



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
UNIDAD DE POSGRADOS**

**MAESTRÍA EN DESARROLLO LOCAL CON
MENCIÓN EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN
DE PROYECTOS DE DESARROLLO ENDÓGENO**

Tesis previa a la obtención del
Grado de Magister en Desarrollo
Local con Mención en Formulación
y Evaluación de Proyectos de
Desarrollo Endógeno

**“EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA
CUENCA DEL RÍO GALA DEL CANTÓN
CAMILO PONCE ENRÍQUEZ”**

Autores:

Luis Alberto Vásquez Echeverría.

Wílder Santiago Durán Durán.

Dirigido por:

Dr. Fredi Portilla Farfán, Ph.D.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

UNIDAD DE POSGRADOS

MAESTRÍA EN DESARROLLO LOCAL CON MENCIÓN EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE DESARROLLO ENDÓGENO

Autores:

Luis Alberto Vásquez Echeverría.

Wílmer Santiago Durán Durán.

Dirigido por:

Dr. Fredi Portilla Farfán, Ph.D.

“EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO GALA DEL CANTÓN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ”

Tesis sobre “Evaluación Ambiental de la Cuenca del Río Gala del Cantón Camilo Ponce Enríquez”. Objetivo General: Analizar las condiciones hidrológicas de la cuenca. Plantamiento del problema: Los conocimientos técnicos y científicos de evaluación hidrográfica, podrán analizar las condiciones actuales de los afluentes respecto a la presencia de contaminantes como el Plomo, el Cadmio, el Mercurio, el Arsénico y otros, que con prácticas de gestión, control y protección, pueda proveer de agua de buena calidad a la población. Hipótesis: Realizando el análisis de las Condiciones Hidrológicas de los afluentes, la caracterización del agua, permite conocer las zonas potencialmente contaminadas, su distribución geográfica, para la elaboración de proyectos que permitan proveer un mejor nivel de gestión de la cuenca. Marco Referencial: La Cuenca Hidrográfica del río Gala se ubica al suroccidente del Ecuador, está conformada por la aportación de quebradas y esteros que nacen en las estribaciones de la Cordillera Occidental.

La investigación fue realizada mediante aforos de caudal, toma de muestras, análisis en laboratorio e interpretación de resultados. Marco Metodológico: Recopilación de información bibliográfica, de campo, determinación de la cuenca y calidad físico-química del agua.

Conclusión General: La cuenca tiene la presencia de tres de los cuatro contaminantes estudiados que afectan a la calidad del agua de la Cuenca. Recomendación General: Es recomendable hacer un estudio de vulnerabilidad, amenazas y riesgos, a los que está expuesta la cuenca y poner en práctica un modelo de gestión para el manejo.

**“EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA
CUENCA DEL RÍO GALA DEL CANTÓN
CAMILO PONCE ENRÍQUEZ”**

“EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO GALA DEL CANTÓN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ”

AUTORES:

LUIS ALBERTO VÁSCONEZ ECHEVERRÍA

Ingeniero Acuicultor
Universidad Técnica de Machala

WÍLMER SANTIAGO DURÁN DURÁN

Licenciado en Ciencias de la Educación
Universidad Nacional de Loja

DIRIGIDO POR:

Dr. FREDI PORTILLA FARFÁN, Ph.D. Ing. Agron.

Área de Ciencias de la Vida, Ambiente y Agropecuaria



CUENCA – ECUADOR

2015

Datos de catalogación bibliográfica

LUIS ALBERTO VÁSCONEZ ECHEVERRÍA Y WÍLMER SANTIAGO DURÁN DURÁN

“EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO GALA DEL CANTÓN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ”

Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca – Ecuador, 2015

MAESTRÍA EN DESARROLLO LOCAL CON MENCIÓN EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE DESARROLLO ENDÓGENO.

Formato 170 x 240 mm

Páginas: 182 Páginas

Breve reseña de los autores e información de contacto:

AUTORES:



LUIS ALBERTO VÁSCONEZ ECHEVERRÍA

Ingeniero Acuicultor

Egresado de la Maestría en desarrollo local con mención en formulación y evaluación de proyectos de desarrollo endógeno.

betovasconez@yahoo.es



WÍLMER SANTIAGO DURÁN DURÁN

Licenciado en Ciencias de la Educación

Egresado de la Maestría en desarrollo local con mención en formulación y evaluación de proyectos de desarrollo endógeno.

wilmerdurand@hotmail.com

DIRIGIDO POR:



FREDI PORTILLA FARFÁN

Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

Área de Ciencias de la Vida, Ambiente y Agropecuaria

fportilla@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos o investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

©2015 Universidad Politécnica Salesiana.

CUENCA - ECUADOR - SUDAMÉRICA

DURÁN DURÁN WÍLMER. Y VÁSCONEZ ECHEVERRÍA LUIS

“EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO GALA DEL CANTÓN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ”

IMPRESO EN ECUADOR- PRINTED IN ECUADOR

INDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO I	1
ANTECEDENTES	1
1. MARCO TEÓRICO	3
1.1. BASE TEÓRICA.....	5
1.1.1. Historia y realidad actual	6
1.2. DISPONIBILIDADES POR HABITANTE.....	9
1.2.1. Problemática relevante en el uso y manejo del agua en las cuencas ..	9
1.3. PROPIEDADES QUIMICAS Y FUNCIONES BIOLÓGICAS DEL AGUA.....	10
1.3.1. Propiedades físicas del agua.....	11
1.3.2. Usos del agua	11
1.3.3. Causas de la contaminación del agua	12
1.3.4. Fuentes de la contaminación del agua en el Ecuador	15
1.3.5. Composición de las aguas residuales	18
1.3.6. Marco referencial	27
1.3.7. Caracterización de la Zona de Estudio	33
1.3.8. Hidrometeorología	34
1.3.9. Incidencia de la ganadería	44
1.3.10. Incidencia de la agricultura	44
1.3.11. Incidencia de la actividad minera	44
1.4. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE LA CUENCA DEL RÍO GALA	45
1.5. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	45
1.5.1. Objetivos Específicos:.....	46
1.6. DESCRIPCION DEL TRABAJO REALIZADO	46
1.7. DESCRIPCION DE LA CUENCA DEL RÍO GALA	47
1.7.1. Generalidades.....	47
1.7.2. Condiciones geológicas y geomorfológicas	48
1.7.3. Geomorfología	51

1.7.4.	Geología Local.....	51
1.7.5.	Hidrología.....	53
1.7.6.	Análisis de los principales sistemas comunitarios de agua.....	55
CAPÍTULO II.....		59
2.	DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.....	59
2.1.	DIAGNÓSTICO DEL ESTUDIO.....	59
2.1.1.	Aspectos físicos.....	59
2.2.	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	60
2.3.	POBLACIÓN (CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS).....	62
2.4.	HIDROMETEOROLOGÍA.....	63
2.5.	UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	71
2.5.1.	Zona alta.....	73
2.5.2.	Zona baja.....	74
2.6.	AMBITO DE LA INVESTIGACIÓN.....	74
2.7.	HIDROLOGÍA CUENCA RÍO GALA.....	77
2.8.	INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA.....	78
2.8.1.	Balace hídrico.....	78
2.9.	ESTIMACION DE RESERVAS Y RECURSOS EXPLOTABLES ...	84
2.10.	MEDICIÓN DE CAUDALES GENERADOS.....	85
2.11.	PUNTOS DE DESCARGA DE AGUAS.....	85
2.12.	MEDICIÓN DE CAUDALES.....	87
2.13.	VARIACIÓN DE CAUDALES AGUAS ARRIBA DE LA DESCARGA.....	92
2.14.	CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS.....	99
CAPITULO III.....		103
3.	FUENTES Y EFECTOS.....	103
3.1.	FUENTES.....	103
3.2.	EFECTOS.....	103
3.3.	DEMANDA DEL RECURSO AGUA.....	107
3.3.1.	Metodología de muestreo.....	107

