

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**Comparación de la Calidad de Agua en Puertos y Mecanismos para la
Prevención y Control de su Contaminación.**

PRESENTADO POR

CORRO, JAVIER 6-712-1489

HUERTAS, RITA 6-713-253

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA DE PANAMÁ COMO REQUISITO PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE LICENCIADO EN INGENIERÍA MARÍTIMA PORTUARIA

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2011

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme la sabiduría y la fortaleza para la realización de esta investigación.

A mis papás y abuelos por ser mi guía y fuente de inspiración para ser cada día mejor, y a mi hermana Cecilia por su apoyo incondicional.

A Javier porque más que mi compañero de tesis y mi novio fue mi apoyo, brindándome siempre esa voz de aliento para seguir adelante a pesar de los obstáculos que se nos presentaban.

A mis amigos muy especialmente a Nobdier y Jesús por su amistad y Magalis por su brindarme su tiempo y enseñanzas.

A la Dra. Viccelda le agradezco infinitamente la confianza que deposito en nosotros, por su paciencia, enseñanzas y tener siempre la disposición de responder a cada una de nuestras interrogantes, más que una profesora una amiga incondicional.

A el Prof. Ariel, Prof. Cenobio, Prof. Alides y la Dra. María Lourdes por todo el apoyo brindado.

Rita Huertas

Agradecimiento

Quiero agradecer Primero a Dios Ya que sin el nada es posible.

A mis padres Francisco y Doris, por todo su apoyo brindado durante toda mi vida y cada una de sus etapas, también a mis tíos, muy especialmente a mi tía “Yoya” por todo su apoyo y paciencia en las primeras etapas de mi educación, a mis abuelos, Hermanos Francisco y Yolibis y a mi primo Idaldo por todo su apoyo. Quiero agradecer muy especialmente a mi novia Rita por toda su ayuda y por tenerme paciencia y comprensión, por sus consejos y cariño. También muy especialmente a la Profesora Viccelda muy especialmente por todo su apoyo, confianza y paciencia en la realización de este a trabajo de graduación ya que sin ella no lo hubiésemos podido realizar, al profesor Ariel por sus sabios consejos y paciencia y a los Profesores Cenobio y Alides por toda su ayuda y buen humor durante los laboratorios y recolecciones de muestras.

A mis amigos muy especialmente a “El Nobdi “y Jesús por su ayuda y consejos en los momentos más difíciles de mi vida universitaria.

Javier Corro

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a mi familia muy especialmente a mis padres y abuelos porque gracias a su sacrificios, enseñanzas y al ser siempre esa guía y apoyo en todos los momentos de vida es posibles este logro.

Rita Huertas

Quiero dedicar este trabajo de graduación a mi abuelo Venero que aunque ya no están conmigo siempre me brindo su apoyo y sé que donde quiera que este me sigue brindando su apoyo incondicional.

Javier Corro.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	
DEDICATORIA	
ANTECEDENTES	
JUSTIFICACIÓN	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE GRÁFICAS	
INTRODUCCIÓN	
CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES	
1.1 Definición de Puertos y su Funcionamiento	
1.2 Mecanismo de Carga y Descarga.	
<i>1.2.1 La Terminal de Contenedores como Sistema.</i>	
<i>1.2.2 Riesgos de Derrame</i>	
1.2.2.1 Derrame de Sustancias Peligrosas	
1.2.2.2 Riesgo de contaminación durante el dragado de mantenimiento	

1.2.2.3	Los potenciales impactos negativos generados por el dragado	
1.3 MEDIDAS APLICADAS EN ALGUNOS PUERTOS PARA EL CONTROL AMBIENTAL		
<i>1.3.1 Puerto del Callao, Perú</i>		
<i>1.3.2 Puerto Libertador Simón Bolívar, Guayaquil- Ecuador</i>		
<i>1.3.3 Estrategia Ambiental De La Autoridad Portuaria De Santander</i>		
1.4 LEGISLACIÓN NACIONAL		
<i>1.4.1 Legislación Ambiental</i>		
1.4.1.1	Reglamento Técnico DGNTI- COPANIT 35 -2000	
1.4.1.2	Resolución N° AG 0026 - 2002 de 30 de enero de 2002	
1.4.1.3	Decreto Ejecutivo No. 75 (De 4 de junio de 2008)	
1.4.1.4	Ley 41 de 1998 dicta la Ley General de Ambiente de la República de Panamá	
1.4.1.5	Decreto Ejecutivo No. 34 de 26 de febrero de 2007	
1.4.1.6	Decreto Ejecutivo No. 123 de 14 de agosto de 2009	
1.4.1.7	Ley No. 6 de 11 de enero de 2007	
<i>1.4.2 Legislación Aplicable a Puertos</i>		
1.4.2.1	Decreto Ejecutivo N° 116 de 18 de mayo de 2001	
1.4.2.2	LEY 56 De 6 de agosto de 2008 Ley General de Puertos de Panamá	

1.5 LEGISLACIÓN INTERNACIONAL	
<i>1.5.1 Legislación Ambiental</i>	
1.5.1.1 Convenio de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, 1982	
1.5.1.2 LEY N° 21.947: Convenio sobre Prevención de la Contaminación por Vertimiento de Desechos y otras Materias, 1972.	
1.5.1.3 Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación, 1989	
1.5.1.4 Legislación Internacional Aplicada a Puertos	
1.5.1.5 Convenio Marpol 73/78, 2002	
CAPÍTULO II: CALIDAD DE AGUA EN PUERTOS	
2.1 DEFINICIÓN DE CALIDAD DE AGUA	
2.2 CONTAMINACIÓN MARÍTIMA	
2.3 PARÁMETROS FÍSICOS, FISICOQUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL AGUA	
<i>2.3.1 Características físicas del agua</i>	
<i>2.3.2 Características químicas del agua</i>	

2.3.3 Características Biológicas del Agua	
2.4 CÓDIGO INTERNACIONAL INDUSTRIAL UNIFORME PARA PUERTOS.	
CAPÍTULO III: CASO DE ESTUDIO, BAHÍA DE MANZANILLO	
3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	
3.2 DESCRIPCIÓN DE MECANISMO DE CARGA Y DESCARGA EN MANZANILLO	
3.3 CONTAMINANTES EXISTENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO	
3.4 METODOLOGÍA PARA EL MONITOREO DE PARÁMETROS PARA LA CALIDAD DEL AGUA	
3.5 RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS DE MUESTREO	
3.6 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.	
<i>CAPÍTULO IV: COMPARACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN PUERTOS</i>	
4.1 COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA BAHÍA DE MANZANILLO Y PUERTOS INTERNACIONALES	
4.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS	
4.3 MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA A NIVEL INTERNACIONAL	

<p><i>4.3.1.1 Investigaciones realizadas para determinar la calidad del agua en zonas costeras cercanas a puertos.</i></p>	
<p>CAPÍTULO V: MECANISMO DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE CONTAMINACIÓN EN PUERTOS.</p>	
<p>5.1 PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE PUERTOS</p>	
<p>5.2 PLAN DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN PARA EL PUERTO DE MANZANILLO.</p>	
<p>CONCLUSIONES</p>	
<p>RECOMENDACIONES</p>	
<p>BIBLIOGRAFÍA</p>	

Índice de Tablas

Tabla 1. Estudios sobre la afectación que causan los puertos sobre los ecosistemas marinos.	
Capítulo I	
Tabla 1.1 Medidas de un Contenedor Estándar	
Tabla 1.2 Características y Tipologías de los contenedores.	
Tabla 1.3 Condiciones para el Establecimiento de Instalaciones Receptoras en Puertos y Terminales.	
Capítulo II	
Tabla 2.1 Clasificación de Contaminantes Acuáticos según los grados de Biodegradabilidad.	
Capítulo III	
Tabla 3.1 Estaciones De Muestreo	
Tabla 3.2 Resultados del muestro realizado en el mes de Enero	
Tabla 3.3. Resultados del muestreo realizado en el mes de Febrero	
Capítulo IV	
Tabla 4.1 Resultados Obtenidos de los muestreos realizados por Grey, 2007	
Tabla 4.2. Resultados Obtenidos de los muestreos realizados en Enero y Febrero 2011	
Tabla 4.3. Resultados fisicoquímicos en el Puerto y Antepuerto	
Tabla 4.4. Resultados fisicoquímicos en la Zona Costera	
Tabla 4.5. Resultados físicos y químicos en el Estero Salado en Flujo,	

junio de 2010.	
Tabla 4.6 Resultados físicos y químicos en el Estero Salado en Reflujo, junio de 2010	
Tabla 4.7 Resultados Fisicoquímicos	
Tabla 4.8 Resultados del análisis Fisicoquímico y Biológico	
Tabla 4.9. Análisis Estadísticos De La Calidad De Agua A Nivel Nacional E Internacional	
Capitulo V	
Tabla Nº 5.1 Plan de Control y Prevención de la Contaminación en Puertos.	

Índice de figuras

Capítulo III	
Figura 3.1 Estaciones de muestreo	
Figura 3.2. Medidor Multiparámetros	
Figura 3.3 Disco Secchi	
Figura3.4. pH- metro	
Figura 3.5 Titulación para Medición de OD	
Figura 3.6 Quanti-Tray/2000 de IDEXX	
Figura 3.7 Prueba de Laboratorio	
Figura 3.8 Cápsula y Balanza	
Figura 3.9. Cono de Imhoff	
Capítulo IV	
Figura 4.1. Puntos de muestreo Salina Cruz González et al.,2006	
Figura 4.2 Polígono que forma el área donde se realizarán las actividades de dragado	
Figura 4.3 Localización del Puerto Morelos	
Figura 4.4 Estaciones de muestreo Puerto Morelos	
Figura 4.5 Localización del Complejo Portuario Industrial de Buenaventura	
Figura 4.6 Estaciones de muestreo	
Capitulo V	
Figura 5.1 Fases de Comportamiento del Petróleo	

Figura 5.2. Biodegradación de Hidrocarburo	
Figura 5.3. Cangrejo contaminado con petróleo.	
Figura. 5.4 Método de tratamiento Pureballaster	
Figura 5.5. Método de tratamiento OCEAN SABER	
Figura. 5.6 Método de tratamiento Aspirador Venturi Oxígeno	
Figura.5.7. Método de tratamiento Sistema Electro-Cleen	
Figura.5.8. Método de tratamiento clearballast	
Figura.5.9 Método de tratamiento Hyde GUARDIAN	

Índice de gráficas

Capítulo III	
Grafica 3.1. Relación Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) – Oxígeno Disuelto (OD).	
Grafica 3.2. Relación Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) – Coliformes Totales (CT).	
Grafica 3.3. Relación Oxígeno Disuelto (OD) – Sólidos Totales (ST).	
Grafica 3.4. Relación Coliformes Totales (CT) – Escherichia Coli (E. Coli).	
Grafica 3.5. Relación Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) – Escherichia Coli (E. Coli).	
Grafica 3.6. Relación Sólidos Totales (ST) – Turbiedad	
Grafica 3.7. Relación Conductividad – Turbiedad	

Introducción

Hoy en día en el mundo, el océano está permanentemente sometido a grandes presiones y degradación por la falta de conciencia de los seres humanos, quienes lo han usado de manera irracional, creyendo que debido a su gran tamaño, sus recursos son infinitos y que se puede lanzar allí toda clase de desperdicios sin ninguna consecuencia.

Una de las fuentes de contaminación marina que aún no se le ha prestado gran importancia a nivel mundial es aquella causada por las actividades que se realizan en los puertos, entre ellas podemos mencionar el dragado de los canales del acceso el cual se realiza periódicamente con el objetivo de mantener el calado necesario de las embarcaciones que por ellos transitan, sin embargo es una de las actividades que causan mayor grado de contaminación generando una gran cantidad de sólidos en suspensión causando a su vez disminución del oxígeno disuelto necesario para la vida de la fauna y flora marina.

Nuestro país no escapa a esta realidad, a pesar de constar con diferentes normas nacionales y pertenecer a diferentes convenios internacionales sobre protección del medio ambiente, la calidad del agua se encuentra muy deteriorada.

En esta investigación durante la revisión bibliográfica pudimos observar que las aguas cercanas al los puertos no son monitoreados para así determinar las afectación que se está causando a la calidad de agua, además se logró conocer mediante los monitores como se ve afectada la Bahía de Manzanillo por las actividades que allí se realizan, es por ello que creamos un Plan de Prevención y Control de la Contaminación en Puertos, donde describimos para cada actividad la acción a tomar para así reducir la misma.

Glosario

1. **Hidrocarburos:** *se entiende el petróleo en toda sus manifestaciones, incluidos los crudos de petróleo, el fueloil, los fangos, los residuos petrolíferos y los productos de refinación (Marpol 73/78, 2002).*
 2. **Mezcla Oleosa:** se entiende cualquier mezcla que contenga hidrocarburos **(Marpol 73/78, 2002).**
 3. **Aguas navegables:** son las aguas sobre las que se puede ejercitar por buques y las adyacentes a éstas.
- **Descarga:** es cualquier derrame de sustancias contaminantes procedentes de un buque, aeronave e instalaciones marítimas o terrestre, dondequiera que ocurran tales descargas e incluye el costo de las medidas preventivas y las pérdidas, etc.
 - **Mar territorial:** son las aguas del mar sujetas a la jurisdicción de la República de Panamá de conformidad con las leyes y las convenciones internacionales ratificadas por Panamá, e incluye las aguas marítimas para el funcionamiento del Canal de Panamá, y sus puertos y fondeaderos.
 - **Sustancias contaminantes:** es cualquier sustancia, que si se introduce en el mar o en cualquier agua directa o indirectamente conectada la mar, puede originar riesgos para la salud de las personas, dañar los recursos biológicos, la vida marina, el atractivo natural del ambiente o interferir con otros usos legítimos del mar.
 - **DBO₅:** Demanda Bioquímica de Oxígeno
 - **OMI:** Organización Marítima Internacional.

- **APQROO:** Administración Portuaria Integral de Quintana, Roo

A. Antecedentes

El concepto de calidad del agua es usado para describir las características químicas, físicas y biológicas del agua **(Tin, 2005)**.

La importancia que ha cobrado la calidad del agua ha permitido evidenciar que entre los factores o agentes que causan la contaminación de ella están: agentes patógenos, desechos que requieren oxígeno, sustancias químicas orgánicas e inorgánicas, nutrientes vegetales que ocasionan crecimiento excesivo de plantas acuáticas, sedimentos o material suspendido, sustancias radioactivas y el calor.

Para evitar las consecuencias del uso del agua contaminada se han ideado mecanismos de control temprano de la contaminación. Existen normas que establecen los rangos permisibles de contaminación, que buscan asegurar que el agua que se utiliza no sea dañina. Por eso diversos países tienen normas que se utilizan para comparar la calidad de agua de un sitio para el uso que se le desea darse. Destacando de esta manera la importancia del análisis de la calidad del agua.

En el área de la Bahía de Manzanillo se han realizado diversos estudios de la calidad del agua, la mayoría de ellos en la primera década del siglo XXI, por ejemplo Estudios de Impacto Ambiental para el desarrollo portuario como el de la Ampliación del Puerto de Manzanillo **(Torres, 2005)**. En el año 2007, Grey realizó la investigación “ **Estudio Comparativo de la Calidad de las Aguas Costeras Durante el Periodo Seco y Lluvioso en la Bahía de Manzanillo de la Ciudad de Colón**”.

Entre los años 2000 y 2011, se ha encontrado un rango de oxígeno disuelto entre 5.5 y 8.6 mg/L; Coliformes totales entre 435.2 y 3700 NMP y Demanda Química de Oxígeno entre 0.3 y 5.2 mg/L, estos cambios de acuerdo a Grey (2007) se deben presumiblemente a la mayor afluencia de barcos, dilución por efectos de las estaciones y del río Folk River.

Cada día los países le están prestando mayor atención a la calidad de agua de las bahías, ríos, lagos y mares, puesto que las diferentes actividades que en ellos se realizan producen contaminación afectando directamente la flora y la fauna marina. Los puertos también son un foco de contaminación derivado de las diferentes actividades que en estos se realizan; sin embargo, son pocos los estudios que se realizan para determinar la afectación que estos causan a los ecosistemas marinos (Tabla 1), a esta realidad no escapa nuestro país.

Tabla 1. Estudios sobre la afectación que causan los puertos sobre los ecosistemas marinos.

Parámetro Fisicoquímico	Valor	Lugar	Autor (es)
Oxígeno Disuelto (mg/L)	7.07	Bahía de Cárdenas, Archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba.	Montalvo et al., 2001
pH (potencial de hidrogeno)	8 8.5	El Golfo de Tehuantepec, área portuaria y zona costera de salina cruz, Oaxaca, México.	González et al.,2006
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	1.69	Puerto de Guayaquil	Coloma, 2010.

Finalmente a través de la revisión se ha observado que en los últimos años no hay actualización de los datos de calidad de agua; ni se ha encontrado un Plan de Manejo Ambiental para el Puerto de Manzanillo; sin embargo, en otros puertos como el de Guayaquil, Ecuador se posee una Guía de Gestión Ambiental, la cual fue creada basándose en Marpol 73/78 y las normas ambientales que rigen en el país, respectivo. Por lo que en este estudio se pretende realizar un análisis actualizado de la calidad de agua y diseñar un Plan de Manejo Ambiental para la Bahía de Manzanillo, con el objeto de brindar una

alternativa de solución, al problema del impacto, que este tipo de actividades ocasiona a nuestros ecosistemas marinos.

B. Justificación

La calidad de agua de la Bahía de Manzanillo se ha determinado a través del tiempo por diversos estudios de impacto ambiental.

Pero no se cuenta con estudios actualizados que se realizan con prioridad, para tener un mayor control de la calidad de estas aguas de uso internacional, tampoco se cuenta con un análisis estadístico, ni estaciones de monitoreo fijas para medir la calidad de las aguas en esta región y poder interpretar esos análisis con el fin de tomar decisiones (autoridades, profesionales y entidades privadas), y acciones que tengan como fin el mejorar, minimizar o reducir los contaminantes en la Bahía de Manzanillo. Por lo que en esta investigación se pretende actualizar información de calidad del agua y analizarla; además como contribución elaborar un Plan de Manejo Ambiental en la Bahía de Manzanillo que pueda ser una guía para el manejo ambiental en puertos, como los nuestros.

Este proyecto de tesis lleva como objetivo general: Diagnosticar la calidad de agua en la Bahía de Manzanillo y diseñar un Plan de Prevención y Control de su Contaminación Ambiental.

Objetivos Específicos

- ✓ Analizar el funcionamiento de los puertos.
- ✓ Evaluar y comparar la calidad de agua en distintos puertos.
- ✓ Realizar un análisis de calidad de agua en la Bahía de Manzanillo, como caso de estudio

- ✓ Analizar los mecanismos de prevención control de contaminación en puertos
- ✓ Elaborar una propuesta de Plan de Prevención y Control de la contaminación en puertos.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 DEFINICIÓN DE PUERTOS Y SU FUNCIONAMIENTO

La navegación marítima es una de las actividades más antiguas. Se desarrolla por la necesidad de abrir nuevas perspectivas y como clave de intercambio **(Chaparría)**.

En el mundo antiguo, a la incipiente navegación le bastaba una playa, siempre que estuviera abrigada de los vientos, para proteger las pequeñas y livianas embarcaciones, siendo conocidos los puertos como aquellos lugares de la costa donde los buques pueden encontrar refugio, cargar y descargar mercancía.

Hasta el siglo XIX, lo que caracterizaba al puerto era su componente marítimo de acceso fácil, aguas tranquilas, sitio abrigado, profundidad suficiente, anclaje firme y espacio suficiente para que las embarcaciones pudieran maniobrar con seguridad.

Sin embargo el incremento de los intercambios comerciales exigía el movimiento de grandes volúmenes de mercancía en un corto espacio de tiempo. Es por esto que se incrementó la necesidad de optimizar la utilización de las embarcaciones mediante el perfeccionamiento de las instalaciones portuarias, pues el manejo de la mercancía a través de los muelles, de rudimentarios espigones o de barcazas, implicando grandes demoras, y, en la mayoría de los casos, era causa de avería **(Marí et al. , 2007)**.

Para lograr la tranquilidad de las aguas fueron construidos los rompeolas; para profundizarlas se recurrió al dragado, los márgenes fueron consolidados en muelles; las zonas costeras para situar los puertos pasaron a ser seleccionadas, a fin de compatibilizar los intereses de la navegación con las facilidades de acceso terrestre a las zonas de producción; la mecanización empezó a sustituir la fuerza humana. Podemos conceptuar el puerto como un punto de la orilla marítima, fluvial o lacustre donde concluye todo un complejo de carreteras y / o ferrocarriles capaces de transportar la producción del Hinterland y a donde se dirigen los buques con el objetivo de practicar el intercambio de mercancía, siendo el punto de enlace entre dos sistemas de transporte, el terrestre y el acuático **(Marí et al., 2003)**.

En las últimas décadas la industria portuaria ha sufrido profundos cambios, por motivos fuertemente relacionados entre sí, tales como:

- ◆ Las tendencias de la económica mundial hacia la globalización, la reubicación de las muchas actividades, especialmente industriales, y el fuerte crecimiento de los intercambios internacionales;
- ◆ Las innovaciones organizativas y tecnológicas que intervienen en los transportes, en especial los marítimos, y su extensión a los puertos.

Estas transformaciones han incidido profundamente en el propio concepto de competitividad portuaria y en la estructura y el funcionamiento del mercado de servicios portuarios. Han cambiado, en consecuencia, las estrategias de los protagonistas que producen y venden el servicio portuario y los servicios

relacionados con el mismo, y han cambiado el impacto sobre el medio ambiente y las relaciones espaciales – económicas entre el puerto y sus alrededores.

La especialización de los buques favorece asimismo la integración técnico – organizativa entre transporte marítimo, nudo portuario y transporte terrestre.

Los escenarios descritos anteriormente han causado transformaciones físicas en los conjuntos y las terminales portuarias, en forma y dimensionamiento de los espacios marítimos, de los muelles y de las instalaciones de movilización, todo esto debido al crecimiento dimensional de los buques los cuales afectan las obras marítimas, impacto en las dimensiones de las superestructuras, las mayores cantidades de carga inciden en los espacios de almacenamiento y a su vez todos los cambios en las infraestructuras causan un impacto (sobre el paisaje ,la biosfera, ordenación hidrológica), contaminación (marítima, atmosférica y acústica) generada por el tráfico marítimo **(Musso, et al.,2004)**.

1.2 MECANISMO DE CARGA Y DESCARGA.

En el área de la bahía de Manzanillo se encuentran puertos de carga de contenedores. Es por ello que se comienza describiendo el sistema de una terminal de contenedores.

1.2.1 La terminal de contenedores como sistema.

Una terminal de contenedores se trata de un intercambiador intermodal dotado de una capacidad determinada de almacenamiento en tierra en aras de regular los diferentes ritmos de llegadas de los medios de transporte terrestre y

marítimo. Las terminales de contenedores se difieren respecto al resto de terminales portuarias porque pueden alcanzar un alto grado de sistematización debido a:

- a) la estandarización del elemento transportado, el contenedor;
- b) la estandarización en la forma de manipulación portuaria;
- c) el altísimo nivel de intercambios que se precisan; y
- d) la importante repercusión que representa la tecnología para la rentabilidad de la terminal **(Marchán., 2002)**

Los contenedores fueron utilizados por primera vez en los años 50 para el transporte de mercancías en los Estados Unidos, ya fuera en camión o tren y posteriormente fue utilizado para solventar los problemas de congestión y largos tiempos de espera que sufrían los puertos después de que finalizara la Segunda Guerra Mundial y con ello el aumento de intercambios de mercancías entre diversos puntos del globo.

Entendemos por contenedor una caja de dimensiones homologadas (Tabla 1.1) que se utiliza para el transporte de mercancías, que suelen estar fabricados de acero, aluminio, materiales sintéticos, etc. y generalmente la geometría de sus caras es ondulada. Están diseñados para que puedan apilarse hasta seis contenedores, y no prestan mucha resistencia cuando están sometidos a flexión **(Martin., 2008)**.

Tabla 1.1 Medidas de un Contenedor Estándar

Contenedores ISO							
	Longitud (L)	Ancho (B)	Altura (H)	Volumen	Peso Propio	Carga Máxima	Carga Media
TEU	20 ft	8 ft	8 ft	32 m ³	24 kN	220kN	120 kN
2 TEU(1Feu)	40 ft	8 ft	8 ft	65 m ³	45 kN	270 kN	175 kN

Fuente: Martín., 2008. Optimización de la Operativa del Subsistema de Recepción.

Además de estos contenedores, existen otros de dimensiones y características adaptadas a las necesidades de la carga transportada, que se muestran en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2 Características y Tipologías de los contenedores.

Contenedores no ISO	
Tipo	Particularidad
Oversize	Longitud superior a 40 ft.
High Cube	Altura superior a 8 ft y 6 in.
Overwidth	Ancho superior a 8 ft.
Reefer (refrigerados)	Contiene equipo propio de generación de frío.
Conair (aislantes)	Mantiene la carga a temperatura constante.
Heated (térmicos)	Contiene equipo propio de generación de calor.
Open Top	Techo removible de lono que permite la carga y descarga superior así como el transporte de cargas pesadas odimensionadas extras.
Ventilated	Permite el intercambio de aire con el exterior a partir de orificios o aberturas en su parte superior
Platform	Presenta un única base para el transporte de mercancías
Flatrack	Presenta una configuración con un base y dos

	paredes, la cual permite la descarga y carga desde ambos lados y por la parte superior.
Dry bulk (graneleros)	Contiene tomas superiores y la descarga se realiza por precipitación. Suele ser utilizado para el transporte a granel.
Tank (tanque)	Dependiendo de la carga existente múltiples diseños y generalmente se utiliza para el transporte de productos químicos, aceites, vinos, etc.

Fuente: Martin, 2008. Optimización de la Operativa del Subsistema de Recepción.

Tanto el proceso de carga y descarga de contenedores se realiza con grúas portuarias en casi todas las terminales del mundo.

◆ **Maquinaria: Grúas portuarias, ship to shore crane, grúas pórtico de muelle**

Son uno de los elementos más importantes de la terminal porque su productividad es la que determina todos los procesos que vienen encadenados a este. Generalmente se desplazan a lo largo de unos carriles instalados en la terminal aunque se están volviendo a usar grúas móviles. Dichas grúas han ido evolucionando a medida que los buques han ido incrementando sus capacidades y dimensiones. **(Martin., 2008).**

1.2.2 Riesgos de derrame

1.2.2.1 Derrame de sustancias peligrosas

El derrame de sustancias peligrosas durante el desarrollo de actividades en tierra está referido a vertimientos de combustible, lubricantes u otros elementos nocivos durante su manejo dentro los almacenes, talleres o áreas de almacenamiento. Dichas contingencias pueden ser causadas por errores humanos, mala calidad o deterioro de los recipientes que contienen estas sustancias, golpes durante el manejo interno del almacén, entre otros.

Si durante el desarrollo de las actividades marítimas ocurre el derrame de combustible al mar, se genera una gran variedad de procesos y reacciones como la evaporación, la oxidación fotoquímica, la formación de emulsiones, la dilución de algunos componentes y la afectación a microorganismos. La complejidad de las consecuencias de este tipo de situaciones, obedece a que por un lado todos estos procesos actúan simultáneamente y por otro, la mezcla de sustancias que conforman los hidrocarburos se comportan de una manera diferente atendiendo a sus estructuras y a sus propiedades fisicoquímicas

El derrame de sustancias transportadas dentro de contenedores por el mal estado del mismo y alto nivel de corrosión en alguna de sus paredes, en el momento en que es levantado por la grúa de muelle para ser colocado en el buque o en el muelle.

El derrame o fuga de combustibles y aceites de la maquinaria que opera dentro del puerto por falta de mantenimiento o accidentes. **(Esca Ingenieros., 2008).**

1.2.2.2 Riesgo de contaminación durante el dragado de mantenimiento

Por muchos años las operaciones de dragado y descarga del material dragado fueron consideradas inofensivas para el ambiente. Con la llegada del movimiento conservacionista en la década de los 60, esas operaciones comenzaron a considerarse como causantes de muchos problemas ambientales y a tener serios problemas con el ambiente **(Landaete., 2001)**. Pero estas obras aparentemente beneficiosas para la explotación portuaria, pueden introducir una serie de efectos que alteren los niveles de agitación del puerto previos a la obra, pudiendo en ocasiones dar lugar a un empeoramiento general de las condiciones del mismo **(Alba, 1978)**.

El dragado puede ser definido como la remoción, succión, transporte y descarga del material del fondo de áreas acuáticas utilizando para ello una draga. **(Landaete., 2001)**.

Las obras de dragado tienen como objetivo principal facilitar las maniobras de los barcos en su aproximación a dársenas, atraques y demás instalaciones portuarias, así como permitir el acceso al puerto de embarcaciones de mayor calado **(Alba, 1978)**. El dragado y la descarga del material dragado pueden ser definidos como un proceso artificialmente inducido de erosión, transporte y deposición de los sedimentos. Este proceso tiene el potencial para producir directa o indirectamente impactos negativos y lo positivos en el ambiente de las

áreas dragadas y las zonas de descargas del material dragado así como en áreas cercanas. **(Landaete., 2001).**

Las operaciones de dragado incluyen tres etapas bien diferenciadas: extracción, transporte y vertido. En la última etapa, un correcto procedimiento de gestión del material dragado debe tener en consideración la posibilidad de reutilizar los materiales extraídos.

En general, es aceptado que todos los métodos de dragados y descarga de material dragado tienen el potencial para generar directa o indirectamente ciertos impactos negativos al ambiente. Esos impactos generan cambios en las características físicas, químicas y biológicas de los ecosistemas. **(Landaeta., 2001).** La re-suspensión de los sedimentos de fondo produce las mayores afectaciones negativas principalmente a la afectación de las condiciones químicas y bióticas de las aguas y los fondos que serán dragados. **(Coloma., 2010).**

Las operaciones de dragado y descarga tienen el potencial para alterar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los ecosistemas. **(Landaete.2001).**

Las acciones de dragado normalmente ocasionan la suspensión de sedimentos en la columna de agua. De no retenerse, las partículas pueden ser desplazadas por las corrientes durante un período igual al necesario para que precipitan por su propio peso sobre el sustrato marino. Las partículas gruesas y relativamente pesadas precipitan rápidamente, mientras que las más finas tienden a permanecer suspendidas por más tiempo y, por lo tanto, a recorrer mayores distancias **(APQROO, 2007).**

1.2.2.2.1 Los potenciales impactos negativos generados por el dragado

Impactos sobre la calidad del agua, suspensión y distribución de sedimentos contaminados, impactos sobre peces, flora y otros organismos y cambios físicos del fondo acuático. **(Landaete. 2001).**

a). Impactos sobre la calidad del agua: Las operaciones de dragado y descarga del material dragado tienen el potencial para provocar importantes cambios físicos y químicos sobre la calidad del agua.

Cambios físicos sobre la calidad del agua: durante y después del dragado y la descarga del material dragado, los sedimentos del fondo son mecánicamente removidos y suspendidos en la columna de agua. Los sedimentos más pesados como gravas y arenas rápidamente se sedimentan pero los sedimentos finos como arcillas y limos permanecen en suspensión. Esos sedimentos finos son transportados por las corrientes y el oleaje cubriendo grandes áreas, algunos estudios han reportado hasta 5 kilómetros cuadrados de la nube de sedimentos generando turbidez y por ende reducción de la penetración de la luz necesaria para los procesos de fotosíntesis y cambios en el calor de radiación. La turbidez es el cambio físico más importante generado sobre la calidad del agua **(Landaete., 2001)**. La importancia de esos cambios en un determinado estuario es una función de la relación área dragada, el área total y los volúmenes de agua.

Cambios químicos sobre la calidad del agua: los cambios de las características químicas del agua generados por el dragado y la descarga del material son

difíciles de estimar, monitorear y controlar debido a la naturaleza de los procesos y parámetros involucrados. Algunos de los parámetros que reflejan los cambios químicos sobre la calidad del agua, producto del dragado y la descarga son: la demanda de oxígeno, el aumento de nutrientes, presencia de trazas de metales pesados y pesticidas en la columna de agua y la modificación de los niveles de salinidad. **(Landaete., 2001).**

Para predecir los cambios químicos de la calidad de agua generados al descargar, directamente en agua, el material dragado con dragas de tolvas, se recomienda realizar el ensayo de Eluato estandarizado (Elutriate test). Este ensayo consiste en la mezcla de una parte de sedimentos con cuatro partes de agua, ambas muestras tomadas del área a dragar, permitiéndose por espacio de una hora su sedimentación para luego filtrar y analizar la composición química del material, **(Landaete., 2001).**

b). Suspensión y distribución de sedimentos contaminados: El agua es el mayor vehículo de transporte de contaminantes y el medio en el cual esos contaminantes pueden desarrollar reacciones químicas y físicas. Cuando la precipitación de partículas sobre el fondo marino es excesiva, la composición granulométrica de los sedimentos originales puede verse modificada, influyendo en procesos físicos naturales como la oxigenación del sustrato (APQROO, 2007). Usualmente, los sedimentos localizados en puertos y canales de navegación ubicados en las cercanías de grandes ciudades con complejos industriales o petroleros, altos volúmenes de tráfico comercial y descarga directa de aguas servidas presentan altos niveles de contaminación. Una de las causas

de esta situación es la presencia de partículas de arcillas y limos con cargas negativas, las cuales tienden a absorber los contaminantes. En consecuencia, los procesos de dragado y descarga no incorporan nuevos contaminantes al medio acuático simplemente tienen el potencial para poner en suspensión y distribuir los sedimentos contaminados por las fuentes de polución antes citadas. **(Landaete., 2001).**

Durante y después del dragado y descarga de suelos con contenido de arcillas y limos, tiende a producirse pérdida incontrolada de dichos sedimentos los cuales de contener contaminantes provocarán la polución de las áreas donde se depositen. La extensión del área afectada es función del contenido y clase de los contaminantes, la velocidad de caída de las partículas, los mecanismos de transporte de sedimentos (corriente, oleajes y mareas) presentes en la zona, y de la salinidad, la temperatura y el pH del agua.

