidos en este estudio.
- La Superintendencia de Balao debería integrar los parámetros bacteriológicos en sus análisis diarios considerando los datos generados por la investigación con respecto a Coliformes.
- Autoridad Portuaria debería implementar la propuesta de manejo de residuos sólidos no peligrosos para mejorar la gestión actual de los residuos en el PAPES.
- Realizar estudios y propuestas sobre generación de residuos peligrosos con la finalidad de complementar la gestión de los residuos en el puerto y minimizar la contaminación ambiental.

## **7. PROPUESTA ALTERNATIVA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS DE LA ACTIVIDAD PESQUERA PARA EL PUERTO ARTESANAL PESQUERO DE ESMERALDAS**

### **7.1. INTRODUCCIÓN**

La generación de residuos sólidos es parte ineludible de cualquier actividad realizada por el hombre, en el momento que las cantidades de residuos generadas no son manejadas de forma correcta, se convierte en un problema de contaminación que puede producir daños al ambiente y a la salud humana.

De acuerdo con la Norma para la Prevención y Control de la Contaminación del Recurso Suelo en Recintos Portuarios, Puertos y Terminales Portuarios del Ecuador, en el manejo de los residuos sólidos normales generados en el interior de las instalaciones portuarias, se debe disponer de instalaciones, medios, sistemas de gestión y procedimientos que potencien un esquema de manejo seguro para garantizar la protección del ambiente.

El Plan de Manejo de Residuos Sólidos no Peligrosos que se describe a continuación, es una herramienta esencial para la gestión integral de los residuos sólidos del PAPES, a través de directrices a corto y largo plazo, que involucran las etapas de almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final, acorde con la normativa nacional actual.

### **7.2. OBJETIVOS**

#### ***7.2.1. Objetivo general***

- Establecer un protocolo para el de manejo de residuos sólidos no peligrosos generados de la actividad pesquera realizada al interior del PAPES.

#### ***7.2.2. Objetivos específicos***

- Detallar procedimientos internos para almacenar, recolectar, transportar y disponer los residuos en cumplimiento con la legislación vigente.
- Determinar medidas de tratamiento que puedan ser implementadas en el manejo

de los residuos sólidos no peligrosos del PAPES.

- Prevenir y minimizar los impactos ambientales generados por la producción de residuos sólidos no peligrosos en el puerto.

### **7.3. MARCO LEGAL**

Se mencionan los lineamientos generales establecidos en el Texto Unificado de Legislación Ambiental del Ministerio del Ambiente del Ecuador -Libro VI, Anexo 6- Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos no Peligrosos que deben ser cumplidos durante la ejecución de la propuesta:

#### *7.3.1. Almacenamiento*

- Los usuarios deben depositar los desechos sólidos dentro de los contenedores públicos, prohibiéndose el abandono de desechos en la vía pública.
- Los recipientes para almacenamiento de desechos sólidos se caracterizan por su peso y construcción que faciliten el manejo durante la recolección (material impermeable), ser de fácil limpieza y dotados de tapa.
- El sitio escogido para ubicar los contenedores de almacenamiento deberá permitir como mínimo accesibilidad para los usuarios, facilidad para el manejo, evacuación de los desechos y conservación de la estética del contorno.

#### *7.3.2. Barrido y limpieza*

- El área a barrer comprende la calle pavimentada, incluyendo los separadores viales, zonas verdes públicas y áreas públicas de tráfico peatonal y vehicular.

#### *7.3.3. Recolección y transporte*

- Debe ser efectuada por los operarios designados por la entidad de aseo, de acuerdo con las rutas y las frecuencias óptimas que no propicien condiciones adversas a la salud, basándose en los estudios técnicos correspondientes.
- El personal que conforma la cuadrilla debe cumplir con sus jornadas de trabajo, utilizando la vestimenta y equipos adecuados para proteger su salud.

- El vehículo destinado para la recolección y transporte de desechos sólidos debe reunir las condiciones propias para esta actividad.

#### *7.3.4. Tratamiento*

- Los desechos sólidos que no puedan ser reciclados o reutilizados se someterán a tratamientos que comprendan la reducción del volumen, reducción del peso, homogeneización de componentes y uniformización del tamaño.

#### *7.3.5. Recuperación*

- La entidad de aseo deberá propiciar el reuso y reciclaje de desechos sólidos no peligrosos, mediante campañas educativas dirigidas a la comunidad, impulsando la reducción de la producción, mediante la aplicación de técnicas de producción más limpia.

### **7.4. ALCANCE**

La propuesta de manejo de residuos puede adoptarse para un período mínimo de 1 año y máximo de 3, cada año transcurrido deberá presentarse una declaración de manejo de residuos sólidos no peligrosos, con un consolidado de generación mensual, resultados de minimización, identificación de riesgos, alternativas de solución y actualización de responsabilidades y presupuesto.

### **7.5. RESPONSABILIDAD**

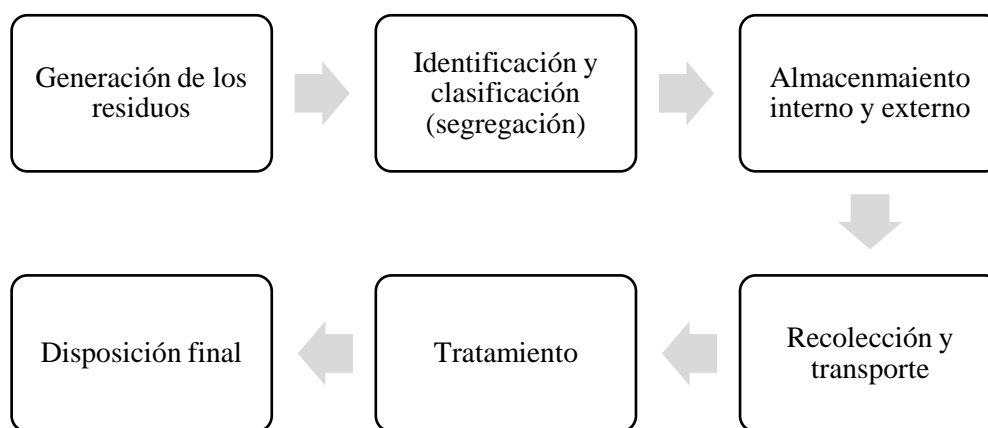
La aplicación, control y monitoreo de la gestión de los residuos sólidos no peligrosos derivados de las actividades pesquera en tierra del PAPES, de acuerdo con sus competencias le corresponde a Autoridad Portuaria de Esmeraldas, en este caso a su representantes legal, en coordinación con el Departamento de Seguridad Industrial y Ambiente, la empresa contratada para la limpieza del PAPES y todos los usuarios del puerto (comerciantes, mecánicos, fibrerros, pescadores, etc.). En la Tabla XVII se determinan las actividades que deben cumplir los responsables de la ejecución de la propuesta.

**Tabla XVII.** Actividades del equipo responsable del manejo de los residuos sólidos no peligrosos en el PAPES.

<i>Responsable</i>	<i>Actividades</i>	<i>Tiempo</i>
Representante legal APE	Aprobación de la propuesta	-
	Compra de equipos y materiales necesarios para la implementación de la propuesta	1mes
	Contratación de la empresa para limpieza del puerto	1 mes
Departamento de Seguridad y Ambiente	Difusión de la propuesta de manejo de residuos sólidos a los usuarios del puerto	2 semanas
	Capacitación del personal de limpieza y usuarios del puerto sobre manejo de los residuos sólidos no peligrosos	cada 6 meses
	Control y monitoreo de producción y minimización de residuos	semanal
	Solución de problemas presentados durante la implementación de la propuesta	permanente
	Mantenimiento de contenedores, letreros y espacios para tratamiento y almacenamiento temporal de los residuos	cada 4 meses
Empresa para Limpieza del PAPES	Barrido, recolección y transporte de los residuos sólidos no peligrosos del puerto	diario
	Control y monitoreo del tratamiento interno de los residuos sólidos no peligrosos	diario
	Dotación de equipos para desarrollo de trabajo, protección personal y uniforme completo a las personas encargadas de la recolección y transporte de los residuos	cada 4 meses
	Entrega de reportes de la gestión de los residuos al departamento de Seguridad y Ambiente	semanal
	Mantenimiento del vehículo para transporte y los carros empleados en el barrido	mensual
	Identificación de problemas en el manejo de los residuos sólidos	permanente
Usuarios del puerto	Segregación de los residuos producidos en su espacio de trabajo	diario
	Almacenamiento interno y externo correcto de los residuos	diario

## 7.6. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS

El manejo de los residuos comprende un conjunto de actividades que van desde la generación de los residuos hasta la disposición final de los mismos (Figura 46) y dependerán de los aspectos administrativos, técnicos y económicos de los responsables de Autoridad Portuaria y los usuarios del puerto.



