



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

TESIS DE MAGÍSTER

DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL  
RIO MANTA DESDE EL SECTOR DE LAS LAGUNAS  
DE ESTABILIZACIÓN, HASTA LA CONFLUENCIA  
DE LOS RIOS MANTA Y BURRO.

Directora de Tesis  
Ingeniera: KATTY CORAL CARRILLO

Elaborado por:  
PEDRO V ORELLANA IZQUIERDO

Quito – Ecuador  
2008.

### **DEDICATORIA:**

**A Dios creador de nuestra naturaleza, quien ha permitido que alcance este nuevo conocimiento para servicio de mi pueblo, todo lo demás es solo vanidad.**

# ÍNDICE GENERAL

## CONTENIDO

Págs.

### CAPÍTULO 1

RESUMEN	1
SUMMARY	4
1.- INTRODUCCION	
1.1 ANTECEDENTES	7
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	8
1.3 JUSTIFICACIÓN	9
2.- MARCO TEÓRICO	10
2.1 QUE ES LA CONTAMINACIÓN	10
2.2.- CLASIFICACIÓN DE LOS CONTAMINANTES	11
2.2.1- Físicos	11
2.2.2.- Químicos	11
2.2.3.- Los contaminantes Biológicos	13
2.2.4.- Clasificación de los contaminantes por su persistencia	13
2.3.- CURVA DE CRECIMIENTO BACTERIANO	13
2.3.1.- Fase de retardo o latencia	13
2.3.2.- Fase de crecimiento exponencial	14
2.3.3.- Fase estacionaria	14
2.3.4.- Fase de muerte o decaimiento	14
2.4.- LAGUNAS PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	14
2.4.1.- Lagunas aeradas	14
2.4.2.- Lagunas anaerobias	15
2.4.3.- Lagunas facultativas	16
2.4.4.- Lagunas de maduración	17
2.5.- CONCEPTOS IMPORTANTES	19
2.5.1.- Permiso Ambiental	19
2.5.2.- Desechos Líquidos Orgánicos	19
2.5.3.- Desechos Líquidos Peligrosos	19
2.5.4- Gestión Ambiental	19
2.5.5.- Efluente	19
2.5.6.- Impacto Ambiental (IA)	19
2.5.7.- Licencia Ambiental	20
2.5.8.- Agua Residual	20

2.5.9.- Emisión Atmosférica	20
2.5.10.- Residuo Sólido	20
2.5.11.- Tecnología más limpia	20
2.5.12.- Tensoactivos	21
3. MARCO LEGAL	21
4. DIAGNOSTICO	25
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA	25
4.1.1 Demografía	27
4.1.2 Clima	28
4.1.3 Temperatura	28
4.1.4 Humedad Relativa	28
4.1.5 Metodología de Diagnóstico	28
4.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	31
4.2.1 Lagunas de estabilización ciudad de Manta	31
4.2.2.- Datos históricos de los efluentes	34
4.2.2.1.- Volumen de Aguas Negras	34
4.2.2.2.- Carga Orgánica	35
4.2.3 Sistema de alcantarillado sanitaria	36
4.2.3.1.- habilitación de la nueva línea de impulsión	38
4.2.4 Estación de Bombeo Miraflores	39
4.3 FUENTES DE CONTAMINACIÓN EN EL PROYECTO	40
4.3.1.- Población afectada por la contaminación del río Manta	46
4.4 RESULTADOS DEL MONITOREO	48
4.4.1.- Datos históricos de los efluentes, obtenidos por la EAPAM	48
A.- Laboratorio 1.	49
A.- Laboratorio 2.	52
4.4.2.- Lugar de toma de muestras solicitadas para análisis para realizar el diagnóstico	52
4.4.2.1.- Resultados laboratorio 2	52
4.4.2.2.- Resultados del laboratorio 1	53
4.4.2.3.- Laboratorio 3	66
4.4.2.4.- Laboratorio 1, resultados de análisis de aguas	67
4.4.2.5.- Laboratorio 1.- análisis a suelos y lodos	71
4.4.3.- Gráficas de comportamiento	72
4.4.3.1.- Resultados entregados por el laboratorio 3, en julio 16 del 2007	72
4.4.3.2.- Resultados entregados por el laboratorio 2, en agosto 3 del 2007	75
4.4.3.3.- resultados evaluados por años 2003, 2005 y 2007	76