Para el dragado y manejo de materiales contaminados los países industrializados poseen fuertes regulaciones ambientales y han desarrollado tecnologías que permiten minimizar los impactos provocados. Esta situación produce incrementos de costos de las operaciones de dragado y descarga, puesto que los contaminantes presentes requieren diferentes tratamientos. Por ejemplo, para dragar sedimentos con alto contenido de metales pesados y otros contaminantes en algunos puertos de los Estados Unidos, las autoridades ambientales imponen ciertas condiciones, entre las que destacan: confinar la zona a dragar, evitar la suspensión de los sedimentos dragados, depositar los

sedimentos dragados en áreas confinadas en tierra y luego incinerarlos, controlando el nivel de contaminación atmosférica generado por los gases expulsados a la atmósfera. Todos esos procesos incrementan el costo de mantenimiento de esos puertos y los hacen poco competitivos.

En consecuencia, la recomendación mayor para evitar dichos costos y minimizar los impactos ambientales por el dragado y la descarga de sedimentos contaminados es el control ambiental de las fuentes generadoras de contaminantes como son las industrias, la descarga de aguas residuales sin tratamiento y las actividades agrícolas.

c). Potenciales impactos sobre peces, flora y otros organismos vivos

Los sistemas acuáticos son muy diversos, dinámicos y cambiantes en espacio y tiempo por ello los cambios físicos y químicos generados durante y después del dragado y la descarga del material dragado puede afectar la distribución de las diferentes especies presentes. Esos impactos son complejos y difíciles para predecir motivado a los procesos naturales que están involucrados y a la carencia de adecuados procedimientos para obtener muestras representativas que sirvan para estudiar en laboratorios los potenciales efectos de dragado y la descarga del material dragado sobre las especies. Otra complicación es el grado de tolerancia de cada especie o de cada miembro de una especie.

Durante el dragado y descarga se pueden producir cambios en los nutrientes y en la rata de renovación del agua en el área de dragado y descarga, destrucción del hábitat por efecto de la remoción de los suelos, cobertura de los organismos

vivos por efecto de las descargas, altos niveles de turbidez (mayor cantidad de sedimentos en suspensión), cambios de temperatura y de los contenidos de sal, los cuales pueden ser intolerados por muchas de las especies vivas del área. Igualmente, la suspensión de los sedimentos del fondo durante y después del dragado y la descarga produce un enriquecimiento en los nutrientes presentes en la columna de agua, lo cual puede generar la presencia de mayor cantidad de especies y por ende una demanda mayor de oxígeno.

d). Potenciales cambios físicos del fondo acuático

Los ecosistemas acuáticos como sistemas integrales y dinámicos generan respuestas físicas a las alteraciones producidas por los procesos de dragado y descarga del material dragado. Las alteraciones en la topografía de los fondos acuáticos dragados, entre otros cambios, pueden modificar los patrones de flujo de las zonas afectadas. Esta situación genera cambios en los perfiles transversales y longitudinales de los canales o sea físicamente los canales muestran por ejemplo dunas, contradunas y barras. La distribución de sedimentos que resulta de los cambios de patrones de circulación no siempre es predecible, por lo cual se pueden generar efectos indeseados.

La descarga del material dragado, directamente en agua, en áreas no confinadas, provoca los mayores cambios morfológicos.

Los potenciales cambios en la geomorfología de los canales naturales por efecto del dragado y descarga del material son:

- ◆ Cambios en la sección transversal de los canales

- ◆ Cambios en las pendientes longitudinales de los canales Relleno de cauces menores
- ◆ Relleno de caños Formación y consolidación de barras
- ◆ Cambios en la batimetría del área dragada y/o en la zona de descarga.
- ◆ Cambios en los patrones de circulación del agua.

1.3 MEDIDAS APLICADAS EN ALGUNOS PUERTOS PARA EL CONTROL AMBIENTAL

Existen diversos tipos de controles ambientales, a continuación presentaremos algunos de ellos aplicados en puertos de la región.

1.3.1 Puerto del Callao, Perú

El Puerto del Callao divide su programa de control ambiental en sub-programas.

a) Sub programa Preventivo / Correctivo

Tiene como objetivo establecer el conjunto de medidas que permitan prevenir, controlar, corregir o evitar los impactos negativos de las actividades del Proyecto Portuario sobre el ambiente. La aplicación de estas medidas garantizará un manejo adecuado del medio físico, biológico y social durante el desarrollo de las actividades del Proyecto Portuario.

Así mismo, contiene la descripción detallada de cada medida de mitigación propuesta, el impacto al cual está relacionada, la etapa y condiciones en las

cuales la medida correspondiente será requerida (antes o durante la construcción o la operación, o para contingencias), los equipos necesarios para su implementación, así como los procedimientos y responsables de su ejecución.

b). Sub programa de Medidas de Control de Accidentes o Contingencias

Se considera uno de los Sub programas especiales y documenta los procedimientos necesarios para actuar ante incidentes de emergencia ambiental en el ámbito de las actividades propias del Proyecto Portuario.

Este Sub programa debe responder a la determinación de los riesgos endógenos y exógenos propios del Proyecto Portuario, durante las etapas de demolición, construcción, dragado, relleno y abandono, tales como derrames, incendios, accidentes laborales, entre otros. Los riesgos exógenos deberán incluir los fenómenos naturales.

c) Sub programa de Señalización Ambiental

La señalización ambiental que debe implementarse será de tipo informativo y preventivo en torno a la protección del ambiente. En este sentido, contendrá las señales de protección ambiental, señalización de ejecución de trabajos temporales, de construcción y mantenimiento, zonas accesibles, tránsito de maquinaria y del personal

d) Sub programa de Educación Ambiental

Contiene acciones de educación, capacitación, difusión y concientización ambiental, que serán impartidas al responsable de la aplicación del PMSA, a los trabajadores del Proyecto Portuario y demás personas involucradas, respecto a los problemas ambientales que se presentarán en la zona como consecuencia de las actividades, a fin de lograr una relación armónica entre ellos y su ambiente durante el tiempo que demande la construcción y operación del Proyecto Portuario.

Un requisito indispensable para su ejecución es la participación conciente e informada de todos los involucrados, lo cual permitirá evitar o minimizar los impactos negativos al ambiente en el área de influencia del Proyecto Portuario.

e) Sub programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos

Contiene los procedimientos que deben implementarse para la disposición final de los residuos sólidos, líquidos y/o peligrosos que se podrían generar por la ejecución de las actividades del Proyecto Portuario, para evitar el deterioro del paisaje, la contaminación del aire y/o de los cuerpos de agua y el riesgo de enfermedades.

Este programa se diseñará considerando los tipos de desperdicios, las características del área y el potencial de reciclaje, tratamiento y disposición en el sitio del Proyecto Portuario. Los desechos sólidos orgánicos deberán ser dispuestos en un relleno sanitario conforme especificaciones técnicas de la autoridad sectorial competente (**Esca Ingenieros**).

1.3.2 Puerto Libertador Simón Bolívar, Guayaquil- Ecuador

Este puerto utiliza un sistema de monitoreo de la calidad del agua durante las operaciones de dragado.

Se deben realizar mediciones de los principales componente físicos aproximadamente a los 21,000 m3, a fin de determinar la calidad de las aguas del área de influencia.

Las mediciones se deben realizar en las mismas estaciones monitoreadas en el estudio previo al dragado.

Los parámetros que deben ser monitoreados son los siguientes: Temperatura, pH, Salinidad, Oxígeno disuelto, DBO5, D.Q.O., Nitrito, Fosfato, Hierro, Zinc y Coliformes Totales **(Coloma., 2010)**.

1.3.3 Estrategia Ambiental De La Autoridad Portuaria De Santander

a).Residuos De Buques Mercante / Convenio Marpol

- ◆ Instalación para la recogida de residuos
- ◆ Tarifa fija aplicada a los buques que no entregan residuos Marpol en el puerto
- ◆ Bonificación en la tasa del buque si entrega residuos líquidos Marpol
- ◆ Tarifa aplicada sobre el exceso de residuo generados en la carga/descarga del buque
- ◆ Instalación cubierta para el secado de los residuos recogidos en los muelles por vía húmeda

- ◆ Depósito temporal y clasificación de los residuos, previa a su gestión o transporte a vertedero.

b). Vertidos al mar

b.1) Vertidos ocasionales desde tierra: Vertidos ocasionales al mar de hidrocarburos, aceites y grasas

Activación del Plan de Emergencia Interior del Puerto

- ◆ Colocación de barreras absorbentes para evitar la dispersión de la mancha
- ◆ Recogida y gestión de las sustancias vertidas al mar
- ◆ Investigación del origen de los vertidos

b.2) Vertido de aguas residuales por los colectores portuarios

- ◆ Saneamiento Integral de la Bahía
- ◆ Autorizaciones y Plan de Control de Vertidos
- ◆ Medidas para mejorar la calidad de las aguas de escorrentía (decantación, separación de grasas y limpieza periódica de los colectores)

c). Movilización de sedimentos en el dragado: turbidez generada en la zona de dragado

- ❖ Elección de la draga adecuada (cuchara, cangilón o dipper frente a cutter y succión)
- ❖ Dragado preferente en el período de menor producción biológica (Octubre-Abril)
- ❖ Colocación de barreras de geotextil (canalizan las corrientes de turbidez)
- ❖ Reducción de la velocidad de navegación del gánguil frente a los páramos de marisqueo (se reduce la generación de oleaje)

c.1) Programa de vigilancia ambiental del dragado: vertido al mar de material dragado

- ❖ Vertido de los materiales moderadamente contaminados lejos de la costa (en el talud de la plataforma continental, a más de 100 metros de profundidad)
- ❖ Aprovechamiento productivo de las arenas limpias dragadas en el Canal para la regeneración de las playas **(Rubio, 2006)**.

1.4 LEGISLACIÓN NACIONAL

Todos los países a nivel mundial constan con leyes, decretos o normas cuyos propósitos es cuidar y preservar el ambiente.

1.4.1 Legislación ambiental

A continuación mencionaremos las diferentes normas ambientales con las cuales consta Panamá.

1.4.1.1 Reglamento Técnico DGNTI- COPANIT 35 -2000

Tiene como objetivo en el marco de la protección ambiental, prevenir la contaminación de cuerpos y masas de agua superficiales y subterráneas en la República de Panamá, mediante el control de los efluentes líquidos provenientes de actividades domésticas, comerciales e industriales que se descargan a cuerpos receptores manteniendo una condición de aguas libres de contaminación, preservando de esta manera la salud de la población. Establece los límites máximos permisibles (Ver anexo, Tabla A.1) que deben cumplir los vertidos de efluentes líquidos provenientes de actividades domésticas, comerciales e industriales, descargando a cuerpos y masas de aguas superficiales y subterráneas, en conformidad a las disposiciones legales vigentes en la República de Panamá.

Permite proteger la salud de la población, el ambiente, y preservar los recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos, de la contaminación de origen

antrópico derivada de las actividades mencionadas, la protección de los recursos hídricos continentales y marítimos, sean estos, superficiales o subterráneos, naturales o artificiales, dentro de la República de Panamá.

1.4.1.2. Resolución N° AG 0026 - 2002 de 30 de enero de 2002

En este reglamento se presenta los parámetros Contaminantes Significativos en cada Tipo de Industria que deben ser medidos de acuerdo a las actividades que realiza dicha industrias (ver anexo, Tabla A.2) según la clasificación del Código Internacional Industrial Uniforme (CIIU). Además la elaboración de Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) que incluya medidas para el control de la calidad de sus descargas

1.4.1.3 Decreto Ejecutivo No. 75 (De 4 de junio de 2008)

"Por el cual se dicta la norma primaria de calidad ambiental y niveles de calidad para las aguas continentales de uso recreativo con y sin contacto directo".

Tiene como objetivo general dictar la norma de calidad ambiental para las aguas continentales de uso recreativo con y sin contacto directo en la República de Panamá, fijar los niveles de calidad, y dictar los procedimientos y lineamientos correspondientes para su óptima implementación. Además de preservar la salud de la población y el ambiente, promover la conservación de los recursos hídricos para el desarrollo sostenible, recreacional y turístico, promover la concienciación de la población y entidades locales para la

conservación, limpieza y sostenibilidad de las aguas continentales para uso recreativo con y sin contacto directo.

1.4.1.4 Ley 41 de 1998 dicta la Ley General de Ambiente de la República de Panamá

Se crea la Autoridad Nacional del Ambiente como la entidad autónoma rectora del Estado en materia de recursos naturales y del ambiente, para asegurar el cumplimiento y aplicación de las leyes, los reglamentos y la política nacional del ambiente (Art.5). Además legaliza el requisito de los estudios de impacto ambiental, del programa de adecuación y de manejo ambiental y de las auditorías ambientales (Art. 24 y 44).

1.4.1.5 Decreto Ejecutivo No. 34 de 26 de febrero de 2007

Se aprueba la Política Nacional de Gestión Integral de Residuos No Peligrosos y Peligrosos. En esta política se reafirman preceptos clave en el manejo de desechos, entre ellos el principio de quien contamina paga, el principio precautorio y el principio de gradualidad en la implementación de instrumentos (Art 1º).

1.4.1.6 Decreto Ejecutivo No. 123 de 14 de agosto de 2009

Señala que la administración del ambiente es una obligación del Estado, y establece los principios y normas básicas para la protección, conservación y recuperación del ambiente, promoviendo el uso sostenible de los recursos

naturales, ordenando igualmente la gestión ambiental, integrándola a los objetivos sociales y económicos, a efecto de lograr el desarrollo humano sostenible en el país.

1.4.1.7 Ley No. 6 de 11 de enero de 2007

Tiene como objetivo que las personas naturales o jurídicas, cuyas actividades generen, transporten, reciclen, destruyan o eliminen residuos aceitosos derivados de hidrocarburos o de base sintética y sus envases usados, aguas con contenidos de aceite superiores a los límites máximos permisibles por la legislación panameña, aguas de sentina, lodos de hidrocarburos y material contaminado con hidrocarburos y sus derivados, tengan que manejarlos o utilizarlos a través de los mecanismos establecidos por la presente Ley y su reglamento, para de garantizar la protección de nuestros ecosistemas fluviales, marítimos y terrestres, la salud de la población y el ambiente.

14.1.8. Anteproyecto de Normas de Calidad de Aguas Marinas y Costeras: Por el cual se dicta la Norma Primaria de Calidad Ambiental de las Aguas Marinas y Costeras.

La Calidad de las aguas marinas y costeras en la República de Panamá se han visto afectadas debido a la contaminación por los desechos provenientes de las actividades antropogénicas, tales como vertimientos de aguas residuales con insuficiente o ningún tratamiento, el uso indiscriminado de agroquímicos, hidrocarburos y otros agentes contaminantes. Por tal motivo se elabora esta ley con el único objetivo de proteger el medio marino de las actividades

anteriormente mencionadas mediante la designación de valores para cada uno de los parámetros fisicoquímicos (ver anexo Tabla A.3).

Es importante destacar que esta norma se quedó en anteproyecto.

1.4.2 Legislación aplicable a puertos

Debido a las actividades que se llevan a cabo en el puerto y el impacto que estas causan al ecosistema marino se han creado normas tanto nacionales que ayuden a minimizar y tener un mayor control de la contaminación y de esta manera preservar la vida de la fauna y flora marina.

1.4.2.1 Decreto Ejecutivo N° 116 de 18 de mayo de 2001

Este decreto se dicta normas sobre la contaminación del mar y aguas navegables. Introduce el manual para el manejo de desechos internacionales no peligrosos (basura internacional) en los puertos aéreos, marítimos y terrestres. En él se definen las responsabilidades de las autoridades con injerencia en el tema (del Art. 7 al Art. 13) y se establecen, entre otras, la responsabilidad de las autoridades administrativas de los puertos de contar con un sistema de información previa y de rastreo de desechos (Art. 16). Además de designar al Ministerio de Comercio e Industrias con el apoyo de otras entidades a realizar pruebas para conocer el estado ecológico de las aguas navegables, mar territorial y litoral de la República de Panamá (**Leyes Marítimas de la República de Panamá, 2009**).

1.4.2.2 LEY 56 De 6 de agosto de 2008 Ley General de Puertos de Panamá

Es su objeto establecer las normas rectoras de la actividad de los puertos y las instalaciones marítimas que existan o se construyan en la República de Panamá, el uso de bienes otorgados en concesión y la prestación de servicios marítimos, sean estos de naturaleza pública o privada. Las normas que aquí se establecen serán aplicables a las instalaciones portuarias, con independencia del tipo de terminal de que se trate, o la clase de mercancía que sea transportada y a los servicios marítimos.

1.5. LEGISLACIÓN INTERNACIONAL

En vistas de los estragos que causa la contaminación marina en la vida de diferentes especies que forman parte de ella se han realizado a lo largo de los años diferentes Convenios debiendo cumplir con lo establecidos en ellos todos aquellos países que formen parte de los mismos.

1.5.1 Legislación ambiental

Estos son algunos Convenios y Normas Ambientales creador para preservar el medio marino.

1.5.1.1 Convenio de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, 1982

Recoge los principios pivótales de los derechos y deberes de los Estados, de manera individual y colectiva, relativas al mar y sus recursos. Asegurar la eficaz

protección del medio marino contra los efectos nocivos que puedan resultar de las actividades realizadas en las zonas marinas así como también es obligación de los Estados proteger y preservar el medio marino **(Art. 145 y Art.192)**.

1.5.1.2 Ley Nº 21.947: Convenio sobre prevención de la contaminación por vertimiento de desechos y otras materias, 1972.

El medio marino y los organismos vivos que mantiene son de vital importancia para la Humanidad y que es de interés común el utilizarlo de forma que no se perjudiquen ni su calidad ni sus recursos, se crea este convenio con el objetivo de controlar efectivamente todas las fuentes de contaminación del medio marino y se comprometen especialmente a adoptar todas las medidas posibles para impedir la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias que puedan constituir un peligro para la salud humana, dañar los recursos biológicos y la vida marina, reducir las posibilidades de esparcimiento o entorpecer otros usos legítimos del mar **(Art. 1)**.

1.5.1.3 Convenio de Basilea sobre el Control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, 1989

A través del cual los Estados signatarios se comprometen a velar por la reducción y control del movimiento transnacional de desechos peligrosos y con la minimización de sus efectos nocivos **(Art. 4)**.

1.5.2 Legislación internacional aplicada a puertos

La Organización Marítima Internacional (OMI) es el organismo especializado de las Naciones Unidas encargado de adoptar medidas para mejorar la seguridad del transporte marítimo internacional y prevenir la contaminación del mar por los buques. Se ocupa además de asuntos de carácter jurídico, entre ellos la responsabilidad civil y la indemnización y la facilitación del tráfico marítimo internacional. Se constituyó por medio de un convenio adoptado bajo los auspicios de las Naciones Unidas en Ginebra el 17 de marzo de 1948 y se reunió por primera vez en enero de 1959. En la actualidad tiene 156 Estados Miembros. El órgano rector de la OMI es la Asamblea, que está integrada por los 156 Estados Miembros y se reúne normalmente una vez cada dos años

Cuando la OMI empezó a funcionar su cometido principal consistía en elaborar tratados y normas internacionales relativos a la seguridad y la prevención de la contaminación del mar. Sin embargo, ese trabajo quedó casi terminado a finales del decenio de los años setenta. A continuación la OMI se concentró en mantener actualizada la legislación y en asegurarse de que era ratificada por el mayor número posible de países. Tan bien ha llevado a cabo esa misión que en la actualidad hay numerosos convenios que se aplican a más del 98% del tonelaje de la flota mercante mundial. Hoy día el esfuerzo se concentra en tratar que dichos convenios y demás tratados sean implantados adecuadamente por los países que los han aceptado.

La Conferencia internacional sobre contaminación del mar, 1973, convocada por la OMI y celebrada del 8 de octubre al 2 de noviembre de 1973, aprobó el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques, 1973. La misma Conferencia aprobó también los protocolos I (Disposiciones para formular los informes sobre sucesos relacionados con sustancias perjudiciales) y II (Arbitraje). El Convenio se modificó ulteriormente mediante el Protocolo de 1978, que fue aprobado por la Conferencia internacional sobre seguridad de los buques tanque y Prevención de la contaminación, convocada por la OMI y celebrada del 6 al 17 de febrero de 1978. El Convenio, modificado por el Protocolo de 1978, se conoce con el nombre de “Convenio internacional para prevenir la Contaminación por los buques, 1973, modificado por el Protocolo de 1978” o, de manera abreviada, “MARPOL 73/78”

1.5.2.1 Convenio Marpol 73/78, 2002

El convenio tiene por objeto prevenir la contaminación del mar producto de las operaciones normales de los buques durante su navegación y estancia en los puertos, a fin de minimizar el impacto ambiental que dichas acciones producen.

Este Convenio consta de seis anexos

- **Anexo I:** Reglamento para la prevención de la contaminación por hidrocarburos
- **Anexo II:** Reglamento para el control de la contaminación por sustancias nocivas líquidas a granel.
- **Anexo III:** Reglamento para la prevención de la contaminación por sustancias perjudiciales transportadas por mar en bultos.
- **Anexo IV:** Normas para la prevención de la contaminación por aguas residuales por los buques.
- **Anexo V:** Reglamento para la prevención de la contaminación por las basuras de los buques.
- **Anexo VI:** Reglamento para la prevención de la contaminación atmosférica ocasionada por los buques.

Se presenta una breve descripción de los anexos que contiene el Marpol 73/78.

Anexo I: Reglamento para la prevención de la contaminación por hidrocarburos

Las regulaciones presentadas en este anexo son aplicables para todos los buques.

Los buques encargados del transporte de todo tipo de hidrocarburos deben pasar por una inspección, la cual será realizada por un inspector nombrado o por una organización reconocida quienes se encargaran de dictaminar el estado del buque, si su equipo no corresponde en lo esencial a los pormenores del certificado, o si buque no puede navegar puesto que el mismo representa un riesgo para el medio ambiente marino tomándose las medidas correctivas, informandolk de igual forma a la Administración (Capítulo I, Regla 8).

El Capítulo II , Consta de normas para la prevenir la contaminación ,en la cual se indica terminantemente prohibida toda descarga de hidrocarburos o de mezclas oleosas (Regla 9), las descargas de hidrocarburos solo se podrán efectuar de acuerdo a ciertas condiciones de emergencia tales como: la descarga es necesaria para proteger la seguridad del buque o para salvar vidas humanas y de producirse una avería en el buque la cual requiera descarga de los mismos (Regla 11), de observarse rastros visibles de hidrocarburos sobre la superficie del agua o por debajo de ella en las proximidades de un buque o de su estela, los Gobiernos de las Partes en el Convenio investigaran inmediatamente, en la medida en que puedan hacerlo razonablemente, los hechos que permitan aclarar si hubo o no transgresión de las disposiciones de esta regla(Regla 10). Para prevenir una contaminación por hidrocarburos, al

momento de la descarga en las instalaciones adecuadas para hacerlo se debe de constar con equipos idóneos tanto en dichas instalaciones como en el buque para que de esta manera no se den fugas que a su vez provocarán contaminación del medio ambiente marino.

Anexo II: Reglamento para el control de la contaminación por sustancias nocivas líquidas a granel.

Las disposiciones de este anexo se aplicarán a todos los buques que transporten sustancias nocivas líquidas a granel.

Con el fin de realizar adecuadamente la descarga de sustancias nocivas líquidas y cuidar el ambiente marino de acuerdo a sus características químicas este anexo las han clasificado en cuatro categorías mencionadas a continuación:

- ❖ **Categoría A:** Sustancias nocivas líquidas que si fueran descargadas en el mar, procedentes de operaciones de limpieza o deslastrado de tanques, supondrían un riesgo grave para la salud humana o para los recursos marinos, o irían en perjuicio grave de los alicientes recreativos o de los usos legítimos del mar, lo cual justifica la aplicación de medidas rigurosas contra la contaminación.

Está completamente prohibido la descarga de este tipo de sustancias y de todas aquellas que han sido clasificadas en esta categoría, de podrán descargar si se cumple con las siguientes normas: que el buque este en ruta navegando a una velocidad de 7 nudos por lo menos; que se efectúe la descarga por debajo de la línea de flotación, teniendo en cuenta el emplazamiento de las tomas de mar; y que se efectúe la descarga hallándose el buque a no menos de 12 millas

marinas de distancia de la tierra más próxima y en aguas de profundidad no inferior a 25 m.

- ❖ **Categoría B:** Sustancias nocivas líquidas que si fueran descargadas en el mar procedente de operaciones de limpieza o deslastrado de tanques, supondrían un riesgo para la salud humana o para los recursos marinos, o irían en perjuicio de los alicientes recreativos o de los usos legítimos del mar, lo cual justifica la aplicación de medidas especiales contra la contaminación.

Se prohíbe la descarga de todas las sustancias clasificadas dentro de esta categoría así como las de aguas de lastre y de lavado de tanques u otros residuos o mezclas que contengan tales sustancias, a menos que se cumplan todas las condiciones siguientes: que los métodos y dispositivos de descarga estén aprobados por la Administración los cuales se basarán en normas elaboradas por la Organización y garantizaran que la concentración y el régimen de descarga del efluente son tales que la concentración de la sustancia descargada no excede de una parte por millón en la porción de la estela del buque inmediata a su popa; que la cantidad máxima de carga echada al mar desde cada tanque y desde sus correspondientes tuberías no excede de la cantidad máxima permitida de acuerdo con los métodos mencionados no sea mayor de 1 m³ o 1/3 000 de la capacidad del tanque en metros cúbicos.

- ❖ **Categoría C:** Sustancias nocivas líquidas que si fueran descargadas en el mar, procedentes de operaciones de limpieza o de deslastrado de

tanques, supondrían un riesgo leve para la salud humana o para los recursos marinos, o irían en perjuicio leve de los alicientes recreativos o de los usos legítimos del mar, lo cual exige condiciones operativas especiales.

Se prohíbe la descarga de este tipo de sustancias y para hacerlo se debe de aplicar las mismas normas que en la Categoría B.

❖ **Categoría D:** Sustancias nocivas líquidas que si fueran descargadas en el mar, procedentes de operaciones de limpieza o deslastrado de tanques, supondrían un riesgo perceptible para la salud humana o para los recursos marinos, o irían en perjuicio mínimo de los alicientes recreativos o de los usos legítimos del mar, lo cual exige alguna atención a las condiciones operativas. Este tipo de sustancia no es la excepción puesto que para que se lleve a cabo su descarga deben tenerse en cuentas ciertas condiciones: que la concentración de las mezclas no sea superior a una parte de la sustancia por cada 10 partes de agua; y que se efectúe la descarga a una distancia no inferior a 12 millas marinas de la tierra más próxima.

Anexo III: Reglamento para la prevención de la contaminación por sustancias perjudiciales transportadas por mar en bultos.

Las reglas descritas en el presente anexo serán aplicables a todos los buques que transporten sustancias perjudiciales en bultos.

En este anexo se presenta las precauciones y cuidados que se debe de tener con este tipo de mercancía al momento de manipularla y transportarla de tal forma que se contamine el ambiente marino lo menos posible, es por ello tan importante el adecuado envasado o embalaje de cada producto de acuerdo a sus características y al nivel de contaminación que causaría. Además debe ser etiquetada con su nombre técnico de manera que se indique que la misma es un contaminante marino. De igual forma la estiba es un factor importante, porque con ello no solo se protege el ambiente marino sino también las personas a bordo de la embarcación.

Para un mayor control de las mismas el presente anexo especifica que antes de que el buque salga del puerto se le debe facilitar a la persona o Autoridad del puerto un documento donde se enumere la cantidad de sustancias peligrosas que son transportadas como también un plano de estiba indicado su ubicación a lo largo de toda la estructura del buque.

El Anexo IV del Marpol 73/78: Normas para la prevención de la contaminación por aguas residuales de los buques.

Con el objetivo de asegurarse que los buques cuenten con instalaciones encargadas del tratamiento de las aguas sucias se le realizan inspecciones para verificar que estas se encuentren en las condiciones adecuadas para las cuales fueron creadas. Una vez realizada esta visita se le expedirá al buque un Certificado de prevención de contaminación por aguas sucias, siendo su vigencia no superior a los cinco años, pues de esta manera se garantiza que las instalaciones para el tratamiento de esta aguas se encuentren en las condiciones adecuadas según lo expuesto en este anexo. Además se indica el tratamiento que se les debe dar estas aguas para que sean descargadas y el lugar disposición de las mismas.

El Anexo V: Reglamento para la prevención de contaminación por las basuras de los buques.

Consta de regulaciones las cuales deben ser cumplidas por todos los buques si exención. En el presente anexo se especifica que está totalmente prohibida la eliminación de todo tipo de basura que contenga tóxicos y de aquellos desechos que no hayan pasado por un proceso previo de trituración u otro tipo de procesamiento y las instalaciones en donde se puede realizar la descarga de las mismas (ver Tabla 1.3). Es de suma importancia que los buques tengan un plan de gestión que debe ser cumplido por la tripulación y el mismo debe describir procedimientos de recogida, almacenamiento, procesamiento y eliminación de la

basura, incluyendo el uso de los equipos a bordo y designando a la persona que se encargada de llevar dicho plan.

El Anexo VI: Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques.

En el presente anexo se describen las diferentes sustancias emitidas por los buques causantes de la contaminación atmosférica excepto aquellas emisiones necesarias para proteger la seguridad del buque o salvar vidas en el mar; ni a las emisiones resultantes de averías sufridas por un buque o por su equipo: siempre que después de producirse la avería o de descubrirse la emisión se hayan tomado todas las precauciones razonables para prevenir o reducir al mínimo tal emisión; y salvo que el propietario o el capitán hayan actuado ya sea con la intención de causar la avería, o con imprudencia temeraria y a sabiendas de que probablemente se produciría una avería.

Tabla 1.3 Condiciones para el Establecimiento de Instalaciones Receptoras en Puertos y Terminales.

Tipo de desecho	Aplicable en terminales en donde:
Anexo I (mezcla oleosas)	<p>Se carga en buques petroleros que han realizado al arribo, viajes de menos de 1200 milla náuticas o viajes en lastre de menos de 72 horas.</p> <p>Se cargue más de 1000 toneladas de petróleo diarias (excepto crudo o granel).</p> <p>Existan astilleros o se brinden servicios de limpieza de tanques.</p> <p>Se reciban buques provistos con tanques para residuos oleosos.</p> <p>Se reciban buques que tengan a bordo desechos oleosos que no han podido descargar de acuerdo a lo normado por el Anexo I.</p>
Anexo II (sustancias químicas nocivas)	<p>Se carguen o descarguen buques tanques quimiqueros con sustancias reguladas por el Anexo II.</p> <p>Existan astilleros que brinden servicios de reparación a buques tanques quimiqueros.</p>
Anexo IV (aguas servidas)	<p>Se reciban buques con aguas servidas tenidas bordo que no han podido ser descargadas de acuerdo a lo normado en el Anexo IV.</p>
Anexo V (basura)	<p>Los buques que utilizan las instalaciones requieren disponer de basura (Aplicables a la terminales en la costa pacífica)</p>

	<p>Se reciban buques (Es obligatorio para los terminales en la costa atlántica , por ser zona especial)</p>
<p>Anexo VI (sustancias que agotan la capa de ozono)</p>	<p>Existan instalaciones de reparación y por la naturaleza del trabajo se requiere disponer de sustancias que agotan la capa de ozono</p> <p>Existan instalaciones de reparación en donde se produzcan residuos de limpieza de sistemas de escape de gases, si la Autoridad Marítima de Panamá (AMP) prohíbe su vertimiento en el medio marino.</p>

Fuente: Convenio Marpol 73/78,2002

Capítulo II

Calidad de Agua en Puertos

CAPÍTULO II: CALIDAD DE AGUA EN PUERTOS

2.1 DEFINICIÓN DE CALIDAD DE AGUA

Mantener y evaluar la calidad del agua son procedimientos importantes de la sociedad moderna. Los primeros métodos más simples, eran puramente subjetivos (¿el agua parece limpia?, ¿huele bien?). En la actualidad se utilizan tres enfoques para describir la calidad de agua:

- ❖ Medidas cuantitativas, como los parámetros fisicoquímico del agua, de los sedimentos o de los tejidos biológicos.
- ❖ Análisis bioquímico/biológicos (incluida la estimación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno y análisis de toxicidad).
- ❖ Descriptores semi-cuantitativos y cualitativos que implican indicadores biológicos e inventarios de especies.

Para cada una de los procesos de consumo del aguas existe una serie de requisitos relativos a la calidad de agua casi siempre relacionado con las concentraciones de varios parámetros químicos, materiales en suspensión y contenido bacteriano **(Kiely., 1999)**.

El creciente incremento de las alteraciones de los cursos de agua y la sensibilidad a este problema por parte de los organismos competentes, ha hecho que en todos los países desarrollados se pongan en marcha programas de control y vigilancia de la calidad de las aguas.

La mayoría de los parámetros utilizados para la evaluación de la calidad del agua son de carácter físico – químico, y con especial en la composición química **(Tercedor., 1996)**.