**Figura 46.** Gestión del manejo de los residuos sólidos no peligrosos.

### 7.6.1. Generación

En el puerto pesquero de Esmeraldas se generan diariamente 807,63 kg residuos sólidos no peligrosos, de los cuales el 94% son orgánicos como restos de pescado, restos de alimentos, papel, cartón y madera y el 6% restante inorgánicos vidrio y plástico.

La Tabla XVIII, indica la producción diaria de cada residuo por actividad, es decir, que en una bodega comercializadora en un día se genera 0.0008 m<sup>3</sup> de papel y cartón, 0.0006 m<sup>3</sup> de plástico y 0.0418 m<sup>3</sup> de restos de pescado, información relevante para el establecimiento de la capacidad de los contenedores que permitirán el almacenamiento interno de los residuos sólidos no peligrosos.

**Tabla XVIII.** Volumen generado diariamente en cada fuente.

<i>Fuentes generadoras</i>	<i>Residuo</i>	<i>Volumen (m<sup>3</sup>)</i>
Bodegas, comedores, tiendas, mantenimiento de motores y fibras	Papel y cartón	0.0008
Comedores y tiendas	Restos de alimentos	0.0144
Astillero y mantenimiento de fibras	Madera	0.0044
Bodegas, comedores, tiendas, astillero, mantenimiento de fibras y motores	Plástico	0.0006
Bodegas comercializadoras	Restos de pescado	0.0418
Bodegas y tiendas	Vidrio	0.023

### *7.6.2. Alternativa de minimización y aprovechamiento*

La minimización y aprovechamiento de residuos busca reducir la generación de residuos sólidos no peligrosos mediante la segregación en la fuente y reciclaje para generar ingresos económicos que permitan dar continuidad a la propuesta de manejo de residuos sólidos no peligrosos.

#### *7.6.2.1. Segregación y almacenamiento interno*

La clasificación de los residuos sólidos no peligrosos debe hacerse de forma inmediatamente luego de su generación en el mismo lugar donde se originan, de esta manera se podrá prevenir afectaciones en la salud de los trabajadores y el ambiente, todos los usuarios del puerto serán responsables de los residuos que produzcan. La capacidad del recipiente y la cantidad de recipientes por actividad está dada en función del tipo de residuo y del volumen diario generado:

- Bodegas comercializadoras.- Emplearán 2 recipientes por bodega, un recipiente de 50 litros para almacenar vísceras y otro de 25 litros para el almacenamiento de papel, cartón, plástico y vidrio, conociendo que estos últimos residuos son de baja generación en cada bodega.

- Comedores.- Un recipiente de 25 litros para colocar los restos de alimentos y otro de 15 litros para almacenar los residuos sólidos de menor generación como son plástico, papel y cartón.
- Tiendas.-Utilizarán un recipiente de 25 litros para el almacenamiento de restos de alimentos y un recipiente de 25 litros para plásticos, papel y cartón.
- Arreglo de motores y fibras.- Un contenedor de 15 litros para plástico y vidrio.

En el mantenimiento de fibras de vidrio y embarcaciones de madera no realizará almacenamiento interno del residuo madera, debido a que estas actividades se realizan al aire libre, por lo que se someterán a la medida de colocar sobre el suelo los residuos de reparación en un sitio determinado de su espacio de trabajo y una vez concluida la jornada obligatoriamente los residuos serán depositados en los recipientes de almacenamiento externo que estarán ubicados cerca de del sitio donde se desarrollan las dos actividades.

Es necesario proveer de recipientes adecuados a cada tipo de residuo, debido a que se realizará un almacenamiento primario en varios de los locales o espacios en los que se realicen las actividades pesqueras. Los recipientes contarán estas características:

- ✓ Contenedores o recipientes plásticos ligeros, redondos con tapa.
- ✓ Capacidad adecuada de acuerdo al tipo de residuo.
- ✓ Rótulo o adhesivo con el nombre del residuo a contener.
- ✓ La coloración propuesta es amarillo para los residuos papel, cartón, vidrio y plástico y recipientes color verde para restos de alimentos y de pescado, quedando la alternativa de poder ser cambiados por otros colores.

**Tabla XIX.** Cantidad y capacidad de contenedores para almacenamiento interno.

<i>Actividad</i>	<i>Recipientes amarillos</i>		<i>Recipientes verdes</i>	
	<i>15 litros</i>	<i>25 litros</i>	<i>25 litros</i>	<i>50 litros</i>
Comercialización de pescado		50		50
Arreglo de motores	4			
Reparación de fibras	5			
Expendio de alimentos	12		12	
Venta de víveres		4	4	
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>54</b>	<b>16</b>	<b>50</b>

#### 7.6.2.2. *Reciclaje y comercialización de residuos sólidos no Peligrosos.*

El reciclaje es un proceso mediante el cual ciertos materiales luego de ser separados y almacenados tienen la oportunidad de reincorporarse como materia prima en el ciclo productivo. Los residuos del puerto que pueden reciclarse son:

1. Papel y cartón
2. Plástico PET
3. Restos de alimentos
4. Restos de pescado

Al estimar los posibles ingresos en el caso de vender los residuos reciclables producidos en el puerto considerando los precios referenciales de la *Tabla 20*, obtendríamos las siguientes ganancias anuales:

- Considerando la producción promedio semanal de papel y cartón igual a 109,69 kg o 241,32 lb, en el año se obtendrían 439,20 dólares americanos.
- El plástico producido en el puerto por lo general corresponde a materiales PET (Polietileno Tereftalato), la producción promedio semanal de 195,57 kg o 430,25 lb manejaría un monto anual de 1.789,86 dólares.
- El vidrio comúnmente no es comprado por los sitios de acopio de materiales reciclables en la ciudad de Esmeraldas por su dificultad de almacenamiento, es por eso que no se establece un precio al residuo, a pesar de que su producción semanal de 246,77 kg es mayor en comparación con la de plástico, papel y cartón.

**Tabla XX.** Precios de materiales reciclables en la ciudad de Esmeraldas.

<i>Residuo sólido</i>	<i>Peso (lb)</i>	<i>Precio (USD)</i>
Plástico PET	1	0,08
Plástico duro	1	0,10
Cartón y papel	100	3,50

**Fuente:** Asociación de recicladores de Esmeraldas, Intercia (2012).

- Reciclaje de papel, cartón y plástico

El puerto pesquero como sitio comercial realizará un almacenamiento interno y externo de los residuos. El almacenamiento interno comprende la segregación de los residuos en recipientes de menor capacidad dentro de los locales y el externo implicará la colocación de todos los residuos en recipientes públicos de mayor capacidad; una vez que los residuos hayan sido recolectados internamente, serán trasladados hasta un centro de acopio temporal ubicado en el interior del recinto portuario, con la finalidad de ser pesados y almacenados hasta su traslado a un centro de acopio de materiales reciclables en la ciudad.

Se empelará un galpón de 8 m<sup>3</sup>, con una capacidad suficiente para almacenar la generación de por lo menos de tres meses de los residuos plásticos, papel y cartón (6,57 m<sup>3</sup>), Autoridad Portuaria deberá establecer un convenio con un centro de acopio, para la venta o entrega gratuita de los residuos, el centro de acopio más cercano está situado en las calles Juan Montalvo entre Avenida Libertad y Malecón pudiendo existir la posibilidad de que los residuos puedan ser retirados por el grupo de recicladores directamente en el puerto e incluso desde los contenedores de la zona de almacenamiento externo.

- Reciclaje de restos de alimentos

Los restos de alimento representan el segundo porcentaje más elevado en peso de los residuos sólidos no peligrosos del puerto, en el caso de lograr reciclarlos mediante la técnica del compostaje podríamos reducir del peso total casi un 12 %.

El compostaje es un proceso natural donde se produce la descomposición de la materia orgánica con ayuda de las poblaciones microbianas en un medio aeróbico. El método

de compostaje seleccionado para los restos de alimentos es el tradicional en pilas estáticas aireadas por su simplicidad, economía y porque permite tratar grandes cantidades de residuos. Considerando el volumen diario de los restos de alimentos equivalente a  $0,22 \text{ m}^3$ , se podrían instalar dos pilas de 1,5m de altura, 3m de ancho y 3m de largo, ambas capaces de soportar un volumen de  $27 \text{ m}^3$ , lo que representa 4 meses de generación de restos de alimentos, tiempo suficiente para la obtención del producto humus. No es necesario que los residuos sean picados en trocitos, simplemente serán colocados sobre tubos perforados cubiertos con paja. El volteo manual con palas tendrá una frecuencia de 3 veces por semana, con la finalidad de homogeneizar el material mezclado y bajar la temperatura, además se verterá aserrín para equilibrar relaciones C:N y eliminar olores, el aserrín puede ser conseguido del mantenimiento de las embarcaciones de madera. En aproximadamente 60 días se obtendrá el material compostado que se tamizará con una malla de por lo menos 0,5 cm y luego ser empacado en fundas y vendido o donado a escuelas e incluso utilizado para la rehabilitación de áreas verdes en el PAPES.