3.4.	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE MANEJO DE LA CUENCA	111
3.4.1.	Criterios de la calidad del agua para su descarga	112
3.4.2.	Análisis estadístico de los datos obtenidos en los puntos de muestreo	114
3.5.	PERCEPCIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN.....	117
3.5.1.	Selección del tamaño de Muestra.....	117
3.5.2.	Levantamiento de la información.....	118
3.5.3.	Análisis de las respuestas de la población de la cuenca del río gala	120
3.6.	LOS CONFLICTOS SOCIALES EN LA CUENCA	127
3.7.	MODELO DE MANEJO Y GESTIÓN DE LA CUENCA	
	HIDROGRÁFICA	141
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	151
4.	CONCLUSIONES GENERALES	151
5.	RECOMENDACIONES.....	153
	BIBLIOGRAFÍA	173
	LINKOGRAFÍA	181

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa agroecológico del cantón Camilo Ponce Enríquez.....	2
Figura 2. La situación de los Recursos Hídricos en el Ecuador	7
Figura 3. Vínculos entre la población y el agua dulce.	18
Figura 4. Ubicación de la parroquia Camilo Ponce Enríquez.	34
Figura 5. Tipos de climas del cantón Camilo Ponce Enríquez.....	36
Figura 6. Uso Potencial del suelo	39
Figura 7. Pendientes >70%. En las Cuencas de los ríos Gala.....	40
Figura 8. Modelo Territorial actual del cantón Camilo Ponce Enríquez.....	41
Figura 9. Población de hombres y mujeres del cantón Camilo Ponce Enríquez, de la provincia del Azuay	43
Figura 10. Río Gala en su parte alta (Quebrada Pijilí Chico), 2014	47
Figura 11. Mapa Geológico de Camilo Ponce Enríquez.....	50
Figura 12. Mapa Geomorfológico de Camilo Ponce Enríquez	52
Figura 13. Mapa hidrológico de la cuenca del río Gala	53
Figura 14. Pastizales en la zona alta 2014	60
Figura 15. Cultivos y monte en la zona media	61
Figura 16. Área de la cuenca hidrográfica	64
Figura 17. Longitud Axial de la cuenca hidrográfica	65
Figura 18. Ancho y longitud de la cuenca hidrográfica	66
Figura 19. Mapa de las cinco cuenca hidrográficas del cantón Camilo Ponce Enríquez	72
Figura 20. Mapa hidrográfico de la cuenca del río Gala -2014	74
Figura 21. COMUNIDAD DE LAGUNAS	75
Figura 22. Vista panorámica de la comunidad de Naranjillas, año.....	76
Figura 23. Tramo del río escogido para la medición	87
Figura 24. Medición de la distancia, el ancho y profundidad del río Chico, para calcular el caudal	88
Figura 25. Valores del Factor de corrección que está relacionado con la velocidad según la profundidad del río.....	90
Figura 26. Parámetros para el cálculo del Caudal mediante el Método del Flotador	90
Figura 27. Las microcuencas de las cinco subcuencas	92
Figura 28. Balance Hídrico y Precipitaciones según la estación meteorológica; de la cuenca del río Tenguel del cantón Camilo Ponce Enríquez	94
Figura 29. Precipitaciones Anuales de la cuenca del río Tenguel del cantón Camilo Ponce Enríquez.....	95
Figura 30. Proceso de análisis de las muestras obtenidas en el tratamiento aplicado.....	99
Figura 31. Ocupación de la población.....	121
Figura 32. Motivo de permanencia en el sector	122

Figura 33. <i>Años de permanencia</i>	123
Figura 34. <i>Distancia de los ríos de la zona de estudio</i>	123
Figura 35. <i>Percepción de contaminación</i>	124
Figura 36. <i>Tipo de contaminación</i>	124
Figura 37. <i>Afectación de la población</i>	125
Figura 38. <i>Actividades de protección de la población</i>	126
Figura 39. <i>Recomendaciones a autoridades</i>	126
Figura 40. <i>Red Hídrica del cantón Camilo Ponce Enríquez</i>	143

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Sustancias contaminantes del sector industrial</i>	17
Tabla 2. <i>Clasificación y definición para los sólidos encontrados en el agua residual.</i>	19
Tabla 3. <i>Características Físicas, Químicas y Biológicas del Agua Residual y sus procedencias.</i>	24
Tabla 4. <i>Periodo Geológico.</i>	50
Tabla 5. <i>Geomorfología: área y porcentaje.</i>	52
Tabla 6. <i>Captaciones de agua con sus coordenadas y su distribución en la Cuenca del río Gala</i>	57
Tabla 7. <i>Captaciones de agua y su relación con los Sistemas de Agua existentes en la Cuenca del río Gala</i>	58
Tabla 8. <i>Población por sexo en la Cuenca del Río Gala</i>	63
Tabla 9. <i>Área de la cuenca del Río Gala</i>	64
Tabla 10. <i>Perímetros de las cuencas y sub-cuencas.</i>	65
Tabla 11. <i>Longitud axial de las cuencas y sub-cuencas</i>	65
Tabla 12. <i>Ancho de la Cuenca</i>	66
Tabla 13. <i>Resumen de la subdivisión de la Unidad Hidrológica Machala</i>	66
Tabla 14. <i>Índice de compacidad (C)</i>	67
Tabla 15. <i>Índice de compacidad dentro del área de estudio (C)</i>	68
Tabla 16. <i>Rango de pendientes medias</i>	69
Tabla 17. <i>Rango de desnivel específico y clase de relieve.</i>	69
Tabla 18. <i>Cuadro Resumen de los tipos de relieve en el área</i>	71
Tabla 19. <i>Ficha Técnica Levantamiento de información</i>	86
Tabla 20. <i>Datos del Factor de corrección que está relacionado con la velocidad según la profundidad del río.</i>	89
Tabla 21. <i>Calculo del Caudal en cada punto</i>	91
Tabla 22. <i>Resumen del Balance Hídrico del periodo 2003 – 2013</i>	93
Tabla 23. <i>Escala de clasificación del Índice de calidad del agua para distintos usos.</i> 96	96
Tabla 24. <i>Resultado de Monitores del Río Gala</i>	100
Tabla 25. <i>Puntos de muestreo del río Gala y sus afluentes.</i>	101
Tabla 26. <i>Límites permisibles para los metales investigados en el proyecto</i>	105
Tabla 27. <i>Técnicas generales para la conservación de muestras – análisis físico – químico</i>	108
Tabla 28. <i>Técnicas generales para la conservación de muestras – análisis físico – químico</i>	110
Tabla 29. <i>Determinación de valores de Degradación en los diferentes puntos de muestreo</i>	113
Tabla 30. <i>Resultados de los análisis de las aguas en los puntos de muestreo.</i>	115

Tabla 31. <i>Calculo para la determinación de la muestra</i>	119
Tabla 32. <i>Cálculo Tamaño de la muestra</i>	119
Tabla 33. <i>Estrategias para superar los Problemas identificados</i>	128
Tabla 34. <i>Resultado de la aplicación matriz DAFO</i>	131
Tabla 35. <i>Plan Operativo Cuenca del río Gala</i>	132
Tabla 36. <i>Cronograma</i>	149

DEDICATORIA

A mi madre Lic. María Echeverría Martínez por comprenderme, tolerarme y por todo su esfuerzo, apoyo, confianza y amor que dio y ha dedicado hacia mí durante todas las etapas de mi vida.

A mi padre Sr. Hugo Vásconez Riquetez que desde el cielo siempre me ha dado su apoyo

A mis hermanos por su apoyo y cariño.

A mi hijo Omar Alberto Vásconez Riera, por ser mi inspiración y el amor de mi vida.

A mi esposa Marcia del Pilar Torres Vidal por estar conmigo en las buenas y las malas apoyándome con su amor incondicional.

Luis Vásconez E

Dedicado a mí esposa, mi hijo, mis hijas, mi madre y hermana, por permitirme ser parte de esta familia maravillosa, que me brinda su apoyo incondicional en todo momento.

Con mucho cariño.

Wílmer Durán D

PREFACIO

Hablar de recursos naturales es hablar de un complejo sistema de interrelaciones entre la geósfera, la biosfera y la atmósfera y, por supuesto, de las numerosas ramas de la ciencia que son afines para su entendimiento y gestión. La amplitud de aspectos que pueden ser abordados –teóricos o aplicados–, y la diversidad de metodologías tienen un punto común: la interdisciplinaria. Es impensable proponer un estudio de gestión de una cuenca hidrográfica que no sea interdisciplinario o es probable que el éxito del diseño de un sistema de tratamiento de contaminantes se reduzca si no contamos con los especialistas pertinentes.