La calidad del agua se refiere a las características físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Estas características afectan la capacidad del agua para sustentar tanto a las comunidades humanas como la vida vegetal y animal **(Agardi et al., 2008)**.

2.2 CONTAMINACIÓN MARÍTIMA

La contaminación del medio acuático significa la introducción por parte de el hombre, ya sea de manera directa o indirecta, de sustancias o energía que producen efectos nocivos, entre ellos, daños a los recursos vivos (biológicos), riesgo para la salud humana (patógenos), obstaculización de las actividades acuáticas, incluida la pesca , y el deterioro de la calidad del agua en relación con los procesos de consumo deseados , tales como a agricultura, la industria, los usos recreativos o el abastecimiento doméstico **(Kiely, 1999)**.

Tabla 2.1 Clasificación de contaminantes acuáticos según los grados de biodegradabilidad.

Degradables	No degradables
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Aguas residuales y estiércol de ganado. ❖ Fertilizantes agrícolas y nutrientes de vegetales. ❖ Residuos de procesamiento de alimentos. ❖ Residuos orgánicos de papeleras ❖ Residuos industriales ❖ Petróleo y derivados ❖ Aniones de sulfato y sulfito ❖ Detergentes ❖ Dispersantes de petróleo 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Partículas inertes ❖ Plásticos fabricados por el hombre. ❖ Metales pesados (cobre, cromo y plomo). ❖ Hidrocarburos halogenados* ❖ Radioactividad * ❖ Ácidos y álcalis ❖ Emisiones de gases industriales ❖ Organofosfatos *

***No degradable a corto plazo pero se degradará / descompondrá a largo plazo.**

Fuente: Agardi et al., 2008. El mosaico de América del Norte: panorama de los problemas ambientales más relevante.

La calidad de agua marina puede verse afectada por diferentes actividades realizadas por el hombre, la perforaciones para la extracción de petróleo en las zonas costeras y alta mar es una de ellas. Varios riesgos ambientales potenciales se relacionan a la eliminación de los desechos de las perforaciones (cortes y líquidos) en el medio marino. La mayoría de los efectos son sentidos por las comunidades bentónicas. Estos impactos pueden incluir la asfixia de los organismos, cambio en el tamaño de las partículas de sedimentos y la distribución de forma y, por tanto, de las propiedades del sustrato, enriquecimiento orgánico que puede conducir a condiciones de anoxia y los efectos de toxicidad de los fluidos de **(Gómez., 2010)**.

Los puertos también afectan la calidad del agua marina, mediante la realización de múltiples actividades entre ellas el dragado de su canal de navegación con el objetivo de mantener el calado adecuado para los buques y muchas veces ese material es descargado en el agua siendo esta la opción más económica pero cada día hay mayores restricciones ambientales para este tipo de descarga. Dicha actividad causa impactos ambientales asociados con la descarga del material en aguas en áreas confinadas o no son: incremento de la turbidez, suspensión y distribución de contaminantes, disminución del oxígeno disuelto y ahogamiento y/o cobertura de los organismos vivos presentes en la zona de descarga **(Landaeta., 2001)**.

2.3 PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA

2.3.1 Características físicas del agua

a). Temperatura

La temperatura del agua salina de los océanos varía con la profundidad. La temperatura del agua del océano cerca de la superficie varía desde aproximadamente 21 °C (70 ° F) hasta 2.3 °C (36° F), según la estación del año y la latitud. La temperatura del agua afecta a algunas de las principales propiedades físicas y características de las aguas, tales como densidad, peso específico , viscosidad , tensión superficial, capacidad termal, entalpia, presión de vapor, conductividad específica , conductancia, salinidad y solubilidad de los gases disueltos **(May.,1996)**.

La temperatura es la medida de la energía cinética media que tienen las moléculas de agua. Es el parámetro más visible y a la vez más fácil para su obtención, siendo también considerada representativa del estado del océano y la primera causante de los cambios en los procesos fisiológicos de diferentes especies marinas. La temperatura del agua de mar generalmente oscila entre 2 °C y 30 °C y con valores extremos entre -4 °C y +42 **(Grey., 2007)**.

Magnitud física que expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o del ambiente. Su unidad en el Sistema Internacional es el *kelvin* (K) **(Diccionario RAE., 2001)**.

b). Turbiedad

El término turbio se aplica a las aguas que contienen materia en suspensión que interfiere con el paso de la luz a través del agua, o aquellas en las aguas en la que está restringida la visión de la profundidad. La turbiedad puede ser causada por una gran variedad de materiales en suspensión, de tamaño variable entre las dispersiones coloidales y las gruesas, dependiendo del grado de turbiedad. A medida que los ríos progresan hacia el océano pasan por áreas urbana, donde se les suma residuos domésticos e industriales, tratados y sin tratar; éstos pueden contribuir a la turbiedad con grandes cantidades de sustancias orgánicas e inorgánicas **(Sawyer et al., 2001)**.

Es una expresión de la propiedad óptica que causa la luz al ser dispersada y absorbida antes de ser transmitida en líneas rectas a través de la muestra **(Alfaro et al., 2007)**.

La turbidez en el agua es una medida de la nubosidad. Es causada por la presencia de la materia en suspensión la cual dispersa y absorbe la luz. La turbidez puede correlacionarse con los sólidos en suspensión, pero solo para las aguas que proceden del mismo origen **(Kiely., 1999)**.

La turbidez: su medida está estrechamente ligada al de los sólidos en suspensión, ya que refleja el grado de penetración de la luz solar. Sin embargo, la turbidez refleja también pérdida de transparencia del agua ocasionada por los sólidos en suspensión, y en este sentido está, asimismo, estrechamente ligada con el color aparente del agua **(Mota., 2004)**.

La turbidez es la expresión de la propiedad óptica de la muestra que causa que los rayos de luz sean dispersados y absorbidos en lugar de ser transmitidos en línea recta a través de la muestra.

La turbiedad en el agua puede ser causada por la presencia de partículas suspendidas y disueltas de gases, líquidos y sólidos tanto orgánicos como inorgánicos, con un ámbito de tamaños desde el coloidal hasta partículas macroscópicas, dependiendo del grado de turbulencia. **(Higuera. K., Wong. S.)**

c). Sólidos Totales:

Todos los contaminantes del agua, con excepción de los gases disueltos, contribuyen a la “carga de sólidos”. Pueden ser de naturaleza orgánica y/o inorgánica. **(Higuera. K., Wong. S.)**

d). Sólidos sedimentables:

Están formados por partículas más densas que el agua, que se mantienen dispersos dentro de ella en virtud de la fuerza de arrastre causada por el movimiento o turbulencia de la corriente. Por esta razón, sedimentan rápidamente por la acción de la gravedad, cuando la masa de agua se mantiene en reposo **(Cárdenas, 2005)**.

2.3.2 Características químicas del agua

a). Demanda bioquímico de oxígeno (DBO_5)

La Demanda bioquímico de oxígeno (DBO_5) es un índice importante del medio ambiente para determinar los requerimientos de oxígeno relativo de las aguas residuales, efluentes y aguas contaminadas. Se refiere a la cantidad de oxígeno requerido por las bacterias y otros microorganismos en la degradación bioquímica demanda bioquímica de oxígeno y la transformación de la materia orgánica en condiciones aeróbica. La DBO_5 es también intérprete como una medida de la concentración de materia orgánica que puede servir como un sustrato para apoyar el crecimiento de microorganismos.

La prueba de DBO_5 , que se utiliza para evaluar la eficacia del tratamiento de aguas residuales, tiene por objeto medir una fracción de la demanda de carbono, el oxígeno consumido por los microorganismos heterótrofos que utilizan la materia orgánica de los residuos en el que su metabolismo, y no la demanda de oxígeno ejercida por las bacterias nitrificantes autótrofos. Ya que el amoníaco es generalmente presentes en las aguas residuales, la nitrificación es inhibidores debe ser utilizado para reprimir el ejercicio de la demanda de oxígeno de nitrógeno. La demanda de oxígeno de carbono se llama DBO primera etapa y la demanda de oxígeno nitrogenada se denomina DBO segunda etapa (**Kumar et al., 2005**).

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) es la cantidad de oxígeno usado por las bacterias bajo condiciones aeróbicas en la oxidación de materia orgánica para obtener CO_2 y H_2O . Esta prueba proporciona una medida de la contaminación orgánica del agua, especialmente de la materia orgánica biodegradable. **(Decreto Supremo No. 046-93-EM, 2006).**

La DBO_5 indica la cantidad de oxígeno consumido por microorganismos durante la descomposición de material orgánica en el agua. A mayor DBO_5 , más rápidamente se agota el oxígeno en la corriente de agua y mayor es la presión ambiental para las formas superiores de vida acuática **(Agardi et al., 2008).**

El DBO_5 es la cantidad de oxígeno no disuelto consumido en una muestra de agua por los microorganismos cuando se descompone la materia orgánica a $20^\circ C$ en un periodo de 5 días. Las aguas limpias tienen valores de DBO_5 menores de 1 mg/l **(Kiely., 1999).**

b). Oxígeno Disuelto

El oxígeno disuelto es importante en el agua natural, porque el oxígeno disuelto es requerido por muchos microorganismos y peces en el sistema acuático. También establece una óxica del medio ambiente, en el que las formas oxidadas de los muchos componentes en el agua son predominantes **(Sawyer et al., 2001).**

La concentración de oxígeno es relevante en el control de la calidad de las aguas, siendo su presencia y concentración esencial para sustentar las formas superiores de vida, como también para evaluar los efectos de potenciales agentes contaminantes, principalmente por el balance de oxígeno en el sistema. Es igualmente relevante en los procesos de degradación contemplados en los tratamientos de aguas residuales y en los procesos de corrosión de tuberías. La baja solubilidad del oxígeno es el principal factor que limita la capacidad de purificación de las aguas naturales **(Rivera., 2004)**.

Mantener una concentración adecuada de oxígeno disuelto en el agua es importante para la supervivencia de los peces y otros organismos de vida acuática. La temperatura, el material orgánico disuelto, los oxidantes inorgánicos, etc. afectan sus niveles. La baja concentración de oxígeno disuelto puede ser un indicador de que el agua tiene una alta carga orgánica provocada por aguas residuales **(Decreto Supremo No. 046-93-EM, 2006)**

Oxígeno disuelto está relacionado, principalmente, con la temperatura del agua y los sólidos en suspensión. La temperatura determina la solubilidad del oxígeno en el agua, aumentando ésta al disminuir la temperatura. En cuanto a los sólidos en suspensión, son partículas de tamaño hasta 1 micra que bloquean la luz solar, y evitan que las plantas acuáticas obtengan la luz solar que necesitan para la fotosíntesis. En consecuencia, las plantas producen menos oxígeno, y se reduce el nivel de oxígeno disuelto **(Mota., 2004)**

c). Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Es la cantidad de oxígeno ocupado para oxidar toda la materia orgánica oxidable, tanto la orgánica como la mineral (**Rivera et al., 2004**).

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) es una medida del equivalente en oxígeno del contenido de materia orgánica en una muestra que es oxidable utilizando un oxidante fuerte. Es diferente a la prueba de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), pues la DBO mide sólo la fracción orgánica oxidable biológicamente (**Decreto Supremo No. 046-93-EM, 2006**).

d). Potencial de Hidrogeno (pH)

El pH es un término de uso general para expresar la magnitud de acidez o alcalinidad. Es una forma de expresar la concentración de los iones hidrógeno, más exactamente, la actividad de ion hidrógeno.

El pH es una medida de la concentración de iones de hidrógeno en el agua. Aguas fuera del rango normal de 6 a 9 pueden ser dañinas para la vida acuática (por debajo de 7 son ácidas y por encima de 7 son alcalinas). Estos niveles de pH pueden causar perturbaciones celulares y la eventual destrucción de la flora y fauna acuática (**Decreto Supremo No. 046-93-EM, 2006**)

El pH permanece razonablemente constante a menos que la calidad del agua cambie debido a las influencias de tipo natural o antropogénica, aumentando la acidez o la basicidad. Como la mayor parte de las formas de la vida ecológica

son sensibles a los cambios de pH, es importante que el impacto antropogénico (por ejemplo, las descargas de efluentes) sea minimizado. El pH de agua de mar varía sólo entre un pH de 7.5 y 8.4 produciéndose los valores más altos en la superficie durante periodos de alta productividad cuando se retira el dióxido de carbono durante la fotosíntesis **(Kiely, 1999)**.

e). Conductividad

La conductividad de una muestra de agua es una medida de la capacidad que tiene la solución para transmitir corriente eléctrica.

Esta capacidad depende de la presencia, movilidad, valencia y concentración de iones, así como de la temperatura del agua **(Decreto Supremo No. 046-93-EM, 2006)**

Es una expresión Numérica de la capacidad de una muestra de agua, para conducir la corriente eléctrica. Este número depende de la concentración total de sustancias ionizadas disueltas en el agua a la temperatura que se realiza la medición **(Alfaro et al., 2007)**.

Es una medida de la capacidad de una solución acuosa para transportar la corriente eléctrica. La corriente eléctrica es conducida en la solución mediante el movimiento de los iones y así cuanto mayor es el número de iones (es decir, mayor concentración de sales disueltas) mayor es la movilidad iónica y en consecuencia mayor es la magnitud de la conductividad. La conductividad se mide colocando un medidor de la conductividad (constituidos por 2 electrodos de

platino) en una muestra de agua y registrando la resistencia eléctrica **(Kiely., 1999).**

2.3.3 Características Biológicas Del Agua

a). Coliformes totales

Los Coliformes son bacterias principalmente asociadas con los desechos humanos y animales, proporcionan una medida de la contaminación del agua proveniente de la contaminación fecal **(Decreto Supremo No. 046-93-EM, 2006).**

Los organismos del grupo coliforme, conocido como coliformes totales, se define en bacteriología del agua como todos los aerobios y anaerobios facultativos, no forman esporas, bacterias en forma de varilla que fermentan la lactosa con formación de gas dentro de las 48 horas a 35 ° C. Se trata de un operativo en lugar de una definición taxonómica y abarca una variedad de organismos, sobre todo de origen intestinal. La definición incluye a E. coli, la bacteria facultativa más numerosos en las heces de animales de sangre caliente, además de especies pertenecientes a los géneros Enterobacter, Klebsiella y Citrobacter. Estos organismos estos últimos están presentes en las aguas residuales, pero se pueden derivar de otras fuentes ambientales, tales como los materiales del suelo y planta. Ningún organismo cumple todos los criterios para un indicador, pero la mayoría

de las bacterias Coliformes cumplen. Inconvenientes con el uso de Coliformes totales como indicador incluye su rebrote en el agua, convirtiéndose así en parte de la flora acuática natural. Su detención se convierte en un falso positivo. Falsos positivos también puede ocurrir cuando la bacteria *Aeromonas*, que bioquímicamente puede imitar el grupo Coliforme, está presente en una muestra. Por otra parte, los falsos negativos pueden ocurrir cuando los Coliformes presentes junto con altas poblaciones de bacterias HPC. El organismo último puede actuar para suprimir la actividad. Por último, una serie de agentes patógenos se ha demostrado que sobreviven más tiempo en el agua natural y / o a través de varios procesos de tratamiento que los Coliformes. Esto es particularmente cierto para los protozoos y virus patógenos. A pesar de estos inconvenientes, la medida de Coliformes totales sigue siendo el indicador más útil de la calidad microbiana del agua potable **(Tate., 1990)**.

Las Coliformes son una familia de bacterias que se encuentra comúnmente en las plantas, el suelo y los animales, incluyendo a los humanos. La presencia de bacterias Coliformes en el suministro de agua es un indicio de que el suministro de agua puede estar contaminado con aguas residuales u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias Coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo. **(Grey., 2007)**.

b).Escherichia Coli

Es un organismo indicador ideal en cuanto que tiene un largo periodo de supervivencia en un medio acuático **(Kiely., 1999)**.

Es una de las especies bacterianas más minuciosamente estudiadas, y no solamente por sus capacidades patogénicas, sino también como sustrato y modelo de investigaciones metabólicas, genéticas, poblacionales y de diversa índole **(Neidhardt., 1999)**. Forma parte de la familia Enterobacteriaceae **(Ewing., 1985)**.

Escherichia Coli es un bacilo gram negativo, anaerobio facultativo de la familia Enterobacteriaceae, tribu Escherichia. Esta bacteria coloniza el intestino del hombre pocas horas después del nacimiento y se le considera un microorganismo de flora normal, pero hay cepas que pueden ser patógenas y causar daño produciendo diferentes cuadros clínicos, entre ellos diarrea. **(Rodríguez., 2002)**

2.4 CÓDIGO INTERNACIONAL INDUSTRIAL UNIFORME PARA PUERTOS.

Listado de Parámetros Contaminantes Significativos en cada Tipo de Industria según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas.

- ◆ Potencial de Hidrogeno(pH)
- ◆ Temperatura
- ◆ Sólidos Suspendidos (S.S)

- ◆ Sólidos Totales(S.T)
- ◆ Turbiedad
- ◆ Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)
- ◆ Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- ◆ Relación entre la Demanda Química de Oxígeno/ Demanda Química de Oxígeno (DQO/DBO5)
- ◆ Conductividad
- ◆ Detergentes
- ◆ Aceites y Grasas (A y G)
- ◆ Coliformes Totales (C.T)

CAPÍTULO III

CASO DE ESTUDIO, BAHÍA DE MANZANILLO

CAPÍTULO III: CASO DE ESTUDIO, BAHÍA DE MANZANILLO

3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La Bahía de Manzanillo se encuentra ubicada al este de la ciudad de Colón en las coordenadas: Latitud 9° 22' N, Longitud 79° 53' W. Limitada por la Bahía de Limón y la Ciudad de Colón al Este, las Terminales Portuarias de Manzanillo International Terminal (MIT), la Terminal de contenedores de Colón (CCT), Coco Solo y Frand Field al Oeste, al Norte con el Mar Caribe y la Isla Margarita y al Sur con La Zona Libre de Colón y el centro Comercial de los Cuatro Altos.

Cuenta con una superficie de aproximadamente 8.24 Km² y tiene una profundidad promedio de 35 pies. En la cual se encuentran ecosistemas tales como: manglares, arrecifes de coral, área boscosa pegada a la orilla de la costa; también áreas industrial y portuaria, turística, estaciones de bombeos de aguas residuales y escasa flora terrestres **(Grey., 2007)**.

Cuenta con la presencia de cuatro puntos de descarga de agua residual a lo largo del área de influencia de este estudio sin ningún tipo de control, que vierten aproximadamente 50,000 m³ de agua diaria al mar sin ningún control **(Grey., 2007)**.

3.2 DESCRIPCIÓN DE MECANISMO DE CARGA Y DESCARGA EN MANZANILLO

Se describirá los mecanismos de carga y descarga con los que cuenta Manzanillo International Terminal (MIT) ya que es el Terminal portuario que se encuentra más cerca del área de estudio

Las operaciones a realizar en una terminal de contenedores de Manzanillo International terminal son: la carga y descarga, la estiba y desestiba del buque, el transporte interno desde o hasta la zona de almacenamiento, el almacenamiento de los contenedores y los trámites administrativos y aduaneros y la entrega y recepción. Estas operaciones se realizan en cada uno de los diferentes subsistemas de la terminal.

a). Subsistema muelle: físicamente representa los puestos de atraque con que cuenta la terminal (también llamado frente de atraque). Tiene asociado además, una cierta capacidad de transferencia dada inicialmente por la grúas de muelle (grúas porticas) allí instaladas.

Manzanillo Internacional Terminal (MIT) cuenta con:

- ◆ Dos (2) grúas Panamax (13 contenedores sobre cubierta)
- ◆ Seis (6) grúas post-Panamax (17 contenedores sobre cubierta)
- ◆ Tres (3) grúas super post-Panamax (18 contenedores sobre cubierta)
- ◆ Tres (3) grúas super post-Panamax (22 contenedores sobre cubierta)

b). Subsistema de transporte interno: representa la transferencia de contenedores entre el muelle y la zona de almacenamiento. Es el que asegura el transporte horizontal entre los subsistemas.

Manzanillo Internacional Terminal (MIT) cuenta con:

- ◆ Grúas de patio (RTGs): doce (12) RTGs marca Kone (Estiba 6 + 1 de alto y 6 contenedores de ancho), 12 RTGs marca ZPMC (Estiba 6 + 1 de alto; 6 contenedores de ancho).
- ◆ Top-picks :Veinte (20) marca Taylor 955, Estiba 5 de alto
- ◆ Side-picks: 18 marca Taylor SP-157/8 (Estiba 8 de alto), 4 marca Taylor SP-155 (Estiba 5 de alto).
- ◆ Tractores: 86 marca Ottawa y Capacity
- ◆ Remolques :94
- ◆ Montacargas: 33 (3 a 30 toneladas de capacidad)

c). Subsistema de almacenamiento: físicamente representa la zonas de acopio destinadas a los contenedores de importación, exportación y vacíos.

d). Subsistema de entrega y recepción: este sistema representa la interfaz existente entre las zonas de almacenamiento y los vehículos de transporte terrestre que dejan o sacan contenedores de la terminal

3.3 CONTAMINANTES DE EXISTENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Entre los diferentes contaminantes existentes en el área se encuentra los líquidos domésticos que se derivan de los hogares, basura proveniente de las diferentes escorrentías y del factor humano, aceites y grasas que se dan como resultado del movimiento constante de naves en el área, nutrientes que se originan de las descargas, la movilización de sedimento producto de las diferentes actividades de construcción y rellenos, metales pesados que por las diversidad de condiciones se dan como consecuencia del desarrollo de la zona.

3.4 METODOLOGÍA PARA EL MONITOREO DE PARÁMETROS PARA LA CALIDAD DEL AGUA

La toma de muestra de aguas es una operación delicada, que debe llevarse a cabo con el mayor cuidado, dado que condiciona los resultados analíticos y su interpretación.

De una manera general, la muestra debe ser homogénea y representativa y no modificar las características fisicoquímicas o biológicas del agua (gases disueltos, materias en suspensión, etc.).

Para la toma de muestras se realizaron dos (2) giras a la bahía de manzanillo en la cual serán tomadas las muestras en cinco (5) puntos representativos de la bahía (Tabla3.1), estos puntos fueron escogidos tomando como referencia el sistema de boyas del canal de acceso de las terminales.

Al llegar al sitio se toma la referencia de la posición del punto de muestreo utilizando un GPS para obtener los datos en coordenadas UTM

Las muestras serán recolectadas en la superficie del agua en botellas plásticas de medio galón y también se recolectaran muestras en botellas para DBO (Botellas Winkler) a las cuales se les agrego in situ 1 ml de solución de “sulfato manganoso” (Reactivo 1) y 1 ml de solución de “Alcali-yoduro” (Reactivo 2) evitando al máximo el contacto de las muestras con los tubos en los cuales se encuentran los reactivos y serán selladas y almacenadas junto con las botellas plásticas en una nevara con hielo para mantener su temperatura cerca de los 20°C hasta llegar al laboratorio de sanitaria de la UTP en donde serán refrigeradas para posteriormente realizar las pruebas de laboratorio.

En campo utilizando multiparámetros de calidad del agua se procede a medir la conductividad de la misma en cada punto de muestreo

También en campo se medirá transmisibilidad con un disco Secchi atado a una cuerda la cual será dividida en metros y la misma también se utilizara para medir la profundidad de los sitios de muestreo.

Y utilizando un pH metro se procede a medir en campo el nivel de pH de cada uno de los sitios de muestreo de manera directa introduciendo los electrodos en el agua donde se tomaran las muestras.

Tabla 3.1 Estaciones De Muestreo

Estaciones	Ubicación		Justificación de la Selección del Punto
	Geográficas	UTM	
Estación 1	9°21'43.67"N 79°53'27.00"W	1035080.51 N 621796.52 E	Es un sitio con presencia de actividades industriales.
Estación 2	9°21'29.59"N 79°53'21.86"W	1034648.52 N 621954.69 E	Sitio mayormente ocupado por residencias
Estación 3	9°21'26.76"N 79°53'7.47"W	1034562.98 N 622394.87 E	Sitio de actividades comerciales.
Estación 4	9°21'38.96"N 79°53'12.75"W	1034937.21 N 622231.69 E	Sitio mayormente afectado por el tránsito de buques.
Estación 5	9°21'51.54"N 79°53'18.21"W	1035323.10 N 622063.91 E	Sitios de actividades portuarias

Fuente: Grey 2007, Estudio Comparativo de la Calidad de las Aguas Costeras Durante el Periodo Seco y Lluvioso en la Bahía de Manzanillo en la Ciudad de Colón, modificado por Corro, Huertas 2011.

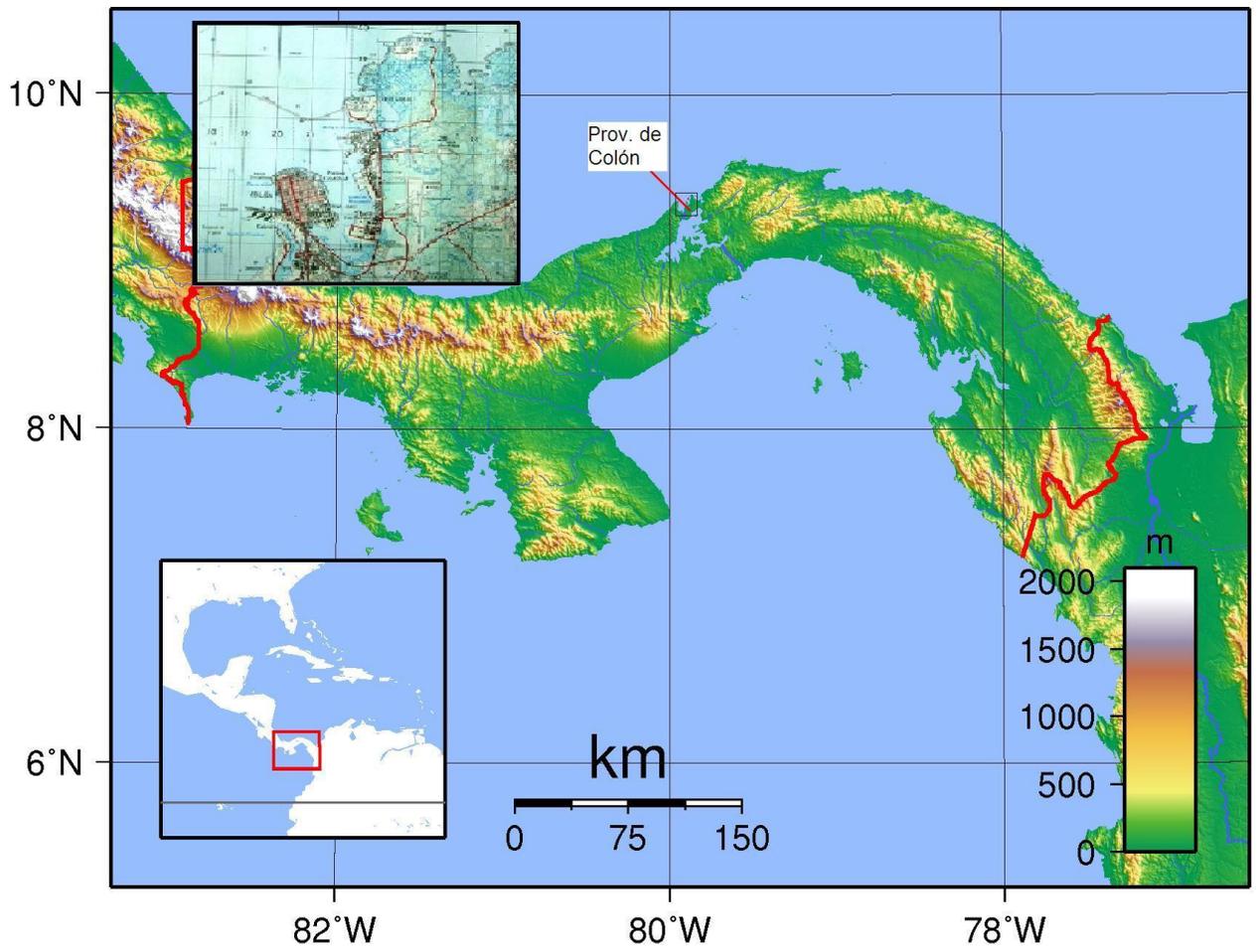


Figura 3.1a Mapa de Panamá ubicación de la Provincia de Colon

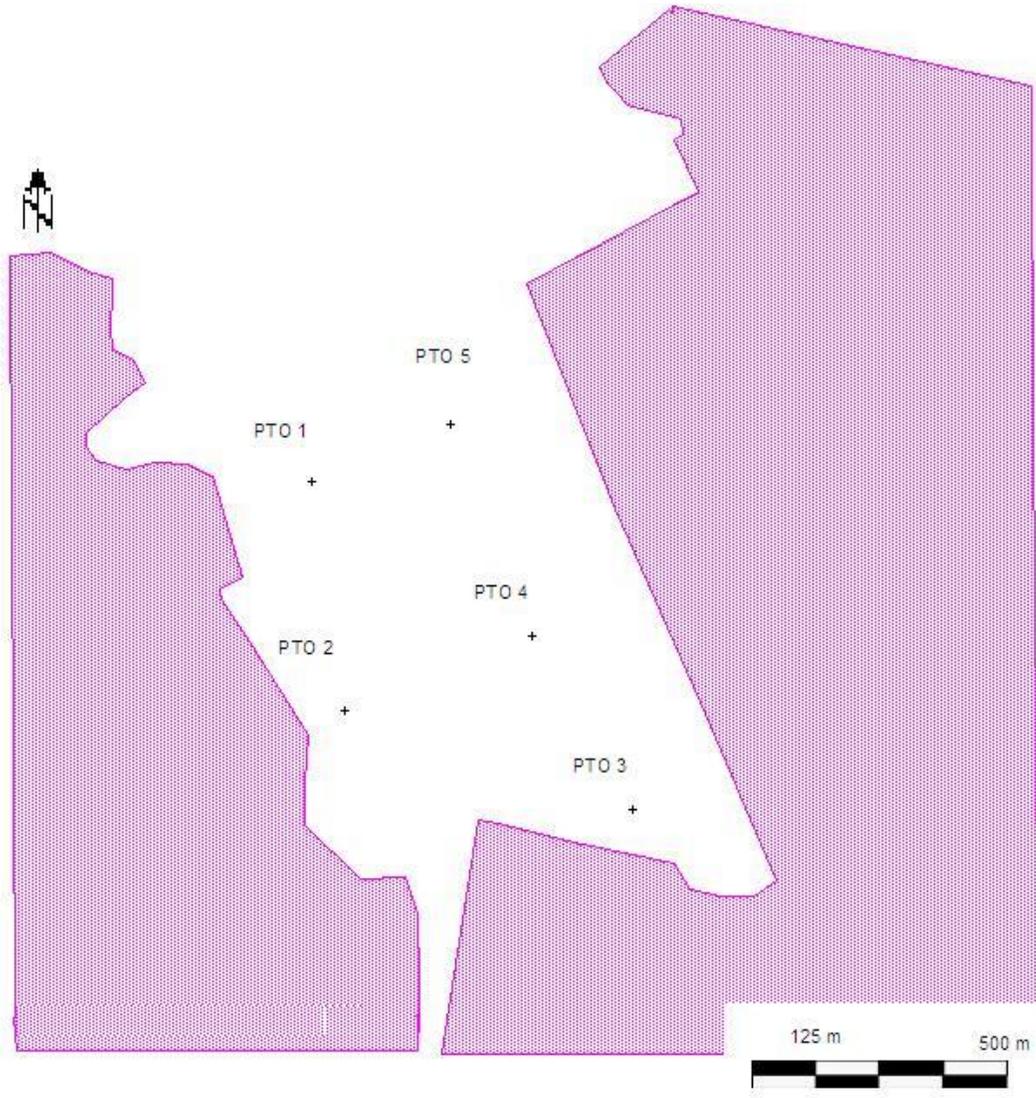


Figura 3.1b Ubicación de los Puntos de muestreo en la Bahía de Manzanillo Colon.

3.4 PROCEDIMIENTOS PARA REALIZAR LAS MEDICIONES

a). Conductividad

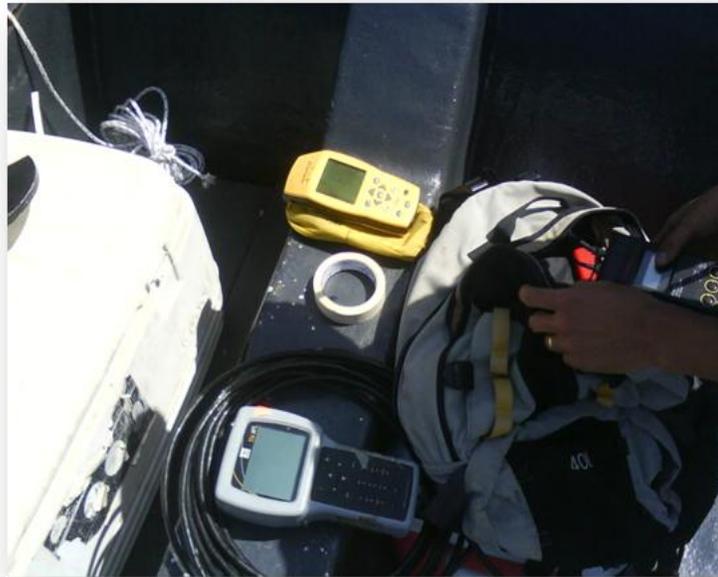


Figura 3.2. Medidor Multiparámetros

La corriente eléctrica resulta del movimiento de las partículas cargadas eléctricamente y como respuesta a las fuerzas que actúan en estas partículas debido a un campo eléctrico aplicado.