- Restos de pescado

Los residuos de pescado podrían ser almacenados en congeladores para luego ser entregados a un intermediario que pueda trasladarlo a Manabí u otra provincia que requiera de la materia prima para la fabricación de harina de pescado. Se emplearían 3 congeladores frigoríficos de 525 litros cada uno, para almacenar un poco más del volumen de  $1,54 \text{ m}^3$  o 1540 litros equivalentes a dos días de producción de restos de pescado. La frecuencia de recolección del residuo deberá ser máxima de dos días, caso contrario podrá ser enviado al sitio de disposición final.

### *7.6.3. Almacenamiento externo*

La zona de almacenamiento externo comprende a la vereda ubicada frente a las bodegas comercializadoras, de forma que facilite la recolección de los residuos por el personal de limpieza y la cuadrilla de recolección, esta zona deberá contar con señalización, específicamente letreros de concienciación y de ubicación correcta de los residuos. Los contenedores para almacenamiento externo serán colocados bajo las siguientes características:

- Plástico reforzado, redondos, con tapa.
- Sobre una estructura de madera u otra a 20 cm del suelo.
- Rotulados con el nombre del residuos y su respectiva coloración.
- Ubicados a una distancia prudente de acuerdo a las fuentes generadoras.

El número total de recipientes será de 14 contenedores de 50 litros y 12 contenedores de 75 litros, la distribución para cada tipo de residuo será la siguiente:

- Plástico.-Cuatro contenedores de 50 litros, dos frente al sector de las tiendas, uno en el sector de las gasolineras y otro cerca a la empacadora de pescado.
- Comida.- Seis recipientes de 50 litros distribuidos a lo largo del puerto, de acuerdo a la ubicación de los comedores, dos en la parte principal, dos en la zona intermedia y dos al final donde terminan las bodegas.
- Madera.-Dos contenedores de 75 litros ubicados en la vereda justo en el área de mantenimiento de embarcaciones.
- Vidrio.- Dos contenedores de 50 litros uno frente al sector de las tiendas y otro frente a las bodegas para arreglo de motores.
- Papel y cartón.- Tres contenedores de 50 litros, dos ubicados en la mitad de la vereda y otro al final de las bodegas comercializadoras.
- Restos de pescado.-Se emplearán 10 contenedores de 75 litros distribuidos de manera uniforme frente a las bodegas comercializadoras de pescado.

#### *7.6.4. Barrido*

Los residuos de la vía principal y de los alrededores a la dársena del puerto se someterán a un barrido manual con una frecuencia de tres veces en el día en los horarios 10h00, 15h00 y 17h00. Lo realizarán 4 obreros, dotados de equipo básico como escoba de fibras cortas y duras, carrito de mano de acero inoxidable sólido y liviano, un recipiente plástico cilíndrico de 100 litros con tapa, fundas plásticas de 100 litros y una pala. La vestimenta que usarán los obreros debe ser acorde a la actividad desempeñada, overol o camiseta mangas largas, pantalón largo, guantes para recolección, mascarilla y zapatos cerrados.

La limpieza interna de los locales y bodegas será responsabilidad de los usuarios del puerto debiendo disponer los residuos en los recipientes correspondientes.

#### *7.6.5. Recolección y transporte*

La recolección y transporte interno de los residuos consiste en trasladar los residuos reciclables (plástico, papel, cartón, restos de pescado y alimentos) desde la zona de almacenamiento externo hasta el galpón o habitación adecuada para cada caso según su tratamiento, una hora antes del transporte externo de los residuos al sitio de disposición final. La actividad será realizada por el personal de limpieza. La ruta de recolección comprende desde la entrada del puerto a la altura de la gasolinera de para vehículos livianos hasta la empacadora de pescado.

La cuadrilla de recolectores se encargará de la recolección y transporte externo de los residuos sólidos no aprovechables hasta su disposición final a partir de las 18h00.

#### *7.6.6. Disposición final de residuos*

Los residuos sólidos no peligrosos identificados sin posibilidades de recuperación como el vidrio, plástico no reciclable, entre otros serán dispuestos en el botadero a cielo abierto del cantón Esmeraldas “El Jardín”.

#### *7.6.7. Capacitación*

Se ejecutará un programa de capacitación dirigido a todos los usuarios del puerto, incluido el personal de limpieza, con la finalidad de socializar la gestión de los residuos no peligrosos a implementarse en el PAPES y lograr la participación correcta en cada una de las actividades planteadas para segregación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento, disposición final y en el acondicionamiento de los locales y espacios involucrados en el manejo de los residuos.

La capacitación puede desarrollarse en el salón de eventos de APE y mediante visitas a los locales, en base a las temáticas:

- Problemas producidos por el manejo de los residuos sólidos.
- Normativa nacional sobre manejo de residuos sólidos.
- Generación de residuos sólidos no peligrosos en el PAPES.
- Manejo interno de los residuos sólidos.
- Responsabilidades de cada actor en el manejo de los residuos.
- Recolección y transporte de los residuos sólidos del puerto.

- Tratamiento y disposición final de los residuos sólidos
- Metodologías de apoyo durante el proceso de evaluación continua del manejo de residuos sólidos.

La labor de capacitación se complementará con la sensibilización del personal en temas de protección de su salud y el ambiente por lo que se desarrollarán afiches, póster, folletos descriptivos.

#### *7.6.8. Control y evaluación*

La gestión de los residuos se controlará y evaluará continuamente con la finalidad de recoger indicadores de medición que permitirán demostrar la eficiencia en el manejo de los residuos, como el volumen y peso de los residuos minimizados, previniendo costos ambientales y problemas en la salud de los usuarios como lo estipula la ley. El proceso de monitoreo estará a cargo del Departamento de Seguridad y Ambiente de APE debiendo realizar actividades como:

- Dotación de recipientes para almacenamiento de los residuos.
- Mantenimiento del área de almacenamiento externo de residuos.
- Elaboración de formatos de verificación.
- Registro de los residuos generados, tratados y dispuestos.
- Reuniones mensuales con los trabajadores encargados de la limpieza, representantes de las organizaciones internas y conversaciones eventuales con los usuarios del puerto.
- Informes mensuales del manejo de los residuos no peligrosos.
- Identificación de mejoras en el sistema de manejo aplicado.
- Capacitaciones al personal sobre mejoramiento de las actividades.
- Inducción al nuevo personal sobre el manejo de residuos sólidos.
- Inspecciones permanentes a los sitios de almacenamiento y tratamiento.

## 7.7. PRESUPUESTO

El valor total de implementación de la propuesta de manejo de residuos sólidos no peligrosos es de *84.247,91 dólares* que contempla el presupuesto referencial para contratación de la empresa de limpieza durante el año 2012 que fue de 72.038,41 dólares, más el valor de los equipos, materiales y adecuaciones necesarias para mejorar la gestión de los residuos en el puerto, detallados en la Tabla XXI.

**Tabla XXI.** Presupuesto de la propuesta de manejo de residuos.

<i>Actividad/equipo</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Costo total</i>	<i>Tiempo de aplicación</i>
Contratación de empresa de limpieza	-	-	72.038,41	Todo el año
<i>Almacenamiento interno</i>				
Recipiente 50 litros	33,5	50	1.675	Primer mes
Recipiente 25 litros	27,3	70	1.911	
Recipiente de 15 litros	12	21	2,52	
<i>Almacenamiento externo</i>				
Recipientes 50L	33,5	13	435,5	Primer mes
Recipiente 75L	69	12	828	
Balanza electrónica	360	1	360	Primer mes
Elaboración de letreros de señalización	28	6	168	Primer mes
Mantenimiento de letreros	25	2	50	Cada 6 meses
Galpón techado de cemento	1.250	1	1.250	Primer mes
Capacitación y concienciación	300	2	600	Cada 6 meses
Armario congelador de 525 litros	1.560	3	4.680	Primer mes
<b><i>Total</i></b>			<b>84.247,91</b>	