4.5 EVALUACIÓN	78
4.6.- CALCULO DEL ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN	95
4.7.- MATRIZ DE DIAGNOSTICO	107
4.8.- MATRIZ DE LEOPOLD	113
4.8.1.- Cálculo de la importancia, magnitud y valor del impacto	115
5.- CONCLUSIONES	118
5.1.- INCUMPLIMIENTO DEL PLAN EMERGENTE DE CONTROL	118
DE LA CONTAMINACION DEL RIO MANTA Y SU AREA DE INFLUENCIA	
5.1.1    Lagunas de estabilización	118
5.1.2.- Sistema de Alcantarillado Sanitario	118
5.1.3.- Estación de Bombeo Miraflores	118
5.1.4.- Industrias que contaminan los drenajes naturales	119
6.- RECOMENDACIONES	121
7.- BIBLIOGRAFÍA	126
ABREVIATURAS y ACRONIMOS	128

#### **Cuadros:**

1. Proyección poblacional zona urbana de Manta	28
2. Especificaciones de las lagunas	32
3. Especificaciones generales de las lagunas	32
4.- Volúmenes de consumo de agua potable en la ciudad de Manta.	35
5.- Valores asumidos de DBO y SS de acuerdo a la población	36
6.- Resultados al efluente de las lagunas	43
7.- ANALISIS DE AGUAS LAGUNA 1	49
8.- Análisis de aguas laguna 3	50
9.- Análisis de aguas laguna 4	51
10. Análisis de aguas laguna 6	51
11.- Análisis de lodos: sector puente de Tarqui del río Manta, confluencia con el río Burro	52
12.- Agua de la laguna facultativa, se evalúa con la tabla 13 del tulas, cuerpo de agua dulce, libro VI anexo 1	53
13. Parámetros analizados laboratorio 2	54
14.- <i>Laguna facultativa A1</i>	55
15.- Laguna Facultativa A2 a la descarga del río Manta	56
16.- Laguna Facultativa B2 a la descarga del río Manta	57
17.- Descarga cámara de rebose Miraflores	59
18.- Cuenca del río manta sector Biodigestor Abdón Calderón	61
19.-Sector Fundación Sector Fundación río Manta	63
20.- Sector confluencia ríos Manta y Burro	65



21.- Resultados del laboratorio 3	67
22.- Cancha de fútbol Palma.	68
23.- Análisis al efluente cerca del biodigestor Abdón Calderón	69
24.- Análisis al efluente cerca de la Fundación Río Manta	70
25.- Análisis al efluente cerca de la confluencia ríos Manta y Burro	71
26. Resultados microbiológicos	72
27.- Resultados de laboratorio 1	73
28. Resultados de laboratorio 3	92
29 resultados microbiológicos en suelos	93
30. Factores indicativos de contaminación adoptado	96
31. Resumen de resultados índices por tipo de muestras	107

#### **FIGURAS:**

1.- Imagen 2007, Digital Globe. Manta, Vista del Proyecto	26
2.- Detalle de recorrido del Río Manta, posición de las lagunas de estabilización, Estación Miraflores y desembocadura a la Playa de Tarqui	31
3.- Vista aerofotogramétrica de las lagunas, Imagen 2007 Digital Globe	33
4 Puntos de muestreo	52

#### **GRAFICAS:**

Relación cárcamo-lagunas-río	
1 DBO	74
2 DQO	74
3 ST	75
Laboratorio2	
4 DBO	76
5 DQO	77
Relación 2003-2005-2007	
6 DBO	78
7 DQO	78

#### **ANEXOS:**

1.- MARCO LEGAL	95
2.- ANEXO FOTOGRAFICO	106
3.- RESULTADOS OBTENIDOS POR EL MUNICIPIO DE MANTA A LOS EFLUENTES DE LAS INDUSTRIAS EN LA CIUDAD DE MANTA	117
4.- CALCULOS DE LA CONTAMINACION DE LAS INDUSTRIAS EN LA CIUDAD DE MANTA	125

## RESUMEN

La realización del “Diagnóstico Ambiental del Proyecto de la Contaminación del río Manta y su área de influencia”, como tema de Tesis para la obtención del Título Magíster en Gestión Ambiental, fue escogida en vista de que el tema de mantener, conservar y preservar el agua ha sido uno de las preocupaciones mundiales en la actualidad.