En el agua y materiales iónicos o fluidos puede generarse el movimiento de una red de iones cargados. Este proceso genera corriente eléctrica y se denomina conducción iónica.

El agua Pura es un buen conductor. El agua destilada ordinaria en equilibrio con dióxido de carbono en el aire tiene una conductividad aproximadamente de 20

dS/m. Debido a que la corriente se transporta por medio de iones en solución la conductividad aumenta cuando aumenta la concentración de iones.

La conductividad es medida en campo con el multiparámetros de la calidad del agua.

a.1) Procedimiento

- ◆ Mantener los electrodos sumergidos en agua destilada durante todo momento en que no se utilizaban
- ◆ Retirar los electrodos del agua destilada y los secamos.
- ◆ Introducir los electrodos dentro del agua (en el sitio de muestreo) y procedimos a realizar la lectura y anotación
- ◆ Repetir este proceso en cada uno de los 5 puntos.

b). Transmisibilidad



Figura 3.3 Disco Secchi

Para esta prueba se utilizo un disco Secchi que es un instrumento de medición de la penetración luminosa.

Este mide 30 centímetros de diámetro y para mejorar el contraste, está dividido en cuartos que se pintan en blanco y negro alternativamente.

b.1). Procedimiento

- ❖ Atar el disco Secchi a una cuerda previamente graduada.
- ❖ Arrojar el disco Secchi en cada punto de muestreo tres veces.
- ❖ anotar la profundidad que el disco alcanzo hasta que se perdió de vista y obtener el promedio.

c). Potencial de Hidrogeno pH



Figura3.4. pH- metro

El valor de pH se puede medir de manera precisa un potenciómetro, también conocido como pH metro, un instrumento que mide la diferencia de potencial entre dos electrodos: un electrodo de referencia (generalmente de Plata/Cloruro de plata) y uno de vidrio que es sensible al ion hidrogeno.

c.1) Procedimiento

- ◆ Mantener los electrodos sumergidos los electrodos sumergidos en agua destilada cuando no los estábamos utilizando
- ◆ Retirar el agua destilada de los electrodos y a secarlos
- ◆ Colocar los electrodos dentro del agua del sitio donde fue tomada la muestra
- ◆ Proceder a leer y anotar los datos obtenidos del pH-metro en cada punto del muestreo.

Con las muestras recolectadas en las vasijas plásticas se procede a realizar las pruebas de laboratorio.

d). Oxígeno Disuelto OD

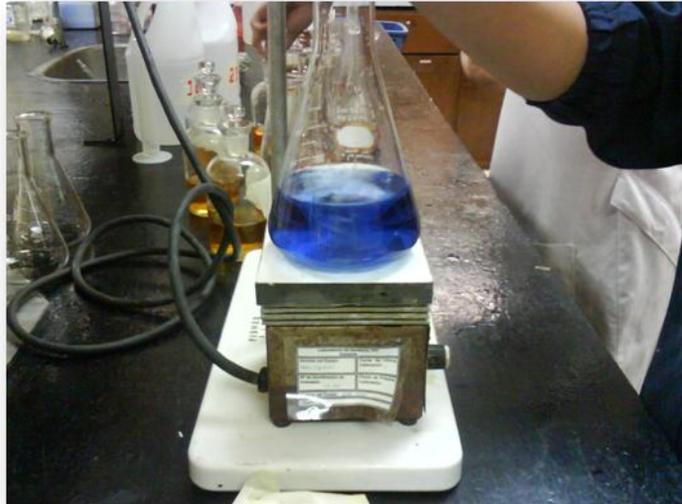


Figura 3.5 Titulación para Medición de OD

El oxígeno disuelto proviene de la mezcla del agua con el aire, ocasionada por el viento y/o, en la mayoría de los casos, principalmente del oxígeno que liberan las plantas acuáticas en sus procesos de fotosíntesis. La solubilidad del oxígeno como la de cualquier otro gas en el agua, depende de la presión atmosférica imperante en cada sitio, de la temperatura media del cuerpo de aguas y de su contenido en sales disueltas. En términos generales, la solubilidad del O₂ en el agua es directamente proporcional a la presión e inversamente proporcional a la temperatura y a la concentración de sales disueltas **(Cárdenas., 2005)**

La dependencia de la temperatura en la solubilidad de un gas puede observarse en hechos cotidianos tales como el de hervir agua en un recipiente, mediante el burbujeo que se desprende conforme va subiendo la temperatura. La dependencia de la presión puede observarse en el simple hecho de destapar una bebida carbonatada por la efervescencia que se produce cuando se equilibra la presión interna de la botella con la presión exterior **(Cárdenas., 2005)**

d.1) Equipo y reactivos

- ◆ Botella Winkler de 300 mL.
- ◆ Nevera con hielo
- ◆ Probeta de 250 ml
- ◆ Sulfato Manganeso
- ◆ Solución de “Alcali-Yoduro”
- ◆ Solución de Acido Clorhídrico
- ◆ Tiosulfato de Sodio
- ◆ Almidón
- ◆ Erlenmeyer De 500ml
- ◆ Agitador Magnético
- ◆ Bureta

d.2) Procedimiento

A la muestra, cuidadosamente tomada en una botella Winkler, se le adiciona 1 ml de solución de “sulfato manganeso” (Reactivo 1) y 1 ml de solución de “Alcali-

yoduro” (Reactivo 2) evitando al máximo el contacto de las muestras con los goteros.

Posteriormente se tapan los frascos cuidadosamente evitando atrapar burbujas de aire en su interior y se agitan las botellas para homogeneizar los reactivos.

Las muestras que contienen oxígeno formarán rápidamente un precipitado de color marrón, tanto más abundante como mayor sea la concentración de oxígeno en la muestra. A su vez, las muestras que no contienen oxígeno formarán un precipitado blanco de hidróxido manganeso, $Mn(OH)_2$. Una vez que el precipitado marrón haya sedimentado, al menos hasta la mitad de la altura de la botella, se adiciona 1 ml de ácido sulfúrico concentrado (Reactivo 3), se tapa nuevamente la botella y se homogeneiza hasta disolución total del precipitado marrón.

La tonalidad amarillo-quemado que se obtiene se debe al yodo que se ha formado, en una cantidad equivalente al oxígeno contenido en la muestra. El paso final consiste en la titulación del yodo con una “solución patrón” de tiosulfato de sodio.

Se toma entonces una alícuota de 100 ml de la botella Winkler y se titula con solución de tiosulfato de sodio, hasta que la coloración amarilla se torne muy tenue. En este punto de la titulación, se adicionan a la mezcla reaccionante unas gotas de solución indicadora de almidón y se continúa titulando hasta la primera desaparición de la coloración azul luego se anota la diferencia de el volumen final menos el inicial y se obtiene el valor de oxígeno disuelto de la muestra.

Estas muestras al tratarse de agua salada serán trabajadas al 100% es decir no serán diluidas.

e). Coliformes Totales (C.T) y Echerichia Coli (E.Coli)



Figura 3.6 Quanti-Tray/2000 de IDEXX

Se utilizara el método Quanti-Tray/2000 de IDEXX están diseñados para producir recuentos bacterianos cuantificados de muestras de 100 mL, al ser utilizadas con productos de reactivos de la Tecnología del Sustrato Definido (Defined Substrate Technology*) de IDEXX.

e.1) Equipos y Reactivos

- ◆ Dispositivos Quanti-Tray/2000 estériles
- ◆ Colilert
- ◆ Sellador

- ◆ Frascos para diluciones de 100 ml con tapas herméticas
- ◆ Lámpara de luz ultravioleta
- ◆ Probeta
- ◆ Encubadora

e.2) Procedimiento

- ◆ Medir 100 ml de la muestra en una probeta y agregarlos en el frasco para dilución
- ◆ Agregar el Colilert a la muestra dentro del frasco.
- ◆ Agitar la muestra hasta que se disuelva el Colilert
- ◆ Sostener en una mano el dispositivo Quanti-Tray en posición vertical, con el lado de las celdas orientado hacia la palma.
- ◆ Apretar la parte superior del dispositivo Quanti-Tray de modo se doble hacia la palma.
- ◆ Abrir el dispositivo Quanti-Tray tirando de la lengüeta metálica del lado que contiene las celdas. Evite tocar el interior de la lengüeta o del dispositivo.
- ◆ Verter la mezcla de reactivo y la muestra directamente dentro del dispositivo Quanti-Tray, evitando tocar la lengüeta. Golpear los pequeños pocillos 2 ó 3 veces para eliminar posibles burbujas de aire. Deja reposar la espuma.
- ◆ Colocar el dispositivo Quanti-Tray lleno de la muestra sobre el portadispositivo de goma del selladora Quanti-Tray, orientando el lado de las celdas de plástico del dispositivo hacia abajo en el molde.

- ◆ Sellar el dispositivo según las instrucciones del selladora.
- ◆ Incubar de acuerdo durante 24 horas.
- ◆ Contar las celdas positivas. Para determinar el número más probable, recurra a la tabla NMP al dorso de la hoja de instrucciones.
- ◆ Colocar el dispositivo Quanti-Tray bajo la luz ultra violeta y contar los pocillos que se iluminan de violeta y buscar en la tabla del dorso de las instrucciones para obtener el numero más Probable NMP

f). Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)



Figura 3.7 Prueba de Laboratorio

La prueba de Demanda Bioquímica (DBO₅) de Oxígeno es una prueba usada para la determinación de los requerimientos de oxígeno para la degradación bioquímica de la materia orgánica en las aguas residuales; su aplicación permite

calcular los efectos de las descargas de los afluentes domésticos e industriales sobre calidad de las aguas de los cuerpos receptores.

La prueba de DBO_5 es un procedimiento experimental, tipo bioensayo, que mide el oxígeno requerido por los organismos en sus procesos metabólicos al consumir la materia orgánica presente en las aguas residuales o naturales. Las condiciones estándar de ensayo incluyen la incubación en la oscuridad a $20^{\circ}C$ por un tiempo determinado, generalmente 5 días.

Las muestras de agua se incuban por cinco días a $20^{\circ}C$ en la oscuridad. La disminución de la concentración de oxígeno disuelto (OD), medida durante el periodo de incubación, produce una medida de la DBO_5

f.1) Equipo y reactivos

- ◆ Botella Winkler de 300 mL
- ◆ Nevera con hielo
- ◆ Probeta de 250 ml
- ◆ Sulfato Manganoso
- ◆ Solución de "Alcali-Yoduro-Azida
- ◆ Solución de Ácido Clorhídrico
- ◆ Tiosulfato de Sodio
- ◆ Almidón
- ◆ Erlenmeyer De 500ml
- ◆ Agitador Magnético
- ◆ Bureta

- ◆ Refrigerador para mantener la temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$

f.2).Procedimiento

- ◆ Al ser agua de mar la solución se trabaja al 100% es decir no se diluye
- ◆ Tomar dos (2) botellas de DBO por cada muestra
- ◆ Llenar cada botella de DBO con las muestras
- ◆ Agregar a cada botella 1 ml de Sulfato Manganeso y 1 ml de Solución de “Alcali-Yoduro”.
- ◆ Mezclar y guardar 1 botella de cada par en la refrigeradora
- ◆ A las botellas restantes agregar 1ml de ácido sulfúrico concentrado y agitar
- ◆ Se procede a determinar el oxígeno disuelto de las botellas que no se refrigeraron
- ◆ Después de 5 días se procede a calcular el oxígeno disuelto de las botellas que fueron refrigeradas
- ◆ Restar la diferencia de los oxígenos disueltos y se calcula el DBO_5

g). Sólidos Totales (S.T)

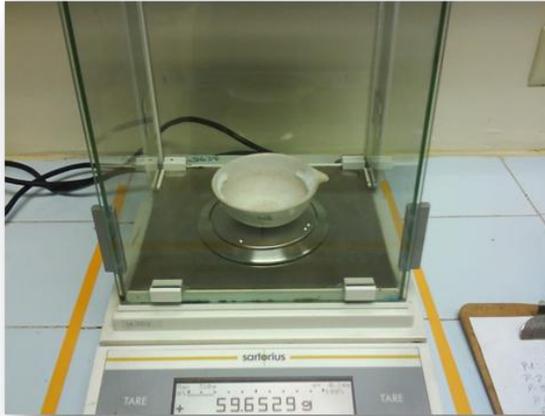


Figura 3.8 Cápsula y Balanza

La definición generalizada de sólidos es la que se refiere a toda materia sólida que permanezca como residuo después de una evaporación y secado de muestra de volumen determinado a una temperatura de 103°C a 105° C.

g.1) Equipos y materiales

- ◆ Probeta de 500ml
- ◆ Cápsula de Porcelana
- ◆ Horno para operar de 103 a 105°C
- ◆ horno a 550 \pm 50 °C
- ◆ Desecador
- ◆ Balanza analítica
- ◆ Pinzas

g.2) Procedimiento

- ❖ Colocar la cápsula limpia en un horno a 550 ± 50 °C por una hora
- ❖ Enfriar la cápsula en un desecador
- ❖ Colocar, con la ayuda de pinzas, las capsulas en la balanza analítica y se anotaron los pesos de la mismas
- ❖ Transferir 50 ml de las muestras a cada una de las cápsulas pre-pesadas
- ❖ Colocar en el horno para que se evapore el líquido a una temperatura aproximada de 80 a 100 °C y quedaron las partículas de los sólidos
- ❖ Proceder a calcular la cantidad de sólidos totales de cada muestra con la fórmula

$$w. \text{ muestra} = w_{cf} - w_{ci} \quad \text{Ecuación 3.1}$$

Donde:

w. muestra: peso de la muestra

w_{cf} : peso final de la cápsula

w_{ci} : peso inicial de la cápsula

$$S.T = \frac{w.muestra \times 1000000}{V.muestra} \quad \text{Ecuación 3.2}$$

Donde:

S.T: sólidos totales

w. muestra: peso de la muestra

V. muestra: volumen de la muestra

h). Sólidos Sedimentables S.S



Figura 3.9. Cono de Imhoff

Cuanto mayor es la turbulencia en el agua mayor es su contenido de sólidos sedimentables y también el tamaño y la densidad de las partículas que son arrastradas por el agua.

El método estándar para medir los sólidos Sedimentables en el laboratorio consiste en la decantación de la muestra en el cono de Imhoff. El cono de Imhoff es un recipiente cónico de vidrio o plástico rígido, en donde se coloca un litro de la muestra y se deja en reposo durante dos horas. Transcurrido este tiempo, se lee directamente en la gradación del cono los mililitros de sólidos Sedimentables por litro de muestra.

i). Turbiedad

La Turbidez se mide en NTU Unidades Nefelométricas de Turbidez o su equivalente FAU Unidades de atenuaciones de Formazín. Una medición de la turbidez puede ser usada para proporcionar una estimación de la concentración de TSS (sólidos totales en suspensión).

i.1) Equipos y reactivo

- ◆ Espectrofotómetro
- ◆ Cubeta para espectrofotómetro de 25 ml
- ◆ Agua Destilada
- ◆ Papel Toalla

i.2) Procedimiento

- ◆ Seleccionar el programa de turbiedad en el equipo introduciendo el código para esta función(750) y oprimimos enter
- ◆ Asegurarse que el dial este en 860nm

- ◆ Llenar 1 cubeta con el agua destilada y la limpiar y colocar dentro del espectrofotómetro para calibrarlo.
- ◆ Llenar el otro embase con el agua de la muestra y oprimir READ en la maquina, leer y anotar el resultado.
- ◆ Repetir las operaciones con las otras muestras

3.5 RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS DE MUESTREO

Los resultados que se describen a continuación son producto de mediciones puntuales en tiempo y espacio, realizadas en campo y del análisis de las muestras en el laboratorio. Los análisis de Coliformes, la demanda biológica de oxígeno (DBO5), el oxígeno disuelto (OD), sólidos Totales (S.T), Sólidos sedimentables (S.S) y Turbiedad fueron realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad Tecnológica de Panamá, mientras que el resto de los parámetros fueron medidos en campo (Tabla.3.2 y 3.3).

Tabla 3.2 Resultados del muestro realizado en el mes de Enero

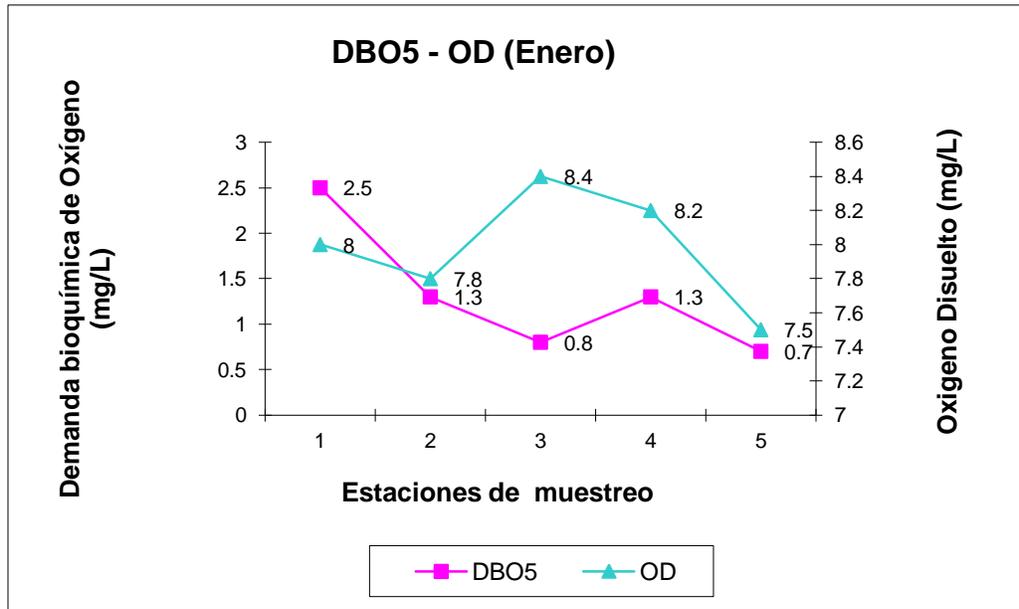
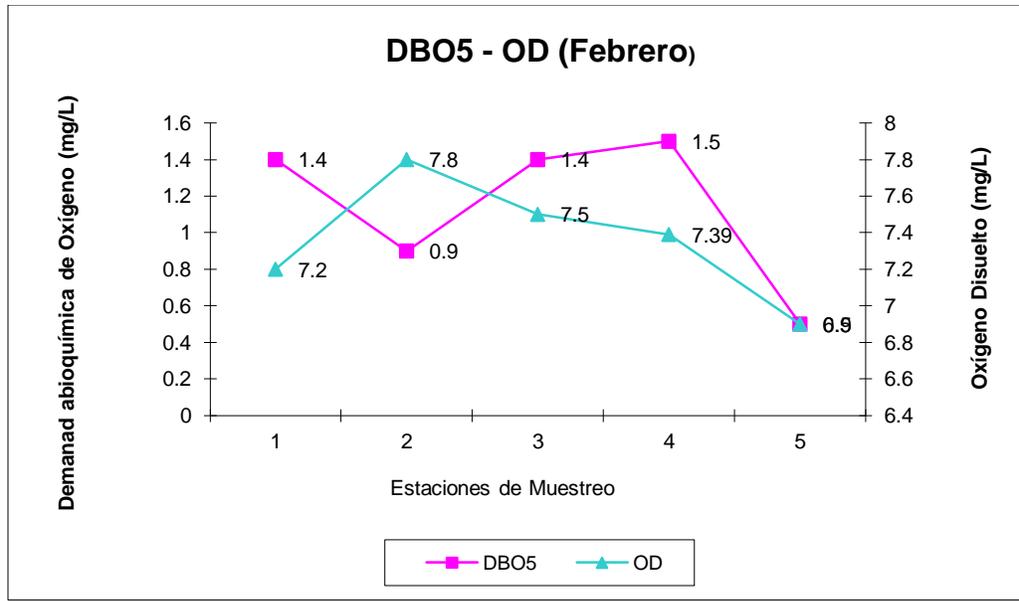
Prueba	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
Ph	7.75	7.52	7.60	7.72	7.66
Turbiedad	5.0	2.0	4.0	3.0	5.0
Profundidad(m)	9.0	9.5	10.7	6.3	12.5
Sólidos Totales(PPM)	33928	30320	34600	31122	32712
Transmisibilidad	2.4	1.90	2.00	1.85	2.00
Coliformes Totales NPM	435.2	547.5	579.5	613.1	378.4
E. Coli NPM	25.6	56.3	43.1	95.8	70.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	2.5	1.3	0.8	1.3	0.7
Oxígeno Disuelto	8	7.8	8.4	8.2	7.5
Conductividad	46.64	45.61	45.42	46.31	47.20
Sólidos sedimentables	0	0	0	0	0

Tabla 3.3. Resultados del muestreo realizado en el mes de Febrero

Prueba	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
Ph	7.48	7.72	7.74	7.67	7.61
Turbiedad	3.0	2.0	3.0	3.0	2.0
Profundidad	9.0	9.5	10.7	6.3	12.5
Transmisibilidad	2.34	2.31	2.42	2.22	3.10
Coliformes Totales	1986.3	1732.9	980.4	1986.3	1203.3
Echerichia Coli	1732.9	870.4	980.4	290.9	488.4
Demanda Bioquímica de Oxígeno(DBO ₅)	1.4	0.9	1.4	1.5	0.5
Oxígeno Disuelto	7.2	7.8	7.5	7.39	6.9
Sólidos Sedimentables	0	0	0	0	0

3.6 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

A continuación analizaremos los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y físicos de la Bahía de Manzanillo, Colón obtenidos en esta investigación.



Grafica 3.1. Relación Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) – Oxígeno Disuelto (OD).

En el muestreo realizado en el mes de enero los valores de oxígeno disuelto (OD) oscilan entre 7.5 y 8.4 mg/L, presentando el valor más alto en el punto tres (3) y el más bajo en el punto cinco (5). Los valores de demanda bioquímica

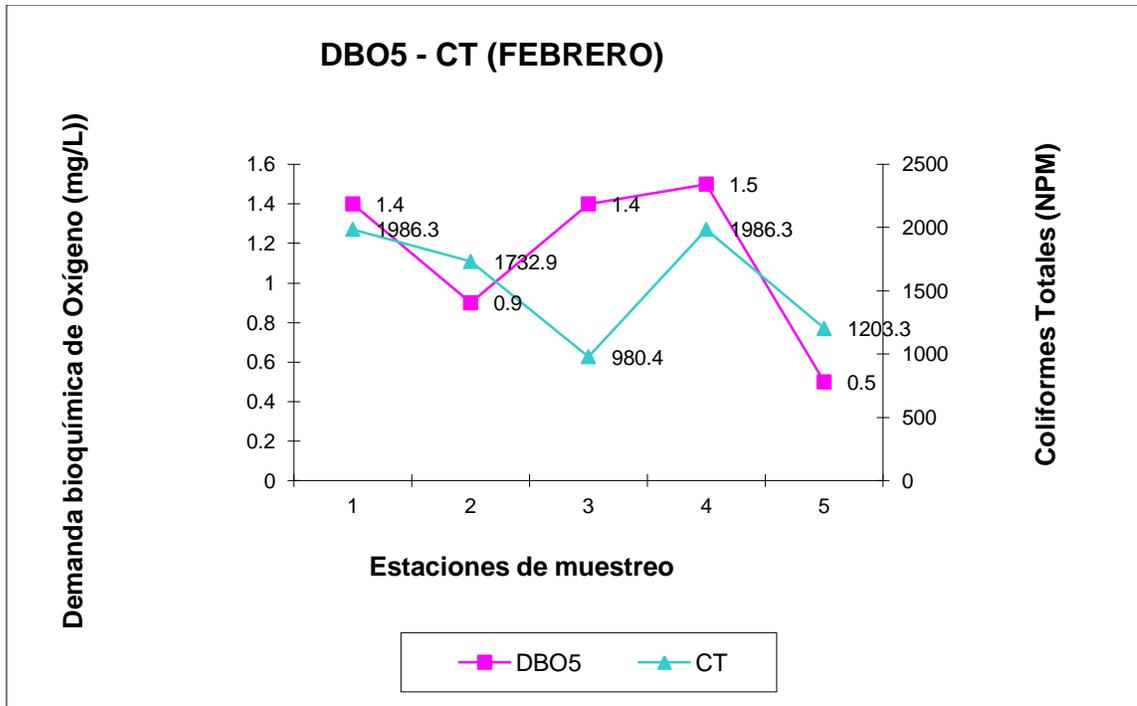
de oxígeno (DBO_5) oscilan entre 0.7 y 2.5 mg/L, presentando el valor más alto en el punto uno (1) y el valor más bajo en el punto cinco (5).

En el muestreo realizado en el mes de febrero podemos observar que los valores de oxígeno disuelto (OD) oscilan entre 6.9 y 7.8 mg/L, presentando el valor más elevado en el punto (2) y el más bajo en el punto cinco (5).

Los valores de demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) oscilan entre 0.5 y 1.4mg/L, presentando el valor más alto en el punto uno (1) y punto tres (3), mientras que el valor más bajo en el punto cinco (5).

En ambos muestreos en el punto cinco (5) se presentan los valores mínimos de demanda bioquímica de oxígeno así como también de oxígeno disuelto, mientras que el punto uno y tres los valores máximos de estos, es confuso, puesto que ellos son inversamente proporcionales, pero al ver la gráfica podemos observar que los valores DBO_5 son inferiores a los de oxígeno disuelto indicando que la concentración de microorganismo es pequeña.

Podemos concluir que la demanda bioquímica de oxígeno DBO_5 afecta directamente la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. A mayor DBO_5 , el oxígeno se agota más rápido, habiendo así menos oxígeno disponible para formas más complejas de vida acuática. Las consecuencias de una alta concentración de DBO_5 son las mismas que para bajo oxígeno disuelto: los organismos acuáticos se estresarán, sofocarán y morirán.



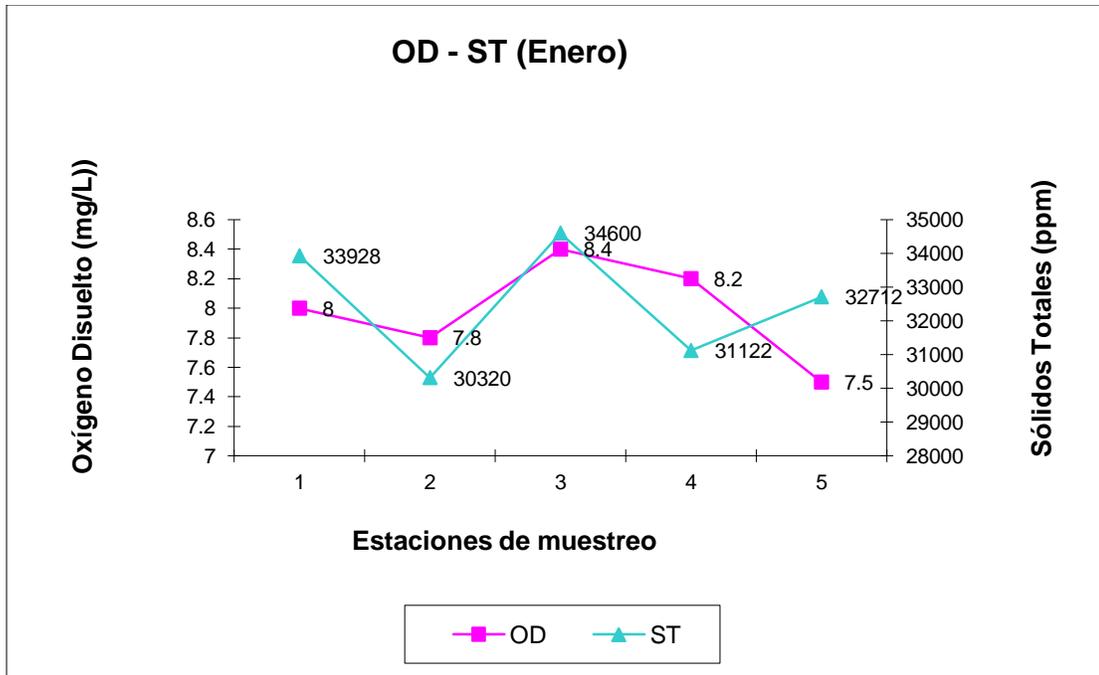
Grafica 3.2. Relación Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) – Coliformes Totales (CT).

En el muestreo realizado en el mes de enero los valores de demanda bioquímica (DBO5) oscilan entre 0.7 y 2.5 mg/L, presentando el valor más alto en el punto uno (1) y el más bajo en el punto cinco (5). Los valores de coliformes totales oscilan entre 378.4 y 579.5 NPM presentando el valor más alto en el punto uno (1) y el valor más bajo en el punto cinco (5).

En el muestreo realizado en el mes de febrero podemos observar que los valores de demanda bioquímica (DBO5) oscilan entre 0.5 y 1.4 mg/L, presentando el valor más elevado en el punto uno (1) y el más bajo en el punto cinco (5). Los valores de coliformes totales oscilan entre 980.4 y 1986.3

NMP, presentando el valor más alto en el punto uno (1) y punto cuatro (4), mientras que el valor más bajo en el punto tres (3).

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) es proporcional a las coliformes totales, es decir, entre mayor cantidad de coliformes totales mayor será la demanda de oxígeno. Al observar la grafica nos damos cuenta que esto no se cumple en ninguno de los dos muestreos, ya que al disminuye la demanda de oxigeno tiende a aumentar las coliformes totales. Este comportamiento se puede deber a que hay mayor cantidad de bacterias ambientales que fecales, estas últimas demanda gran cantidad de oxigeno, mientras que las primeras se encargan de consumir materia orgánica demandando dióxido de carbono (bacterias heterotróficas).



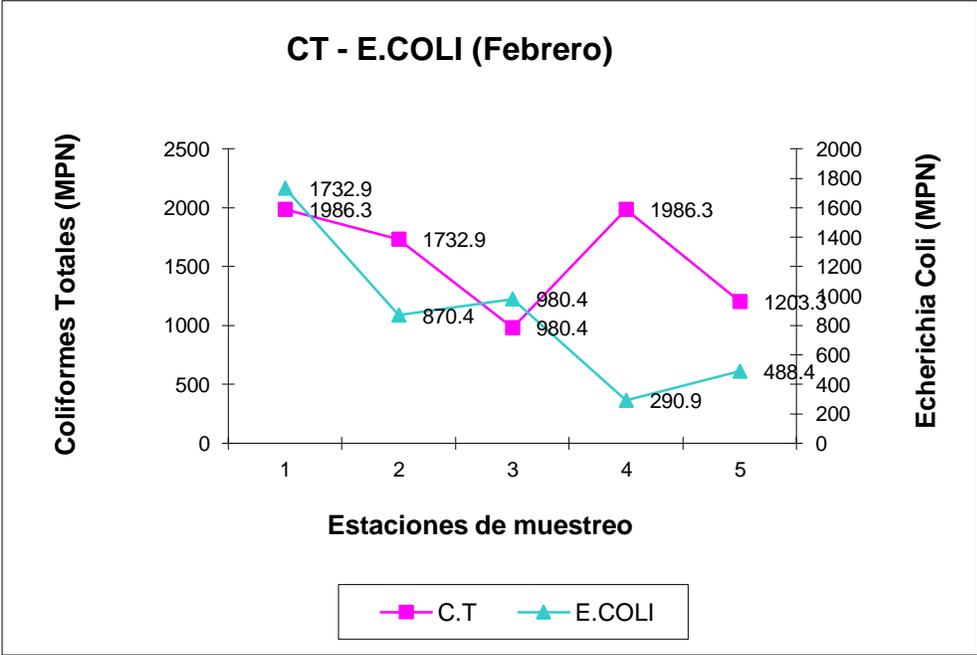
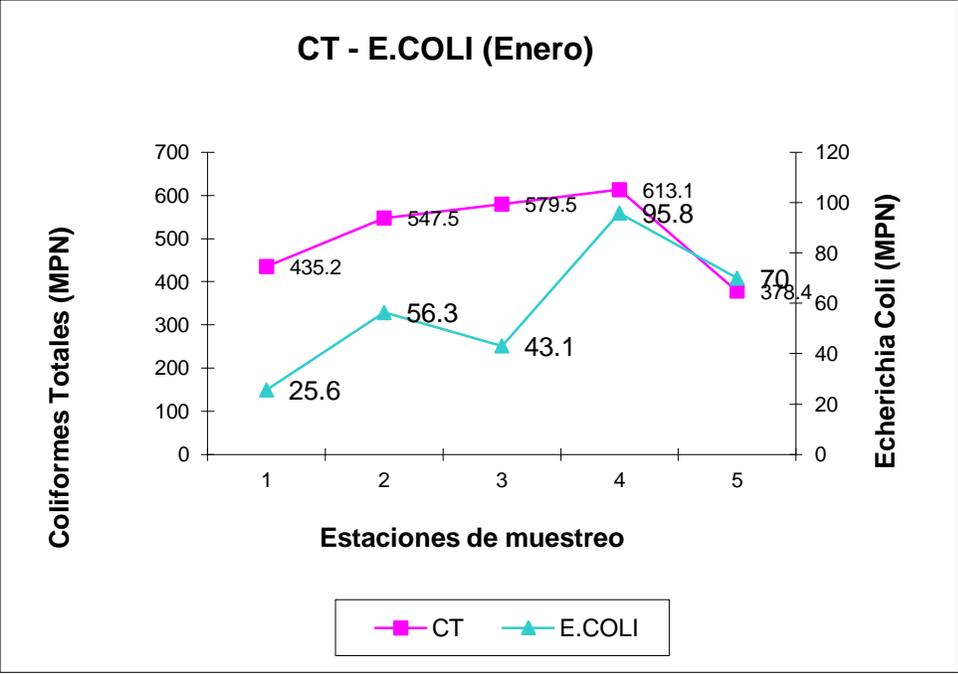
Grafica 3.3.Relación Oxígeno Disuelto (OD) – Sólidos Totales (ST).