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, V., C. Lodeiros, W. Senior y G. Martínez. (2002). *Niveles de metales en sedimentos superficiales en tres zonas litorales de Venezuela*, de <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/339/33907507.pdf>
- APE (Autoridad Portuaria de Esmeraldas). (2012). *Estadísticas internas de desembarque de pesca en el PAPES*. No publicado
- Armada de Chile. (2007). *Calidad Ambiental de los cuerpos marinos y continentales controlados en el marco del programa de observación del ambiente litoral (P.O.A.L)*
- Autoridad Portuaria de Guayaquil. (2009). *Informe de monitoreo ambiental del dragado de mantenimiento del canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil octubre del 2009*, de [http://www.inocar.mil.ec/ver\\_actas.php](http://www.inocar.mil.ec/ver_actas.php)
- Autoridad Portuaria de Guayaquil. (2010). *Informe de monitoreo ambiental del dragado de mantenimiento del canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil agosto del 2010- enero del 2011*, [http://www.inocar.mil.ec/ver\\_actas.php](http://www.inocar.mil.ec/ver_actas.php)
- Autoridad Portuaria de Guayaquil. (2011). *Informe de monitoreo ambiental del dragado de mantenimiento del canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil febrero del 2011-julio del 2011*, de [http://www.inocar.mil.ec/ver\\_actas.php](http://www.inocar.mil.ec/ver_actas.php)
- Barreira, A., P. Ocampo y E. Recio. (2007). *Ambiente y Derecho Internacional: Una guía práctica*. Madrid, España, de [http://www.iidma.org/privado/Archivos/OSMedio\\_LibroDerecho.pdf](http://www.iidma.org/privado/Archivos/OSMedio_LibroDerecho.pdf)
- Buschmann, A. y A. Fortt. (2005). *Industria y contaminación marina*, de [http://oceana.org/sites/default/files/o/fileadmin/oceana/uploads/americadelsur/documentos2005/Industria\\_y\\_contaminacion\\_marina.pdf](http://oceana.org/sites/default/files/o/fileadmin/oceana/uploads/americadelsur/documentos2005/Industria_y_contaminacion_marina.pdf)
- Cabrera, C. (2002). *Estudio de la contaminación de las aguas costeras en la Bahía de Chancay: Propuesta de recuperación*. Lima, de [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/ingenie/cabrera\\_c\\_c/indice.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/ingenie/cabrera_c_c/indice.htm)
- Campos, H. (2004). *Cn, Cd, Pb y Zn en Aguas, sedimentos y organismos marinos en sectores costeros de la provincia de Arica*, Chile, primera región, de <http://146.83.108.153/did/IDESIA%2022-1/22%20-%201%20-%20CAP1.pdf>
- Campos, I. (2003). *Saneamiento ambiental*. Costa Rica, Universidad Estatal a distancia.

- Carvajal, S. (2011). *Tamaño de muestra para estimar parámetros*, de [http://metodosdeinvestigacioninterdisciplinaria.bligoo.com.co/media/users/10/528344/files/53953/Tama\\_o\\_de\\_Muestra.pdf](http://metodosdeinvestigacioninterdisciplinaria.bligoo.com.co/media/users/10/528344/files/53953/Tama_o_de_Muestra.pdf)
- Centro Tecnológico del Mar (CETMAR). (2009). *PROYECTO 3R-FISH Modelo de gestión integral para la recuperación y el reciclaje de los residuos sólidos propios de la actividad pesquera y portuaria*, de <http://www.3rfish.org/docs/Diagnostico.pdf>
- Chiang, J. (1988). *Contaminación del mar y el futuro de la pesca en Chile*, de [http://www.cipma.cl/web/200.75.6.169/RAD/1988/1-2\\_JaimeChiang.pdf](http://www.cipma.cl/web/200.75.6.169/RAD/1988/1-2_JaimeChiang.pdf)
- CIDECALLI. (2006). *Calidad y normativa de agua para consumo humano*. México, de <http://www.pnuma.org/reclat/esp/documentos/cap5.pdf>
- COI/UNESCO, OMI, FAO y PNUD (2011). *Resumen para la adopción de decisiones: Anteproyecto para la sostenibilidad del océano y las zonas costeras*. París, de <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002145/214513s.pdf>
- Comisión Nacional del Medio Ambiente. (2000). *Guía para el control y Prevención de la contaminación industrial actividad portuaria*. Santiago, de <http://www.sofofa.cl/ambiente/documentos/Actividad%20Portuaria.pdf>
- CONSULTOLA. (2009). *Estudio de Impacto Ambiental Construcción, Operación y Mantenimiento del Puerto Artesanal de Esmeraldas 2009*. Ecuador. No publicado
- CPPS (Comisión Permanente del Pacífico Sur ) y CCO (Comisión Colombiana del Océano). (2008). *Efectos Adversos Generados por la Basura Marina y Conformación del Grupo de Trabajo para reducir su ingreso al Medio Marino*. Bogotá, de <http://cpps.dyndns.info/cpps-docs-web/planaccion/biblioteca/pordinario/014.Informe%20Final%20-%20Proyecto%20Basura%20Marina.pdf>
- De Armas, J., R. Rodríguez, D. Zayas, L. Fernández y D. López (2010). *Parametrización oceanográfica en índices de calidad del agua*, de <http://www.oceandocs.org/bitstream/1834/3590/1/066%20%20PARAMETRIZACI%c3%93N%20OCEANOGR%c3%81FICA%20....pdf>
- Echarri, L. (2007). *Población, ecología y ambiente*, de [www.unav.es/ocw/.../Tema%203%20Ecosistema%2007.pdf](http://www.unav.es/ocw/.../Tema%203%20Ecosistema%2007.pdf)

- Espinoza, W. (2008). *Términos de referencia para el estudio de impacto ambiental para el dragado de la dársena del Puerto Artesanal Pesquero de Esmeraldas-PAPES*. No publicado
- Gamboa, R. (2010). *Protocolo para monitoreo de calidad de aguas continentales superficiales*, de <http://es.scribd.com/doc/56109819/53/Coliformes-Termotolerantes-fecales>
- GESAMP (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution). (1991). *Global strategies for marine environmental protection*, de <http://www.gesamp.org/>
- Ibáñez, M. (1986). *La contaminación marina por metales pesados en la costa de Guipuzcoa*, de <http://www.ingeba.org/lurralde/lurranet/lur09/09Ibanez.pdf>
- Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR). (2005). *Derrotero-De la Costa Continental e Insular del Ecuador*. 4ta Edición, de [http://www.inocar.mil.ec/boletin/ALN/Derrotero\\_2005.pdf](http://www.inocar.mil.ec/boletin/ALN/Derrotero_2005.pdf)
- INVEMAR (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras). (2003). *Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros físicoquímicos y contaminantes marinos (aguas, sedimentos y organismos)*, de <http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/7010manualTecnicasanaliticas..pdf>
- León, E. (2012). *La contaminación marina por fuentes terrestres: un problema global*, de <http://cpps.dyndns.info/cpps-docs-web/planaccion/biblioteca/pordinario/014.Informe%20Final%20%20-%20Proyecto%20Basura%20Marina.pdf>
- Ley de aguas, Ro. 339. (2004), *Título II conservación de agua* (Cap.2) De la contaminación.
- Macfadyen, G., T. Huntington y R. Cappell, *Aparejos de pesca abandonados, perdidos o descartados. Informes y Estudios del Programa de Mares Regionales, PNUMA N.o 185; FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura N.o 523. Roma, PNUMA/FAO. 2011. 129p.* <http://www.fao.org/docrep/014/i0620s/i0620s.pdf>
- Madariaga, E. (2010). *Modelo de gestión de los residuos procedentes de embarcaciones en los puertos pesqueros y deportivos de Cantabria: propuestas de control ambiental*, de

<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/51997/7de9.EMDcap7.pdf?sequence=8>

- Mago, Y. (2009). *Concentración de algunos metales pesados, Cu, Pb, Cr, Cd, Fe, Zn y Mn; en las aguas superficiales de la zona costera adyacente a la ciudad de Cumaná,* de [http://ri.biblioteca.udo.edu.ve/bitstream/123456789/456/1/TESIS\\_YM.pdf](http://ri.biblioteca.udo.edu.ve/bitstream/123456789/456/1/TESIS_YM.pdf)
- Martínez, R. (2009). *Estadística básica para topografía.* Universidad de Extremadura. España, de [www.unex.es/publicaciones](http://www.unex.es/publicaciones)
- Mendiguchía, C. (2005). *Utilización de ultratrazas de metales pesados como trazadores de los efectos antropogénicos producidos en ecosistemas acuáticos,* de <http://minerva.uca.es/publicaciones/asp/docs/tesis/mendiguchia.pdf>
- Ministry of Environment and Energy. (1993). *Guidelines for the protection and management of aquatic sediment quality in Ontario.* Table 1: Provincial Sediment Quality Guidelines for Metals and Nutrients, de [http://agrienvarchive.ca/download/guide\\_aquatic\\_sed93.pdf](http://agrienvarchive.ca/download/guide_aquatic_sed93.pdf)
- Mora, D. (2004). *Calidad microbiana de las aguas superficiales en Costa Rica,* de [http://www.nacion.com/ln\\_ee/ESPECIALES/documentos/2003/octubre/04/agua.pdf](http://www.nacion.com/ln_ee/ESPECIALES/documentos/2003/octubre/04/agua.pdf)
- Naghi, M. (2005). *Metodología de la investigación.* México: Limusa
- Nevárez, M., C. Cotero, W. García, Y. Green, J. Cervantes, G. Gluyas, M. Martínez y P. Santos. (2009). *Propuesta de plan de manejo de pesquería de pelágicos menores (sardina, anchovetas, macarela y afines),* de <http://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/pelagicos/PlanManejoPelMen.pdf>
- Norma de Aguas Perú (2008). *Estándares Nacionales para calidad de agua.* Decreto Supremo Nro. 023-2009-MINAM, de [http://www.minam.gob.pe/index.php?option=com\\_content&view=article&id=100](http://www.minam.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=100)
- Norma Cuba (1999). *Evaluación de los objetos hídricos de uso pesquero,* de <http://biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/Cienfuegos%20-%20ATM/Normas%201/NC%2025-99%20Bahia.pdf>