En razón de la gran cantidad de denuncias presentadas por el sector social de las riveras del río Manta y Burro, hacia los organismos de Control, debido a la gran contaminación que ocasionan el sector industrial y empresarial al cauce del río Manta, el tema del “Diagnóstico Ambiental del Proyecto de la Contaminación del río Manta y su área de Influencia” fue analizado y aceptado por las autoridades de la Universidad Internacional SEK, como aporte para la ciudad de Manta.

Para el desarrollo de tema se realizaron sendas entrevistas con la Municipalidad de la Ciudad de Manta, como organismo rector ambiental debido a la delegación de la competencia ambiental asignada por el Ministerio del Ambiente; Así como a la Empresa de Alcantarillado y Agua Potable de Manta, quien es responsable de la recolección, transporte y tratamiento de las aguas recogidas en los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial.

Se realizó un inventario estadístico sobre las actividades de gestión ambiental realizadas por dichos organismos así como del sector industrial, empresarial, de salud y social.

Para obtener un diagnóstico real de la situación, se procedió a contratar tres laboratorios calificados para la toma de muestras cada una en fechas diferentes y en los puntos asignados por el maestrante, tratando de realizar un barrido de la tabla 11 o 12, de acuerdo al contenido del efluente, si es agua dulce, o si es aguas sanitarias y esperar los resultados obtenidos, para con ellos recomendar que la Empresa de Alcantarillado y Agua Potable y el Gobierno Municipal de Manta, realicen los planes de manejo respectivos, considerando

los monitoreos y los parámetros que de forma regular deban obtener en el laboratorio que deben crear en las instalaciones de las lagunas de tratamiento.

Se realizó unas visitas e inspección de los sistemas de tratamiento previo que deben tener las industrias y el sector industrial, previo a la emisión de los efluentes al sistema de alcantarillado sanitario.

En tal virtud, este Diagnóstico Ambiental determinó las condiciones de contaminación en los siguientes factores: agua y suelo contaminación ocasionadas por los efluentes entregados y recibidos en el Cárcamo de la Estación de Bombeo Miraflores, luego en el proceso de remediación en las lagunas de estabilización, para proseguir su análisis en la descarga en el cauce del río Manta, en varios puntos considerando que existen nuevos focos de contaminación en el transcurso del cauce, identificando de donde provienen las descargas contaminantes clandestinas, sus fuentes emisoras y determinar el grado de contaminación existente posterior al tratamiento de la bioremediación, con la finalidad de evaluar el sistema de gestión ambiental existente y recomendar mejoras al sistema.

Entre los principales aspectos encontrados en el Sistema de Gestión puedo detallar los siguientes:

El sector industrial en muy pocos casos tienen un sistema primario de remediación, previo a la emisión de sus efluentes al sistema de alcantarillado sanitario, además no existe un control permanente por parte de la municipalidad para autorizar las descargas previo a la evaluación de los parámetros que generalmente se basan en la Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Suspendidos , Sólidos Totales y Aceites y Grasas.

El Sistema de tratamiento de las Lagunas de Estabilización no esta funcionando adecuadamente ya que llegan aguas salinas que disminuyen la efectividad de la bioremediación, así como las dosificaciones de las cepas, el tiempo de vida y el tiempo de permanencia no tienen calculado, sino que es realizado en forma empírica, es decir utilizando dosificaciones que el fabricante mas o menos instruyó.