En el muestreo realizado en el mes de enero los valores de oxígeno disuelto (OD) oscilan entre 7.5 y 8.4 mg/L, presentando el valor más alto en el punto tres (3) y el más bajo en el punto cinco (5). Los valores de sólidos totales oscilan entre 30320 y 34600 ppm, presentando el valor más alto en el punto tres (3) y el valor más bajo en el punto dos (2).

El punto tres (3) se encuentra cerca de la desembocadura del río Folk trayendo consigo sedimentos, material fecal procedente de la erosión de su cauce lo que nos indica el valor más alto de sólidos totales como lo muestra la gráfica.

Los valores de oxígeno disueltos (OD) son bajos en comparación con las concentraciones de sólidos totales puesto que ambos son inversamente proporcionales.

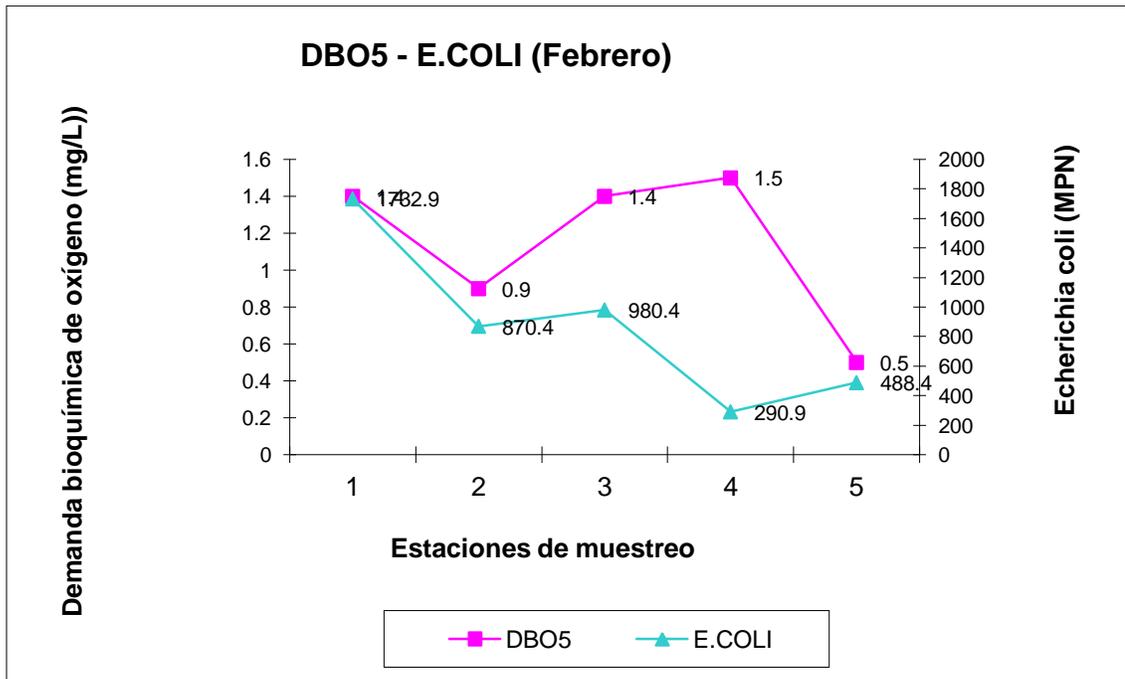
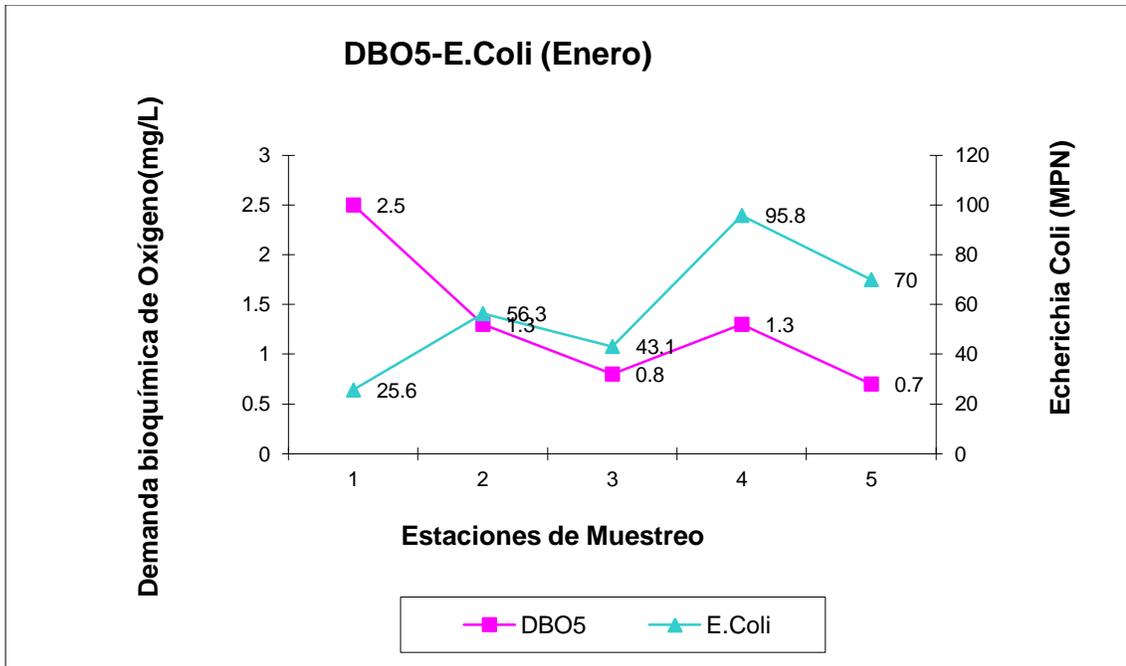
La gráfica nos muestra una gran concentración de sólidos totales provocando a su vez una disminución del oxígeno disuelto (OD), esto se debe a que una mayor cantidad de sólidos totales le proporciona al cuerpo de agua una mayor turbidez, impidiendo así el paso de la luz y disminuyendo la tasa fotosintética, lo que se ve reflejado directamente sobre la cantidad de oxígeno disuelto (OD) **(Villarreal, 2009).**



Grafica 3.4. Relación Coliformes Totales (CT) – Echerichia Coli (E.Coli).

Los valores Coliformes totales oscilan entre 378.4 y 1986.3 NMP siendo el mayor valor en el mes de febrero en la estación 1 y el menor en la estación 1 del mes de enero mientras que los valores E. Coli oscilaron entre 25.6 y 1732 encontrándose el mayor en el mes de febrero en la estación 1 y el menor en el mes de enero en la estación 1.

La relación entre los Coliformes Totales y E. Coli es directamente proporcional es decir que cuando aumenta uno aumenta la otra, los valores máximos de ambos parámetros se dieron en el mes de febrero cuando se dio un mayor aumento en la llegada de la embarcaciones y una disminución en las lluvias.

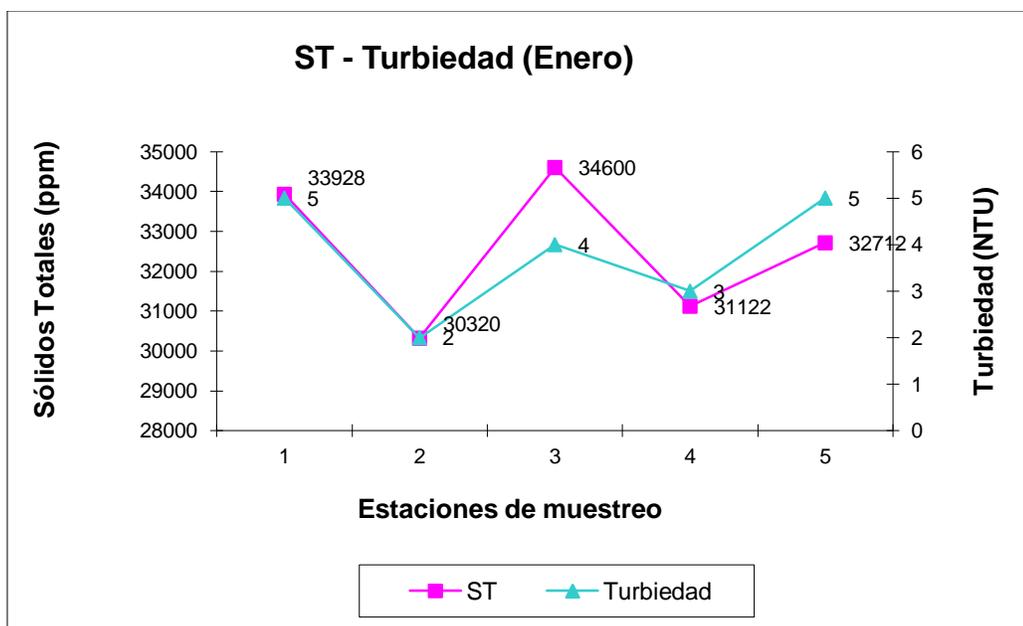


Grafica 3.5.Relación Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) – Echerichia Coli (E.Coli).

Los valores de DBO_5 oscilaron entre 0.5 y 2.5 encontrándose el máximo en la estación 1 en el mes de enero de 2.5 y el mínimo en la estación 5 del mes de febrero siendo 0.5 y mientras que los valores de E. Coli oscilaron entre 25.6 NMP y 1732.9 NMP encontrándose el máximo en la estación 1 del mes de febrero de 1732.9 NMP y el mínimo en la estación 1 del mes de Enero de 25.6 NMP

El valor máximo de DBO_5 se dio en la estación 1 del mes de enero mientras que el valor mínimo de E. Coli se dio en este mismo punto en la misma época, esto parece contradecirse ya que a una mayor DBO_5 deben existir una mayor cantidad de microorganismos, ya que la E. Coli es solo una parte de los microorganismos fecales se puede dar este resultado y se da debido a que este punto se encuentra alejado de la desembocadura del Folk River que es el río que lleva una mayor cantidad de microorganismos de E. Coli producido por la población y los animales, este punto presenta una mayor actividad de las embarcaciones de placer que arrastran microorganismos de otro tipo formando parte de los Coliformes totales los cuales aumenta la demanda de DBO_5 en este punto y también por las fuertes lluvias que azotaron a la provincia de colon al final del mes de diciembre y principio de enero por lo cual se encontraba un mayor aporte de agua a esta bahía.

Encontramos en el punto 1 en el mes de febrero un aumento en la cantidad de los E. Coli debido al cese de las lluvias y a un aumento en la llegada embarcaciones a la bahía y al puerto.



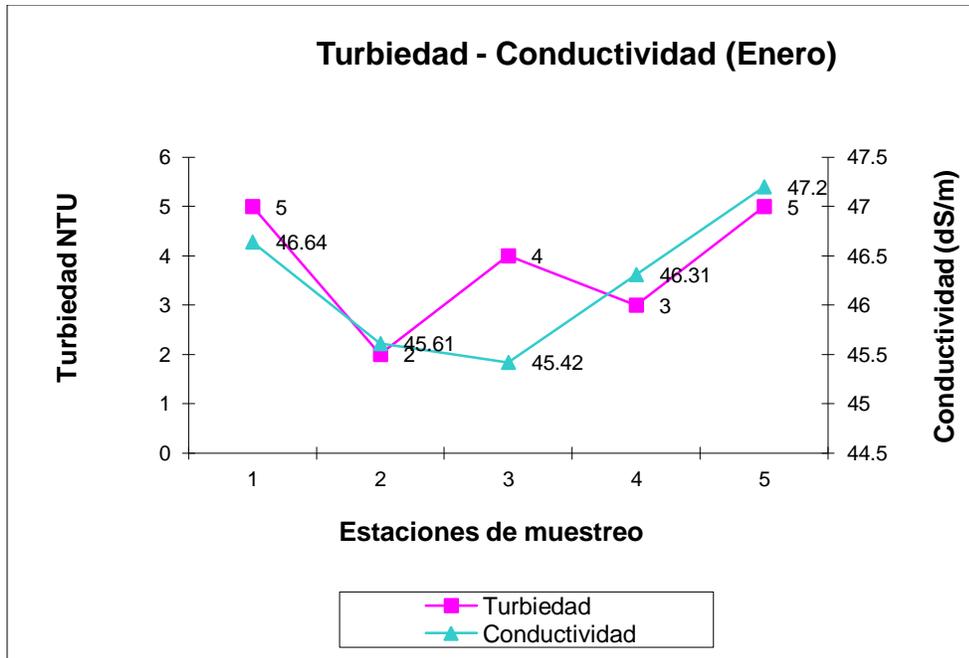
Grafica 3.6.Relación Sólidos Totales (ST) – Turbiedad

En el muestreo realizado en el mes de enero los valores de Sólidos Totales (ST) oscilan entre 30320 y 34600 ppm, presentando el valor más alto en el punto tres (3) y el más bajo en el punto dos (2). Los valores de turbiedad oscilan entre 2 y 5 NTU presentando el valor más alto en el punto uno (1) y punto cinco (5) y el valor más bajo en el punto 2 (dos).

En los puntos donde la turbiedad fue baja (punto 2 y 4) con respecto a los demás puntos de muestreo, puesto que la turbiedad solo mide la cantidad de sólidos suspendidos que se encuentra en el cuerpo de agua, habiendo una mayor cantidad de sólidos disueltos que de sólidos suspendidos en dicho puntos.

Caso contrario se presentó en el punto (1, 3 y 5) donde los valores de turbiedad fueron elevados, presentándose aquí mayores cantidades de sólidos suspendidos que de sólidos disueltos.

La turbiedad solo mide los sólidos suspendidos que se encuentran presente en el cuerpo de agua, y estos a su vez conforman junto con los sólidos disueltos los sólidos totales.



Grafica 3.7.Relación Conductividad – Turbiedad

La turbiedad oscila entre 2 y 5 NTU encontrándose los valores más altos en el punto 1 y punto 5 y el más bajo en el punto 2 siendo 2 NTU mientras que la conductividad oscila entre 45.42 dS/m y 47.2 dS/m encontrándose el valor más alto en el punto 5 y el más bajo en el punto 3. Se puede observar que los valores más altos de conductividad se encuentran en los puntos 1 y 5 donde se encuentra la mayor turbiedad debido a que mayor turbiedad mayor cantidad de sólidos y cloruros en el agua disueltos, estos aumentan la cantidad de iones por los cuales la corriente se transporta, y en la solución la conductividad aumenta cuando aumenta la concentración de iones. (Villarreal, 2009)

Mientras que en el punto 3 encontramos una turbiedad de 4 NTU y la menor conductividad de 45.42 dS/m esto se da debido a naturaleza de los iones los cuales pueden no ser buenos conductores en este punto.

CAPÍTULO IV

COMPARACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN PUERTOS

CAPÍTULO IV: COMPARACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN PUERTOS

4.1 COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA BAHÍA DE MANZANILLO Y PUERTOS INTERNACIONALES.

Tabla 4.1 Resultados Obtenidos de los muestreos realizados por Grey, 2007

Punto	Oxígeno Disuelto (mg/l)		Coliformes Totales (UFC)				E. Coli MPN		pH		Turbiedad NTU	
	Ene-06	Feb-06	Ene-06	Feb-06	Ene-06	Feb-06	Ene-06	Feb-06	Ene-06	Feb-06	Ene-06	Feb-06
1	7.2	6.3	0.9	1.5	3500	3400	2000	2900	7.6	6.9	8	9
2	7.2	6.3	1.5	1.2	3400	2500	2900	2300	6.9	7.8	11	6
3	7.1	7.1	1	1.7	2100	3700	2200	2300	7.9	7.6	11	6
4	8.6	6.7	1.6	2.4	2700	3500	2200	3200	7.8	6.7	9	7
5	8.4	7.4	1.5	1.9	2800	3400	2000	2700	7	7.1	6	7

Fuente: Grey, 2007., Estudio Comparativo de la Calidad de las Aguas Costeras Durante el Periodo Seco y Lluvioso en la Bahía de Manzanillo en la Ciudad de Colón

Tabla 4.2. Resultados Obtenidos de los muestreos realizados en Enero y Febrero 2011

Oxígeno Disuelto		Coliformes Totales									
(mg/l)		DBO5 (mg/l)		(MPN)		E. Coli MPN		pH		Turbiedad NTU	
Ene-11	Feb-11	Ene-11	Feb-11	Ene-11	Feb-11	Ene-11	Feb-11	Ene-11	Feb-11	Ene-11	Feb-11
8	7.2	2.5	1.4	435.2	1986.3	25.6	1732.9	7.75	7.48	5	3
7.8	7.8	1.3	0.9	547.5	1732.9	56.3	870.4	7.52	7.72	2	2
8.4	7.5	0.8	1.4	579.5	980.4	43.1	290.9	7.60	7.74	3	3
8.2	7.39	1.3	1.5	613.1	1986.3	95.8	290.9	7.72	7.67	3	3
7.5	6.9	0.7	0.5	378.4	1203.3	70	488.4	7.66	7.61	5	2

4.2 ANÁLISIS COMPARATIVOS DE LOS PARÁMETROS

a). Oxígeno Disuelto (OD)

En ambos muestreos realizados en los meses de enero y febrero se obtuvieron valores relativamente similares a los de Grey, 2007, teniendo un promedio de 7.23 mg/L en 2007 y 7.67 mg/L en 2011. En el muestro realizado en el 2011 para ambos meses se dio un leve incremento en la concentración de oxígeno disuelto, todos estos valores se encuentran dentro del rango establecidos por el Anteproyecto de normas de calidad de agua Marinas y Costeras que deben ser superior a 4 mg/L.

Los valores observados en puertos internacionales como lo es el Puerto Morelos oscilaron entre 5.34 y 6.82 cumpliendo con los valores establecidos por el Anteproyecto de normas de calidad de agua Marinas y Costeras Mientras que en el Puerto de Guayaquil los valores oscilan entre 5.1 y 5.7 encontrándose todos dentro del Anteproyecto de normas de calidad de agua Marinas y Costeras. Podemos decir que el agua de la Bahía de Manzanillo presenta mejores condiciones de oxígeno disuelto que los puertos internacionales mencionados, pero aun así estos puertos internacionales presentan buenas concentraciones de oxígeno disuelto según el Anteproyecto de normas de Calidad de Agua Marinas y Costeras de Panamá,

b).Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

Los valores de DBO₅ en Grey 2007 se encontraron en un rango de 0.9 mg/l a 2.4 mg/l encontrándose un promedio de 1.5625 mg/l mientras que los valores obtenidos en el 2011 oscilaron entre 0.5 mg/l y 2.5 mg/l teniendo un Promedio de 1.2625 mg/l, se puede observar que algunos valores aumentaron mientras que otros disminuyeron pero en Promedio el valor de DBO₅ para el año 2011 disminuyo indicando una leve mejora de la calidad del agua de la Bahía de Manzanillo. Se puede observar que todos los valores de DBO₅ se encuentran dentro del Anteproyecto de normas de calidad de agua Marinas y Costeras que dice que deben ser menores a 2mg/L, a excepción del punto 4 en febrero de 2007 que tenia un valor de 2.4 estando 0.4 mg/L por encima del anteproyecto y del punto 1 del mes de enero de 2011 estando este 0.5 mg/L por encima del anteproyecto.

Los valores observados en los Puertos internacionales de Guayaquil oscilaron entre 1.58 mg/l y 1.75 mg/l obteniendo un promedio de 1.69 mg/l estando conforme con el Anteproyecto de normas de calidad de agua Marinas y Costeras ya que se encuentra por debajo de 2 mg/l. se puede observar que la demanda bioquímica de oxígeno en este puerto es menor que la demanda Bioquímica de Oxígeno de la de la Bahía de manzanillo en Panamá.

c). Coliformes Totales (C.T)

Los Coliformes totales en Grey 2007 para los dos primeros meses del año 2006 se encontraban en un rango que iba de 2100 UFC a 3700 UFC teniendo un promedio de 3137.5 UFC mientras que en 2011 los valores oscilan entre 378.4 MPN a 1986.3 MPN y con un Promedio de 1110.375 MPN, resultando una disminución de de las Coliformes totales para el periodo del 2011.

Los valores obtenidos en 2006 por Grey se encuentran muy por encima del Anteproyecto de normas de calidad de agua Marinas y Costeras ya que este señala que debe ser menor a 500 MPN, mientras que los obtenidos en 2011 durante el mes de enero solamente los puntos 1 y 5 cumplían con los valores establecidos por las norma los demás valores obtenidos durante los meses de enero y febrero todos se encuentran por encima de esta norma.

Mientras que los valores para Coliformes Totales del puerto internacional de Morelos oscila entre 5000 y 64000 UFC con un promedio de 33142.85 UFC muy por encima de lo encontrado en La Bahía de Manzanillo en ambas investigaciones.

d). Escherichia Coli (E. Coli)

Los valores de E. Coli en Grey, 2007 oscilaron entre 2000 UFC a 3200 UFC teniendo un promedio de 2437.5 UFC, estos valores se encuentran muy cercanos a los valores de Coliformes totales registrados por Grey 2007 lo que indica que la mayoría de los Coliformes Totales era del tipo E. Coli, mientras que los valores de E. Coli en 2011 oscilan entre oscilan entre 25.6 MPN a 1732.9

MPN teniendo un promedio de 453.78 MPN valores que se encuentran muy por debajo Grey 2007, esto indica una desaparición de Coliformes E. Coli y un posible aumento de bacterias ambientales en esta área. En el Anteproyecto de normas de calidad de agua Marinas y Costeras no se establecen valores para este parámetro

e). Potencial de Hidrogeno (pH)

Estos valores en Grey 2007 iban de 6.7 a 7.9 con un promedio de 7.325 esto nos indica que estos valores se encuentran dentro de un tipo basico muy cercanas a neutra (valor de pH 7), en 2011 los valores oscilaron de 7.52 a 7.75 con un promedio de 7.64 siendo todos estos valores de tipo Básico o Alcalino cercanas a un valor neutro. Encontrándose todos estos valores dentro del rango de 6.0 a 9.0 como lo dicta el Anteproyecto de normas de calidad de agua Marinas y Costeras, se puede observar que los valores de pH en ambas investigaciones se encontraban cercanos a 7 es decir a un valor neutro aunque en grey 2007 se encontraron algunos valores de tipo acido en los puntos 2 del mes de enero y los puntos 1 y 4 del mes de febrero.

En los puertos internacionales:

En puerto Morelos los valores oscilaron entre 8.13 y 8.27 con un promedio de 8.24 y en el Puerto de Guayaquil los valores iban de 7.46 a 7.54 con un promedio de 7.48 todos los valores de ambos puertos son de tipo Básico o Alcalino y se encuentran dentro del el Anteproyecto de normas de calidad de

agua Marinas y Costeras, siendo los valores del Puerto de Guayaquil los mas semejantes a los valores encontrados en Manzanillo 2011.

f). Turbiedad

Los valores de turbiedad se puede observar que se encuentran dentro del rango que va de 7 NTU a 11 NTU con un promedio de 7.87 NTU en Grey 2007 siendo un agua poco turbia y que se encuentra dentro del rango del Anteproyecto de normas de calidad de agua Marinas y Costeras que deben ser valores menores a 25 NTU, y los valores de 2011 se encuentran entre 2 NTU y 5 NTU con un promedio de 3.125 NTU encontrándose también dentro del anteproyecto, y teniendo valores de turbiedad inferiores a los encontrados en Grey,2007. Esto indica un mejoramiento en cuanto a la turbiedad en la bahía de manzanillo ya que los valores encontrados en 2011 se encuentran muy por debajo de lo establecido en la norma y de los valores de Grey 2007.

4.3. MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA A NIVEL INTERNACIONAL

Es de gran importancia por no decir indispensable que al momento de realizar un proyecto evaluemos la calidad ambiental del entorno antes y después para poder observar cómo este afectara el medio y las medidas que deben ser tomadas en cuenta para mitigar el impacto causado por el mismo. De esta realidad no escapan los puertos, que al desarrollarse en áreas costeras todas las actividades que en él se desarrollan afectan los ecosistemas marinos.

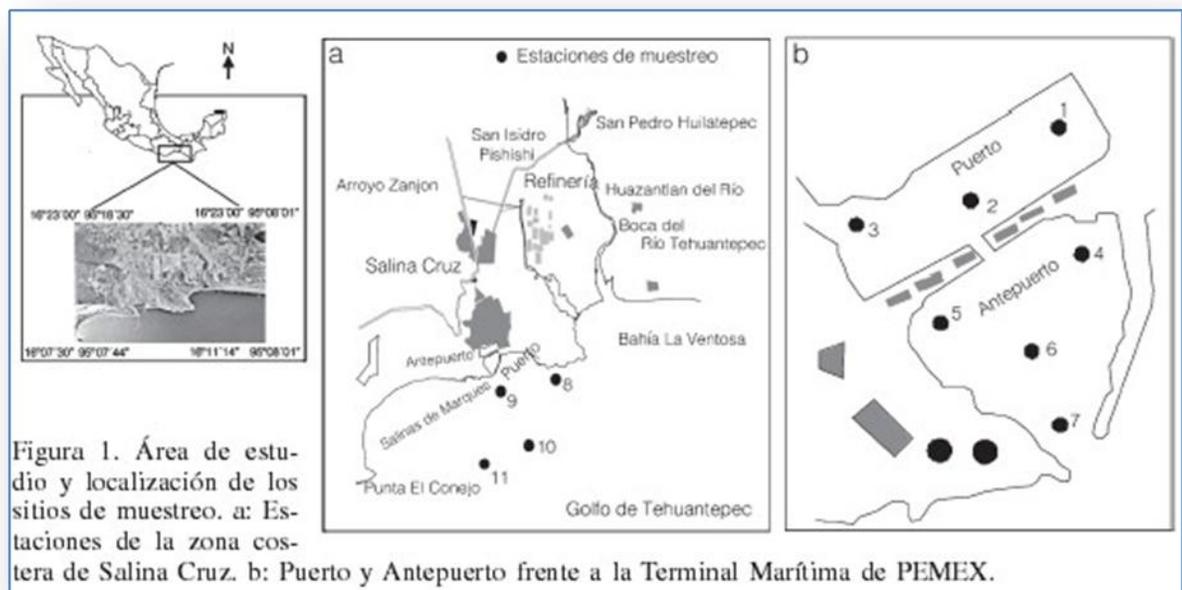
4.3.1 Investigaciones realizadas para determinar la calidad del agua en zonas costeras cercanas a puertos.

a). Evaluación de la contaminación en sedimentos del área portuaria y zona costera de salina cruz, Oaxaca, México

a.1) Área de estudio

- ◆ El área de estudio comprende sitios seleccionados según características particulares tales como el área del puerto y antepuerto, que presentan una gran actividad de maniobras de atraque de buques. En el puerto es donde se llevan a cabo las actividades de dragado; ofrece una salida a los productos petroquímicos y refinados de la refinería Antonio Dovalí Jaime, que cuenta también con infraestructura para almacenar estos productos, capaz de solventar las demandas nacionales y de exportación.
- ◆ El área costera recibe los aportes continentales y cuenta con una actividad pesquera importante; las profundidades en la parte occidental son irregulares y debido a la gran cantidad de sedimentos arrastrados por el río Tehuantepec durante la estación de lluvias, esa parte de la bahía se rellena rápidamente.

Figura 4.1. Puntos de muestreo Salina Cruz González et al.,2006



Fuente: González et al ,2006. Evaluación de la contaminación en sedimentos del área portuaria y zona costera de salina cruz, Oaxaca, México.

a.2). Resultados Físicoquímicos

En las tablas 4.3 y 4.4 se presentan los resultados de algunos de los parámetros monitoreados en el estudio.

Tabla 4.3. Resultados físicoquímicos en el Puerto y Antepuerto

Ph	Salinidad (%)
8.2 – 8.5	30 – 35

Fuente: González et al ,2006. Evaluación de la contaminación en sedimentos del área portuaria y zona costera de salina cruz, oaxaca, méxico

Tabla 4.4. Resultados físicoquímicos en la Zona Costera

Oxígeno Disuelto (mg/l)		Salinidad (%)
Estación seca	Estación lluviosa	34.5 y 35.8
1	6.9	

Fuente: González et al ,2006. Evaluación de la contaminación en sedimentos del área portuaria y zona costera de salina cruz, Oaxaca, México

Por su parte, en el área costera la salinidad fue homogénea, sobre todo hacia el mar abierto y a mayor profundidad.

La concentración mayor de O_2 disuelto en la estación lluviosa que en la seca se puede deberse a que durante las lluvias la temperatura es menor y hay mayor disolución del O_2 .

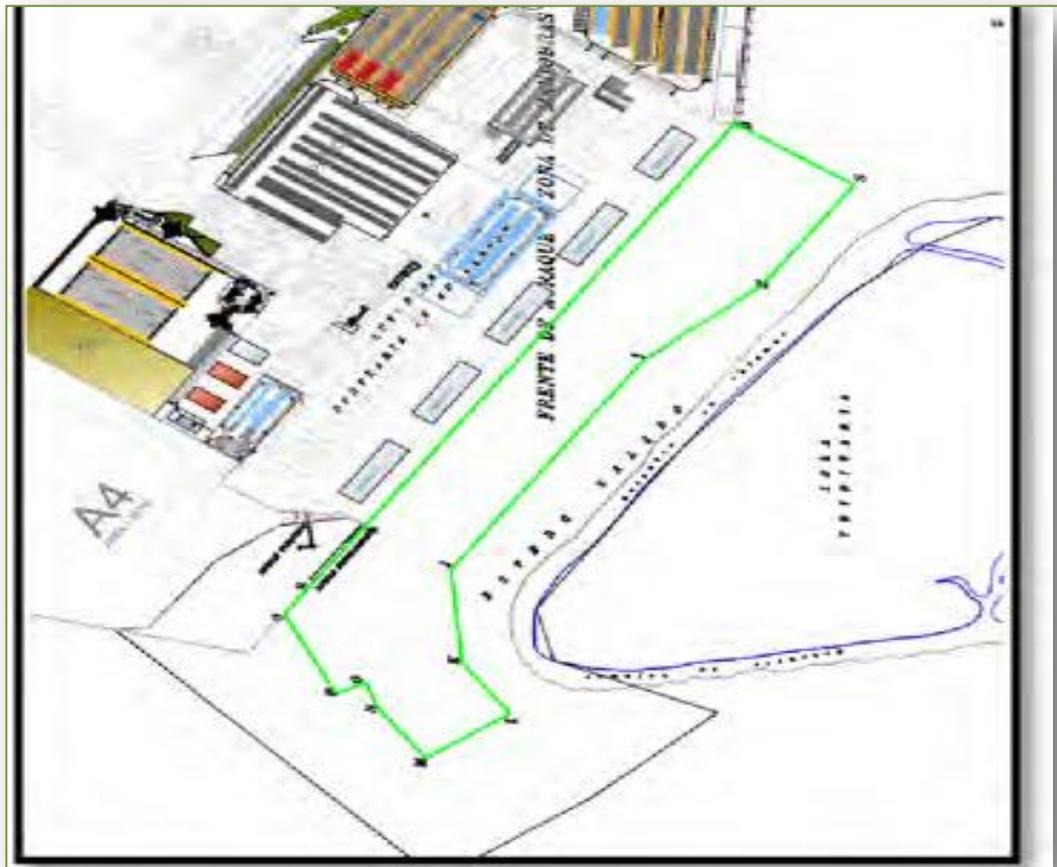
b). Estudio de Impacto Ambiental en el Puerto Marítimo Simón Bolívar, Guayaquil, Ecuador.

Con el objeto de realizar dragados de mantenimiento el Puerto Marítimo Simón Bolívar llevo a cabo un Estudio de Impacto Ambiental para conocer las afectaciones que estos trabajos tendrían sobre la calidad del agua y sus impactos potenciales sobre los ecosistemas acuáticos.

b.1) Área de estudio

Las dársenas de atraque de los muelles 2 al 6 y de remolcadores del Puerto Marítimo de Guayaquil Libertador Simón Bolívar

Figura 4.2 Polígono que forma el área donde se realizarán las actividades de dragado



Fuente: Coloma, 2002. Estudio de Impacto Ambiental en el Puerto Marítimo Simón Bolívar, Guayaquil, Ecuador.

b.2) Resultados Obtenidos

El análisis físico y químico de las aguas se realiza diariamente para determinar la afectación de esta actividad en el medio marino, a continuación la tabla 4.5 y 4.6 muestra los resultados obtenidos en el Estero Salado en junio de 2010.

Tabla 4.5. Resultados físicos y químicos en el Estero Salado en Flujo, junio de 2010.

Parámetro	Calidad del Agua : Flujo					
	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Ph	7.46	7.43	7.54	7.51	7.46	7.50
Salinidad (UPS)	15.70	15.90	20.00	15.50	16.00	15.90
Temperatura (°C)	27.60	27.50	27.60	27.60	27.60	27.50
Oxígeno Disuelto (O.D) mg/L	5.10	5.25	5.70	5.75	5.15	5.50
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg/L	1.74		1.75		1.58	

Fuente: Coloma, 2002. Estudio de Impacto Ambiental en el Puerto Marítimo Simón Bolívar, Guayaquil, Ecuador.