La gestión del ambiente no puede desentenderse de la gestión integrada de los recursos naturales, lo que implica romper la lógica sectorial y dispersión institucional que ha dividido la rectoría y el manejo de los recursos naturales y el ambiente en las mismas instancias del estado. La responsabilidad es territorial –gobierno central, gobiernos seccionales y la sociedad en general–, con énfasis en los recursos hídricos, calidad ambiental, recursos forestales, biodiversidad y mineros.

La amplia e intensa participación de instituciones gubernamentales, no gubernamentales y académicas durante estos días nos confirma que el tema del manejo integral de los recursos naturales en cuencas sigue siendo relevante, vigente y que propone un gran número de retos.

Numerosas reuniones y foros¹ han enriquecido los conceptos relativos al manejo de los recursos naturales en cuencas hidrográficas, pronunciándose a favor de la gestión por cuencas para atender los problemas del agua y del manejo ecosistémico.

En nuestro país, el concepto y la aplicación del manejo de cuencas también se han ido consolidado con el fortalecimiento profesional mediante, pre grados, maestrías y de múltiples proyectos desarrollados en cuencas por organismos no gubernamentales. A medida que se va ahondando en la experiencia del manejo de cuencas, también se van puntualizando sus diferencias en relación con otro tipo de gestión ambiental.

La adecuada planeación y gestión de una cuenca requiere la comprensión sistémica de las interacciones entre el medio biofísico, los modos de apropiación del territorio (considerando economía, tecnología, organización social) y las instituciones

¹ Algunas de ellos son: Conferencia Internacional sobre el agua y el medio ambiente (Dublín, 1992); Programa 21-Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992); Conferencia Internacional sobre Agua y Desarrollo Sostenible (Francia, 1998); Conferencia Internacional sobre el agua dulce y el El agua: una de las claves del desarrollo sostenible (Alemania, 2001). IV Foro Mundial del agua (México, 2006).

existentes. Los enfoques para el manejo debe considerar todas las actividades generadoras de contaminantes (fuentes puntuales y difusas) presentes en la cuenca, y por el otro, incluye a los actores² que los representan y cuyos objetivos, incentivos y necesidades son identificados. En ese sentido, el manejo de cuencas busca la integración de los actores involucrados en una sola problemática, en lugar de atender varios problemas sectoriales dispersos.

Por su ubicación geográfica, la cuenca del río Gala es una de las más importantes del Cantón Camilo Ponce Enríquez, tanto desde el punto de vista ambiental como económico y político y que como originarios de la zona, nuestra intervención se dirige en función de poner a disposición de nuestro territorio el aprendizaje obtenido en este proceso, que además, se obtiene de las acciones sobre los ecosistemas, del control de las externalidades y de los intereses de los actores.

La experiencia nos indica que, algunas de las externalidades generadas por distintas actividades productivas, constatamos que el papel de cada actividad, y por ende de cada actor, es disímil en relación con su posición en la cuenca (cuenca arriba -cuenca abajo). Los movimientos de agua, usos, suelos, nutrientes y contaminantes provenientes de distintas partes de una cuenca crean una conexión física entre poblaciones distantes una de otras.

En síntesis, el manejo de cuencas debe entenderse como un proceso de planeación, implementación y evaluación de acciones y medidas dirigidas al control de las externalidades negativas, lo cual puede obtenerse mediante el aprovechamiento adecuado de los recursos naturales con fines productivos, la conservación de los ecosistemas y el control y prevención de los procesos de degradación ambiental en el contexto de una cuenca hidrográfica, como unidad territorial. Asimismo, se busca la presencia de ecosistemas “saludables” capaces de proveer bienes y servicios ambientales que mejoren la calidad de vida de los habitantes.

Los temas tratados en esta tesis constituyen un aporte importante a la discusión sobre la integralidad de la política ambiental. Por un lado, expone el abanico de temas que implica el manejo integral de cuencas y, por el otro, presenta los lineamientos para introducir el manejo de cuencas como instrumento de política ambiental.

² Por actores nos referimos a los diferentes órdenes de gobierno (Estatad y Local) a los sectores productivos (agrícola e industrial), organizaciones no gubernamentales y a la sociedad en general.

PROLOGO

Los temas relacionados con el agua afectan a todos los segmentos de la sociedad y a todos los sectores económicos. El crecimiento demográfico, el rápido proceso de urbanización e industrialización, la expansión de la agricultura y el turismo y el cambio climático, ejercen una presión cada vez mayor sobre el agua. Debido a esta creciente tensión, la gestión adecuada de este recurso vital es de crucial importancia.

La presión sobre los recursos hídricos pone de manifiesto las interdependencias hidrológicas, sociales, económicas y ecológicas que existen en las cuencas hidrográficas, lacustres y acuíferas.

Esta tesis presenta la propuesta de implementar un modelo de gestión de la Cuenca del río Gala, que incluye la aplicación de medidas de conservación, protección y mejoramiento de la calidad del agua y de un presupuesto estimado de inversión en un periodo de cinco años y con el involucramiento de entidades del Gobierno Central, Gobiernos Locales y la sociedad.

A lo largo de los capítulos se encuentra una breve descripción de las actividades de uso actual y potencial del suelo, como son: agrícolas, pecuarias, mineras y otras que representan el proceso cultural, histórico y comercial de la zona, así como, el marco teórico que abarca los conceptos de uso y aprovechamiento del agua, los principales contaminantes encontrados según los resultados de análisis de laboratorio de las aguas tomadas.

Los indicadores son importantes para el uso sostenible y el manejo de los recursos ambientales ya que pueden orientar la formulación de políticas al proporcionar una valiosa información acerca del estado de los recursos a evaluar y de la intensidad y la dirección de los posibles cambios subrayando, además, los temas prioritarios.

El trabajo realizado comprendió el uso del sistema de información geográfico e información actualizada de la institución y entidades nacionales y locales en adición al proceso de elaboración de la tesis, entre ellos, docentes y expertos colaboradores durante la ejecución del plan de tesis y análisis de los resultados.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Politécnica Salesiana por sus conocimientos brindados y que nos han aportado a nuestra formación como profesionales y funcionarios en el campo del Desarrollo Local.

Al Doctor. Fredi Portilla Farfán, como Director del presente proyecto supo orientar con su aporte científico, don de gente y confianza en nosotros, proporcionándonos su apoyo para la exitosa culminación de esta tesis.

Al GAD Municipal del cantón Camilo Ponce Enríquez, por ser la institución que nos dio la oportunidad de estudiar esta maestría, en especial al señor Rubén Erráez Capelo, ex alcalde del Cantón.

Al nuestros amigos, Sr. Ruperto Franco, Ing. Ángel Yunga, Sr. Abel Maldonado y Arq. Robert Guerrero por su apoyo incondicional en este reto importante para nosotros con ciudadanos y para nuestro querido cantón Camilo Ponce Enríquez.

Autores

CAPITULO I

ANTECEDENTES

EL cantón Camilo Ponce Enríquez fue creado el 28 de marzo del año 2002. A este Cantón pertenecen 52 comunidades incluyendo el centro cantonal, su clima es tropical húmedo con temperaturas que van desde los 12 hasta los 30 °C, con ligeras variantes en algunos meses del año. Según el P.D.O.T. del cantón del año 2014, el cantón se encuentra entre una altitud que va desde los 44 m.s.n.m., hasta los 3680 m.s.n.m. en las zonas más altas³.

La característica más importante de este cantón radica en que su vida está estrechamente vinculada con las actividades comerciales, agrícolas y de extracción minera, así como el de encontrarse articulado en el eje vial de la Panamericana que enlaza a las provincias de El Oro y Guayas.