Posteriormente del tratamiento se encuentra que las aguas que se entregan nuevamente al cauce del río Manta, en su recorrido reciben nuevos aportes de contaminación como el del Biodigestor Abdón Calderón que se encuentra destruido y vierte sus efluentes directamente recogidos del sistema de alcantarillado sanitario directamente al cauce del río Manta que valga la pena mencionar es un río seco, con aporte de efluentes de las lagunas de estabilización y en las resacas por aporte de agua de mar que ingresa por el cause. Además por conexiones clandestinas del sector industrial que tienen tuberías conectadas hacia el cauce del río Manta para emitir sus efluentes como bunker (Empresa Eléctrica de Manabí), conexiones directas autorizadas como el Hospital del IESS y Centros de Salud, que descargan directamente al cauce del río sin ningún tratamiento previo y finalmente por alrededor de 40 instalaciones clandestinas domiciliarias que por no tener servicio de red, vierten de igual manera sus efluentes sanitarios directamente al cauce del río Manta.

De lo anteriormente enunciado y de los resultados de laboratorio se puede afirmar que en un sector se encontró un alto contenido de cianuro, en lo posterior se debe seguir analizando hasta eliminar el foco de contaminación o descartarlo por ser un valor que no se vuelva a repetir en posteriores análisis, por otro lado se ve incrementado los valores contaminantes de DBO, DQO, Aceites y Grasas y Metales Pesados después de la bioremediación, por lo que se demuestras que no hay gestión ambiental ni en el Municipio ni en la Empresa de Alcantarillado y Agua Potable de Manta y que todo el costo invertido en el proceso de bioremediación en las lagunas de estabilización no han servido para el Control de la Contaminación del río Manta.

Por último en el aspecto de salud se recopilamos algunos datos de enfermedades típicas de lugares cloacales, pero no se puede demostrar que este haya sido mucho mayor que otros que no se encuentran en dichos puntos o que están alejados de estos focos de infección.

## SUMMARY

The perform of “Environmental Diagnostic of Manta River Pollution Project and its influence area”, as the thesis subject to obtain the title of Master in Environmental Management, was choosen in consequence of the matter to maintain, conserve and protect water has been one of the worldwide preoccupations actually.

In relation with a great quantity of reports submitted by social sector of Manta and Burro rivers, to the Control organisms, because of great contamination brought out by manufacturer and managerial sector to riverbed of Manta river, the subject of “Environmental Diagnostic of Manta River Pollution Project and its influence area”, was analysed and approved by the authorities of Sek International University, as a contribution to Manta city.

For development of this subject there were performed several interviews with Municipal Organism of Manta city, as an environmental ruling organism because of the delegation of environmental competition given by Ministry of Environmental; as well as to Drinking Water and Drainage Company of Manta, who is responsible of netting, transport and collected water treatment into drainage, sanitary and rainy systems.

It was done an statistic control about environmental management activities performed by mentioned organisms as in industrial, managerial, health and social sector.

Therefore, to obtain a real diagnostic of situation, there were contracted three qualified laboratories for sampling each one with different dates and into the showed points by the master, trying to realize a sweep of list # 11 and 12, according with effluent content, if it is sweet water, or if they are sanitaries waters and to wait for obtained results, and by this way recommend to Drinking Water and Drainage Company and Municipal Government of Manta perform respective handling plans, taking account controls, parameters that in a regular manner must obtain in laboratory, which must create in installations of treatment lacunas.



There were realized visits and inspections of previous treatment systems which must have factories and industrial sector, prior of effluents emission to sanitary drainage system.

In so doing, this Environmental Diagnostic determined pollution conditions in the following elements: water and soil, pollution brought out by delivered and received effluents in a cleated trough of Miraflores Bulge Station, then during remedy process in stability lacunas, to continue their analysis in unloading of riverbed of Manta river, in several points taking account that there are new centers of pollution during the course of riverbed, identifying from where are coming clandestine pollution unloading, their sources of emissions and determine pollution degree after bio-remedy treatment, with the objective to evaluate environmental management system that exists and to recommend improvements to system.

Among the main aspects found in Management System I can detail the following:

Industrial sector in a few cases has a primary system of remedy, previous to the emission of their effluents to sanitary drainage system, in addition, there is no permanent control by the Municipal Organism to authorize unloading prior parameters evaluation which are generally based in biochemistry demand of oxygen, chemistry demand of oxygen, suspended solids, total solids, oils and greases.