Tabla 4.6 Resultados físicos y químicos en el Estero Salado en reflujo, junio de 2010

Parámetro	Calidad del Agua : Flujo					
	E1	E2	E3	E4	E5	E6
pH	7.47	7.45	7.45	7.46	7.49	7.49
Salinidad (UPS)	14.00	15.00	15.20	15.70	15.90	15.90
Temperatura (°C)	27.90	28.00	27.90	27.80	27.90	28.30
Oxígeno Disuelto (O.D) mg/L	5.10	4.00	4.20	5.60	5.95	5.45
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg/L	2.29		2.39		2.74	

Fuente: Coloma, 2002. Estudio de Impacto Ambiental en el Puerto Marítimo Simón Bolívar, Guayaquil, Ecuador.

b.3) Análisis de los resultados

- ❖ **Potencial de Hidrogeno (pH):** Los valores de pH se encuentran dentro del rango permisible, no observándose influencia de la marea sobre la concentración de este parámetro.
- ❖ **Temperatura:** No se detectó anomalías térmicas en las aguas, ya que los valores están acorde con la zona y la estación del año, por otra parte, debido a la escasa profundidad, (máximo 16m), la temperatura se mostró homogénea entre 27.5°C y 28.3 °C, con un promedio general de 27.7°C, tanto en superficie como en fondo, en flujo y reflujo, valor que está por debajo de la norma establecida en la legislación ambiental ecuatoriana (32 °C).

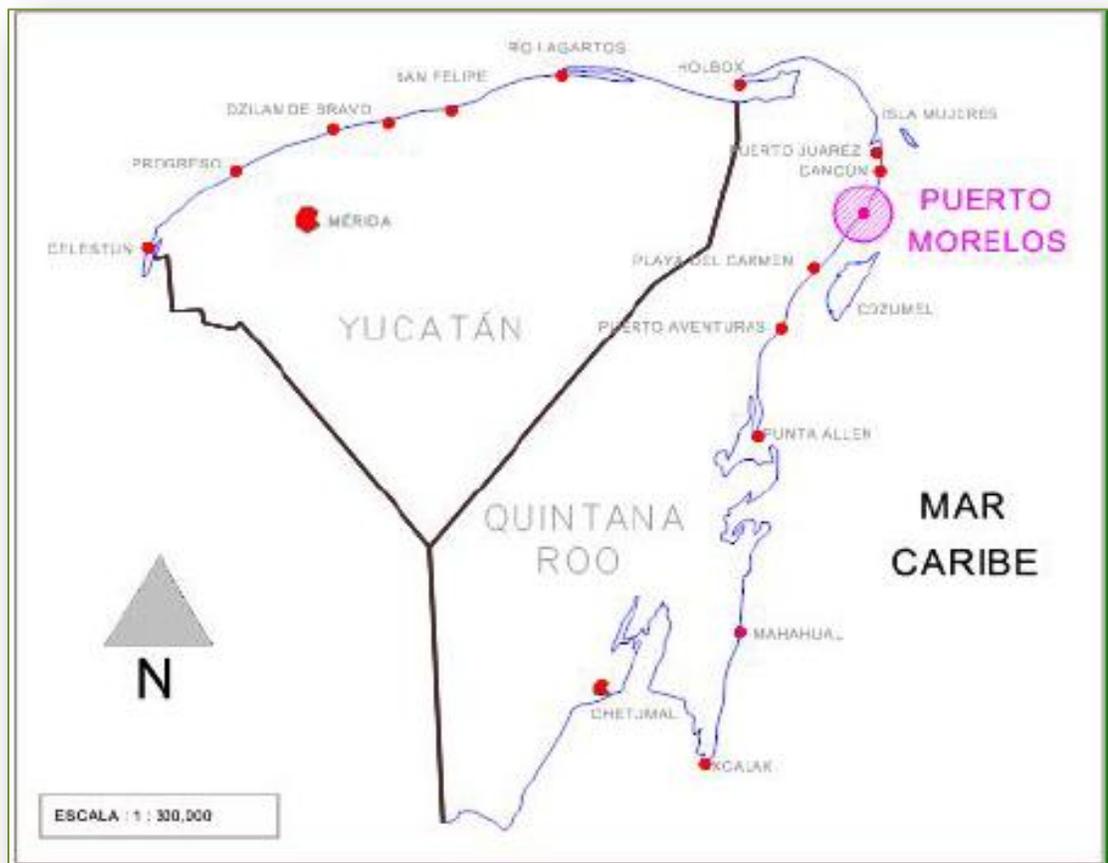
- ◆ **Salinidad:** Las aguas de la zona de estudio se presentan con los rangos de salinidad esperados para un ecosistema estuarino y de acuerdo a la época, observándose variaciones en los valores detectados, tanto para aguas de superficie como de fondo en ambos estados de marea, con aporte de aguas más salinas durante el flujo como un valor máximo de 20 UPS y aguas menos salinas en refluo donde el mínimo de 14 UPS, y un promedio en los dos estados de marea de 15.8 UPS.
- ◆ **Oxígeno Disuelto:** Las aguas de la zona de estudio, tanto de superficie como de fondo, en flujo como en refluo, se presentan con buena oxigenación, ya que en la mayoría de las estaciones la concentración de oxígeno disuelto se encuentra por encima del límite mínimo establecido en la legislación ecuatoriana de 5mg/l, excepto lo encontrado en las estaciones # 2 y # 4, donde los valores de 4 y 4.2 mgO₂/l, en el estado de refluo están levemente por debajo del límite establecido.
- ◆ **Demanda Bioquímica de Oxígeno:** Valores altos de concentración de la demanda bioquímica de oxígeno se observan en aguas de refluo tanto en aguas superficiales como de fondo, provenientes de la zona interior del estero, estaciones E5 y E6 aledaña a la zona poblada contigua al puerto, por otro lado consumos bajos de la D.B.O₅, se observa en flujo en todas las estaciones muestreadas.

c).Puerto Morelos, Quintana Roo, México: Ampliación y Modernización.

Se realizó un Estudio de Impacto Ambiental para conocer las afectaciones ambientales, específicamente al medio marino por los trabajos de ampliación de las infraestructuras marítimas y obras de dragado.

c.1) Área de Estudio:

Figura 4.3 Localización del Puerto Morelos

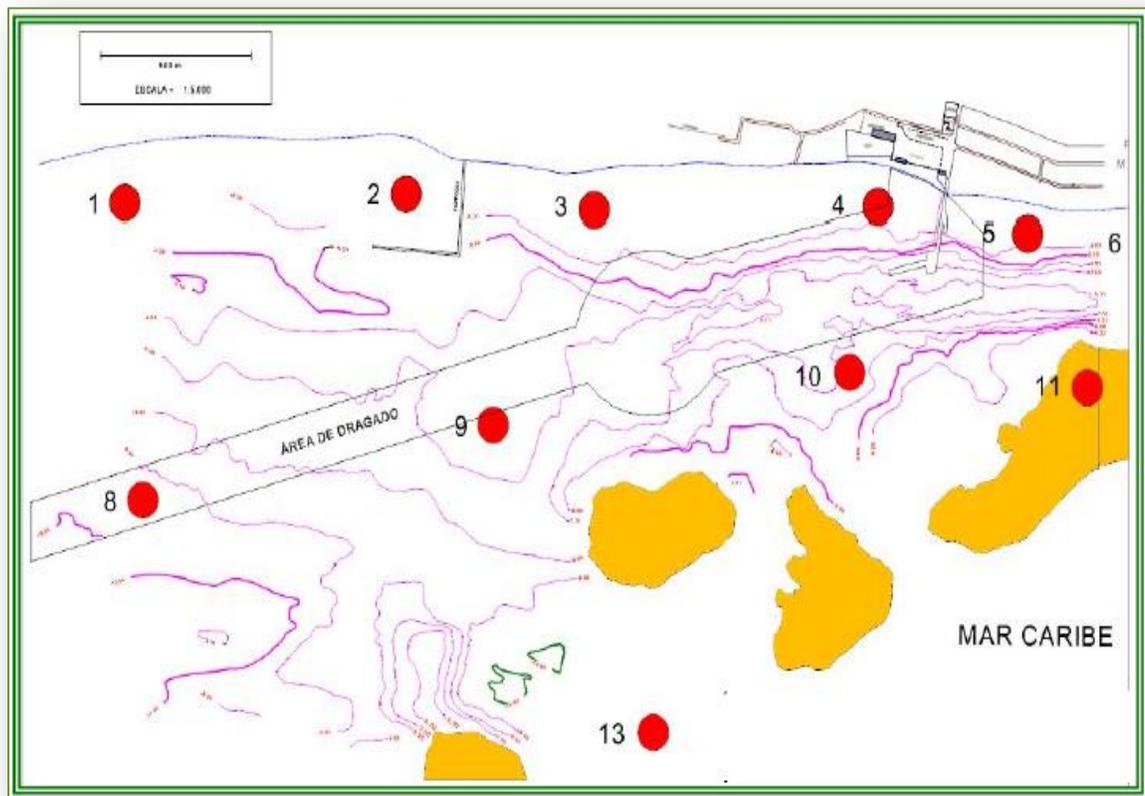


Fuente: **autor y año** Puerto Morelos, Quintana Roo, México: Ampliación y Modernización.

c.2) Resultados Obtenidos

La medición de los parámetros fisicoquímicos fue realizada con ayuda de un sensor múltiple marca YSI. La red de muestreo de temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y conductividad del agua marina, estuvo formada por 14 estaciones distribuidas en el área de interés. La tabla 4.7 muestra los resultados de dicho muestreo.

Figura 4.4 Estaciones de muestreo Puerto Morelos



Fuente: Administración Portuaria Integral de Quintana, Roo (APQROO) ., 2007. Puerto Morelos, Quintana Roo, México: Ampliación y Modernización.

Tabla 4.7 Resultados Fisicoquímicos

Parámetro	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14
Temperatura (°C)	26.9	26.9	26.7	26.7	27.4	27.6	27	27	27.1	27	27.4	27.6	27.3	27.4
Oxígeno Disuelto (mg/l)	6.085	5.55	5.27	5.47	6.24	6.82	6.54	5.37	5.47	5.34	6.7	6.8	5.56	5.60
Salinidad (%)	36.95	37.1	36.9	36	36.9	36.7	36.9	37	37	37	37.1	37.2	37.1	37.2
Conductividad (ms)	56.5	57.8	55.7	56.9	58.2	58.1	57.8	58	58.1	58	58.7	58.8	58.4	58.5

Fuente: Administración Portuaria Integral de Quintana, Roo (APQROO) ., 2007. Puerto Morelos, Quintana Roo, México: Ampliación y Modernización.

c.3) Análisis de Resultados

- ◆ **Temperatura:** Las mediciones obtenidas mostraron poca variación entre estaciones, con un promedio de 27.14 ± 0.29 °C. La mayor temperatura se presentó en las Estaciones 5, 6, 11 y 12, lo cual parece responder a que se trata de zonas someras y poco dinámicas dentro de la laguna arrecifal, donde el calentamiento del agua ocasionado por la luz solar puede ser mayor. La menor temperatura se presentó en las Estaciones 1, 2, 3 y 4, lo cual puede deberse a la presencia de manantiales sumergidos en la zona. Cabe señalar que entre las Estaciones 3 y 4 fue detectado uno de ellos. La baja temperatura registrada en la Estación 7, en relación a las demás estaciones localizadas en el interior de la laguna arrecifal, puede responder a un fenómeno similar.
- ◆ **Oxígeno Disuelto:** Las mediciones reflejaron poca variación entre estaciones, con un promedio de 5.92 ± 0.57 mg/l. Como podría esperarse, el comportamiento de este parámetro fue parecido al mostrado por la temperatura.
- ◆ **Salinidad:** Con un promedio de 36.93 ± 0.28 ‰, la salinidad también mostró poca variación entre estaciones, a excepción de la Estación 4 en la que se registraron 36.00 ‰, lo cual puede deberse a la presencia de manantiales en la zona.
- ◆ **Conductividad:** Este parámetro mostró un comportamiento similar al observado en los datos de salinidad, con un promedio de 57.82 ± 0.84 ms.

Tabla 4.8 Resultados del análisis Físicoquímico y Biológico

Parámetro	Calidad del Agua				
	E1	E2	E3	E4	E5
Ph	7.61	7.69	7.63	7.66	7.78
Salinidad (UPS)	7.61	7.59	7.63	7.66	7.78
Sólidos Suspendidos (mg/L)	114	52	263	77	238
Oxígeno Disuelto (O.D) mg/L	5.36	5.26	2.53	3.08	3.72
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg/L	1	1	1	1	1
Sólidos Totales (mg/L)	24515	24455	25765	22130	23775
Coliformes Totales	70	300	5000	500	210

Fuente: Ramírez et al., 2005. Estudio de Impacto Ambiental del Complejo Portuario Industrial de Buenaventura.

4.3.2 Análisis estadísticos de la calidad de agua a nivel nacional e internacional

A continuación se presenta un análisis estadístico sobre calidad de agua

En los diferentes puertos a nivel nacional e internacional (Tabla 4.9)

Tabla 4.9. Análisis estadísticos de la calidad de agua a nivel nacional e internacional

Parámetro		Grey	Corro, Huertas	Puerto Morelos	Puerto de Guayaquil	Puerto Buena Ventura
Oxígeno Disuelto (mg/L)	Prom.	7.033	7.669	5.979	5.408	3.992
	Desv. Estándar	0.631	0.460	0.603	0.281	1.276
	Mediana	7.1	7.65	6.24	5.375	3.73
Turbiedad (NTU)	Prom.	5.333	3.2			
	Desv. Estándar	2.315	1.135			
	Mediana	5	3			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	Prom.	1.658	1.23		1.69	
	Desv. Estándar	0.921	0.564		0.0853	
	Mediana	1.6	1.3		1.74	
Coliformes Totales (MPN)	Prom.	2820	1044	33142.85	1156.667	1502.5
	Desv.	627	644.762	20513.64	202.846	2334.814

	Estándar					
	Mediana	2900	796.75	28000	1240	400
E. Coli (MPN)	Prom.	2413	465.38			
	Desv. Estándar	456	567.34			
	Mediana	2300	193.35			
pH	Prom.	7.491	7.647	8.244	7.483	7.654
	Desv. Estándar	0.489	0.09322	0.0254	0.0403	0.0750
	Mediana	7.5	7.665	8.24	7.48	7.63
Conductividad (dS/m)	Prom.		46.236	57.923		
	Desv. Estándar		0.734	0.821		
	Mediana		46.31	58.1		
Sólidos Totales (ppm)	Prom.		32536.4			
	Desv. Estándar		1812.37			
	Mediana		32712			

a). Oxígeno disuelto

Se puede apreciar que los promedios de los valores de oxígeno disuelto en la Bahía de Manzanillo oscilan entre 7.033mg/L y 7.669 mg/L para los años 2007 y 2011 respectivamente, mientras que en los puertos internacionales los valores son más bajos siendo el más bajo el del Puerto de Buenaventura con un promedio de 3.992 mg/L, indicándonos esto, que el puerto de Buenaventura presenta los mayores niveles de contaminación con respecto a los otros casos analizados. La bahía de Manzanillo presentó los mejores niveles de oxígeno disuelto y también mostró una mejora en la calidad del agua para el año 2011 en promedio de alrededor de 0.636 mg/l.

b). Turbiedad

Los valores de turbiedad no fueron analizados en los otros puertos, estos valores solo contamos con los de la Bahía de Manzanillo encontrándose una mejora en promedio del año 2007 al 2011 ya que los valores de estos eran 5.33NTU y 3.2 NTU respectivamente mejorando en 2.13 NTU

c). Demanda Bioquímica de Oxígeno.

Los valores de DBO en la Bahía de Manzanillo oscilaron con un promedio entre 1.658 mg/L y 1.23 mg/L para el año 2007 y 2011 respectivamente mientras que en el puerto internacional de Morelos el valor fue de 1.69mg/L un valor muy cercano al obtenido en la Bahía de Manzanillo en el año 2007. La demanda de la

Bahía de Manzanillo a disminuido lo que indica un leve o muy leve mejoramiento en la calidad del agua.

d). Coliformes Totales

Los valores de Coliformes totales se encuentran entre 2820 y 1044 NMP para la bahía de Manzanillo en los años 2007 y 2011 mostrando una disminución de organismos Coliformes para el año 2011 mostrando una mejora en la calidad del agua de la bahía de manzanillo, siendo estos muy parecidos a los del Puerto de Guayaquil con un promedios de 1156.667. Se puede apreciar también que el puerto Morelos presenta la mayor cantidad de organismos Coliformes de 33142.85 NMP indicando una gran contaminación de las aguas de este Puerto.

e). Echerichia Coli

Los valores de E Coli en la Bahía de Manzanillo han mejorado en promedio ya que oscilaban entre 2413 y 465.38 NMP para el año 2007 y 2011 respectivamente mostrando una disminución en promedio para el año 2011 de 1947.62 NMP.

f). Potencial de Hidrogéno

Los valores de pH en promedio de todos los puertos se encuentran por encima de 7 indicando que las aguas presentan características básicas siendo el mas bajo el Puerto de Guayaquil con 7.483 y el mas alto el puerto Morelos con 8.244. La bahía de Manzanillo se encuentra en un rango medio en comparación con estos puertos internacionales.

g). Conductividad

El valor de conductividad en Promedio de la bahía de Manzanillo para el año 2011 es 46.2236 dS/m y el de Puerto Morelos es de 57.923 dS/m mostrando una mayor concentración de iones en las aguas de este puerto en comparación con lo encontrado en la bahía de Manzanillo, denotando una mayor cantidad de sólidos en suspensión en estas aguas.

Capítulo V

Mecanismo de Prevención y Control de Contaminación en Puertos.

CAPÍTULO V: MECANISMO DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE CONTAMINACIÓN EN PUERTOS.

5.1 PLAN DE CONTROL DE CONTAMINACIÓN DE PUERTOS

El agua es uno de los recursos naturales más fundamentales para el desarrollo en todo sentido siendo uno de los componentes más abundantes en el planeta, los océanos son completamente vulnerables a la extensa contaminación que es el legado de la industria pesada y del comercio marítimo. Los océanos están hoy fuertemente contaminados. Si no se toman nuevas medidas para remediarlo, su decaimiento puede hacerse irreversible **(Vejar et al., 2010)**.

La industria petroquímica es importante en una sociedad moderna, no obstante la falta de un programa de protección ambiental, hace que el medio ambiente se contamine al producirse derrames de petróleo, principalmente de crudo, por un deterioro de los oleoductos, descargas de efluentes contaminados, afloramientos naturales a través de fisuras de la corteza terrestre y debido a la producción, transporte y almacenamiento de este recurso natural **(Aycachi., 2008)**.

A continuación mencionaremos algunos tipos de contaminación causada por las actividades que se llevan a cabo en una terminal.

1. Contaminación por Hidrocarburos: provocado por un derrame durante las operaciones de carga/descarga en la terminal.

El derrame de hidrocarburos puede darse:

- a) Fuera de la Dársena: De acuerdo con las características de las dársenas y muelle del puerto, se entiende que los muelles que conforman las

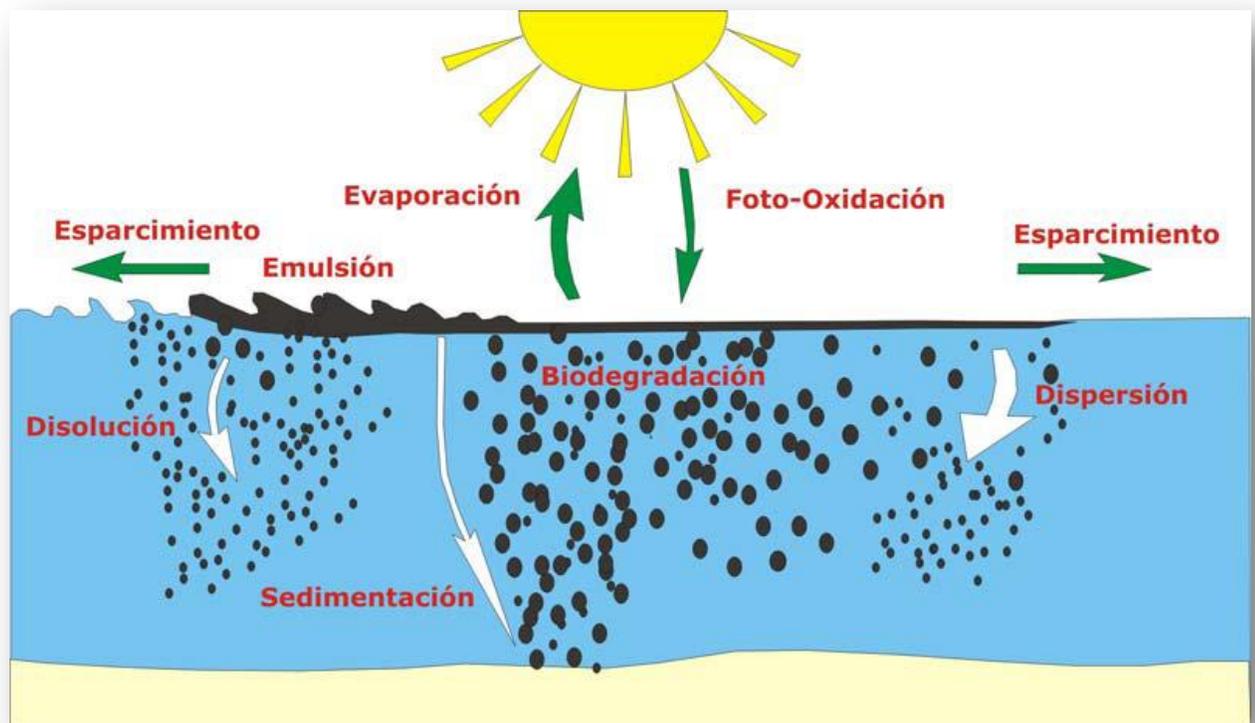
dársenas, proporcionan abrigo a sus aguas y se convierten en las barreras artificiales que suponen un obstáculo a la progresión de una mancha contaminante, siempre y cuando las condiciones meteorológicas predominantes de corriente de marea y viento, actúen de forma tal que lo dirijan hacia los muelles.

- b) Dentro de la Dársena: En aquellos casos en que la contaminación ocurra en el interior de las dársenas o aguas abrigadas del puerto, el lugar de concentración dependerá de las condiciones de marea y viento predominantes en las horas siguientes al incidente. La zona aconsejable de concentración es entre el origen inicial de la contaminación y el muelle, impidiendo su expansión mediante el empleo de barreras: absorbentes y/o de contención. El acceso a la zona de contención es bien desde el muelle, donde existen medios de acceso para camiones y otro tipo de vehículos, bien desde el mar empleando embarcaciones.

1.1 Comportamiento del Hidrocarburo.

Una vez hidrocarburo entra en contacto con el agua de mar, comienza a experimentar una serie de procesos de tipo físico (esparcimiento, evaporación, emulsión, disolución, etc.), químico (foto-oxidación) y biológico (biodegradación) de envejecimiento que van a modificar sus propiedades y, por tanto, su transporte y dispersión en el medio marino (por viento, oleaje, corrientes y turbulencia).

Figura 5.1 Fases de Comportamiento del Petróleo



Fuente: Plan interior de contingencias contra la contaminación marina accidental, 2008

Los procesos relevantes a la hora de actuar de forma inmediata ante una contaminación por hidrocarburos son aquellos que ocurren en la escala de tiempo más cortas, es decir: esparcimiento, evaporación y emulsión.

a). Evaporación: Inmediatamente tras un derrame de hidrocarburos, las componentes más ligeras comienzan a evaporarse (principalmente en las 12–24 primeras horas). El porcentaje de eliminación del volumen derramado debido a la evaporación puede variar desde el 100% para aquellos productos más ligeros

como las gasolinas, hasta poco más de un 5–10% para los petróleos más pesados. La velocidad de evaporación depende de la extensión superficial de la mancha (a mayor extensión, evaporación más rápida) y, en menor medida, de las condiciones ambientales (aumenta con mayor viento y temperatura).

b). Esparcimiento: Cuando un líquido más ligero es derramado sobre otro, se produce un esparcimiento mecánico, natural y espontáneo. Así, cuando una mancha de petróleo es muy gruesa, el esparcimiento se debe a la diferencia de energía potencial entre la mancha y el agua. La energía potencial (estática) se transforma en energía cinética (velocidad de esparcimiento).

Por consiguiente, la densidad del hidrocarburo es el único parámetro propio del producto vertido que controla el proceso de extensión de la mancha. En el caso de las fracciones más ligeras del hidrocarburo derramado, el esparcimiento puede continuar hasta reducir el espesor de la capa a un tamaño micrométrico. En tal caso, la tensión superficial del agua para a ser la fuerza dispersora siendo la viscosidad del hidrocarburo la fuerza de retención. La formación de irisaciones suele ser indicativa del final del esparcimiento.

Como normas generales, a mayor volumen vertido, mayor esparcimiento y a mayor densidad, menor esparcimiento.

Por tanto, tras un vertido de petróleo en el mar, este se esparce rápidamente en la superficie, pudiendo abarcar áreas muy extensas incluso en condiciones de calma. En la mayoría de situaciones el esparcimiento está combinado con otros

procesos (oleaje, deriva por viento, corrientes, turbulencia, etc.) lo que provoca una dispersión mucho mayor.

Es importante recordar que una macha de petróleo se esparcirá siempre y cuando la temperatura del agua de mar sea superior al punto de reblandecimiento; en mares helados o cuando se derraman productos con altos contenidos en ceras, el esparcimiento no tienen lugar, puesto que el contaminante está en forma sólida desde un primer momento.

En cualquier caso, cuando la macha de petróleo se fragmenta en pequeñas submanchas, debido al envejecimiento o la fuerte turbulencia del medio, el producto deja de esparcirse de forma mecánica, para hacerlo de forma difusiva, comportándose como un conjunto de sólidos flotando en superficie debido a la turbulencia del medio.

c). Emulsión de agua en petróleo: De forma natural, la energía del oleaje tiende a mezclar el petróleo con el agua de mar, formándose en ciertos casos una emulsión (suspensión) de agua-en-petróleo, que tendrá mayor densidad y viscosidad que la inicial y será más inalterable frente a agentes externos. El problema se agrava si la emulsión incorpora sedimentos y otras partículas, mezclándose finalmente con la arena de la costa, acercando así su densidad a la del agua de mar. El emulsiónado es un proceso crítico de cara a la recuperación del producto derramado, ya que a partir de una cierta viscosidad, el bombeo resulta imposible. En ciertos casos, se alcanzan proporciones de agua

en la mezcla del 80%, multiplicando el volumen de contaminante hasta 5 veces el volumen vertido inicial y la viscosidad 1500 veces.

Para que se produzca una emulsión además de una energía de mezcla (viento y/o oleaje), también es necesario un compuesto emulsionante (tensoactivo), que consta de una parte hidrosoluble y otra liposoluble (soluble en petróleo). Este compuesto facilita la formación y estabilización de pequeños volúmenes de agua en la masa de hidrocarburo.

Está comprobado que los asfaltenos y las resinas promueven la formación y estabilización de las emulsiones. Además, las ceras interactuarían con asfaltenos y resinas en dicha estabilización. La proporción necesaria de asfaltenos en un producto envejecido para que empiece el emulsionado debe ser superior al 5%. La evaporación de las fracciones más volátiles BTEX, también contribuye a aumentar la proporción de asfaltenos.

d). Emulsionado de petróleo en agua: La agitación constante del oleaje en la capa superficial provoca también la rotura de la mancha de petróleo y la consiguiente formación de partículas que pueden penetrar en la columna de agua (emulsión petróleo-en-agua). Sin embargo, no existe en la actualidad una comprensión clara del mecanismo de formación de las partículas.

El fraccionamiento de una mancha de producto fresco se produce cuando la tensión superficial del agua se compensa con la viscosidad del producto derramado. En ese momento, el espesor de la mancha es tan pequeño que las fuerzas de retención no son capaces de mantenerla cohesionada y una pequeña

agitación turbulenta del medio puede fragmentarla. En el caso de un producto envejecido, que ha perdido su fluidez por aumento de la densidad y viscosidad, se fracciona más fácilmente

1.2 MEDIDAS PARA MITIGAR LOS DERRAMES

Estas son algunas de las acciones a realizar cuando se presenta un derrame de hidrocarburos:

a). Prevención de la Salud y Seguridad en el trabajo: Todas las acciones de respuesta se harán de forma que se priorice la Salud y Seguridad de todas las

b). Respuesta inmediata: La personas involucradas en las operaciones. proximidad a las instalaciones portuarias de zonas especialmente sensibles a la contaminación: intereses marisqueros, pesqueros y turísticos, recomienda una respuesta inmediata a la contaminación.

c).Contención de la contaminación: Los primeros esfuerzos deben de ir dirigidos a contener mediante barreras la contaminación, reduciendo al mínimo la zona contaminada. Es una técnica de las más usadas y consiste en rodear el petróleo vertido con barreras para luego recuperarlo mediante raseras o espumaderas que succionan y separan el petróleo del agua por alguno de los siguientes procesos:

- ◆ bombeo por aspiración
- ◆ centrifugación (se aprovecha que el agua al ser más pesada que el crudo sea expulsada por el fondo del dispositivo que gira, mientras el petróleo es bombeado por la parte superior)

- ◆ adherencia a tambor o discos giratorios, que se introducen en la mancha para que el crudo quede adherido a ellos; luego el petróleo es desprendido por rascado y bombeado a la embarcación de recogida
- ◆ fibras absorbentes (en el que se usan materiales plásticos oleofílicos que actúan como un trapo que absorbe petróleo; luego se exprime en la embarcación de recogida y vuelve a ser empleada para absorber más)

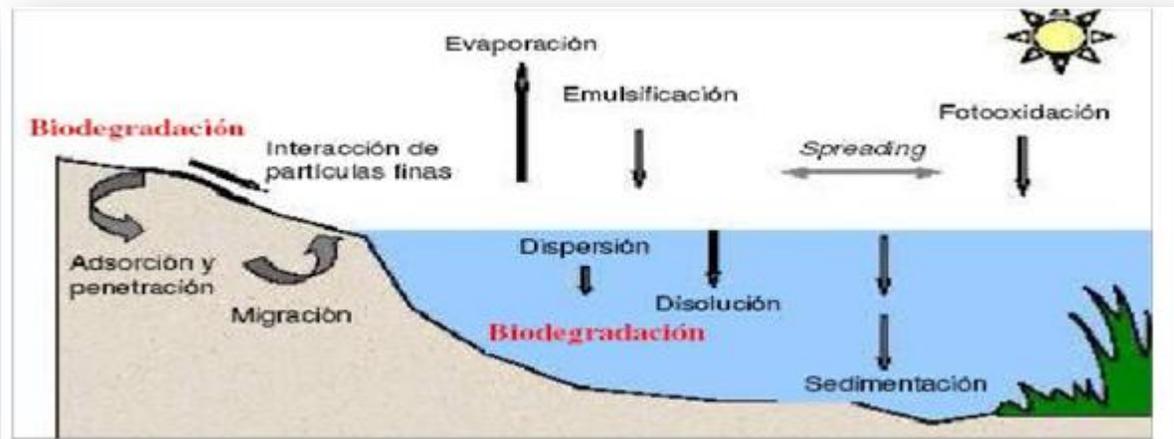
- ◆ **Sellado de la barrera:** Poner especial precaución en sellar el punto de unión de la barrera y el muelle, por donde se producirá fuga de la mancha a no ser que contemos con un punto de sellado estanco, equipado con un compensador de mareas. De no existir este sistema puede utilizarse una manguera de contraincendios dirigiendo su chorro hacia ese punto con objeto de formar una contra corriente que impida la fuga.
- ◆ **Cese / interrupción del flujo del contaminante:** Es una acción a desarrollar de forma simultánea con la anterior, con objeto de impedir el aumento de la contaminación.
- ◆ **Recogida de la contaminación:** Una vez establecido el adecuado sistema de contención se procederá a la recogida del contaminante, empleando, siempre que sea posible, el sistema que reduzca la cantidad de agua recogida con el contaminante y/o la producción de otros residuos: material absorbente impregnado de contaminante

- ❖ **Almacenamiento temporal del contaminante recogido:** El contaminante recogido debe de ser almacenado de forma que no se produzcan fugas de los contenedores.
- ❖ **Traslado a un centro de tratamiento de residuos:** Los residuos recogidos deberán de ser entregados para su transporte a una empresa debidamente autorizada, que los trasladará a un centro reconocido para el tratamiento de dichos residuos (**Plan Interior De Contingencias Contra La Contaminación Marina Accidental, 2008**).

d).Biorremediación: Los dispersantes químicos utilizados para favorecer la remediación de los ambientes contaminados pueden causar un mayor impacto ecológico que el mismo derrame, por su toxicidad y recalcitrancia a la biodegradación. Por tanto, una mejor alternativa de solución es el proceso de biorremediación, que es el tratamiento biológico del suelo, aire y agua, mediante la biodegradación de compuestos tóxicos para transformarlos en compuestos de menor o ningún impacto ambiental. Así en la biodegradación de hidrocarburos, se utilizan bacterias con alta capacidad degradativa, entre estas: *Brevibacterium*, *Spirillum*, *Xanthomonas*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Nocardia*, *Flavobacterium*, *Vibrio*, *Achromobacter*, *Acinetobacter*, *Micrococcus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia rubidae*, *Bacillus sp.*, *Pseudomonas mendocina*, *Pseudomonas aureofasciens*, etc., las cuales disminuyen la concentración de hidrocarburos presentes en el ambiente y al mismo tiempo son inocuas para la salud y el medio ambiente. Estas bacterias producen bioemulsificantes y biosurfactantes que disminuyen la tensión superficial entre el petróleo y el medio acuoso

facilitando el acceso microbiano a la fuente de carbono insoluble para su degradación (Aycachi., 2008).

