



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS GEOLÓGICA Y
AMBIENTAL

TESIS DE GRADO

**“EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA
CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO SANTA
ROSA Y LINEAMIENTOS PARA UN
PLAN AMBIENTAL.”**

FERNANDA MISHEL VACA MORÁN

GUAYAQUIL – ECUADOR

2014



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS GEOLÓGICA Y
AMBIENTAL

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERA AMBIENTAL

**“EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA
CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO SANTA
ROSA Y LINEAMIENTOS PARA UN
PLAN AMBIENTAL.”**

FERNANDA MISHEL VACA MORÁN

GUAYAQUIL – ECUADOR

2014

© Derecho de autor

Fernanda Mishel Vaca Morán

2014

Informe Final del Director de Tesis

En mi calidad de Tutor de Tesis como trabajo de Graduación, previo a la obtención del título de Ingeniera Ambiental con el trabajo denominado **“EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO SANTA ROSA Y LINEAMIENTOS PARA UN PLAN AMBIENTAL”**. Correspondiente a la Escuela de Ciencias Geológica y Ambiental de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil, Certifico: que he procedido a revisar la Tesis en referencia, habiendo ejercido las funciones encomendadas como tutor de la investigación; y una vez realizada la revisión final estoy de acuerdo y conformidad con el trabajo efectuado por la Srta. Fernanda Mishel Vaca Morán, por lo cual autorizo para la presentación final por escrito de la tesis, como también la versión electrónica.

Wilson Pozo Guerrero, PhD.

Director de Tesis

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS GEOLÓGICAS Y AMBIENTALES

CALIFICACIÓN QUE OTORGA EL TRIBUNAL QUE RECIBE LA SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DEL TRABAJO INDIVIDUAL DE TITULACIÓN: TESIS DENOMINADO: “.EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO SANTA ROSA Y LINEAMIENTOS PARA UN PLAN AMBIENTAL”

FERNANDA MISHEL VACA MORÁN

PREVIO A OBTENER EL TÍTULO DE **INGENIERA AMBIENTAL**

MIEMBROS DEL TRIBUNAL	CALIFICACIÓN (Números y letras)
Ing. Minas Víctor Hugo Narváez B., M.Sc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	-----
Q.F. Galo Vélez Suárez, M.Sc. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	-----
Blgo. William Sánchez Arizaga, M.Sc. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	-----

SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DEL TRABAJO INDIVIDUAL DE TITULACIÓN REALIZADA EN EL AUDITÓRIUM DE LA FACULTAD, EL DÍA _____ LO CERTIFICO.

Abg. Jorge Solórzano Cabezas
SECRETARIO FACULTAD

DEDICATORIA

A Dios; la luz cósmica, dimensional y del yo que vive latente en mí ser, iluminándome.

A mi familia que son mi soporte, mi felicidad, mi apoyo y mis benefactores. En especial a:

Luis, Ana, Anarroza, Fernando, José Fernando, Luis Fernando, Rossana, Carlos, Carlitos, Alejandro

A mis amigos por ser la segunda familia que he tenido y han apoyado como tal cada propósito.

PARA USTEDES

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la iluminación de mi ser, de mi yo.

A mis padres Luis y Ana que han sido el pilar fundamental en esta etapa, por el apoyo y la entrega.

A mi tutor, Dr. Wilson Pozo Guerrero Ph.D, que con paciencia a sabido guiarme en el largo trayecto de este proyecto.

A mis maestros por compartir e impartir sus conocimientos.

A las biólogas Mariuxi Mero y Rosita Sigüenza por su amabilidad, comprensión y servicio.

Al personal administrativo y de servicio de la universidad que han sido víctimas de mi presión.

A Carlos y Alan que han sido partícipes en este proyecto.

GRACIAS

“Los labios de la sabiduría permanecen cerrados, excepto para el oído capaz de comprender.”