- Norma INEN 2 176:1998. *Agua, calidad de agua, muestreo y técnicas de muestreo*, de <http://www.inen.gob.ec/>
- Norma Oficial Mexicana NMX-11-19-1985. (1992). *Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Peso volumétrico In situ*.
- Norma Oficial Mexicana NMX-AA-061(1985). *Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Determinación de la Generación*.
- Palacios, C. y L. Burgos. (2007). *Estudio comparativo de la calidad del agua en el área marino costera de bahía Academia, caleta Aeolian y puerto Villamil-Islas Galápagos- junio-julio 2007*, de <http://www.inocar.mil.ec/>
- Parra, J. y L. Espinosa. (2008). *Distribución de metales pesados (Pb, Cd y Zn) en perfiles de sedimentos asociado a Rhizophora mangle en el río Sevilla-Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia*, de <http://www.scielo.org.co/pdf/mar/v37n1/v37n1a06.pdf>
- Programa Marino de Recursos Costeros (PMRC). (2008). *Información: Censos Costeros Pesqueros Artesanales*. No publicado
- PROPECAR. (2011). *Modelo de gestión Puerto Pesquero Artesanal de Esmeraldas*. No publicado.
- Quintero, L., E. Agudelo, Y. Quintana, S. Cardona y A. Osorio. (2010). *Determinación de indicadores para la calidad de agua, sedimentos y suelos, marinos y costeros en los puertos colombianos*, de [http://www.bdigital.unal.edu.co/4657/1/Gest.\\_y\\_Amb.\\_Vol.13\\_no.3-51.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/4657/1/Gest._y_Amb._Vol.13_no.3-51.pdf)
- Sánchez, G. y R. Orozco. (2000). *Estado del ambiente marino costero peruano según fuentes de contaminación*. Perú, de [http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fsisbib.unmsm.edu.pe%2Fbvmedioambiente%2Fdia\\_tierra%2Fresumenes%2FCRONOLOGICO%2F03MIERC OLES%2FGUADALUPE%2520SANCHEZ%2Fimarpe.doc&ei=XmGHUL-oIIX48gSQ9IH0CQ&usg=AFQjCNGRDQsKkbTGm6B77sK\\_LVx52tPsMQ&sig2=WabhEk2PFfxVZX40H-9dFA](http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fsisbib.unmsm.edu.pe%2Fbvmedioambiente%2Fdia_tierra%2Fresumenes%2FCRONOLOGICO%2F03MIERC OLES%2FGUADALUPE%2520SANCHEZ%2Fimarpe.doc&ei=XmGHUL-oIIX48gSQ9IH0CQ&usg=AFQjCNGRDQsKkbTGm6B77sK_LVx52tPsMQ&sig2=WabhEk2PFfxVZX40H-9dFA)
- Secretaría de Desarrollo Social-SEDESOL. (2011). *Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos Municipal*. México,

de

<http://www.sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/1592/1/images/ManualTecnicosobreGeneracionRecoleccion.pdf>

- SENPLADES. (2009). Informe técnico. *Adquisición e Instalación de equipos de Conservación, Manipuleo y procesamiento de Pesca, Mobiliario de oficina, equipos informáticos, equipos para tratamiento de aguas residuales, y equipos para abastecimiento de agua potable, para la Operatividad de la Planta de Pre-proceso del Puerto Artesanal Pesquero de Esmeraldas, Provincia, Cantón y Ciudad de Esmeraldas*. No publicado
- Solórzano, M. (2002). *Informe Final Consultoría Nacional Contaminación Marina*. Guatemala, de <http://www.marfund.org/sp/documentlibrary/Reporte%20Contaminacion%20Marina%20Guatemala.pdf>
- Subsecretaría de Recursos Pesqueros, caletas pesqueras, de <http://www.subpesca.gob.ec/flota-caletas0.html>
- Superintendencia de Balao (SUIMBA). (<http://www.suimba.com>)
- Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente, Ro 3516 (2003). Libro VI-Anexo 1. *Norma de Calidad de agua y de Descarga de Efluentes: recurso agua, de* [http://www.efficacitas.com/efficacitas\\_es/assets/Anexo%201.pdf](http://www.efficacitas.com/efficacitas_es/assets/Anexo%201.pdf)
- Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente, Ro 3516 (2003). Libro VI-Anexo 2. *Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios para suelos contaminados, de* <http://www.recaiecuador.com/Biblioteca%20Ambiental%20Digital/TULAS.pdf/LIBRO%20VI%20Anexo%202.pdf>
- Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente, Ro 3516 (2003). Libro VI-Anexo 2B. *Norma para la prevención y control de la contaminación ambiental del recurso suelo en recintos portuarios, puertos y terminales portuarios, de* <http://web.ambiente.gob.ec/?q=node/41&page=0,1>
- Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente, Ro 3516 (2003). Libro VI-Anexo 1B. *Norma para la prevención y control de la contaminación ambiental del recurso agua en recintos portuarios,*

puertos y terminales portuarios, de  
<http://web.ambiente.gob.ec/?q=node/41&page=0,1>

- Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente, Ro 3516 (2003). Libro VI-Anexo 6. *Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de los desechos sólidos no peligrosos*, de <http://web.ambiente.gob.ec/?q=node/41&page=0,1>
- Valdés, J. y A. Sifeddine. (2009). *Composición elemental y contenido de metales en sedimentos marinos de la bahía Mejillones del Sur, Chile: evaluación ambiental de la zona costera*, de [http://www.lajar.cl/pdf/imar/v37n2/Articulo\\_37\\_2\\_2.pdf](http://www.lajar.cl/pdf/imar/v37n2/Articulo_37_2_2.pdf)
- Vázquez, A. y F. Páez. (1987). *El problema crucial: La contaminación*. México, de <http://www.uv.mx/dgbuv/bd/mac/mac01con.pdf>
- Vera, G., J. Tam, E. Pinto, y J. Angulo. (2001). *Efecto del cadmio sobre el crecimiento poblacional de diatomea marina Chaetoceros gracilis*, de [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/biologia/v08\\_n1/efecto\\_cadmio.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/biologia/v08_n1/efecto_cadmio.htm)
- Weimberg, J. (2009). *Guía para las ONG sobre los contaminantes orgánicos persistentes*, de [http://www.ipen.org/ipenweb/documents/book/ngo\\_guide\\_pops\\_spanish.pdf](http://www.ipen.org/ipenweb/documents/book/ngo_guide_pops_spanish.pdf)

## **9. ANEXOS**

**ANEXO 1.** Cuestionarios de entrevistas realizadas a los trabajadores y representantes del PAPES.

## CUESTIONARIO PARA ENTREVISTA

Buenos(as) días (tardes). Me llamo \_\_\_\_\_ y soy estudiante de la carrera Gestión Ambiental trabajo en la realización de mi tesis con el título “Niveles de contaminación de agua y propuesta de manejo de residuos sólidos no peligrosos para el Puerto Pesquero Artesanal de Esmeraldas-PAPES”. El siguiente cuestionario requiere describir las actividades pesqueras desarrolladas en el PAPES.

**Entrevistado:** Ovidio Quiñónez-Presidente UPROCOOPES

1. ¿Cuál es el número estimado de pescadores que desembarcan en el PAPES?
2. Cuáles son las principales especies capturadas.
3. Tipo y número de embarcaciones empleadas para el desarrollo de la pesca en el PAPES.
4. ¿Qué tiempo emplea el o los pescadores para realizar una faena?
5. ¿Cuánto dinero se gasta durante una faena normal?
6. ¿Cómo se realiza la repartición de las ganancias entre los pescadores?
7. Equipos tecnológicos empleados durante la actividad.
8. Seguros a los que tiene acceso el pescador.