Figura 5.2. Biodegradación de Hidrocarburo.



Fuente: Aycachi., 2008. Biodegradación de Petróleo Diesel

e). Dispersantes: Son sustancias químicas similares a los detergentes, que rompen el petróleo en pequeñas gotitas (emulsión) con lo que se diluyen los efectos dañinos del vertido y se facilita la actuación de las bacterias que digieren los hidrocarburos. En la actualidad existen dispersantes de baja toxicidad autorizados.

f). Limpieza de las costas: En ocasiones se usan chorros de agua caliente a presión para arrastrar el petróleo desde la línea de costa al agua. Este método suele hacer más mal que bien porque entierra el hidrocarburo más profundamente en la arena y mata todo ser vivo de la playa.

Figura 5.3. Cangrejo contaminado con petróleo.



Fuente: Hidalgo, 2009. De Los Derrames De Petróleo Sobre Los Habitats Marinos

1.3 PREVENCIÓN

El derrame de Hidrocarburos se da principalmente por accidentes que se escapan de las manos del hombre. Para mejorar se endurecieron las normas de control para el tráfico marítimo de petróleo, se mejoraron los sistemas de rastreo de buques desde los puertos, se amplió el seguimiento de buques en alta mar, se exigieron certificados de responsabilidad financiera a las compañías encargadas del transporte, se introdujeron mejoras en el diseño de los cascos, se mejoraron los protocolos de carga y descarga, se aumentaron las

inspecciones y se implementaron nuevos planes de contingencia, todo lo cual ha contribuido a una significativa declinación de los derrames de petróleo

Hoy día se ha avanzado en el diseño de los tanques petroleros que navegan los mares de todos los continentes, a tal punto de que disponen de doble pared para retener el petróleo en caso de accidente. Pero, la acción más efectiva contra los derrames y fugas de petróleo es la real toma de conciencia por parte del hombre en la protección de los mares y océanos, que contrario a lo que muchas personas creen son hábitats delicados y no son fuente inagotable de recursos **(Hidalgo, J., 2009).**

2. Dragado

Durante el proceso de dragado La re-suspensión de los sedimentos de fondo produce las mayores afectaciones negativas ya que aumentan la turbiedad del agua reduciendo la penetración de los rayos del sol, y a su vez disminuyendo la cantidad de oxígeno en el agua y por ende causando la muerte y migración de las especies que se encuentran dentro y cerca del área a que se está dragando. Además de los derrames de aceites y lubricantes de las dragas y tolvas; y las fugas del material dragado por las tuberías o por las juntas de estas.

Algunas consideraciones que ayudaran a disminuir el impacto causado por el dragado son:

- ◆ Utilizar la draga adecuada para cada tipo de material.
- ◆ Asegurarse que la draga este en perfectas condiciones.

- ❖ No dar mantenimiento a la draga en la zona donde se está dragando. Este mantenimiento debe hacerse en zonas destinadas para este fin.
- ❖ Con el objeto de retener y evitar la dispersión de las partículas generadas durante el dragado del fondo marino, se debe colocar un cerco de una malla geotextil perimetral a la zona donde se esté dragando. La malla deberá cubrir desde el fondo marino hasta más o menos 0.3 m (dependiendo del tipo de oleaje de la zona) por encima de la superficie del agua, donde debe ser sostenida con ayuda de boyas de flotación. Para reducir el movimiento horizontal de la malla a lo largo de la columna de agua, se deben colocar tensores con cabos o cables de acero asegurados a muertos de concreto. Para mantener el extremo inferior de la malla pegado al fondo marino e impedir la fuga de partículas a ese nivel, se deben utilizar unas cadenas gruesas y pesadas y, en caso necesario, también costales rellenos con arena
- ❖ Mantener las tuberías en perfecto estado y sin fisuras donde pueda darse la fuga de material.

3. Derrame de aceite de las maquinarias que se encuentran dentro del patio de maniobras del puerto:

- ❖ Colocación de colectores en las juntas de las mangueras al momento de cargar combustibles
- ❖ Realización del mantenimiento en las áreas destinadas para este fin
- ❖ Medidas preventivas ante derrames y fugas (colocacion de bandejas, cubetas, material absorbente)
- ❖ Colocación de colectores o trampas de hidrocarburos, aceites y filtros para material solido en las zonas donde se de la escorrentía durante la lluvia.

4. Aguas de lastre

"Agua de lastre" significa el agua, con las materias en suspensión que contenga, cargada a bordo de un buque para controlar el asiento, la escora, el calado, la estabilidad o los esfuerzos del buque (**Convención internacional para control y gestión de agua de lastre de los buques y sedimentos, 2004**).

El agua de lastre que utilizan los barcos para hacer una navegación segura cuando van vacíos, está creando serios problemas de contaminación a los océanos del mundo.

Este tema es de honda preocupación de la Organización Marítima Internacional (OMI) que considera una de las cuatro amenazas más fuertes la transferencia de especies exóticas invasivas. Las especies transportadas que logran

sobrevivir las adversidades del viaje y las condiciones del nuevo ambiente generan poblaciones viables que colonizan rápidamente los nuevos ambientes y se convierten en verdaderas amenazas compitiendo con las especies autóctonas, por espacio y recursos alimenticios, logrando serios impactos sobre la ecología, la economía y la salud humana.

En febrero del 2004, la OMI aprobó la Convención Internacional para Control y gestión de agua de lastre de los buques y sedimentos, la que se encuentra en proceso de ratificación por las naciones. Actualmente lo han ratificado por 27 países que representan un 25,3% del tonelaje de la flota mundial. Para entrar en vigor, debe haber sido ratificado por 30 Estados que en conjunto representen un 35% del tonelaje de la flota mundial. Es importante mencionar que Panamá aún no ha ratificado este Convenio.

Este nuevo Convenio contiene disposiciones técnicas como el plan de manejo de las aguas de lastre, el libro de registros del manejo de las aguas de lastre, el manejo de los sedimentos de los buques, inspección y requerimientos de certificación para el manejo de las aguas de lastre, entre otros. Este marco de cooperación global constituye la iniciativa más grande en el desarrollo de la investigación y desarrollo (I&D) para establecer sistemas y tecnologías para el tratamiento de aguas lastre.

De igual forma, es oportuno por cuanto que propende por fomentar y facilitar la investigación científica y técnica sobre la gestión del agua de lastre mediante la observación, la medición, el muestreo, la evaluación y el análisis de la eficacia y las repercusiones negativas debidas a los organismos y agentes patógenos.

Este instrumento también señala parámetros, que podrán constituirse en alertas tempranas para determinar si un buque representa un riesgo para el medio ambiente, la salud de los seres humanos, los bienes o los recursos, prohibiendo a dicho buque que descargue agua de lastre hasta que se elimine el riesgo.

4.1 SISTEMAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE

a). PureBallast

En el proceso de gestión del agua no se utilizan sustancias químicas procedentes del exterior del buque para la esterilización de los organismos acuáticos. Con el filtro de la primera etapa se eliminan los organismos acuáticos grandes junto con suciedad. Posteriormente, se emite luz en dióxido de titanio, y los radicales generados esterilizan los organismos acuáticos y otros hongos. Un radical es un átomo o una molécula con un electrón sin pareja. El dióxido de titanio se utiliza como materia prima en pigmentos blancos, aditivos alimentarios, pasta de dientes, etc. Cuando se irradia luz de una longitud de onda específica, el dióxido de titanio genera oxígeno activo y radicales hidroxilo (radical OH), los cuales pueden descomponer fácilmente, y de forma segura, varias sustancias químicas orgánicas que incluyen aldehídos (causante del Síndrome del Edificio Enfermo), dioxinas, hormonas ambientales, olores, etc. También aparecen funciones fotocatalíticas a causa de la luz solar o por la luz procedente de lámparas fluorescentes. El radical OH presenta mucha mayor capacidad oxidante que el cloro, el ácido hipocloroso, el peróxido de hidrógeno y el ozono, utilizados generalmente para desinfectar y esterilizar. Es necesario pasar de

nuevo el agua de lastre por el sistema de tratamiento del agua de lastre antes de descargarla.

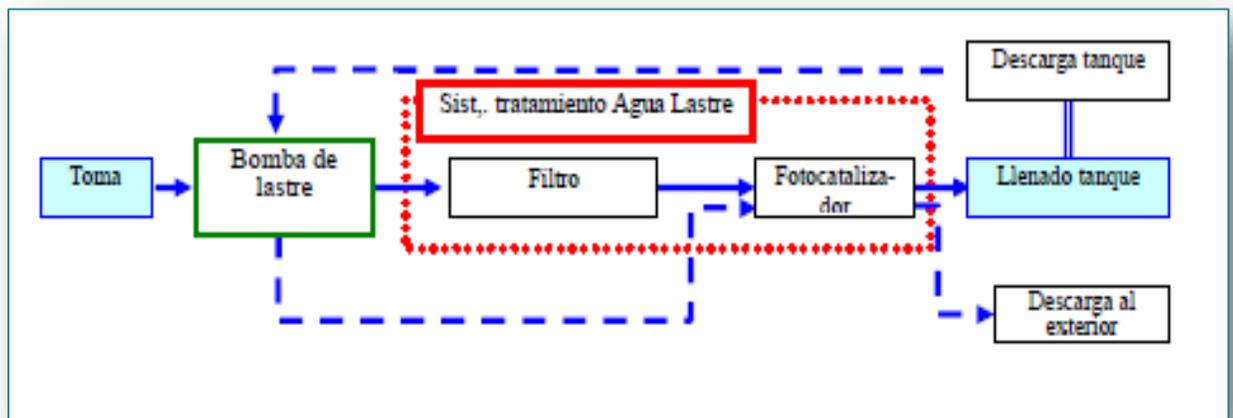


Figura. 5.4 Método de tratamiento Pureballaster

Fuente: Kyokai, 2010. Directrices sobre la Instalación de Sistemas de Tratamiento de Agua de Lastre.

b). OCEAN SAVER

No se traen al buque sustancias químicas procedentes del exterior del buque. El agua de lastre tomada pasa a través de filtros y se eliminan los organismos acuáticos grandes y la suciedad de 50 µm o más. El agua de lastre se esteriliza utilizando un dispositivo de cavitación. Para esterilizar el agua y matar los organismos acuáticos y hongos se adiciona gas nitrógeno purificado a bordo e iones hidroxilo generados por electrólisis.

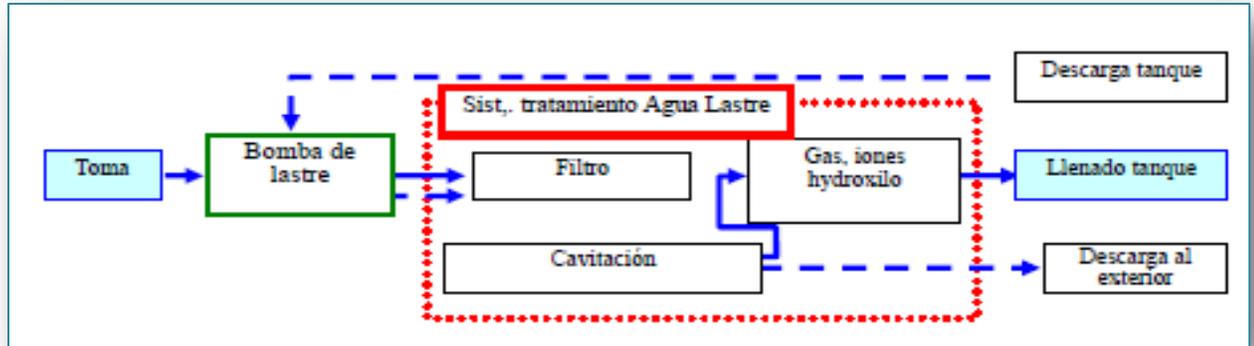


Figura 5.5. Método de tratamiento OCEAN SAVER

Fuente: Kyokai, 2010. Directrices sobre la Instalación de Sistemas de Tratamiento de Agua de Lastre.

c). Aspirador Venturi Oxígeno

En el proceso de gestión del agua no se utilizan sustancias químicas procedentes del exterior del buque para la esterilización de los organismos acuáticos. Durante el llenado de agua de lastre, se sopla gas inerte en el agua de lastre utilizando un tubo de Venturi, reduciéndose la concentración de oxígeno del agua, y se esteriliza el agua. Incluso durante la travesía, los tanques de lastre son inertes evitándose el crecimiento de organismos acuáticos. Por este motivo, la concentración de oxígeno del agua de lastre es baja y los organismos vivos no pueden sobrevivir. Por consiguiente, el agua de lastre se descarga mientras se sopla aire atmosférico con ayuda del tubo de Venturi

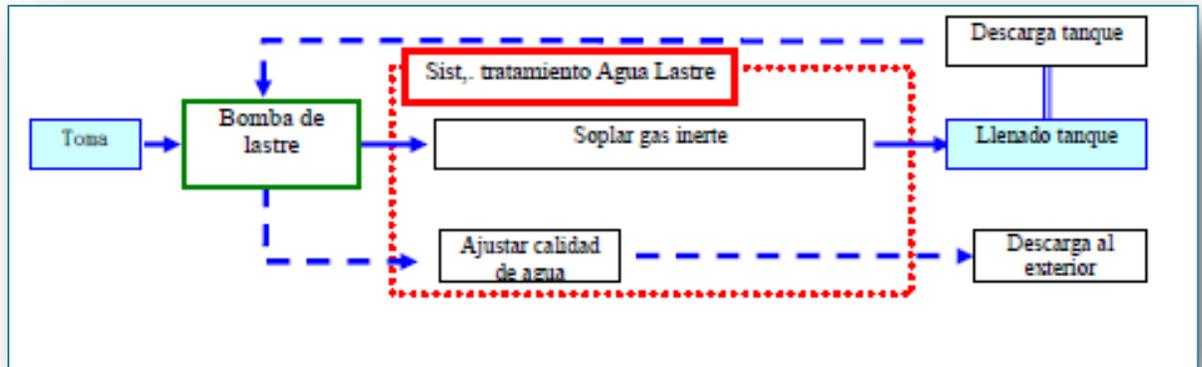


Figura. 5.6 Método de tratamiento Aspirador Venturi Oxígeno

Fuente: Kyokai, 2010. Directrices sobre la Instalación de Sistemas de Tratamiento de Agua de Lastre.

d). Sistema Electro-Cleen

En el proceso de gestión del agua no se utilizan sustancias químicas procedentes del exterior del buque para la esterilización de los organismos acuáticos. Para realizar la desinfección se destruye el núcleo celular con hipoclorito (hipoclorito sódico) y radicales libres en el dispositivo electrolítico, y se destruye la membrana celular con el potencial de oxidación-reducción (ORP). Por otro lado, el hipoclorito permanece en el agua de lastre para prevenir la regeneración de microorganismos en el tanque de lastre.

Por este motivo, el hipoclorito que permanece durante la descarga del agua de lastre debe ser neutralizado con la adición de tiosulfato de sodio.

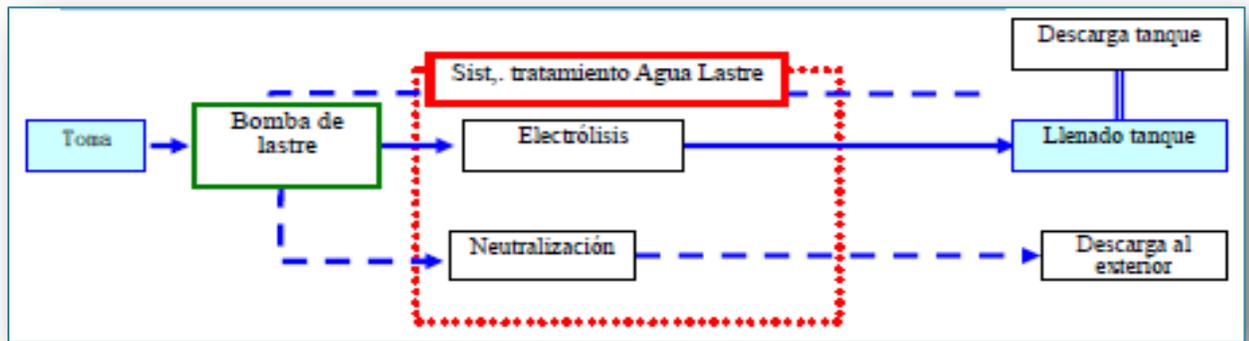


Figura.5.7. Método de tratamiento Sistema Electro-Cleen

Fuente: Kyokai, 2010. Directrices sobre la Instalación de Sistemas de Tratamiento de Agua de Lastre.

e). ClearBallast

Este es un sistema de tratamiento para organismos acuáticos, microorganismos, y microbios en el cual se suministra polvo magnético al agua de lastre durante su llenado, se agita el agua y se realiza separación magnética. No se utilizan sustancias químicas para la esterilización. Tampoco se alteran los ingredientes acuosos del agua de lastre, y es innecesario el re-tratamiento del agua descargada, la neutralización, etc.

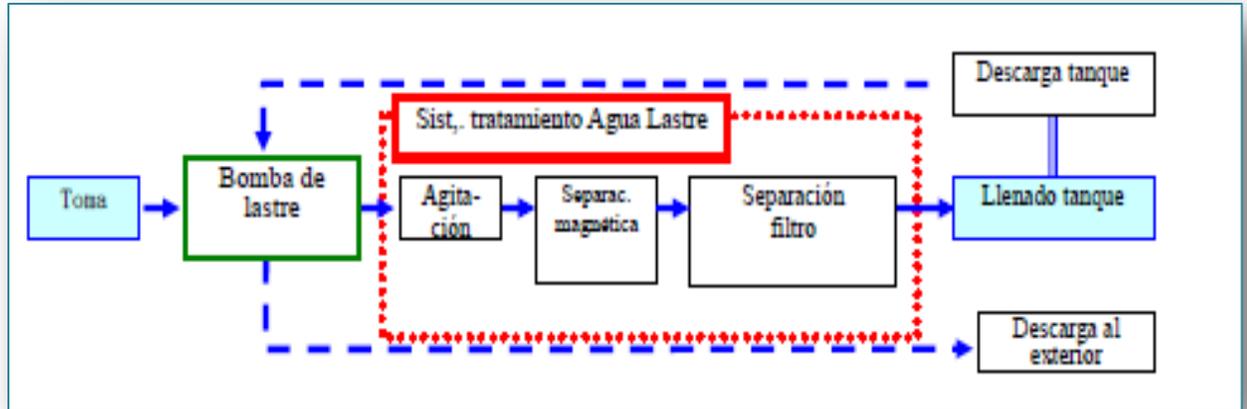


Figura.5.8. Método de tratamiento ClearBallast

Fuente: Kyokai, 2010. Directrices sobre la Instalación de Sistemas de Tratamiento de Agua de Lastre.

f). Hyde GUARDIAN

En el proceso de gestión del agua no se utilizan sustancias químicas procedentes del exterior del buque para la esterilización de los organismos acuáticos. La Fig. 10 muestra una visión general del método de tratamiento. Con el filtro de la primera etapa se eliminan los organismos acuáticos grandes junto con suciedad.

Posteriormente, se matan los microorganismos, microbios, etc. De nuevo, durante la descarga, el agua de lastre recibe una segunda dosis de rayos ultravioleta de manera que los microorganismos, microbios, etc., regenerados en los tanques se controlan efectivamente.

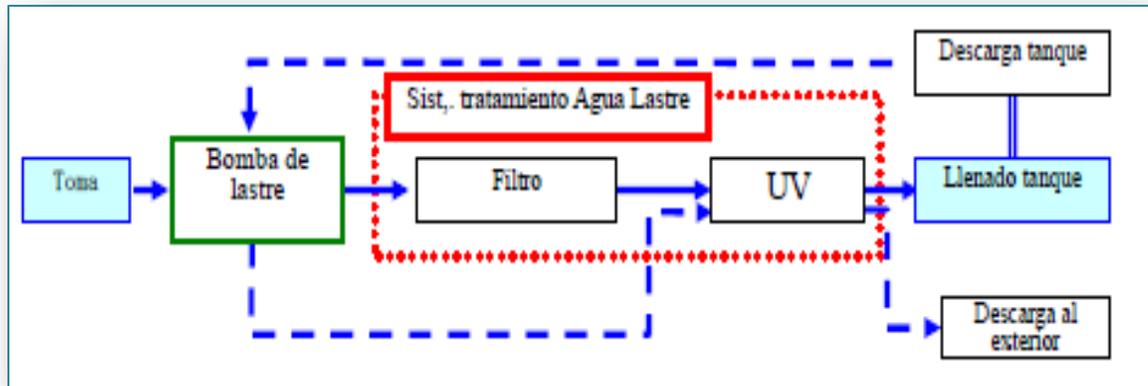


Figura.5.9 Método de tratamiento Hyde GUARDIAN

Fuente: Kyokai, 2010. Directrices sobre la Instalación de Sistemas de Tratamiento de Agua de Lastre.

4.2 PREVENCIÓN

Evitar tomar agua de lastre en aquellos lugares que presente las siguientes características:

- ◆ Áreas con epidemias, infecciones o poblaciones conocidas de organismos nocivos y patógenos
- ◆ Áreas con bloomsde fitoplanctón
- ◆ Áreas que estén próximas a operaciones de drenaje
- ◆ Áreas poco profundas o donde la corriente de marea sea turbia
- ◆ Áreas usadas para la acuicultura
- ◆ Áreas cercanas a aguas residuales

5. Vertido de aguas residuales.

- ❖ Para el vertido directo al mar implementar la Instalación de plantas de tratamiento primario que cumplan con las normas **DGNTI-COPANIT-35-2000** DESCARGAS DE EFLUENTES LÍQUIDOS DIRECTAMENTE A CUERPOS Y MASAS DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS
- ❖ Para el vertido directo a sistema de recolección implementar Instalación de plantas de tratamiento primario para que las aguas cumplan con las normas **DGNTI-COPANIT-39-2000** " DESCARGA DE EFLUENTES LÍQUIDOS DIRECTAMENTE A SISTEMAS DE RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES."

5.2 Plan De Control Y Prevención De La Contaminación En Puertos.

En la tabla 5.1 se muestra un cuadro donde se resumen un Plan de Prevención y Control de la contaminación Ambiental para ciertas actividades desarrolladas en el puerto, las cuales llegan a contaminar las aguas provocando así afectaciones a todo el ecosistema marino.

Tabla N° 5.1 Plan de control y prevención de la contaminación en puertos.

Actividad	Impacto	Entidad Supervisora	Entidad Ejecutora	Medidas de Mitigación
Traza de Combustible	<ul style="list-style-type: none"> -Contaminación del suelo -Contaminación del agua 	ANAM, ARAP	El Puerto	<ul style="list-style-type: none"> - Colocación de recolectores en las juntas de la mangueras - Colocación de barreras en el agua cuando se da la traza de combustible
Derrame de Aceites de maquinarias en Patio	<ul style="list-style-type: none"> -Contaminación del suelo -Contaminación del agua 	ANAM, ARAP, AMP.		<ul style="list-style-type: none"> -verificar y mantener la maquinaria siempre en optimas condiciones. - Colocar trampas para atrapar o retener estas sustancias en las áreas donde se da la escorrentía por las lluvias a fin de que las sustancias contaminantes lleguen al mar -Dar mantenimiento a la maquinaria en las zonas destinadas para estas tareas
Dragado	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de Sólidos Suspendidos -Disminución de Oxigeno Disuelto -Aumento de la 	ARAP, ANAM, AMP.	El Puerto Empresa encargada del dragado	<ul style="list-style-type: none"> -Colocación de cercos de geotextil alrededor del área a ser dragada para evitar que los sólidos suspendidos se vallan a otras áreas. -mantener la maquinaria en optimas condiciones -Crear un área destinada en el muelle para repara y dar

	turbiedad			<p>mantenimiento a las dragas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Asegurarse y mantener las tuberías que transportan el material dragado en buenas condiciones a fin de evitar fugas por las fisuras que se crean o por las uniones de las mismas (para dragado con dragas de succión. - Dar mantenimiento al sistema de cierre del cucharón de las dragas para mantener la mayor parte del material dentro de ellas hasta que sean depositados en las barcazas. - Asegurarse que los cierres de las compuertas de las barcazas se encuentren siempre en óptimas condiciones a fin de evitar fugas del material dragado durante su transporte hasta el sitio de disposición
Derrames de Hidrocarburos (Accidentes en el mar)	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de transmisibilidad del agua. -Disminución de Oxígeno Disuelto -Muerte de especies marinas 	ARAP, AMP, ANAM, Bomberos, ACP Protección Civil.	El Puerto	<ul style="list-style-type: none"> -Evacuación del Personal. -Colocación de barreras para contener el derrame. -Introducción de fibras absorbentes (material plástico oleofílicos) para recolectar la mayor cantidad de material en el menor tiempo posible. -Aplicación de bacterias en la zona del derrame a fin de que degraden el material que no pudo ser recogido

Conclusiones

Después de haber analizado este estudio y haberlo comparado con diversos estudios realizados en la bahía de Manzanillo, estudios realizados en otros puertos internacionales y compararlo con el anteproyecto de ley de calidad de las aguas Marinas y Costeras de Panamá, y considerando que los puertos generan una gran cantidad de contaminación, podemos decir que las aguas de la bahía de Manzanillo aun son aptas para la utilización y desarrollo portuario del país ya que los valores obtenidos en este estudio se encuentran por debajo de los valores máximos permisibles establecidos en el anteproyecto de Ley a excepción de los valores para Coliformes totales los cuales se encuentran un orden de magnitud por encima de los valores establecidos en el anteproyecto de ley; y en comparación con los otros tres puertos internacionales este cuenta con las mejores características en cuanto a calidad del agua a pesar de ser una zona que recibe una gran cantidad de contaminantes provenientes del deficiente sistema de tratamientos de agua de la ciudad de Colon y de la aportación de desperdicios producidos por la actividades de los puertos cercanos a la región de estudio lo que aumenta el número de Coliformes totales y E Coli en la región pero al compararlo con los puertos internacionales aun la bahía de Manzanillo cuenta con valores más bajo que los otros puertos.

Además la bahía de Manzanillo ha presentado una muy pequeña mejoría en cuanto a la calidad del agua presentada por el estudio de Grey 2007, pudiendo ser esta debido a un mayor aporte de agua debido a las lluvias registradas durante el mes de diciembre, que aumentaron la dilución de los parámetros estudiados en el agua viendose esto reflejado en valores más bajos en el mes

de enero y valores más cercanos a Grey 2007 en el mes de febrero ya que en el mes de enero y febrero disminuyeron las lluvias en el país.

Recomendaciones

Los sistemas, métodos y técnicas a desarrollar para minimizar o reducir los impactos ambientales necesitan de la colaboración tanto de identidades gubernamentales, empresa privada y ciudadanía en general; es por ello que después del desarrollo de este estudio se recomienda:

- ✚ Crear normas que rijan los parámetros que deben ser analizados en cuanto a calidad del agua en puertos y la frecuencia de los monitores.
- ✚ Mejorar el sistema de recolección de la aguas residuales de la ciudad de Colón
- ✚ Garantizar el derecho de información a la ciudadanía creando normas que eliminen el hermetismo de los puertos privados.
- ✚ Crear campañas para la educación ambiental de la ciudadanía.
- ✚ Velar por el cumplimiento de las normas establecidas en el convenio Marpol 73/78, para todos los buques que realicen actividades en Puertos panameños
- ✚ Establecer el uso obligatorio de mallas de geotextil durante el proceso de dragado.
- ✚ Contar con planes de contingencia adecuados para cuando se produzca un derrame de hidrocarburos.

Bibliografía

1. Administración Portuaria Integral de Quintana, Roo (APQROO) .Puerto Morelos, Quintana Roo, México: Ampliación y Modernización, 2007.
2. Agardi,T., Arroyo, I., Borton, J., Pérez, R., Phipps, E., Rease, J., Shock, E., Thornton, K. El mosaico de América del Norte: panorama de los problemas ambientales más relevante.2008
3. Alfaro, C. Compendio de Norma Técnica de Calidad de Agua Potable, El Salvador 2007.
4. Aycachi, R. Biodegradación de Petróleo Diesel. Facultad de Ciencias Biológicas Departamento de Microbiología y Parasitología, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallos, 2008.
5. Basilea. Convenio de Basilea Sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación, 1989.
6. Cárdenas, J. Proyecto Fluoreciencia. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2005.
7. Chapapría,V.E. Obras Marítimas. Valencia, España, Universidad Politécnica de Valencia.
8. Coloma, B. Estudio de Impacto Ambiental del Puerto Marítimo de Guayaquil Libertador Simón Bolívar, 2010.
9. **Perú, Lima. Decreto Supremo No. 046-93-EM "Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos", .2006**
10. Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (2001).
<http://buscon.rae.es/drael/>

11. Ewing, W.H. Edwards and Ewing's Identification of Enterobacteriaceae. 4th Edition. Elsevier, 1985.
12. Esca Ingenieros, EslA para el Diseño, Construcción, Operación y Cierre del Nuevo Terminal de Contenedores Adyacente al Rompeolas Sur del Terminal Portuario del Callao. 2008.
13. Gómez.P.,M.A; Dal Sasso.F., C.M. Evaluation of Modeling as a Tool to Determine the Potential Impacts Related to Drilling Wastes in the Brazilian Offshore, Brazil . Environ Monit Assess 167:17–32, 2010.
14. González, M. C., Méndez, L.C., López, D. G., Vázquez. A. Evaluación de la Contaminación en Sedimentos del Área Portuaria y Zona Costera de Salina Cruz, Oaxaca, México. INCI, sep. 2006, vol.31, no.9, p.647-656. ISSN 0378-1844.
15. Grey, A. Estudio Comparativo de la Calidad de las Aguas Costeras Durante el Periodo Seco y Lluvioso en la Bahía de Manzanillo en la Ciudad de Colón, Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá, 2007.
16. Hidalgo, J. Efectos De Los Derrames De Petróleo Sobre Los Habitats Marinos. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción, Chile Ciencia Ahora, n° 24, 2009.
17. Higuera. Karellys., Wong, Soheid. "Caracterización De Las Aguas Oleosas Procedentes De Las Sentinas Carga General y su Efecto al Medio Ambiente. Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá, 2009.
18. Tin, J. Calidad del agua. 2005.
<http://portal.educar.org/juancarlostincopalangle/blog/lacalidaddelagua>

19. J. Alba., A. Sánchez. Un Método Rápido y Simple para Evaluar la Calidad Biológica de las Aguas Corrientes Basada en el de Hellawell (1978). Departamento de Biología Animal, Ecología y Genética. Facultad de Ciencias, Universidad de Granada. España.
20. Kiely, G. Ingeniería Ambiental: Fundamentos, Entornos, Tecnologías y Sistemas de Gestión. 1^{era} Edición. España, Mc Graw – Hill / Interamericana de España.
21. Kumar, R et al. Análisis de Agua: Demanda Bioquímica de Oxígeno. Institute of Geomatics and Integrative Biology, New Delhi, India (2005).
22. Kyokai, N. Directrices sobre la Instalación de Sistemas de Tratamiento de Agua de Lastre, 2010.
23. Landaeta, C.J. Potenciales Impactos Ambientales Generados por el Dragado y la Descarga del Material Dragado. Instituto Nacional de Canalizaciones. Dirección de proyectos e investigación, Caracas, Venezuela, 2001.
24. Londres, Inglaterra. Convenio Marpol 73/78, Edición Refundida 2002.
25. Londres, México, Moscú y Washington. LEY N° 21.947: Convenio sobre Prevención de la Contaminación por Vertimiento de Desechos y otras Materias, 1972.
26. Londres, Inglaterra. Convención Internacional para Control y Gestión de Agua de Lastre de los Buques y Sedimentos, 2004.
27. Marí, R., De Larrucea, J.R. El Transporte en Contenedor. Valencia, España, Marge Books, 2007 .

28. Mari, R., De Sousa, A., Martín, J., Rodrigo, J. El Transporte de Contenedores: Terminales, Operatividad y Casuística. 1^{ra} Edición. Cataluña, España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2007.
29. Marchán, S. Operations and Queues of Ships in Harbour, Universitat Politècnica de Catalunya , 2002.
30. Martín, E. Optimización de la Operativa del Subsistema de Recepción y Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori, 2008.
31. Mays, L.W. Water Resources Handbooks. Estados Unidos de América, Mc Graw – Hill, 1996.
32. Mota, Jorge. Desarrollo de una Red Neuronal para Estimar el Oxígeno Disuelto en el Agua a partir de Instrumentación de e.d.a.r. septiembre de 2004.
33. Montalvo, J, García, L, Loza, S, Esponda ,S, Cesar, M , Gonzáles, R , Hernández. Oxígeno Disuelto y Materia Orgánica en Cuerpos de Aguas Interiores del Archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba. Serie oceanográfica N.1, 2008, ISSN 2072 – 800X. Cuba.
34. Montego Bay, Jamaica. Convenio de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, 1982.
35. Musso, E.,González,F., Cariou,P.,Barros.,E. Gestión Portuaria y Tráficos Marítimos. 1^{ra} Edición. España, Netbiblo.
36. Neidhardt, F.C. Escherichia coli and Salmonella: cellular and molecular Biology. 2^{da} edition. Washington, ASM Press 1999

37. New York, Estados Unidos .Convenio de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, 1982.
38. Panamá. DECRETO EJECUTIVO 116 “Que aprueba el manual nacional para el manejo de los desechos internacionales no peligrosos en los puertos aéreos, marítimos y terrestres: de la República, producto de la coordinación interinstitucional de las entidades afines e interesadas”.
39. Panamá. Reglamento Técnico DGNTI- COPANIT 35 -2000 Descarga de efluentes líquidos directamente a cuerpos y masas de agua superficiales y subterráneas.
40. Panamá. Resolución N° AG 026 – 2002"Por la cual se establece los Cronogramas de cumplimiento para la caracterización y adecuación de los reglamentos técnicos para la descarga de aguas residuales Normas DGNTI – COPANIT 35-2000 y DGNTI – COPANIT 39-2000, 30 de enero de 2002.
41. Panamá. Decreto Ejecutivo No. 75 "Por el cual se dicta la norma primaria de calidad ambiental y niveles de calidad para las aguas continentales de uso recreativo con y sin contacto directo, 4 de junio de 2008.
42. Panamá. Ley 41: Ley General del Ambiente de la República de Panamá, 1998.
43. Panamá. Decreto Ejecutivo N° 34. 2007.
44. Panamá. Decreto Ejecutivo No. 123 de 14 de agosto de 2009
45. Panamá. Ley N° 6: Que dicta norma sobre el manejo de residuos aceitosos derivados de hidrocarburos o de base sintética en el territorio nacional.
46. Panamá. Ley 56: Ley General de Puertos, 2008.