EL KYBALION

RESUMEN

El presente estudio evaluó la calidad del agua del río Santa Rosa de la provincia de El Oro, determinando niveles de concentración de metales pesados (cadmio y plomo) en agua y sedimentos, y la presencia de Bacterias totales, Coliformes totales y *Escherichia coli* como indicadores y bioindicadores de contaminación respectivamente. Se apoyó también de las encuestas como fundamentación social para la determinación de la problemática ambiental existente en el río. Se realizaron tres muestreos para la detección de metales pesados determinando las concentración de Cadmio y Plomo por Espectrofotometría de Absorción Atómica y tres muestreos para la obtención de microorganismos, en los meses de enero a abril en tres puntos estratégicos a lo largo de la cuenca del río Santa Rosa. En la determinación de presencia de metales pesados en aguas, la única detección fue de Plomo correspondiente al mes de enero, en los tres puntos de muestreo, el valor más alto de 0,24 ppm. En sedimentos la concentración de Cadmio se da en el mes de abril, con un valor promedio de 5,33 ppm, mientras que Plomo en sedimentos se obtiene concentraciones en las tres estaciones en los tres meses de muestreo con un promedio de 39,94 ppm en enero, 29.85 ppm en febrero y 57.27 ppm en abril. Siendo este último el que se detecta en mayores concentraciones, afectando la calidad del río. De los análisis microbiológicos se determinó la presencia de Bacterias totales y de Coliformes totales en las 3 estaciones de los 3 meses de muestreo correspondiendo el valor más alto al mes de abril del punto 3 con 2×10^3 UFC/ml en bacterias totales y del mismo mes en las estaciones 2 y 3 con valores similares 4.8×10^2 UFC/ml en lo que respecta a Coliformes totales, mientras que de *Escherichia Coli* solo se presenta en el punto tres de los tres meses de muestreo donde el nivel más alto de este parámetro se exhibe en el mes de febrero con 5×10^2 UFC/ml. Demostrando con mayor incidencia contaminación por aguas residuales en el punto 3. Los valores encontrados de los parámetros afectan a la vida acuática como también a los habitantes de Santa Rosa. Se ha generado una propuesta de prevención de la contaminación.

Palabras clave: Calidad de agua, metales pesados, prevención de contaminación.

SUMMARY

This study assessed the water quality of the Santa Rosa River in the province of El Oro. It determines the concentration levels of heavy metals (cadmium and lead) in the water and sediment, and the presence of bacteria, coliforms, *Escherichia coli* and biomarkers as indicators of pollution. It is also supported surveys and social foundation for the identification of existing environmental problems in the river. Three samples for the detection of heavy metals were performed, determining the concentration of cadmium and lead by atomic absorption spectro photometry. A further three samples identified microorganisms. These studies were conducted between January and April 2014 in the three strategic points along the river basin Santa Rosa. In identifying the presence heavy metals in the water, lead was only detected in January, and was found in all three sampling points , the highest value reecorded was 0.24 ppm. In the sediment, cadmium concentration occurs in the April, with an average value of 5.33 ppm. Lead concentrations in the sediment were found at the three simple points in each of the three months, with an average of 39.94 ppm in January, 29.85 ppm in February and 57.27 ppm in April. The presence of lead in large amounts, such as this will affect the water quality of the river. Microbiological analysis of the presence of bacteria and coliform in all three sampling points in each of the 3 months the study was conducted. The highest value occured in April, at the 3rd sample point, with 2×10^3 CFU / ml of bacteria. April also had similar values of 4.8×10^2 CFU / ml of coliforms at simple points 2 and 3. *Escherichia coli* was only traced at the 3rd simple point in each of the three months, with the highest levels occuring in February with 5×10^2 CFU / ml. Demonstrating higher incidence of sewage in at point 3, the polluntion levels will affect aquatic life as well as the inhabitants of Santa Rosa. Proposals have been made for the prevention of furher pollution of the river.

Keywords: Water quality, heavy metals, prevention of pollution.

CONTENIDO

PÁGINAS

CARÁTULA.....	ii
DERECHO DE AUTOR.....	iii
DIRECTOR DE TESIS.....	iv
HOJA DE APROBACION DE TESIS.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTOS.....	vii
RESUMEN.....	ix
SUMMARY.....	xi
ÍNDICE GENERAL.....	xii
ÍNDICE DE MAPAS.....	xv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xviii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xx

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	4
2.1. HIPÓTESIS	4
2.2. OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS	4
2.2.1. Objetivo General	4
2.2.2. Objetivos Específicos	4
3. FUNDAMENTACIÓN	5
3.1. ANTECEDENTES	5
3.2. JUSTIFICACIÓN	6
3.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
3.3.1. Ubicación del Problema en el Contexto	7
3.3.2. Situación Conflicto	10