Cabe señalar que Camilo Ponce Enríquez es un cantón atípico con relación al resto de los cantones de la provincia del Azuay. Esta característica está relacionada con los siguientes aspectos:

- El acceso a tierras de mejor calidad. En este caso el índice de calidad y tenencia de la tierra es uno de los más altos en el ámbito de la Micro región⁴.
- La existencia de actividades mineras, lo que posibilita la diversificación ocupacional y salarios más altos. Un indicador de este hecho es la existencia de un mejor ingreso per cápita, a decir de CELA-PROLOCAL.
- Camilo Ponce Enríquez es un cantón agrícola, comercial y minero. En los últimos años, se ha vivido una etapa de apertura a la economía global y a las inversiones, lo cual está conduciendo a la presencia de capitales, privados, tanto nacionales como extranjeros, en las diferentes etapas de la actividad minera

En medio de las visitas se realizaron levantamientos georeferenciales de altitud, latitud y longitud que permitieron ubicar a cada una de las comunidades adyacentes a la cuenca del río Gala.

³ *Plan de Ordenamiento Territorial; Camilo Ponce Enríquez - Azuay - Ecuador; 2004 – 2014; capítulo 2.*

⁴ Iden: Referencia 1.

Dentro de los límites de la Cuenca considerados por el Municipio se han detectado un total de 52 comunidades ubicadas en cinco zonas agro-ecológicas como se puede señalar en el siguiente mapa.

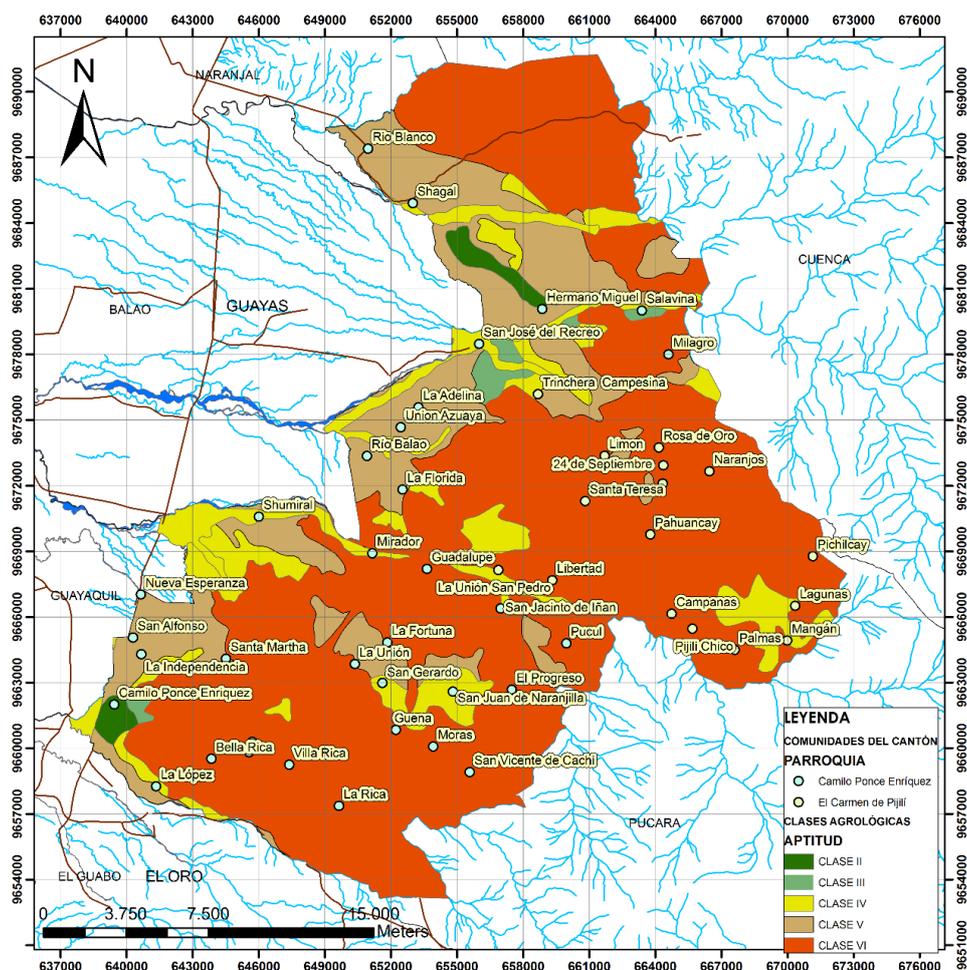


Figura 1. Mapa agroecológico del cantón Camilo Ponce Enríquez
Fuente: Equipo Técnico de GAD Municipal de C.P.E., 2014

1. MARCO TEÓRICO

El manejo de conceptos, términos y definiciones, de Cuencas Hidrográficas es muy diverso y complejo en esta temática incluso a nivel mundial. Un mismo término es interpretado de diferentes maneras por diferentes especialistas. Se repiten conceptos y se dan nuevas definiciones a viejos objetos o componentes. A continuación, los autores exponemos algunos de estos conceptos, términos y definiciones más usadas por especialistas en nuestra región. (Autores, 2015)

Cuenca hidrológica superficial (hidrográfica): «Es la superficie terrestre drenada por un sistema fluvial continuo y bien definido cuyas aguas vierten a otro sistema fluvial o a otros objetos de agua, y sus límites están generalmente determinados por la divisoria principal según relieve.»(González, 2000).

El manejo de cuencas: «El manejo de cuencas es un proceso complejo que le da orden a un conjunto de acciones dentro de la Cuenca Hidrológica Superficial (Hidrográfica) o Cuenca Hidrológica Subterránea, encaminado a lograr un desarrollo social y económico sostenibles en el tiempo, además de la protección del medioambiente.»(González 2000). Para Dourojeanni (1992):

- «Es el arte y la ciencia de manejar los recursos naturales de una cuenca, con el fin de controlar la descarga de agua de la misma en calidad, cantidad y tiempo de ocurrencia.
- Es el conjunto de técnicas que se aplican para el análisis, protección, rehabilitación, conservación y uso de la tierra de las cuencas hidrográficas con fines de controlar y conservar el recurso agua que proviene de las mismas.
- Es una acción de desarrollo integral para aprovechar, proteger y conservar los recursos naturales de una cuenca, teniendo como fin la conservación y/o mejoramiento de la calidad medioambiental y los sistemas ecológicos.
- Es la gestión con un sentido empresarial-social que el hombre realiza a nivel de cuenca para aprovechar y proteger los recursos naturales que le ofrece con el fin de obtener una producción óptima y sostenible.»
- «Es la gestión que el hombre realiza a nivel de cuenca para aprovechar y proteger los recursos naturales que le ofrece con el fin de obtener una producción óptima y sostenida.» (Ministerio de desarrollo sostenible, Bolivia, 1997).

- Sobre *gestión*: según Faustino (1998): «Es realizar actividades y crear medios para lograr un fin o negocio». Si se aplica a cuencas sería algo así como...«realizar actividades y crear medios para lograr la implementación de un plan de manejo ambiental en la cuenca». Es decir, que lo más importante a destacar en este concepto es lo de *conseguir los medios y recursos para que a través de un modelo de gestión, se implemente un plan de manejo ambiental en la cuenca*.
- Por otra parte se debe entender que toda gestión debe corresponderse con alguna política, ya sea de carácter ambiental, de ordenamiento u otra. (Recordar que por *política* en un sector o nivel determinado debe entenderse «las directrices que definen o regulan mediante instrumentos legales, todo lo relacionado con ese sector») (Faustino, 1998).
- Sobre ordenar: significa poner en orden algo que no lo está. En el caso de cuencas quiere decir exactamente eso, poner en orden toda la cuenca o parte de ella según un criterio prefijado. En la práctica, la es muy común que los que tienen la misión de ordenar cuencas, es elaborar simplemente una propuesta final de uso del territorio, pasando por las fases o etapas de inventarios y diagnósticos, teniendo en cuenta los aspectos medioambientales.
- Dourojeanni (1992); El manejo integral, de carácter estratégico, tiene su base en la visión integral, de conjunto (holística) de la cuenca para su uso óptimo. Surge como una necesidad incuestionable ante las condiciones de la cuenca, es decir, se tiene la perspectiva de todos los sectores y factores: recursos naturales, recursos humanos, actividad socioeconómica, medio ambiente, instituciones, etc. El manejo integral es, de hecho, la excepción, no la regla de lo que se hace hoy. Puede constituir un objetivo de la gestión.