47. Panamá. **Anteproyecto de Normas de Calidad de Aguas Marinas y Costeras, 2006.**
48. Plan Interior De Contingencias Contra La Contaminación Marina Accidental, 2008.
49. Ramírez, M., Campos, M., Díaz, M., Bohórquez, S., Vanegas, A., Taveras, H. Estudio de Impacto Ambiental del Complejo Portuario de Buena Aventura, 2005.
50. Rivera, N., Encina F., Muñoz-Pedrerros, A., Mejias, P. La Calidad de las Aguas en los Ríos Cautín e Imperial, IX Región-Chile. Información Tecnológica. Vol. 15 N°5-2004.
51. Rodríguez-Angeles, G. Principales Características y Diagnóstico de los Grupos Patógenos de Escherichia coli. Salud pública de México / vol.44, no.5, septiembre-octubre de 2002.
52. Rubio Pardo, S. Ecoeficiencia Portuaria Sistema de Gestión Ambiental Autoridad Portuaria de Santander Madrid, 30 de Noviembre de 2006.
53. Sawyer, C., McCarty, P., Parkin, G. Química para Ingeniería Ambiental. 4a. edición. Bogotá, Colombia, Mc Graw – Hill, 2001.
54. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2005). <http://www.standardmethods.org>
55. Tate, C., et al. Water Quality and Treatment: A Handbook of Community Water Supplies. 4^{ta} Edición. Estados Unidos, Mc Graw – Hill.
56. Tercedor, J. Microinvertebrados acuáticos y Calidad del agua de los Ríos. Departamento de Biología Animal y Ecología, Universidad de Granada. IV simposio de agua en Andalucía (SIAGA) , Almería. Vol II: 203 – 213. ISBN 84-7840-262-4.

57. Vejar, M., Valenzuela, V., Hernández, M., Rangel, M., Rangel, I. Determinación de Sólidos en Todas las Formas : Manejo y Calidad del Agua. Universidad de Occidente, 2010.

58. Villarreal, A. Análisis de las Variables Fisicoquímicos y Biológicas del río Portugal de Piedra, Alto Cauca, Colombia, 2009.

Anexos

1. Reglamento Técnico DGNTI- COPANIT 35 -2000

En la tabla A.1 se observan el Límite máximo permisible para cada una de los parámetros de acuerdo al Reglamento Técnico DGNTI- COPANIT 35 -2000

Tabla A.1. Valores máximos permisibles de las descargas de efluentes líquidos a cuerpos receptores.

Parámetros	Límite máximo Permissible
Aceites y Grasas	20 mg/l
Aluminio	5 mg/l
Arsénico	0.50 mg/l
Boro	0.75 mg/l
Cadmio	0.01 mg/l
Calcio	1000 mg/l
Cianuro	0.2 mg/l
Cloro residual	1.5 mg/l
Cloruro	400 mg/l
Cobre	1 mg/l
Coliformes Totales	1000 NMP/100 ml
Compuestos Fenólicos	0.5 mg/l
Cromo hexavalente	0.05 mg/l
Cromo total	5 mg/l
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	35 mg/l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	100 mg/l
Detergente	1 mg/l
Espuma Detergente o Sulfactante	7 mm
Flúor	1.5 mg/l
Fósforo	5 mg/l
Hidrocarburos Totales	5 mg/l
Hierro Total	5 mg/l
Manganeso	0.3 mg/l
Mercaptanos	0.02 mg/l
Mercurio	0.001 mg/l
Molibdeno	2.5 mg/l
Niquel	0.2 mg/l
Nitratos	6 mg/l
Nitrógeno Orgánico	10 mg/l

Nitrógeno amoniacal	3 mg/l
Olor	No permiscible
Organoclorados	1.5 mg/l
Pentaclorofenol	0.009 mg/l
Ph	5.5 – 9.0 unidad
Plomo	0.050 mg/l
Selenio	0.01 mg/l
Sodio	35 mg/l
Sólidos suspendidos	35 mg/l
Sólidos sedimentables	15 mg/l
Sólidos Disueltos	500 mg/l
Sulfatos	1000 mg/l
Temperatura	Mas o menos 3 ^o C
Tolueno	0.7 mg/l
Tricloroetano	0.04 mg/l
Triclorometano	0.02 mg/l
Turbiedad	30 NTU
Xileno	0.05 mg/l
Zinc	3 mg/l

2. [Resolución N° AG 0026 - 2002 de 30 de enero de 2002](#)

Para la caracterización de las descargas de aguas residuales, se tomará como base el Listado de Parámetros Contaminantes Significativos en cada Tipo de Industria según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas (CIIU).

Tabla A.2. Listado de Parámetros Contaminantes Significativos en cada Tipo de Industria según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas (CIIU)

CIIU	Actividad Económica	Parámetros
11121	Cría de ganado bovino, caprino y caballar	pH, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO, conductividad, P, N-NH ₃ , temperatura, Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , N, C.F., C.T.
11123	Cría de ganado para producción de leche	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, Ay G, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, P, N-NH ₃ , PE, Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , N, C.F., C.T.
11125	Cría de ganado porcino	pH, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, P, Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , N, C.F., C.T., N-NH ₃
11127	Cría de aves, para producción de carnes, huevos y subproductos	pH, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, P, N-NH ₃ , temperatura, Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , N, C.F., C.T.
11128	Cría de otros animales domésticos	pH, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, P, N-NH ₃ , temperatura, Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , N, C.F., C.T.
21001	Explotación de minas de carbón	pH, temperatura, conductividad, S.S., S.T., NTU, S.D., C.T.
22001	Producción de petróleo crudo	pH, temperatura, HC, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T.
23000	Extracción de minerales metálicos	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, conductividad, As, Cd, CN ⁻ , Cu, Cr, Hg, Ni,

		Pb, SO_4^{2-} , S^{2-} , Zn, Mn, Fe, Mo, C.T., HC
29000	Extracción de otros minerales, incluyendo piedras, arenas y arcillas	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, Cu, Fe, Mo, Mn, conductividad, C.T.
31111	Matanza de ganado	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, DBO_5 , DQO, DQO/ DBO_5 , conductividad, P, N, NO_3^- , Cl^- , C.F., C.T., N- NH_3 , PE
31112	Frigoríficos	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, AyG, DBO_5 , DQO, DQO/ DBO_5 , conductividad, N- NH_3 , PE, C.T.
31113	Matanza y conservación de aves	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, DBO_5 , DQO, DQO/ DBO_5 , conductividad, P, N, NO_3^- , Cl^- , C.F., C.T., N- NH_3 , PE
31115	Preparación de embutidos y carnes	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, DBO_5 , DQO, DQO/ DBO_5 , conductividad, N- NH_3 , PE, C.T., detergentes
31121	Fabricación de mantequillas y quesos,	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, AyG, DBO_5 , DQO, DQO/ DBO_5 , conductividad, N- NH_3 , PE, Cl^- , N, SO_4^{2-} , C.T.
31122	Fabricación de leche condensada, en polvo, elaborada, pasteurizada o en general	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, AyG, DBO_5 , DQO, DQO/ DBO_5 , conductividad, N- NH_3 , PE, Cl^- , N, SO_4^{2-} , C.T.
31123	Fabricación de helados, sorbetes y otros postres	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, AyG, DBO_5 , DQO, DQO/ DBO_5 , conductividad, N- NH_3 , PE, Cl^- , N, SO_4^{2-} , C.T.
31131	Elaboración y envasado de frutas y legumbres, incluidos los jugos	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, DBO_5 , DQO, DQO/ DBO_5 , conductividad, P, N- NH_3 , PE, C.T.
31132	Elaboración de pasas, frutas y legumbres secas	pH, temperatura, SS., S.D., S.T., NTU, DBO_5 , DQO, DQO/ DBO_5 , conductividad, P, C.T., N- NH_3
31133	Fabricación de dulces, mermeladas, jaleas	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, N- NH_3 , DBO_5 , DQO, DQO/ DBO_5 , conductividad, PE, C.T.
31134	Fabricación de conservas, caldos concentrados y otros alimentos deshidratados	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, DBO_5 , DQO, DQO/ DBO_5 , conductividad, N-

		NH ₃ , PE, C.T.
31141	Elaboración de pescado, crustáceos y otros productos marinos	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, N-NH ₃ , PE, N, P, Cl ⁻ , C.T.
31151	Elaboración de aceites y grasas vegetales y subproductos	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, N, P, Cl ⁻ , C.T.
31152	Elaboración de aceites y grasas animales no comestibles	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, N, P, Cl ⁻ , C.T.
31153	Extracción de aceites de pescado y otros animales marinos	pH, S.S., S.T., NTU, AyG, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, N-NH ₃ , PE, N, P, Cl ⁻ , C.T.
31154	Producción de harina de pescado	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, P, N-NH ₃ , PE, N, P, Cl ⁻ , C.T.
31160	Elaboración de productos de molinería, cereales, arroz, etc.	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, P, N, C.T.
31170	Elaboración de productos de panadería, tortas y galletas	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, P, N, C.T.
31174	Elaboración de fideos, tallarines y otras pastas	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, P, N-NH ₃ , PE, C.T.
31181	Fabricación y refinación de azúcar	pH, temperatura, S.S., S.Sed., N, P, S.D., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T.
31191	Fabricación de cacao, chocolate en polvo y otros productos de confitería	pH, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, P, N-NH ₃ , PE, C.T.
31210	Elaboración de otros productos alimenticios	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad
312101	Elaboración de café y té	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T., N, P, Ca ²⁺

312103	Elaboración de productos endulzantes, cremas y levaduras	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T., N, P
312104	Elaboración de productos dietéticos y alimenticios para bebés	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T., N, P
31211	Fabricación de condimentos, mostazas y	pH, S.S., S.D., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, P, N-NH ₃ , C.T.
31212	Fabricación de almidón y sus derivados	pH, S.S., S.D., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, P, N-NH ₃ , SO ₄ ²⁻ , PE, C.T.
31214	Fabricación de levaduras	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, P, N-NH ₃ , SO ₄ ²⁻ , PE, C.T.
31220	Elaboración de piensos preparados	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , Cl ⁻ , N, NO ₃ ⁻ , P, SO ₄ ²⁻ , conductividad, N-NH ₃ , PE, C.T., detergentes
31311	Destilación de alcohol etílico	pH, temperatura, S.S., S.T., S.Sed., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T.
31312	Destilación, rectificación y mezcla de bebidas alcohólicas	pH, temperatura, S.S., S.Sed., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T.
31321	Fabricación de vinos	pH, S.S., S.T., S.Sed., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T.
31322	Elaboración de sidras y otras bebidas fermentadas, exceptos las malteadas	pH, S.S., S.D., S.T., S.Sed., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T.
31331	Elaboración de malta, cerveza y bebidas malteadas	pH, temperatura, S.S., S.D., S. Sed., S.T., NTU, AyG, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T.
31341	Elaboración de bebidas no alcohólicas y aguas minerales gasificadas y embotellado de aguas naturales y minerales	pH, DBO ₅ , S.S., S.T., NTU, DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T.
31400	Elaboración de productos del tabaco	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad,

		C.T., N, P
32113	Tintorerías industriales, fabricación de productos textiles y alfombras	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, AyG, HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, Cd, Cu, Cr _t , Cr ⁶⁺ , Hg, Ni, Fe, Pb, SO ₄ ²⁻ , S ²⁻ , Zn, PE, detergentes, fenoles, C.T.
32114	Estampados	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, AyG, HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, Cd, Cu, Cr _t , Cr ⁶⁺ , Hg, Ni, Pb, SO ₄ ²⁻ , S ²⁻ , Zn, fenoles, C.T.
32132	Fabricación y acabado de tejidos de punto, cuando incluyan blanqueo y teñido	pH, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, Cd, Cu, Cr _t , Cr ⁶⁺ , Hg, Ni, Pb, Zn, PE, fenoles, C.T.
32311	Curtiduría y talleres de acabado; adobo de cueros; fabricación de maletas, bolsos de mano y calzados	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , C.T. conductividad, Cr _t , Cr ⁶⁺ , Na ⁺ , N-NH ₃ , SO ₄ ²⁻ , S ²⁻
32321	Preparación y teñido de pieles	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , C.T. conductividad, Cr _t , Cr ⁶⁺ , N-NH ₃ , SO ₄ ²⁻ , S ²⁻ , PE, Na ⁺
33111	Aserraderos e industrias de la madera	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , NO ₃ ⁻ , fenoles, C.T. pentaclorofenol, conductividad, N-NH ₃
33200	Fabricación de muebles y colchones	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , NO ₃ ⁻ , fenoles, C.T. pentaclorofenol, conductividad, N-NH ₃
341111	Fabricación de pulpa de madera	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , C.T. conductividad, pentaclorofenol, Cd, Cu, Cr _t , Cr ⁶⁺ , P, Hg, Ni, N-NH ₃ , Pb, S ²⁻ , SO ₄ ²⁻ , Zn
34112	Fabricación de papel y cartón	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., C.T. NTU, AyG, HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, mercaptanos, Al, Ca ²⁺ , Cd, Cu, Cr _t , Cr ⁶⁺ , P, Hg, Na ⁺ , Ni, N-NH ₃ , Pb, S ²⁻ , SO ₄ ²⁻ , Zn, N, Cl ⁻

34190	Fabricación de artículos de pulpa, papel y cartón	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , C.T., DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, Al, Cd, Cu, Cr _t , Cr ⁶⁺ , P, Hg, Ni, N-NH ₃ , Pb, SO ₄ ²⁻ , Zn, Cl ⁻
34201	Imprenta y encuadernación	pH, temperatura, HC, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , C.T., DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, As, Cr _t , Cr ⁶⁺ , Hg, Pb, N,
34202	Fotograbado y litografía	pH, temperatura, HC, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, C.T., DQO/DBO ₅ , conductividad, As, Cr _t , Cr ⁶⁺ , Fe, Hg, Pb, Zn
34204	Editoriales	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, HC, DBO ₅ , DQO, C.T., DQO/DBO ₅ , conductividad, As, Cr _t , Cr ⁶⁺ , Hg, Pb, Zn
35111	Fabricación de productos químicos industriales básicos, orgánicos e inorgánicos	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T., As, Ca ²⁺ , Cd, CN ⁻ , Cu, Cr _t , Cr ⁶⁺ , Fe, P, Hg, Ni, N-NH ₃ , Pb, SO ₄ ²⁻ , S ²⁻ , Zn, PE, B, Al, Mn, xileno, tolueno, detergentes, organoclorados, fenoles
35121	Fabricación de abonos y otros productos nitrogenados	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, As, Ca ²⁺ , Cu, Cr _t , Cr ⁶⁺ , Fe, P, Hg, N-NH ₃ , SO ₄ ²⁻ , S ²⁻ , Zn, PE, Mn, PO ₃ ³⁻ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , fenoles, organoclorados, C.T.
35122	Fabricación de plaguicidas, insecticidas, fungicidas, herbicidas y otros productos químicos de uso agropecuario	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, As, Ca ²⁺ , Cu, Cr _t , Cr ⁶⁺ , Fe, P, Hg, N-NH ₃ , SO ₄ ²⁻ , S ²⁻ , Zn, PE, Mn, PO ₃ ³⁻ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , fenoles, organoclorados, C.T.
35130	Fabricación de cauchos y plásticos	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, Se, SO ₄ ²⁻ , S ²⁻ , PE, Cl ⁻ , fenoles, mercaptanos, pentaclorofenol, C.T.
35211	Fabricación de pinturas, barnices, tintas de imprenta, lacas, esmaltes, charoles y productos de revestimiento	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, Cu, Cr _t

	similares	Cr ⁶⁺ , Fe, Ni, Pb, Zn, Al, C.T.
35221	Fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , C.T. conductividad, Cr _t , Cr ⁶⁺ , PE, N, NO ₃ ⁻
35231	Fabricación de jabones, detergentes y champús	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, PE, detergentes, C.T.
35232	Fabricación de perfumes, cosméticos, lociones, pasta dentrífica y otros productos de tocador	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, PE, detergentes, C.T.
35291	Fabricación de ceras	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, P, PE, B, Al, detergentes, C.T.
35292	Fabricación de desinfectantes y desodorizantes	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, P, B, Al, detergentes, fenoles, pentaclorofenol, C.T.
35293	Fabricación de explosivos y municiones	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , C.T., conductividad, As, Cd, Cu, Cr _t , Cr ⁶⁺ , Fe, P, Hg, Ni, N-NH ₃ , Pb, SO ₄ ²⁻ , Zn, B, Al
35294	Fabricación de pegamentos, adhesivos, aprestos y cementos	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, P, N-NH ₃ , B, Al, Mn, C.T.
35296	Fabricación de tintas	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, As, Ca ²⁺ , Cd, Cr _t , Cr ⁶⁺ , CN ⁻ , Cu, Cr _t , Cr ⁶⁺ , P, Hg, Ni, N-NH ₃ , Pb, SO ₄ ²⁻ , S ²⁻ , Zn, PE, B, Al, C.T.
35301	Refinería de petróleo y fabricación de productos derivados de la refinación del petróleo	pH, temperatura, S.S., S.T., S.D., NTU, AyG, HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, Cu, Cr _t , Cr ⁶⁺ , Fe, Hg, Ni, Pb, Zn, B, Al, Cl ⁻ , N, P, S ²⁻ , detergentes, fenoles, mercaptanos, C.T.
35401	Fabricación de materiales para pavimento y techado a base de asfalto	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, HC, Cu, Cr _t , Cr ⁶⁺ , Fe, Hg, Ni, Pb, Zn, B, Al, N, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , detergentes,

		conductividad, C.T., P, N-NH ₃ , SO ₄ ²⁻ , S ²⁻
35402	Fabricación de briquetas de combustibles y	pH, temperatura, S.S., S.T., C.T., NTU, AyG, HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, detergentes, N-NH ₃ ,
35301	Refinería de petróleo y fabricación de productos derivados de la refinación del petróleo	pH, temperatura, S.S., S.T., S.D., NTU, AyG, HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, Cu, Cr, Cr ⁶⁺ , Fe, Hg, Ni, Pb, Zn, B, Al, Cl ⁻ , N, P, S ²⁻ , detergentes, fenoles, mercaptanos, C.T.
35401	Fabricación de materiales para pavimento y techado a base de asfalto	pH, temperatura, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, HC, Cu, Cr, Cr ⁶⁺ , Fe, Hg, Ni, Pb, Zn, B, Al, N, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , detergentes, conductividad, C.T., P, N-NH ₃ , SO ₄ ²⁻ , S ²⁻
35402	Fabricación de briquetas de combustibles y	pH, temperatura, S.S., S.T., C.T., NTU, AyG, HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, detergentes, N-NH ₃ ,
35301	Refinería de petróleo y fabricación de productos derivados de la refinación del petróleo	pH, temperatura, S.S., S.T., S.D., NTU, AyG, HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, Cu, Cr, Cr ⁶⁺ , Fe, Hg, Ni, Pb, Zn, B, Al, Cl ⁻ , N, P, S ²⁻ , detergentes, fenoles, mercaptanos, C.T.
36915	Fabricación de material refractario	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO ₅ , DQO/DBO ₅ , conductividad, B, Fe, C.T.
36921	Fabricación de cemento, artículos de hormigón, cal, yeso y tubos de cemento	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, P, SO ₄ ²⁻ , PE, C.T., Ca ²⁺
37100	Fabricación de productos primarios de hierro y acero	pH, temperatura, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, S.S., S.T., NTU, AyG, As, Cd, CN ⁻ , Cr _t , Cr ⁶⁺ , Ni, Pb, SO ₄ ²⁻ , Zn, Cl ⁻ , Fe, fenoles, C.T.
37201	Fabricación de productos primarios de metales no ferrosos	pH, temperatura, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, S.S., S.T., NTU, AyG, As, Cd, CN ⁻ , Cr _t , Cr ⁶⁺ , Ni, Pb, SO ₄ ²⁻ , Zn, C.T.
38100	Fabricación de otros productos metálicos, artículos de cuchillería, herramientas de mano y artículos de ferretería	pH, temperatura, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, S.S., S.T., NTU, AyG, As, Cd,

		CN ⁻ , Cr _t ⁶⁺ , Ni, Pb, SO ₄ ²⁻ , Zn, Fe, C.T.
38121	Fabricación de muebles y accesorios principalmente metálicos	pH, temperatura, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, S.S., S.T., C.T., NTU, AyG, Cd, CN ⁻ , Cu, Cr _t ⁶⁺ , Ni, Pb, SO ₄ ²⁻ , Zn, PE, Al, Mn, Fe, Cl ⁻
38196	Esmaltado, barnizado, lacado, galvanizado, chapado y pulido de artículos metálicos. Fundición de metales.	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, AyG, HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, Cd, CN ⁻ , Cu, Cr _t ⁶⁺ , Hg, Ni, Pb, SO ₄ ²⁻ , Zn, Al, Mn, Fe, Cl ⁻ . fenoles, C.T.
38211	Fabricación y reparación de maquinaria de uso general e industrial, motores, bombas, compresores, válvulas, turbinas y máquinas de vapor y gas, excepto calderas.	pH, temperatura, S.S., S.T., S.D., NTU, AyG, HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , detergentes, conductividad, C.T., Cd, CN ⁻ , Cu, Cr _t ⁶⁺ , Ni, SO ₄ ²⁻ , Zn, PE, Al, Fe, Cl ⁻
3825	Fabricación de maquinaria de oficina, contabilidad e informática	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T., AyG, Cd, CN ⁻ , Cu, Cr _t ⁶⁺ , Ni, SO ₄ ²⁻ , Zn, PE
3831	Fabricación de motores y transformadores eléctricos, aparatos de distribución y control de energía eléctrica, hilos y cables aislados	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , C.T., DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, AyG, Cd, CN ⁻ , Cu, Cr _t ⁶⁺ , Ni, Mo, Se, Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Zn, PE
3831	Fabricación de motores y transformadores eléctricos, aparatos de distribución y control de energía eléctrica, hilos y cables aislados	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , C.T., DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, AyG, Cd, CN ⁻ , Cu, Cr _t ⁶⁺ , Ni, Mo, Se, Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Zn, PE
3832	Fabricación de equipo y aparatos de radio, televisión y comunicaciones	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , C.T., conductividad, AyG, Cd, CN ⁻ , Cu, Ni, Fe, SO ₄ ²⁻ , Zn, PE
38323	Fabricación de discos, cintas magnéticas, cassettes	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , C.T., conductividad, AyG, Cd, CN ⁻ , Cu, Cr _t ⁶⁺ , Fe, Cr _t ⁶⁺ , Ni, SO ₄ ²⁻ , Zn, PE
38326	Fabricación de aparatos y válvulas de radiografías, fluoroscopia y otros aparatos de rayos X	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , C.T., conductividad, AyG, Cd, CN ⁻ , Cu, Cr _t ⁶⁺ , Fe, Ni, SO ₄ ²⁻ , Zn, PE

38332	Fabricación de planchadoras, ventiladoras, enceradoras, aspiradoras y otros aparatos y accesorios eléctricos de uso doméstico	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , C.T., conductividad, S.D., AyG, HC, Cd, CN ⁻ , Cu, Fe, Cr _t , Cr ⁶⁺ , Ni, SO ₄ ²⁻ , Zn, PE, Mn
38392	Fabricación de ampollitas, acumuladores, tubos eléctricos, baterías, focos, pilas eléctricas, linternas	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, AyG, Cd, CN ⁻ , Cu, Cr _t , Cr ⁶⁺ , P, Fe, Ni, SO ₄ ²⁻ , Zn, PE, C.T.
38411	Astilleros	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, AyG, HC, DBO ₅ , DQO, C.T., DQO/DBO ₅ , conductividad, Cd, CN ⁻ , Cu, Cr _t , Cr ⁶⁺ , P, Ni, N-NH ₃ , Pb, SO ₄ ²⁻ , Zn, PE
38421	Construcción, reparación y modificación de maquinaria y equipo ferroviario	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, AyG, HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, Cd, CN ⁻ , Cu, Cr _t , Cr ⁶⁺ , P, Ni, N-NH ₃ , Pb, SO ₄ ²⁻ , Fe, Zn, PE, C.T.
38431	Fabricación, montaje, reconstrucción y reformas de automóviles	pH, temperatura, S.S., S.T., S.D., C.T., NTU, AyG, HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, Cd, CN ⁻ , Cu, Cr _t , Cr ⁶⁺ , P, Ni, N-NH ₃ , Pb, SO ₄ ²⁻ , Zn, PE, Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , fenoles
38432	Fabricación de piezas y accesorios para vehículos automóviles tales como motores, frenos, embregues, cajas de cambio, transmisiones, ruedas y chasis	pH, temperatura, S.S., S.T., S.D., NTU, C.T., AyG, HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, Cd, CN ⁻ , Cu, Cr _t , Cr ⁶⁺ , Ni, Pb, SO ₄ ²⁻ , Zn, PE, Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , fenoles
38441	Fabricación de bicicletas y motocicletas y sus piezas especiales	pH, temperatura, S.S., S.T., S.D., NTU, AyG, C.T., HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, Cd, CN ⁻ , Cu, Cr _t , Cr ⁶⁺ , P, Ni, N-NH ₃ , Pb, SO ₄ ²⁻ , Zn, PE, Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , fenoles
38451	Fabricación de aeronaves, buques, yates y sus partes	pH, temperatura, S.S., S.T., S.D., NTU, AyG, HC, C.T., DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, Cd, CN ⁻ , Cu, Cr _t , Cr ⁶⁺ , Ni, N-NH ₃ , Pb, SO ₄ ²⁻ , Zn, PE, Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , fenoles
38512	Producción de instrumentos y suministros médicos, de cirugía general, cirugía dental, ópticos, aparatos ortopédicos y protésicos	pH, temperatura, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T., S.S., S.T., NTU, Cd, CN ⁻ ,

		Cu, Cr, Cr ⁶⁺ , Hg, Ni, SO ₄ ²⁻ , Zn, PE, NO ₃ ⁻
38522	Fabricación de aparatos fotográficos, relojes e instrumentos ópticos	pH, temperatura, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T., S.S., S.T., NTU, Cd, CN ⁻ , Cu, Cr, Cr ⁶⁺ , Hg, Ni, SO ₄ ²⁻ , Zn, PE, Mo, Se, Cl ⁻ , NO ₃ ⁻
39010	Fabricación de joyas y artículos conexos	pH, temperatura, C.T., DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, S.S., S.T., NTU, Cl ⁻ , CN ⁻ , Cu, Ni, SO ₄ ²⁻ , Zn, PE, NO ₃ ⁻
39020	Fabricación de instrumentos musicales, artículos deportivos, juegos y juguetes	pH, temperatura, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, S.S., S.T., NTU, SO ₄ ²⁻ , Zn, PE, C.T.
41011	Generación, transmisión y distribución de electricidad	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T., AyG, HC
41021	Producción y distribución de gas	pH, S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, HC, DBO ₅ , DQO, C.T., DQO/DBO ₅ , conductividad, N-NH ₃ , S ²⁻
50000	Construcción	pH, temperatura, S.S., S.T., S.D., S.Sed., AyG, NTU, DBO ₅ , C.T., DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad
61000	Comercio al por mayor y en comisión	pH, temperatura, C.T., S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad
61021	Comercio al por mayor de combustible sólido, líquido y gaseoso y productos conexos, así como su almacenamiento	pH, temperatura, C.T., S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, AyG, detergentes
61561	Importadores y distribuidores de automóviles, camiones, camionetas, motos, repuestos, accesorios	pH, temperatura, C.T., S.S., S.D., S.T., NTU, AyG, HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, PE
62000	Comercio al por menor	pH, temperatura, C.T., S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad
62015	Supermercados, carnicerías, pescaderías y ventas de alimentos	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , N, P, NO ₃ ⁻ , conductividad, C.T.

63100	Restaurantes, bares, refresquerías y cantinas, así como hoteles, campamentos y otros tipos de hospedajes con estos establecimientos	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , C.T., conductividad, N, P, NO ₃ ⁻
63200	Hoteles, campamentos y otros tipos de hospedajes temporales, sin restaurantes, refresquerías o cantinas	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , C.T., conductividad
72000	Correo y telecomunicaciones	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T.
81000	Banca y aseguradoras	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T.
83100	Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T.
91000	Administración pública y defensa	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T.
93100	Enseñanza	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T.
93300	Actividades de servicios sociales y de salud, clínicas y hospitales	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T.
94100	Actividades de esparcimiento, culturales, deportivas y de entretenimiento	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T.
95201	Lavanderías y tintorerías	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, AyG, HC, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, P, PE, B, Al, Mn, C.T.
95910	Salones de belleza	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T.
95921	Estudios fotográficos	pH, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T.
99000	Estaciones de gasolina y diesel	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, C.T.
990001	Laboratorios de análisis	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, As, Cd, CN ⁻ , Cu, Cr _t , Cr ⁶⁺ , Fe, P, Hg, Ni, N-NH ₃ , Pb, SO ₄ ²⁻ , S ²⁻ , Zn, PE, Mn, N, NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , P, C.T.

990002	Puertos y aeropuertos	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, detergentes, AyG, C.T.
990004	Estaciones de lavado de automóviles	pH, temperatura, S.S., S.T., NTU, DBO ₅ , DQO, DQO/DBO ₅ , conductividad, HC detergentes, AyG, C.T.

Nota: **AyG** (Aceites y grasas), **Al**(Aluminio), **As**(Arsénico), **B** (Boro), **Cd** (Cadmio), **Ca** (Calcio), **Cu**(Cobre), **CT** (Coliformes totales), **CF** (Coliformes fecales) , **Cr⁶⁺** (Cromo hexavalente), **Cr_t** (Cromo total), **DBO₅** (Demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días), **F**(Fluoruros), **P**(Fósforo), **HC** (Hidrocarburos totales), **Fe** (Hierro), **Mn** (Manganeso), **Hg** (Mercurio), **CN** (Cianuro), **Cl** (Cloruros), **Cl** (Cloro residual), **N** (Nitrógeno total), **N-NH₃** (Nitrógeno amoniacal), **OC** (compuestos organoclorados) , **C₆OHCl₅**(Pentaclorofenol), **pH**(Potencial de hidrógeno), **Pb**(Plomo), **Se**(Selenio), **Sn**(Estaño), **DQO**(Demanda química de oxígeno), **PE**(Espuma poder espumante), **%Na** (Sodio porcentual), **S.Sed** (Sólidos sedimentables), **S.S.**(Sólidos suspendidos),**S.D.** (Sólidos disueltos), **S.T.**(Sólidos totales), **SO₄²⁻** (Sulfatos) **S²⁻** (Sulfuros), **C₆H₅CH₃** (Tolueno).

3. Anteproyecto de Normas de Calidad de Aguas Marinas y Costeras.

La tabla A.3 muestra los valores de los diferentes parámetros y el valor que estos deben tener para que no afecten a los ecosistemas marinos.

Tabla A.3. Requisitos de calidad

Parámetros	Valor
pH	6 – 9
Oxígeno Disuelto	< 4 mg/l
Turbiedad	< 25 NTU
Transparencia	±10% ⁽¹⁾
Color	< 25 Pt- Co
Sólidos Sedimentables	<5 mg/l
Sólidos Disueltos	< 35 000 mg/l
Sólidos Suspendidos	< 50 mg/l
Sólidos Totales	< 36 000 mg/l
Olor	No perceptible
Cianuros	< 0.02 mg/l
Nitrógeno Amoniacal	< 0.50 mg/l
Detergente	< 0.50 mg/l
Arsénico	< 0.05 mg/l
Estaño	< 0.5 mg/l
Cromo	< 0.05 mg/l
Cadmio	< 0.005 mg/l
Plomo	< 0.01 mg/l
Zinc	< 1.00 mg/l
Hierro	< 0.50 mg/l
Mercurio	< 0.001 mg/l
Eterococos	< 50 NMP
Coliformes totales	< 500 NMP
Coliformes Fecales	< 50 NMP
Demanda Bioquímica de Oxígeno	< 2 mg/l
Aceites y Grasas	< 0.50 mg/l
Hidrocarburos totales de Pétroleo	< 0.05 mg/l
Plasguicidas Organoclorados	< 0.005 mg/l
Plasguicidas organofosforados	< 0.005 mg/l