Treatment System of Stability Lacunas is out of order without a suitable way because there are saline waters that reduce effectiveness of bio-remedy, like stock dosage, life time and permanence time is not calculated, instead of this it is realize on an empirical way, it means using dosage that manufacturer has calculated in his point of view.

Afterward of treatment, it is found that waters which arrive to riverbed of Manta river, during their route receive new contributions of pollution as Biodigestor Abdon Calderon which is demolished and spill their effluents collected from sanitary drainage system, directly to riverbed of Manta river; it is important to mention that it is a dry river, with contribution of effluents of stability lacunas and on a backward movement by contribution of sea water which entries by riverbed. In addition, by clandestine connection of industrial sector which have join plumbing towards riverbed of Manta river for emission of their

effluents as bunker (Manabi Electrical Company), authorized direct connections as Social Security Ecuadorian Institute (IESS)-Hospital and Health Centers, which unloading straight to riverbed without any previous treatment and finally around 40 home clandestine installations because they do not have net service, spill immediately their sanitaries effluents to riverbed of Manta river.

In relation of all this statement and of laboratory results I can affirm that in one sector it was found a high content of cyanide, it must still being analyzing till elimination of pollution centers or to discard because it is a value that it cannot be repeated in later analysis, otherwise there are increased pollution values of biochemistry demand of oxygen, chemistry demand of oxygen, oils, greases, heavy metals after bio-remedy, in so doing, we can see there is no environmental management nor at Municipal Organism neither at Manta Drinking Water and Drainage Company of Manta and that all spent cost into bio-remedy process in stability lacunas, there have not been used for Pollution Control of Manta river.

Finally, in health aspect there are compiled some data of typical sickness of sewage places, but it cannot be demonstrated that it could be greater than others that are not in those points or that they are far from these centers of infection.



# 1.- INTRODUCCIÓN

## 1.1 Antecedentes

“La OPS (2001) señala que en 1998 menos del 14 % de los 600 m<sup>3</sup>/s de agua residual doméstica colectada en América Latina recibía algún tratamiento antes de ser dispuestos en ríos, mares y áreas de cultivo y solo el 6%, recibe un tratamiento aceptable”<sup>1</sup>

El proceso de transferencia de funciones por parte del Gobierno Nacional a los Gobiernos Seccionales, basados en el SISTEMA DESCENTRALIZADO DE GESTION AMBIENTAL, consiste en que el Ministerio del Ramo (Ministerio del Ambiente) transfiere a los Gobiernos Municipales las competencias para el control de la contaminación ambiental, de industrias y servicios, amparados en la Ley Especial de Descentralización del Estado, para lo cual la demanda de asistencia técnica y capacitaciones en áreas especializadas ambientales requiere que los Municipios realicen un programa de gestión ambiental a fin de presentar metas, y objetivos eficientes con una planeación estratégica para solucionar el problema de la contaminación ambiental.

El Reglamento General de la Ley de Creación de la Empresa de Alcantarillado y Agua Potable de Manta (EAPAM), para el cumplimiento de sus fines, entre otras cosas le obliga a Estudiar, preparar y elaborar planes maestros integrales de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial, prevención y control de la contaminación de los Recursos Hídricos para la región donde prestará sus servicios.

El Reglamento reformativo al Reglamento de Descargas y Efluentes Líquidos de EAPAM, de mayo 2 del 2006, resuelve: “Expedir dicho reglamento, para controlar la contaminación producto de las descargas de efluentes líquidos que se transfieren por el Sistema de lagunas de Estabilización de Aguas Residuales, para su tratamiento biológico y disposición final”.

---

<sup>1</sup> CEPIS/OPS HOJAS DE DIVULGACIÓN TÉCNICA N° 92, Sistema Integrado de Tratamiento y uso de Aguas Residuales en América Latina: Realidad y Potencial, Julio Moscoso Cavallini y Luis Egocheaga Young, marzo 2004 ISSN 1018-5119

En este contexto es necesario que la EAPAM, aplique un sistema de gestión ambiental que administre los procesos de tratamientos y la disposición final de las aguas residuales, permitiendo así mitigar un impacto ambiental mayor, generado por el inadecuado manejo de las aguas residuales del presente, sujeto a lo dispuesto en el Texto Unificado de la Ley Ambiental Secundaria, TULAS, vigente desde el año 2003.