Recopilación de datos y revisión bibliográfica

En una primera etapa del proyecto de investigación en el que se enmarca esta Tesis, la labor de recopilación de información hidrológica (Bibliografía y datos) se realizó por los autores, en diversas fuentes de información bibliográfica y la elaboración de mapas en un sistema georeferencial.

La información bibliográfica, que se cita en el texto, se recoge en el Capítulo final. Por otro lado, se realizó una tarea de análisis y clasificación de los datos obtenidos. Estos se pueden clasificar en: geológicos, hidrogeológicos, climatológicos e hidrográficos.

Inventario de puntos de agua

Para la obtención de los datos hidrológicos se realizó un inventario de puntos de agua a partir de la información suministrada por diversas fuentes y vistas de campo realizadas por los autores.

En total se han recopilado información sobre las características y aforado de catorce puntos de agua en el entorno del sistema hidrológico de la Cuenca Hidrográfica, considerada aquellas como las más relevantes por su información hidrológica. Las diferentes fuentes de información son enunciadas en los siguientes capítulos.

En la Tabla 19; se muestra el resultado de los datos obtenidos de cada fuente de información, y el tipo de información referente a cada afluente. En la Tabla 21; se indican los datos hidrológicos obtenidos para cada punto, clasificándolos en: datos de ubicación, datos de aforo y caudal.

Datos climatológicos

Se han obtenido las series mensuales de precipitación. Las fuentes de documentación son, informes públicos de precipitaciones de la estación meteorológica Tenguel, uso de las aguas subterráneas en las diferentes zonas de la cuenca, influencia sobre los caudales del río y los caudales de los afluentes del río Gala.

Organización de la Información

Debido al importante volumen de datos recopilado y a la vasta extensión de la zona de estudio ha sido necesario recurrir a un sistema de organización de la información, así como, a una herramienta de fácil manejo para realizar una correcta distribución de los datos en el espacio y tiempo. Para ello, se ha confeccionado una base de datos georreferenciados en el Excel conectado al Sistema de Información Geográfica.

El objetivo general de la investigación es: "Apoyar en el diseño de un modelo de control interno efectivo, que sea el facilitador para alcanzar eficiencia, eficacia y economía en la gestión de las fuentes de agua de la Cuenca Hidrográfica del Río Gala"

1.1. BASE TEÓRICA

“El agua es la sustancia básica del universo de la cual se derivan todas las cosas.”⁵

⁵ TALES DE MILETO; siglo VI A.C.; **Tomado de:** BARBA HO, Luz Edith; *Conceptos básicos de la contaminación del agua y parámetros de medición*; Universidad del Valle, Santiago de Cali - Colombia; 2002; p. # 1.

1.1.1. Historia y realidad actual

El Ecuador es un país rico en agua, en él se encuentran los principales afluentes del río Amazonas, por esta razón posee la más alta concentración de ríos por milla cuadrada en el mundo⁶. En este territorio de 256370 km², de acuerdo con la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA, 2008), existe una disponibilidad de agua de “22500 m³ por habitante por año”⁷. La escorrentía corre por las 79 cuencas hidrográficas, las 137 subcuencas y las aproximadamente 890 microcuencas que existen en el país, organizadas para fines de planificación en 10 demarcaciones hidrográficas desconcentradas (Galápagos incluido) y más de treinta centros zonales gestionados a través de sus cuencas⁸.

Estas cuencas hidrográficas están repartidas en dos vertientes que nacen en la Sierra y que se extienden hacia ambos lados de la misma. Hacia el Occidente, la vertiente del Pacífico distribuye 72 cuencas a través de sus principales ríos: Cayapas, Santiago, Esmeraldas, Chone, Guayas, Cañar, Balao, Gala, Tenguel y Jubones⁹, sumando aproximadamente el 48% del territorio nacional, con una disponibilidad en régimen natural de 9610 m³ por habitante al año¹⁰ y un potencial de agua subterránea calculada en 10400 m³/año¹¹. Hacia el Oriente, la vertiente Amazonas posee siete cuencas que ocupan el 52% del territorio y posee una disponibilidad de agua que llega a los 111100 m³ por habitante al año¹², distribuida por los ríos más importantes como son: San Miguel, Aguarico, Napo, Pastaza, Morona Santiago, entre otros¹³.

⁶ SENAGUA, UICN y Secretaría General de la Comunidad Andina; Informe: Delimitación y codificación de unidades Hidrográficas del Ecuador; Quito; 2009. Tomado de: LOPEZ PARDO, Claudia. y BALAREZO VINUEZA, Diana; El derecho humano al agua y la justicia ambiental en el Ecuador; 2009; p. # 4.

⁷ JURADO, Jorge; Informe de Gestión 2008 - 2010: Una gestión diferente de los recursos hídricos. SENAGUA, Quito – Ecuador; Mayo de 2008, p. # 20.

⁸ Entrevista a: Juan Carlos Guisamano; Director Nacional de valoración socioeconómica del Agua; SENAGUA; 03 de Febrero de 2012.

⁹ GEO ECUADOR; Informe sobre el estado del medio ambiente; Quito – Ecuador; 2008; p. # 56.

¹⁰ JURADO, Jorge; Informe de Gestión 2008 - 2010: Una gestión diferente de los recursos hídricos. SENAGUA, Quito – Ecuador; Mayo de 2008; p. #20.

¹¹ FAO, 2002. Tomado de: JURADO, Jorge; Op. Cit., p. # 20.

¹² JURADO, Jorge; Op. Cit., p. # 20.

¹³ GEO ECUADOR; Op. Cit., p. # 56.

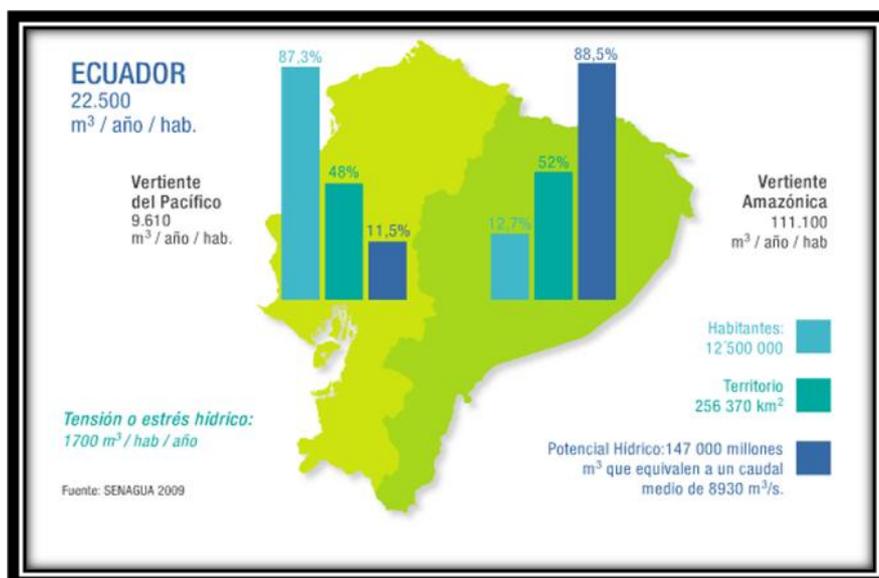


Figura 2. La situación de los Recursos Hídricos en el Ecuador
Fuente: Jurado, 2008

En apariencia, ninguna de las 14'483.499¹⁴ personas que viven en Ecuador deberían sufrir por falta de agua, inclusive contando con la tasa de crecimiento poblacional intercensal anual que bordea el 1,52%; pero los desequilibrios relacionados al uso, acceso y calidad del agua dentro y fuera de las cuatro regiones que conforman nuestro país (sierra, costa, amazonia y la región insular de Galápagos) aparecen no solamente por su distribución natural (11,5% del potencial hídrico que se encuentran en la vertiente del Pacífico y 88,5% en la vertiente Amazónica¹⁵), sino también como resultado de políticas públicas inadecuadas, del cambio climático, la mala distribución, la creciente contaminación, la falta de servicios y las actividades extractivas como la minería y la explotación de hidrocarburos. Esto sumado a que el 87,3% de la población nacional se encuentra asentada en la vertiente del Pacífico¹⁶, lo cual genera desequilibrios en lo referente a la disponibilidad del agua. A pesar de estos

¹⁴ INEC, Censo de Población y Vivienda, 2010; Recuperado en Julio de 2012 en: <http://www.inec.gob.ec/cpv/>

¹⁵ JURADO, Jorge; Informe de Gestión 2008 - 2010: Una gestión diferente de los recursos hídricos. SENAGUA, Quito - Ecuador; Mayo de 2008; p. # 20.