## CUESTIONARIO PARA ENTREVISTA

Buenos(as) días (tardes). Me llamo \_\_\_\_\_ y soy estudiante de la carrera Gestión Ambiental trabajo en la realización de mi tesis con el título “Niveles de contaminación de agua y propuesta de manejo de residuos sólidos no peligrosos para el Puerto Pesquero Artesanal de Esmeraldas-PAPES”. El siguiente cuestionario requiere describir las actividades pesqueras desarrolladas en el PAPES.

**Entrevistado:** Representante empresa Empacadora Coral del Pacífico

1. ¿Qué tipo de empresa es?
2. ¿A qué se dedica la empresa?
3. ¿Cuánto tiempo lleva funcionando?
4. ¿Cuál es la materia prima y el producto final?
5. Mercado al que está dirigida
6. ¿Cuántas personas trabajan en la empresa y a qué se dedican?
7. ¿Cómo se manejan los residuos sólidos?

## CUESTIONARIO PARA ENTREVISTA

Buenos(as) días (tardes). Me llamo \_\_\_\_\_ y soy estudiante de la carrera Gestión Ambiental trabajo en la realización de mi tesis con el título “Niveles de contaminación de agua y propuesta de manejo de residuos sólidos no peligrosos para el Puerto Pesquero Artesanal de Esmeraldas-PAPES”. El siguiente cuestionario requiere describir las actividades pesqueras desarrolladas en el PAPES.

**Entrevistado:** Representantes de los usuarios del puerto

1. ¿Número de personas dedicadas a la actividad?
2. Lugar en el que se desarrolla la actividad.
3. Tiempo de duración de la jornada de trabajo
4. Días de funcionamiento en la semana.
5. Servicios básicos con los que cuenta en su lugar de trabajo
6. Tiene acceso a seguros.
7. Los trabajadores se encuentran organizados.

## CUESTIONARIO PARA ENTREVISTA

Buenos(as) días (tardes). Me llamo \_\_\_\_\_ y soy estudiante de la carrera Gestión Ambiental trabajo en la realización de mi tesis con el título “Niveles de contaminación de agua y propuesta de manejo de residuos sólidos no peligrosos para el Puerto Pesquero Artesanal de Esmeraldas-PAPES”. El siguiente cuestionario requiere describir las actividades pesqueras desarrolladas en el PAPES.

**Entrevistado:** Homero Cervantes- Jefe de Seguridad y Ambiente de Autoridad Portuaria de Esmeraldas

1. ¿De quién es la competencia del manejo de los residuos sólidos en el PAPES?
2. ¿Cuáles son los tipos de residuos sólidos que se generan en el PAPES?
3. ¿Qué empresa brinda el servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos del puerto?
4. ¿Cómo se realiza el almacenamiento de los residuos sólidos en el puerto?
5. Número y tipo de recipientes para almacenamiento de los residuos
6. Frecuencia de recolección de los residuos
7. Dónde se realiza la disposición final de los residuos
8. Existe algún programa de valorización de los residuos

## CUESTIONARIO PARA ENTREVISTA

Buenos(as) días (tardes). Me llamo \_\_\_\_\_ y soy estudiante de la carrera Gestión Ambiental trabajo en la realización de mi tesis con el título “Niveles de contaminación de agua y propuesta de manejo de residuos sólidos no peligrosos para el Puerto Pesquero Artesanal de Esmeraldas-PAPES”. El siguiente cuestionario requiere describir las actividades pesqueras desarrolladas en el PAPES.

**Entrevistado:** Representante Legal TERESCORP S.A.

1. ¿Qué zonas comprende la limpieza del PAPES?
2. ¿Con qué frecuencia se realiza la recolección de los residuos en el puerto?
3. Número de viajes del vehículo recolector
4. Hora y tiempo de duración de la recolección de los residuos
5. Metodología para determinar la generación de residuos sólidos en el puerto
6. Capacidad del vehículo recolector
7. Disposición final de los residuos
8. Frecuencia y hora de barrido en el puerto
9. Ruta de recolección de los residuos sólidos

**ANEXO 2.** Encuesta aplicada para levantamiento de información sobre residuos sólidos.

**Número de encuesta:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** DD \_\_\_\_ MM \_\_\_\_ AÑO \_\_\_\_\_

**La encuesta comenzó a las Hrs** \_\_\_\_ **Minutos** \_\_\_\_

**La encuesta terminó a las Hrs** \_\_\_\_ **Minutos** \_\_\_\_

### **Introducción**

Buenos(as) días (tardes). Me llamo \_\_\_\_\_ y soy estudiante de la carrera Gestión Ambiental trabajo en la realización de mi tesis con el título “Niveles de contaminación de agua y propuesta de manejo de residuos sólidos no peligrosos para el Puerto Pesquero Artesanal de Esmeraldas-PAPES”. El siguiente cuestionario requiere conocer la generación, almacenamiento, recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos producidos en su trabajo.

### **1. Actividad a la se dedica:**

- a. Comercialización de pescado
- b. Captura de pescado/ Pescador
- c. Arreglo de motores fuera de borda
- d. Reparación de fibras
- e. Mantenimiento de barcos de madera
- f. Expendio de alimentos
- g. Otra.....

### **2. ¿Sabe usted lo qué es un residuo sólido?**

- a. SÍ
- b. NO

### **3. ¿Cuáles de los siguientes residuos sólidos usted genera en la actividad que desempeña?**

- a. Restos de comida
- b. Plásticos
- c. Baterías
- d. Redes
- e. Vísceras de pescado
- f. Papel y cartón
- g. Madera
- h. Otros.....
- .....
- .....

### **4. ¿Cuál es (son) el residuo (s) sólido(s) que más produce(n) usted en su trabajo?**

### **5. Clasifica sus residuos sólidos para almacenarlos**

- a. SI
- b. NO

**6. Realiza almacenamiento temporal de los residuos sólidos en su sitio de trabajo**

- a. SI
- b. NO     ¿Dónde lo hace?.....

**7. ¿Qué tipo de depósito emplea para colocar sus residuos sólidos?**

- a. Tacho plástico
- b. Funda/saco
- c. Tacho metálico
- d. Cartón

**8. Reutiliza alguno de los residuos sólidos que produce, ¿cuál o cuáles?**

**9. ¿Recibe usted el servicio de limpieza del PAPES?**

- a. Si
- b. No

**10. ¿Cuántas veces en la semana recolectan sus residuos el servicio de limpieza?**

1   2   3   4   5   6   7            No Pasa

**11. ¿Cuántas veces al día pasa por su local el personal de limpieza y en qué horario?**

**12. ¿Qué opina de la labor de limpieza que se desarrolla en el PAPES?**

- a. Excelente
- b. Bueno
- c. Regular
- d. Malo
- e. Pésimo

**13. ¿Cuál es el destino final de sus residuos?**

- a. Mar
- b. Botadero municipal
- c. Quemados
- d. Enterrados
- e. No sabe

**14. ¿Estaría usted dispuesto a participar en estudio de generación de residuos sólidos?**

**ANEXO 3. TABLA 3** Criterios de Calidad para la Preservación de la Flora y Fauna en  
aguas dulces, frías o cálidas, aguas marinas y de estuario- TUSMLA –LIBRO VI-  
ANEXO 1

<i>Parámetros</i>	<i>Expresados como</i>	<i>Unidad</i>	<i>Límite permisible Agua marina</i>
Clorofenoles bifenilos	Concentración total de PCBs	mg/l	0.5
Policlorados PC/Bs		mg/l	0.001
Oxígeno disuelto	OD	mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l
Potencial de hidrógeno	pH		6.5-9.5
Sulfuro de hidrógeno ionizado	H <sub>2</sub> S	mg/l	0.0002
Amoniaco	NH <sub>3</sub>	mg/l	0.4
Aluminio	Al	mg/l	1.5
Arsénico	As	mg/l	0.05
Bario	Ba	mg/l	1.0
Berilio	Be	mg/l	1.5
Boro	B	mg/l	0.5
Cadmio	Cd	mg/l	0.005
Cianuro libre	CN-	mg/l	0.01
Zinc	Zn	mg/l	0.17
Cloro residual	Cl	mg/l	0.01
Estaño	Sn	mg/l	2.00
Cobalto	Co	mg/l	0.2

<i>Parámetros</i>	<i>Expresados como</i>	<i>Unidad</i>	<i>Límite permisible Agua marina</i>
Plomo	Pb	mg/l	0.01
Cobre	Cu	mg/l	0.05
Cromo total	Cr	mg/l	0.05
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0.001
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0.3
Hierro	Fe	mg/l	0.3
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/l	0.5
Hidrocarburos aromáticos policíclicos HAPs	Concentración total de HAPs	mg/l	0.0003
Manganeso	Mn	mg/l	0.1
Materia flotantes	Visible		ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0.0001
Níquel	Ni	mg/l	0.1
Plaguicidas organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	ug/l	10.0
Plaguicidas organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	ug/l	10.0
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0.05