3.3.3. Causas y Consecuencias del Problema	11
3.3.4. Delimitación del Problema	12
3.3.5. Evaluación del Problema	12
4. MARCO TEÓRICO Y LEGAL	14
4.1. ELEMENTOS DEL MARCO TEÓRICO	14
4.1.1. Fuentes Bibliográficas	14
4.1.1.1. Textos	14
4.1.1.2. Legislación Ambiental	16
4.1.1.3. Fuentes Empíricas	17
4.1.1.4. Estado de Conocimientos del Tema	17
4.1.2. Definiciones del Objeto de Estudio	19
¿Qué es el agua?	19
Importancia del Agua	22
La Crisis Mundial del Agua	22
El Ciclo Natural del Agua	23
¿Qué es el Derecho al agua?	25
La situación de los Recursos Hídricos en América Latina	34
Calidad del Agua	37
Los Conceptos y Tipos de Contaminación del Agua	38
¿Qué son los Metales Pesados?	40
Riesgos a la Salud por Metales Pesados	43
Aguas Residuales	46
¿Qué son los residuos?	48
4.2. MARCO LEGAL	56
Constitución de la República del Ecuador	56
Código Penal	57
Ley de Prevención y Control de la Contaminación	60

Ley de Aguas	61
Ley Orgánica de Salud	63
Texto Unificado de Ley Ambiental Secundario (TULAS)	64
Norma Técnica Ecuatoriana (INEN)	65
5. MATERIALES, MÉTODOS Y METODOLOGÍA	66
5.1. AREA DE ESTUDIO	66
USO DEL SUELO	68
ESTACIONES DE MUESTREO	72
Estación No. 1	73
Estación No. 2	74
Estación No. 3	75
5.2. MATERIALES	76
Recursos bibliográficos	76
Materiales y Equipo	76
5.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	76
5.3.1. Métodos	76
5.3.2. Técnicas de Investigación	77
5.4. METODOLOGÍA	78
5.4.1. La Encuesta	78
5.4.1.1. Punto de Muestreo	78
5.4.1.2. Población	80
5.4.2. Análisis de Agua y Sedimento	80
5.4.2.1. Toma de Muestras	80
5.4.2.2. Análisis en el Laboratorio	83
5.4.2.3. Preparación de las Muestras para Análisis	83
5.4.2.3.1. Análisis de Agua	83
5.4.2.3.2. Análisis de Sedimentos	86

5.4.2.4. Lectura de la Muestra	87
5.4.2.5. Tratamiento de los Resultados	87
5.4.2.6. Control de Calidad	87
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	89
OBJETIVO ESPECÍFICO 1	89
Resultado de las Encuestas	91
Resultados detección de Metales Pesados	107
Resultados Microbiológicos	111
OBJETIVO ESPECÍFICO 2	114
OBJETIVO ESPECÍFICO 3	116
LINEAMIENTOS PARA UN PLAN AMBIENTAL	118
Introducción	118
Misión	119
Visión	119
Fin	119
Propósito	120
Componentes	120
7. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN	126
7.1. CONCLUSIÓN	126
7.2. RECOMENDACIÓN	127
8. BIBLIOGRAFÍA	129

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA 1	Ubicación local del río Santa Rosa	67
MAPA 2	Ubicación local del río Santa Rosa visto en 3D	68
MAPA 3	Uso del suelo	68
MAPA 4	Estaciones de muestreo	73
MAPA 5	Primera estación de muestreo	73
MAPA 6	Segunda estación de muestreo	74
MAPA 7	Tercera estación de muestreo	75
MAPA 8	Catastro Minero	116

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1	Límites máximos permisibles (TULAS)	52
TABLA 2	Criterios de calidad y límites máximos permisibles	55
TABLA 3	Estaciones de muestreo	72
TABLA 4	Calidad de los datos	88
TABLA 5	Distribución de la población según la relación Género – Edad	92
TABLA 6	Distribución porcentual según la etnia	93
TABLA 7	Distribución de la población según los años que vive en el sector	94
TABLA 8	Distribución de población según el número de habitantes del grupo familiar	95
TABLA 9	Distribución de la población según la actividad a la que se dedica	96
TABLA 10	Distribución de la población según su ingreso económico	97
TABLA 11	Distribución de la población según la obtención del agua para consumo su consumo	98
TABLA 12	Distribución de la población según servicio higiénico o batería sanitaria con que la población cuenta	99
TABLA 13	Distribución poblacional según servicio recolección de desechos	99
TABLA 14	Distribución de la población según la confianza de la calidad del agua de los ríos naturales de Ecuador	100
TABLA 15	Distribución de la población según la importancia del río	101
TABLA 16	Distribución poblacional según la expulsión de basura al río	102