¹⁶ JURADO, Jorge; Informe de Gestión 2008 - 2010: Una gestión diferente de los recursos hídricos. SENAGUA, Quito - Ecuador; Mayo de 2008; p. # 20.

desequilibrios y problemas, “se afirma que Ecuador cuenta con agua suficiente y cuatro veces más agua superficial que el promedio per cápita mundial”¹⁷.

En el Ecuador el 92 % de las aguas residuales son descargadas de manera directa a las fuentes naturales¹⁸; esto ha causado un gran número de enfermedades por infecciones estomacales. En el programa de Agua Segura del Ministerio de Salud Pública; encontramos que las enfermedades diarreicas agudas, son generalmente causadas por la mala calidad del agua y los alimentos pasando a formar parte de las 10 principales causas de mortalidad y morbilidad en el país.

De acuerdo al último censo de Población y Vivienda 2010, la cobertura de agua potable dentro del país llegó a un 72 % y a un 55 % en la red de alcantarillado sanitario. Según SENAGUA apenas el 10 % de los municipios que se encuentran en el país realizan un tratamiento completo de aguas servidas; el resto de municipios no cumple ni por ser ciudades importantes como es el caso de Quito y Guayaquil¹⁹.

De acuerdo a datos del MIDUVI, en el año 2012 a nivel nacional de 221 poblaciones urbanas, solamente 78 (ósea el 35,29 %) contaban con sistemas de tratamiento de aguas servidas, 1 (0,45 %) centros urbanos no se dispone de información, y las 142 (64,25 %) restantes no cuentan con ningún sistema de tratamiento.

Las cuencas hidrográficas son por lo tanto unidades del territorio en donde funciona la combinación de un subsistema hídrico que produce agua, simultáneamente junto con un subsistema económico y social, activado por el hombre, el capital, el trabajo y la tecnología.

La demanda creciente de productos forestales y tierras agrícolas, estimulada por el rápido crecimiento de la población y el desarrollo, hace peligrar a los recursos ambientales e incide en el problema de la disponibilidad del agua.

¹⁷ GAYBOR, Antonio; El despojo del agua y la necesidad de una transformación urgente; Quito- Ecuador; 2008; p. # 8; Recuperado el 29 de diciembre de 2012, en: <http://www.laredvida.org/im/bolentines/despojo.pdf>

¹⁸ MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA; Plan Operativo General, Programa de Agua y Saneamiento en Comunidades Rurales y Pequeños Municipios (ECU-50-B); Quito – Ecuador; 30 de Julio de 2010; p # 14.

¹⁹ MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA; Plan Operativo General, Programa de Agua y Saneamiento en Comunidades Rurales y Pequeños Municipios (ECU-50-B); Quito – Ecuador; 30 de Julio de 2010; p # 17.

1.2. DISPONIBILIDADES POR HABITANTE

En condiciones de régimen natural, es decir sin obras artificiales de regulación y con una garantía del 90%, las disponibilidades de agua son las siguientes²⁰:

- Vertiente del Pacífico: 5.300 m³/habitante/año.
- Vertiente Amazonas: 91.600 m³/habitante/año.

La disponibilidad en el Pacífico, siendo alta, no está muy alejada del valor crítico de 2.000 m³/habitante/año que es considerada peligrosamente baja en años de escasa precipitación por el Banco Mundial y la Organización de las Naciones Unidas. (SENAGUA,2011)

Como posibles soluciones podremos indicar:

- El manejo del recurso hídrico en el nivel de la cuenca o subcuenca en una forma sostenible;
- Considerar los intereses de las partes en el momento de tomar decisiones sobre el uso del agua;
- Toma de decisiones en forma participativa sobre los aprovechamientos de agua, sus costos asociados y tarifas; y,
- Administración de todo el proceso en forma transparente y utilizando periódicamente mecanismos de rendición de cuentas ante la sociedad.
- Conocimiento de todos los interesados sobre los recursos hídricos disponibles y el estado de las fuentes de provisión y el impacto que su uso tenga.

1.2.1. Problemática relevante en el uso y manejo del agua en las cuencas

Las condiciones físicas de las cuencas hidrográficas acompañadas de condiciones hidrometeorológicas en muchos casos extremas tienen un impacto directo en la producción de sedimentos y en la degradación de las mismas, las cuales son acentuadas por la acción directa del hombre, especialmente por la expansión de la frontera agrícola hacia las tierras altas de montaña, los páramos y zonas boscosas. Esto conlleva a una pérdida paulatina, pero considerable de los suelos y la reducción de la capacidad productiva de los mismos, un incremento en el escurrimiento superficial,

²⁰ SENAGUA - proyecto Cepal - Giz “Estado Situacional del Ecuador en cuanto al manejo de los recursos hídricos” oferta y demanda hídrica en Ecuador, Quito, mayo de 2011.

disminución de la capacidad de retención de agua en los suelos y una alteración del ciclo del agua a nivel de cuenca.

El uso del agua en varias actividades conlleva a la contaminación de las fuentes de suministro de agua y produce una degradación de la calidad de la misma, se produce un incremento en el número de enfermedades de tipo hídrico, efectos negativos en muchos de los casos irreversibles al medio ambiente y la degradación genética de fauna y flora. Los principales elementos de contaminación en el Ecuador son: uso indiscriminado e indebido de productos químicos en la agricultura, incorporación de contaminación biológica producto de los desechos humanos urbanos y tóxicos de industrias y fábricas. Existe además contaminación debido a la salinización, presencia de los desagües de camaroneras, intrusión de agua salada a los acuíferos costeros, y contaminación en zonas auríferas, principalmente por mercurio. Este fenómeno se ha visto incrementado y acelerado en los últimos tiempos además por la ineficiencia del estado en el control adecuado y punitivo de la contaminación Mora, 1976).

Finalmente, los problemas asociados al agua no son únicamente atribuibles al recurso en sí, sino también a la baja capacidad institucional en el manejo y gestión del agua, los cuales tienen que ver entre otras cosas, con la inestabilidad de los más altos niveles de dirección de los organismos relacionados con el agua, las dificultades financieras que las entidades encargadas del manejo y gestión de los recursos hídricos pasan debido a la crisis económica nacional, una débil y desarticulada gestión institucional en materia de recursos hídricos, una falta de coordinación entre las entidades encargadas del manejo y gestión del agua, un inadecuado sistema de recolección de datos hidrometeorológicos, una falta de personal altamente capacitado y una existencia mínima de operación y mantenimiento de los sistemas de recursos hídricos, especialmente en el sector riego.

1.3. PROPIEDADES QUÍMICAS Y FUNCIONES BIOLÓGICAS DEL AGUA

A diferencia de otras sustancias o compuestos semejantes al agua con peso molecular similar; el agua es líquida a temperatura ambiente. También tenemos que tener en cuenta que debido a su polaridad el agua es un buen disolvente de los compuestos iónicos y polares. El agua es el medio en el que transcurren todas las reacciones de metabolismo como son la fotosíntesis, la hidrólisis, y la condensación, entre otros.

En el agua son elevadas las fuerzas de cohesión (atracción entre las moléculas de agua) y de adhesión (atracción entre el agua y la superficie), lo cual origina los

fenómenos de capilaridad por los que el agua asciende en contra de la gravedad por conductos de diámetro muy fino (capilares). Estos fenómenos contribuyen al transporte de sustancias en los vegetales.

1.3.1. Propiedades físicas del agua

El agua es un líquido inodoro e insípido. Tiene un cierto color azul cuando se concentra en grandes masas. A la presión atmosférica de 760 mm de mercurio; el punto de fusión del agua pura es de 0°C y el punto de ebullición es de 100°C; se cristaliza en el sistema hexagonal, llamándose nieve o hielo según se presente de forma esponjosa o compacta, se expande al congelarse, es decir aumenta de volumen. El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4°C (1gr/cc); como consecuencia tenemos que el hielo flota sobre el agua líquida, lo que impide que los océanos y otras masas menores de agua se congelen desde abajo hacia arriba (Campos, 2010).