<i>Parámetros</i>	<i>Expresados como</i>	<i>Unidad</i>	<i>Límite permisible Agua marina</i>
Plata	Ag	mg/l	0.005
Selenio	Se	mg/l	0.01
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0.5
Temperatura	°C		Condiciones naturales +3 máxima 32
Coliformes fecales	nmp/100ml		200

**ANEXO 4.** TABLA 2 Criterios generales de calidad de suelo.

TUSMLA –LIBRO VI-ANEXO 2

<i>Sustancia</i>	<i>Unidad (Concentración en Peso Seco)</i>	<i>Límites</i>
Conductividad	mmhos/cm	2
pH		6 a 8
Relación de Adsorción de Sodio (Índice SAR)		4
Parámetros Inorgánicos		
Arsénico (inorgánico)	mg/kg	5
Azufre (elemental)	mg/kg	250
Bario	mg/kg	200
Boro (soluble en agua caliente)	mg/kg	1
Cadmio	mg/kg	0.5
Cobalto	mg/kg	10
Cobre	mg/kg	30
Cromo Total	mg/kg	20
Cromo VI	mg/kg	2.5
Cianuro (libre)	mg/kg	0.25
Estaño	mg/kg	5
Flúor (total)	mg/kg	200
Mercurio	mg/kg	0.1
Molibdeno	mg/kg	2
Níquel	mg/kg	20
Plomo	mg/kg	25
Selenio	mg/kg	1
Vanadio	mg/kg	25

<i>Sustancia</i>	<i>Unidad (Concentración en Peso Seco)</i>	<i>Límites</i>
Zinc	mg/kg	60
Parámetros Orgánicos		
Benceno	mg/kg	0.05
Clorobenceno	mg/kg	0.1
Etilbenceno	mg/kg	0.1
Estireno	mg/kg	0.1
Tolueno	mg/kg	0.1
Xileno	mg/kg	0.1
PCBs	mg/kg	0.1
Clorinados Alifáticos (cada tipo)	mg/kg	0.1
Clorobencenos (cada tipo)	mg/kg	0.05
Hexaclorobenceno	mg/kg	0.1
Hexaclorociclohexano	mg/kg	0.01
Fenólicos no clorinados (cada tipo)	mg/kg	0.1
Clorofenoles (cada tipo)	mg/kg	0.05
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs)	mg/kg	0.1

**ANEXO 5.** Ficha de registro de datos para muestreo de aguas y sedimentos.

<i>Fecha</i>	M1	M2	M3	M4	M5
<i>Coordenadas (x,y)</i>					
<i>Condiciones atmosféricas</i>					
<i>Marea</i>					
<i>Método de recolección</i>					
<i>Detalles del punto de muestreo</i>					
<i>Temperatura ambiente (°C)</i>					
<i>Temperatura agua (°C)</i>					
<i>pH</i>					
<i>OD (mg/l)</i>					
<i>Turbidez (NTU)</i>					
<i>Color</i>					
<i>Olor</i>					

**ANEXO 6.** Resultados de agua analizados por el laboratorio acreditado.

**REPORTE DE ANÁLISIS**



ENSAYOS  
No. OAE LE 2C 05-008

**Cliente: PUCESE**

Calle Espejo y Santa Cruz S/N- Esmeraldas  
Telf: 06-272-0613 ext:111

**Atn: Ing. Eduardo Rebolledo**

**Proyecto: Análisis de agua**

**Muestra recibida: 19-jun-12**

**Tipo de muestra: 5 muestras de agua**

**Análisis completado: 05-jul-12**

**Número reporte Grüntec: 1206183 AG1-5**

Rotulación muestra:	1	2	Método adaptado de referencia
Registro Gruentec:	1206183 AG1	1206183 AG2	
Fecha muestreo:	18-jun-12	18-jun-12	

<b>Físico-químico:</b>			
pH <sup>(1,2,3)</sup>	7.5	8.2	SM 4500H
Sólidos suspendidos totales mg/L <sup>(1,3)</sup>	52	51	SM 2540 D
Oxígeno disuelto mg/L <sup>(1,3)</sup>	8.4	8.4	SM 4500 O G
Turbidez FAU/NTU <sup>(1,3)</sup>	13	7	HACH 8237

<b>Aniones y no metálicos:</b>			
Cloro total residual mg/L <sup>(1,3)</sup>	<0.1	<0.1	EPA 330.5

<b>Parámetros orgánicos:</b>			
Aceites y grasas mg/L <sup>(1,2,3)</sup>	<1	<1	EPA 1664 A Gravimétrico
Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L <sup>(1,2,3)</sup>	<3	<3	SM 5210 B/D
Fenoles mg/L <sup>(1,3)</sup>	<0.008	<0.008	EPA 420.1
Sustancias tensoactivas mg/L <sup>(1,3)</sup>	<0.02	<0.02	HACH 8028
Hidrocarburos totales de petróleo mg/L <sup>(1,3)</sup>	<0.5	<0.5	EPA 8015 D (CG-FID)

<b>Parámetros microbiológicos</b>			
Coliformes fecales NMP/100 mL <sup>(1,3)</sup>	230	930	SM 9223 A,B
Coliformes totales NMP/100 mL <sup>(1,3)</sup>	4300	4300	SM 9223 A,B

**Acreditaciones y Registros:**

- (1) Acreditación No. OAE LE 2C 05-008
- (2) Acreditación CALA No. A3154
- (3) Registro SA / MDMQ No. LEA-R-005

**Ing. Isabel Estrella**  
**Gerente de Operaciones**

**Nota 1:** Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial.

**Nota 2:** La toma de muestras fue realizada directamente por el cliente.

**Nota 3:** El cliente puede solicitar la fecha de análisis de los parámetros en caso de requerirlo

Página 1 de 3

REPORTE DE ANALISIS



ENSAYON  
No. OAE LE 2C 05-008

**Cliente:** PUCESE

Calle Espejo y Santa Cruz S/N- Esmeraldas  
Telf: 00-272-0013 ext:111

**Atn:** Ing. Eduardo Rebolledo

**Proyecto:** Análisis de agua

**Muestra recibida:** 19-jun-12

**Tipo de muestra:** 5 muestras de agua

**Análisis completado:** 05-jul-12

**Número reporte Grüntec:** 1206183 AG1-5

Rotulación muestra:	3	4	Método adaptado de referencia
Registro Gruentec:	1206183 AG3	1206183 AG4	
Fecha muestreo:	18-jun-12	18-jun-12	

<b>Físico-químico:</b>			
pH <sup>(1,2,3)</sup>	8,3	8,4	SM 4500H
Sólidos suspendidos totales mg/L <sup>(1,3)</sup>	47	33	SM 2540 D
Oxígeno disuelto mg/L <sup>(1,3)</sup>	7,8	9,0	SM 4500 O G
Turbidez FAU/NTU <sup>(1,3)</sup>	9	16	HACH 8237

<b>Aniones y no metálicos:</b>			
Cloro total residual mg/L <sup>(1,3)</sup>	<0,1	<0,1	EPA 330.5

<b>Parámetros orgánicos:</b>			
Aceites y grasas mg/L <sup>(1,2,3)</sup>	<1	<1	EPA 1664 A Gravimétrico
Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L <sup>(1,2,3)</sup>	<3	<3	SM 5210 B/D
Fenoles mg/L <sup>(1,3)</sup>	<0,008	<0,008	EPA 420.1
Sustancias tensoactivas mg/L <sup>(1,3)</sup>	<0,02	<0,02	HACH 8028
Hidrocarburos totales de petróleo mg/L <sup>(1,3)</sup>	<0,5	<0,5	EPA 8015 D (CG-FID)

<b>Parámetros microbiológicos</b>			
Coliformes fecales NMP/100 mL <sup>(1,3)</sup>	9300	2400	SM 9223 A,B
Coliformes totales NMP/100 mL <sup>(1,3)</sup>	9300	46000	SM 9223 A,B

**Acreditaciones y Registros:**

- (1) Acreditación No. OAE LE 2C 05-008
- (2) Acreditación CALA No. A3154
- (3) Registro SA / MDMQ No. LEA-R-005