## 1.2 Descripción del Problema

El cantón Manta cuenta con un sistema de alcantarillado, cuya construcción se remonta al año 1973, con un periodo de vida útil de 25 años, habiéndoselo concebido para una población que no alcanzaba los 100 mil habitantes, por lo que al momento ha superado largamente su periodo de diseño y el área poblacional para la cual fue construido, ocasionando un grave problema de contaminación ambiental, que obliga a construir obras de mitigación emergentes.

La ciudad de Manta está servida por un sistema de agua potable deficiente, que no cubre las necesidades de la población, teniendo que racionar el consumo en forma sistemática, su cobertura es apenas del 70% del área consolidada.

El sistema de alcantarillado ha cumplido ya su período de vida útil (25 años) encontrándose además, en malas condiciones, por falta de mantenimiento; su cobertura es apenas del 29% del área consolidada.

El alcantarillado pluvial fue construido paralelamente con el alcantarillado sanitario cubriendo un área inferior al 15% del área consolidada.

En vista del colapso del sistema sanitario y la falta de recursos de la EAPAM, las aguas servidas no logran impulsarse hacia las lagunas de oxidación como destino final para su tratamiento, y retornan a través del cauce del río Manta, creando serios problemas aguas abajo, donde permanecen estancados considerables caudales, convirtiendo a dicho río en una laguna contaminada, con el consecuente deterioro del ambiente y de la imagen de la ciudad, así como los reclamos y protestas ciudadanas.



Para posibilitar el desfogue del agua, la EAPAM realiza pre-tratamientos con cal y la apertura de canales en la desembocadura de dicho río, permitiendo que las aguas sanitarias circulen hacia el mar y que, a su vez, las aguas marinas ingresen al cauce para que cumplan una acción de lavado sin que ésta sea una solución técnica ambiental.

### 1.3 Justificación

La ubicación geográfica de la ciudad de Manta, al estar situada junto al mar, originó el asentamiento de industrias pesqueras, las cuales han ido proliferando con el desarrollo de la población. La mayoría de las industrias, no cuenta con sistemas propios de tratamiento de sus aguas residuales y optan por evacuarlas, en unos casos, al sistema sanitario de alcantarillado, y en otros, a las quebradas más cercanas a sus instalaciones, o en su defecto, las descargan hacia el mar, a través de conexiones directas, sin cumplir con ninguna normativa ambiental.

Las redes sanitarias, cuyas tuberías, en varios tramos han cedido a la alta corrosión, producto de los años que llevan en servicio, así como de la salinidad atmosférica que caracteriza a Manta y a la recepción de aguas industriales sin tratamiento previo, y los volúmenes de aguas servidas que diariamente receptan, superan ampliamente su capacidad de diseño, haciendo que estas exploten o colapsen por sobre presión frecuentemente.

Por el déficit de cobertura que existe del servicio de alcantarillado, se ha detectado, que alrededor de 40 familias de la zona baja del Río Manta, realizan por su cuenta conexiones ilegales al sistema pluvial, descargando allí las aguas servidas, generando el rebose de sumideros, con el consecuente estancamiento y malos olores en las calles, especialmente en las zonas bajas, que es donde se generan los mayores problemas de contaminación ambiental.

El principal foco de contaminación de la ciudad se centra en los cauces de los ríos Manta y Burro, cuyas aguas se unen antes de confluir al mar. Estos ríos, por ser invernales, la mayor parte del año pasan secos, al menos así debería ser; sin embargo, al cruzar por las zonas pobladas, sus cauces han sido tomados como canales de descargas de aguas servidas. Mismas que, al no existir flujo alguno de lluvias durante el verano que las arrastren consigo hacia el mar, permanecen estancadas todo el tiempo, emanando fuertes olores y