Su capacidad calorífica es superior a la de cualquier otro líquido o sólido, siendo su calor específico de 1 cal/gr; esto significa que una masa de agua puede absorber o desprender grandes cantidades de calor, sin experimentar grandes cambios de temperatura, lo que tiene gran influencia en el clima (las grandes masas de agua de los océanos tardan más tiempo en calentarse y enfriarse que el suelo terrestre. Los calores latentes de vaporización y de fusión son de 540 y 80 cal/gr respectivamente; por lo que son excepcionalmente elevados.

1.3.2. Usos del agua

El uso que se le da a los recursos hídricos se divide en varios; de los cuales podemos citar a continuación:

- Consumo Doméstico.- que comprende en el uso del agua para nuestra alimentación, para la limpieza del hogar, así como también en el lavado de ropa, la higiene y el aseo personal.
- Consumo Público.- que utiliza el agua para la limpieza de las calles de las grandes ciudades como de los pueblos; en las fuentes públicas, en la ornamentación, en el riego de parques y jardines, etc....
- Uso en las Industria.- se utiliza el agua en las fábricas para los procesos de fabricación de productos, en los talleres, en la construcción, en la minería, etc...

Hay que tener en cuenta que cualquier sociedad industrial utiliza enormes cantidades de agua y en la realidad de nuestro planeta se sabe que solo una parte de la misma se consume en tal forma que pueda convertirse químicamente en otras sustancias.

- Uso en Agricultura y Ganadería.- se utiliza el agua en la agricultura para el riego de los campos y cultivos; así como también en la ganadería como parte de la alimentación de los animales y en la limpieza de los establos y otras instalaciones dedicadas a la cría del ganado.
- Uso como Fuente de Energía.- se aprovecha el agua para producir energía eléctrica (en centrales hidroeléctricas situadas en los embalses de agua). También en algunos lugares se aprovecha la fuerza hidráulica para mover grandes maquinas (molinos de agua, aserraderos, etc...)
- Uso como Vía de Comunicación.- desde la antigüedad el hombre aprendió a construir embarcaciones que le permitieron navegar por las aguas de mares, ríos y lagos. En nuestro tiempo, utilizamos enormes barcos para transportar las cargas más pesadas que no pueden ser transportadas por otros medios.
- Uso recreativo.- se utiliza para realizar deporte en piscinas, playas; en parques acuáticos, etc...

La mayor parte del agua se emplea en riegos agrícolas, como un medio para ciertos procesos industriales y para transportar desechos domésticos e industriales. Aproximadamente el “40% del agua se emplea en el riego agrícola, más del 50% se usa en la industria, incluyendo las plantas de generación de energía por medio del vapor, que representan más o menos tres quintas partes del uso industrial y solo el 10% se emplea para los abastecimientos públicos municipales de agua”²¹.

1.3.3. Causas de la contaminación del agua

*Los ríos, lagos y mares recogen, desde tiempos inmemoriales, las basuras producidas por la actividad humana. El ciclo natural del agua tiene una gran capacidad de purificación y su aparente abundancia hace que sea el vertedero habitual en el que arrojamamos los residuos producidos por nuestras actividades*²².

²¹ BARBA HO, Luz Edith; *Conceptos Básicos de la Contaminación del Agua y Parámetros de Medición*; Universidad del Valle; Santiago de Cali; 2002; p. # 11.

²² <http://www/apuntes-y-monografias/Contaminacion-del-agua.html>

La contaminación se define como la presencia en el ambiente de cualquier agente químico, físico o biológico, que en determinadas concentraciones puede ser nocivo para la salud de la población o perjudicial para la vida animal o vegetal. Se entiende por contaminación del agua al efecto de introducir materiales o inducir condiciones sobre el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación a sus usos posteriores o sus servicios ambientales.

Los principales contaminantes del agua.

Los contaminantes más frecuentes del agua son pesticidas y otros utilizados en la agricultura, desechos químicos, metales pesados, residuos radiactivos, materia orgánica, bacterias, desperdicios industriales, productos químicos domésticos, derivados del petróleo, etc. Se encuentran, en cantidades mayores o menores, en las aguas del mundo. Muchas aguas están contaminadas hasta el punto de hacerlas peligrosas para la salud humana.

Los contaminantes se pueden clasificar en:

Microorganismos patógenos: son bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, hepatitis, gastroenteritis, etc., que llegan al agua en las heces y otros organismos que producen las personas infectadas.

Desechos orgánicos: son los producidos por el hombre y los animales. Incluyen heces y otros materiales que se pueden descomponer por bacterias aeróbicas.

Sustancias químicas inorgánicas: ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Si están en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua. Los nitratos y fosfatos, en cantidades excesivas, inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas. Cuando estas algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de los seres vivos. El resultado es un agua maloliente e inutilizable.(BARBA HO, 2002)

Compuestos orgánicos: moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etc. que en algunos casos, largos períodos de tiempo, porque, al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos.

Contaminación física: muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua. La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos, y los sedimentos que se van acumulando destruyen sitios de alimentación o desove de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, ríos y puertos.

Sustancias radiactivas: en el agua puede presentarse isótopos radiactivos solubles que se acumulan a lo largo de las cadenas tróficas.

Contaminación térmica: el agua caliente liberada por centrales de energía o procesos industriales eleva la temperatura de ríos o embalses con lo que disminuye su capacidad de tener oxígeno y afecta a la vida de los microorganismos.

En los últimos años la contaminación de las fuentes hídricas ha aumentado; decreciendo así la calidad del agua en muchos casos hídricos. El aumento en la actividad industrial ha incrementado la contaminación de las aguas de la superficie terrestre y está contaminando cada vez más los depósitos de aguas subterráneas.

Los recursos de agua dulce cada vez se ven reducidos por la contaminación. Unos “2 millones de toneladas de desechos son arrojados diariamente en aguas receptoras, incluyendo residuos industriales y químicos, vertidos humanos y desechos agrícolas (fertilizantes, pesticidas). Aunque tenemos que tener en cuenta que los datos confiables de la extensión y gravedad de la contaminación son incompletos, se estima que la producción global de las aguas residuales es de aproximadamente 1500 km³. Asumiendo que un litro de aguas residuales contamina 8 litros de agua dulce; la carga mundial de contaminación puede ascender actualmente a 12000 km³”²³.

El problema de la contaminación del agua, es cada vez más grave si se considera la contaminación de los ríos y lagos mundiales, pues aunque la escasez de la misma se deba a los ciclos climatológicos externos, la actividad humana está jugando un papel importante en el aumento de la escasez y en lo que se ha dado llamar el <<stress del agua>> o <<stress hidrológico>>; que no es otra cosa que la indicación de que no hay suficiente agua en calidad y cantidad para satisfacer las necesidades humanas y medioambientales.

²³ Los recursos mundiales de agua dulce, Recuperado en Junio de 2012 en: <http://unesdoc.unesco.org/imagenes/0012/001295/129556s.pdf>

1.3.4. Fuentes de la contaminación del agua en el Ecuador

Según un estudio realizado por la organización internacional (Oxfam, 2009); en el Ecuador existen cuatro ríos que se encuentran severamente contaminados, como son en el caso del río Machángara (Quito - Pichincha), el río Guayllabamba (Pichincha), el río Esmeraldas (Esmeraldas) y el río Guayas (Guayaquil). Que han causado una menor disponibilidad del agua para consumo humano y las actividades productivas²⁴.

Tenemos que tener en cuenta que existen algunas fuentes de contaminación del agua que son naturales. Como es el caso de algunos metales y otros productos que se encuentra presente naturalmente en la corteza de la Tierra y en los Océanos.

Beneficiosamente las fuentes de contaminación natural del agua son muy dispersas y no provocan altas concentraciones de contaminación altas, ocurriendo lo contrario con las fuentes antropogénicas.