  
Ing. Isabel Estrella  
**Gerente de Operaciones**

**Nota 1:** Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial.

**Nota 2:** La toma de muestras fue realizada directamente por el cliente.

**Nota 3:** El cliente puede solicitar la fecha de análisis de los parámetros en caso de requerirlo.

Página 2 de 3



**REPORTE DE ANÁLISIS**

ENSAYOS  
No. OAE LE 2C 05-008

**Cliente: PUCESE**

Calle Espejo y Santa Cruz S/N- Caceres  
Telf: 06-272-0813 ext:111

**Atn: Ing. Eduardo Rebolledo**

**Proyecto: Análisis de agua**

**Muestra recibida: 19-jun-12**

**Tipo de muestra: 5 muestras de agua**

**Análisis completado: 05-jul-12**

**Número reporte Gruntec: 1206183 AG1-5**

Rotulación muestra:	5	Método adaptado de referencia
Registro Gruentec:	1206183 AG5	
Fecha muestreo:	18-jun-12	

<b>Físico-químico:</b>		
pH <sup>(1,2,3)</sup>	8.2	SM 4500H
Sólidos suspendidos totales mg/L <sup>(1,3)</sup>	52	SM 2540 D
Oxígeno disuelto mg/L <sup>(1,3)</sup>	7.8	SM 4500 O G
Turbidez FAU/NTU <sup>(1,3)</sup>	8	HACH 8237

<b>Aniones y no metálicos:</b>		
Cloro total residual mg/L <sup>(1,3)</sup>	<0.1	EPA 330.5

<b>Parámetros orgánicos:</b>		
Aceites y grasas mg/L <sup>(1,2,3)</sup>	<1	EPA 1664 A Gravimétrico
Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L <sup>(1,2,3)</sup>	<3	SM 5210 B/D
Fenoles mg/L <sup>(1,3)</sup>	<0,008	EPA 420.1
Sustancias tensoactivas mg/L <sup>(1,3)</sup>	<0.02	HACH 8028
Hidrocarburos totales de petróleo mg/L <sup>(1,3)</sup>	<0.5	EPA 8015 D (CG-FID)

<b>Parámetros microbiológicos</b>		
Coliformes fecales NMP/100 mL <sup>(1,3)</sup>	230	SM 9223 A,B
Coliformes totales NMP/100 mL <sup>(1,3)</sup>	930	SM 9223 A,B

**Acreditaciones y Registros:**

(1) Acreditación No. OAE LE 2C 05-008

(2) Acreditación CALA No. A3154

(3) Registro SA / MDMQ No. LEA-R-005

Ing. Isabel Estrella

**Gerente de Operaciones**

**Nota 1:** Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial.

**Nota 2:** La toma de muestras fue realizada directamente por el cliente.

**Nota 3:** El cliente puede solicitar la fecha de análisis de los parámetros en caso de requerirlo

Página 3 de 3

**ANEXO 7.** Resultados de sedimentos analizados por el laboratorio acreditado.



ENSAYOS  
No. OAE LE 2C 05-008

## REPORTE DE ANÁLISIS

**Cliente:** PUCESE

Calle Espejo y Santa Cruz S/N- Esmeraldas  
Telf: 06-272-8613 ext: 111

**Atn:** Ing. Eduardo Rebolledo

**Proyecto:** Análisis de metales en sedimentos

**Muestra recibida:** 19-may-12

**Tipo de muestra:** 5 Muestras de sedimentos

**Análisis completado:** 05-jul-12

**Número de reporte Grüntec:** 1206183 S1-5

Rotulación muestra	1	2	3	Método adaptado de Referencia
Número de reporte Grüntec	1206183 S1	1206183 S2	1206183 S3	
Fecha de muestreo	18-jun-12	18-jun-12	18-jun-12	
<b>Metales:</b> <sup>(1,2)</sup>				
Aluminio %	2.8	2.5	1.6	EPA 6020A
Antimonio mg/kg	<0.2	<0.2	<0.2	EPA 6020A
Arsénico mg/kg	4.9	3.8	4.5	EPA 6020A
Azufre %	0.46	0.35	0.79	EPA 6020A
Bario mg/kg	51	80	42	EPA 6020A
Boro mg/kg	31	25	<20	EPA 6020A
Cadmio mg/kg	0.2	0.2	0.18	EPA 6020A
Calcio %	0.42	0.37	0.60	EPA 6020A
Cromo mg/kg	29	28	32	EPA 6020A
Cobalto mg/kg	10	11	10	EPA 6020A
Cobre mg/kg	52	42	90	EPA 6020A
Estroncio mg/kg	64	60	62	EPA 6020A
Fósforo %	0.05	0.05	0.1	EPA 6020A
Hierro %	2.0	2.0	2.0	EPA 6020A
Magnesio %	0.75	0.71	0.73	EPA 6020A
Manganeso mg/kg	222	230	205	EPA 6020A
Mercurio mg/kg	<0.1	<0.1	<0.1	EPA 6020A
Molibdeno mg/kg	0.6	0.6	1.7	EPA 6020A
Niquel mg/kg	20	20	23	EPA 6020A
Potasio %	0.23	0.24	0.20	EPA 6020A
Plata mg/kg	<0.2	<0.2	<0.2	EPA 6020A
Plomo mg/kg	7.0	4.9	18	EPA 6020A
Selenio mg/kg	<1	<1	<1	EPA 6020A
Sodio %	1.8	1.8	0.9	EPA 6020A
Talio mg/kg	0.1	<0.1	0.1	EPA 6020A
Titanio %	0.06	0.05	0.07	EPA 6020A
Vanadio mg/kg	62	59	59	EPA 6020A
Zinc mg/kg	69	57	94	EPA 6020A

### Acreditaciones y Registros

(1) Acreditación No. OAE LE 2C 05-008

(2) Acreditación CALA No. A3154

(3) Registro SA / MDMQ No. LEA-R-005



Ing. Isabel Estrella

**Gerente de Operaciones**

**Nota 1:** Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial.

**Nota 2:** La toma de muestras fue realizada directamente por el cliente.

**Nota 3:** El cliente puede solicitar la fecha de análisis de los parámetros en caso de requerirlo.

Página 1 de 2



ENSAYOS  
No. OAE LE 2C 05-008

**REPORTE DE ANÁLISIS**

**Cliente: PUCESE**

Calle Espejo y Santa Cruz SIN- Esmeraldas  
Telf: 00-272-0613 ext:111

**Atn: Ing. Eduardo Rebolledo**

**Proyecto: Análisis de metales en sedimentos**

**Muestra recibida: 19-may-12**

**Tipo de muestra: 5 Muestras de sedimentos**

**Análisis completado: 05-jul-12**

**Número de reporte Grüntec: 1206183 S1-5**

Rotulación muestra	4	5	Método adaptado de Referencia
Número de reporte Grüntec	1206183 S4	1206183 S5	
Fecha de muestreo	18-jun-12	18-jun-12	
<b>Metales: <sup>(1,3)</sup></b>			
Aluminio %	2,2	2,0	EPA 6020A
Antimonio mg/kg	<0,2	0,2	EPA 6020A
Arsénico mg/kg	8,5	8,7	EPA 6020A
Azufre %	2,4	2,5	EPA 6020A
Bario mg/kg	39	47	EPA 6020A
Boro mg/kg	39	39	EPA 6020A
Cadmio mg/kg	0,56	0,74	EPA 6020A
Calcio %	0,87	0,89	EPA 6020A
Cromo mg/kg	46	55	EPA 6020A
Cobalto mg/kg	13	12	EPA 6020A
Cobre mg/kg	365	665	EPA 6020A
Estroncio mg/kg	100	100	EPA 6020A
Fósforo %	0,15	0,14	EPA 6020A
Hierro %	2,8	2,6	EPA 6020A
Magnesio %	1,1	1,0	EPA 6020A
Manganeso mg/kg	321	264	EPA 6020A
Mercurio mg/kg	<0,1	0,1	EPA 6020A
Molibdeno mg/kg	3,2	3,6	EPA 6020A
Níquel mg/kg	27	25	EPA 6020A
Potasio %	0,27	0,25	EPA 6020A
Plata mg/kg	0,3	0,2	EPA 6020A
Plomo mg/kg	89	132	EPA 6020A
Selenio mg/kg	1,1	1,1	EPA 6020A
Sodio %	2,3	2,3	EPA 6020A
Talio mg/kg	0,4	0,4	EPA 6020A
Titanio %	0,07	0,07	EPA 6020A
Vanadio mg/kg	63	62	EPA 6020A
Zinc mg/kg	255	374	EPA 6020A

**Acreditaciones y Registros**

(1) Acreditación No. OAE LE 2C 05-008

(2) Acreditación CALA No. A3154

(3) Registro SA / MDMQ No. LEA-R-005

Ing. Isabel Estrella

**Gerente de Operaciones**

**Nota 1:** Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial.

**Nota 2:** La toma de muestras fue realizada directamente por el cliente.

**Nota 3:** El cliente puede solicitar la fecha de análisis de los parámetros en caso de requerirlo.

Página 2 de 2

**ANEXO 8.** Registro fotográfico del trabajo en campo.