TABLA 17	Distribución poblacional según las demandas acerca de la problemática de contaminación	103
TABLA 18	Distribución porcentual sobre el comunicado a las autoridades del problema de contaminación	104
TABLA 19	Distribución porcentual según la reacción de las autoridades sanitarias ante la contaminación	105
TABLA 20	Distribución de la población según el conocimiento de medidas para evitar la contaminación	106
TABLA 21	Distribución de la población según los conocimientos de medidas de acción	107
TABLA 22	Concentraciones de plomo en aguas	108
TABLA 23	Concentraciones de cadmio en sedimentos	108
TABLA 24	Concentraciones de plomo en sedimentos	108
TABLA 25	Determinación de Bacterias Totales	112
TABLA 26	Determinación de Coliformes Totales	112
TABLA 27	Determinación de Escherichia Coli	112

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	Distribución porcentual según la etnia	92
GRÁFICO 2	Distribución porcentual según los años que vive en el Sector	93
GRÁFICO 3	Porcentaje de familias por hogar	94
GRÁFICO 4	Distribución porcentual según la actividad a la que se dedica	95
GRÁFICO 5	Distribución porcentual según el ingreso económico de la población	96
GRÁFICO 6	Distribución porcentual según el agua para consumo de la población	97
GRÁFICO 7	Distribución porcentual según el servicio higiénico o batería sanitaria con que la población cuenta	98
GRÁFICO 8	Distribución porcentual según servicio de recolección de desechos	99
GRÁFICO 9	Distribución porcentual según la confianza de la población sobre la calidad del agua de los ríos de Ecuador	100
GRÁFICO 10	Distribución porcentual según la importancia del río	101
GRÁFICO 11	Distribución porcentual de la expulsión de desechos al río	102
GRÁFICO 12	Distribución porcentual según las demandas acerca de la problemática de contaminación	103
GRÁFICO 13	Distribución porcentual sobre el comunicado a las autoridades del problema de contaminación	104
GRÁFICO 14	Distribución porcentual según la reacción de las Autoridades sanitarias ante la contaminación	105
GRÁFICO 15	Distribución porcentual según el conocimiento de medidas para evitar la contaminación	106

GRÁFICO 16	Distribución porcentual según los conocimientos de medidas de acción	107
GRÁFICO 17	Concentraciones de cadmio en aguas	109
GRÁFICO 18	Concentraciones de cadmio en sedimento	109
GRÁFICO 19	Concentraciones de plomo en aguas	110
GRÁFICO 20	Concentraciones de plomo en sedimento	111
GRÁFICO 21	Niveles de bacterias totales	113
GRÁFICO 22	Niveles de Coliformes totales	113
GRÁFICO 23	Niveles de Escherichia Coli	114

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	Ciclo del agua	20
FIGURA 2	Interrelación del agua con el clima, orografía, litología y Suelo	20
FIGURA 3	Distribución del agua subterránea	21
FIGURA 4	Relación entre la disponibilidad del agua y la población	24
FIGURA 5	Encuesta realizada en el sector El guayabo	78
FIGURA 6	Encuesta realizada en el sector El guayabo	79
FIGURA 7	Encuesta realizada en el barrio 1 de Enero	79
FIGURA 8	Recolección de muestra de sedimento	81
FIGURA 9	Recolección de muestra de agua	81
FIGURA 10	Envases de polietileno y recipiente esterilizado	82
FIGURA 11	Incubación de las placas a 35-37 grados C	85
FIGURA 12	Determinación de colonias de Coliformes Totales y de Escherichia Coli	85
FIGURA 13	Determinación de colonias de Coliformes Totales y de Escherichia Coli	85
FIGURA 14	Muestras de sedimento en el proceso de secado	86