1.3.4.1. Fuentes antropogénicas

La contaminación antropogénica es producida por la actividad humana. Hay cuatro focos principales de contaminación antropogénica que son: contaminación industrial, contaminación doméstica y urbana, contaminación agrícola y agropecuaria, y por último la contaminación por la navegación.

El problema de la disponibilidad del agua en el Ecuador se agrava por la contaminación de los ríos que es causada por las actividades mineras, que arrojan metales pesados y químicos a las cuencas hídricas, que trabajan a cielo abierto en los páramos y explotan las aguas subterráneas en las cabeceras de las cuencas; por lo que se ven afectadas muchas comunidades aledañas a las zonas de explotación.

También tenemos la contaminación de las fuentes de agua que son causadas por las actividades de las empresas petroleras, las actividades de la minería artesanal e informal, las agrícolas y la contaminación de las aguas servidas; según estudios citados por la Oxfam únicamente el 10 % de las aguas servidas de las alcantarillas son tratadas en nuestro país.

En la actualidad la contaminación agrícola hace imprescindible el uso de pesticidas y abonos químicos en la agricultura, los mismos que son incorporados al agua por filtración del terreno hacia las aguas subterráneas. La actividad ganadera realiza un

²⁴ OXFAM; Alerta sobre el “stress hídrico” y la contaminación del Agua en los países Andinos; Lima – Perú; 03 de abril de 2009; p # 1.

aporte importante en la contaminación del agua; fundamentalmente por la producción de grandes cantidades de residuos orgánicos en forma de purinas que producen la contaminación de los acuíferos.

Para calcular la contaminación de las aguas se usa la medición de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), verificándose la cantidad de oxígeno en un volumen unitario de agua durante el proceso biológico de la degradación de la materia orgánica. “Al aumentar la contaminación el oxígeno del agua se agota y hace que muchos animales acuáticos mueran por asfixia, ya que las bacterias aeróbicas presentes en el agua lo consumen en el proceso de biodegradación”²⁵. La contaminación es una actividad típica del progreso humano, cualquier paso hacia delante trae un paso hacia atrás para afectar a la naturaleza. La contaminación de las aguas provoca efectos como la distorsión de los ecosistemas, las fuentes de alimento y la belleza natural.

A continuación podremos observar se observa en la tabla N° 1, el detalle de las principales sustancias contaminantes en el agua que son como resultado de algunos procesos industriales.

²⁵ BARBA HO, Luz Edith; *Conceptos Básicos de la Contaminación del Agua y Parámetros de Medición*; Universidad del Valle; Santiago de Cali; 2002; p. # 13.

Tabla 1. Sustancias contaminantes del sector industrial

CONTAMINANTES DEL SECTOR INDUSTRIAL.	
SECTOR INDUSTRIAL	PRINCIPALES SUSTANCIAS CONTAMINANTES
Construcción	Sólidos en suspensión, metales, pH.
Minería	Sólidos en suspensión, metales pesados, materia orgánica, pH, cianuros.
Energía	Calor, hidrocarburos, y productos químicos.
Textil y piel	Cromo, taninos, tensoactivos, sulfuros, colorantes, grasas, disolventes orgánicos, ácido acético y fórmico, sólidos en suspensión.
Mecánica de Autos	Aceites lubricantes, pinturas y aguas residuales.
Navales	Petróleo, productos químicos, disolventes y pigmentos.
Siderurgia	Cascarillas, aceites, metales disueltos, emulsiones, sosas y ácidos.
Química inorgánica	Hg, P, fluoruros, cianuros, amoníaco, nitritos, ácido sulfhídrico, F, Mn, Mo, Pb, Ag, Se, Zn, etc. y los compuestos de todos ellos.
Química orgánica	Organohalogenados, organosilícicos, compuestos cancerígenos y otros que afectan el balance del oxígeno.
Fertilizantes	Nitratos y fosfatos.
Pasta y papel	Sólidos en suspensión y otros que afectan al balance de oxígeno.
Plaguicidas	Organohalogenados, organofosforados, compuestos cancerígenos, biocidas, etc.
Fibras químicas	Aceites minerales y otros que afectan el balance de oxígeno, pinturas, barnices, y tintas compuestas organoestánicas, compuestos de Zn, Cr, Se, Mo, Ti, Sn, Ba, Co, etc.

Fuente: Conceptos básicos de la Contaminación del agua y parámetros de medición.²⁶

Normalmente en los países desarrollados muchas industrias poseen eficaces sistemas de depuración de las aguas, sobre todo las que producen contaminantes peligrosos

²⁶ BARBA HO, Luz Edith; *Conceptos Básicos de la Contaminación del Agua y Parámetros de Medición*; Universidad del Valle; Santiago de Cali; 2002; p. # 15.

como por ejemplo los metales tóxicos. En algunos países en vías de desarrollo la contaminación del agua por residuos industriales es muy importante. (Barba Ho, 2002)

En cambio los vertidos urbanos se dan como resultados residuos orgánicos que son procedentes de la actividad doméstica.

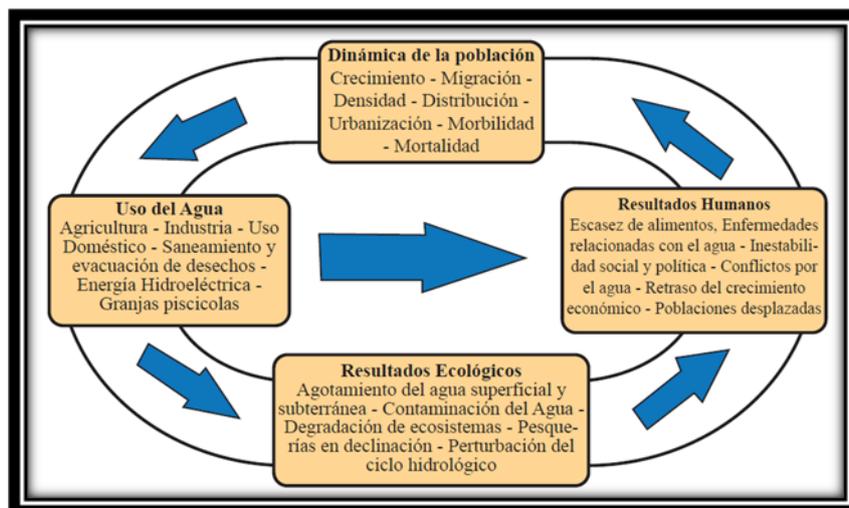


Figura 3. Vínculos entre la población y el agua dulce.
Fuente: World Conservation Union (IUCN). (1996). PRB and USAID.

1.3.5. Composición de las aguas residuales

La composición de las aguas residuales se analiza con diversas mediciones físicas, químicas y biológicas. Las mediciones más comunes incluyen la determinación del contenido en sólidos, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), la demanda química de oxígeno (DQO), el pH, el color, turbiedad, el olor, la temperatura.

Los sólidos se pueden clasificar en diferentes tipos; que a continuación se detallaran en la tabla # 2.

Tabla 2. Clasificación y definición para los sólidos encontrados en el agua residual.

CLASIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE SÓLIDOS	
TIPOS DE SÓLIDOS	DESCRIPCIÓN
Sólidos Totales	Son residuos remanentes obtenidos después que la muestra de agua residual ha sido evaporada y secada a una temperatura específica (103 a 105 °C)
Sólidos Volátiles Totales	Son sólidos que pueden ser volatilizados e incinerados cuando los sólidos totales son calcinados (500 ± 50 °C)
Sólidos Fijos Totales	Es el residuo que permanece después de incinerar los sólidos totales (500 ± 50 °C)
Sólidos suspendidos totales	Es la fracción de sólidos totales retenida sobre un filtro con un tamaño de poro específico, medido después de que ha sido secado a una temperatura específica. El filtro más usado para la determinación de sólidos suspendidos totales es el filtro Whatman de la fibra de vidrio que tiene un tamaño nominal de poros aproximadamente de 1,58 µm.
Sólidos suspendidos volátiles	Estos sólidos pueden ser volátiles en la incineración, debido a que los sólidos suspendidos totales son calcinados (500 ± 50 °C)
Sólidos suspendidos fijos	Son residuos remanentes después de calcinar los sólidos suspendidos totales (500 ± 50 °C)
Sólidos disueltos totales	Son sólidos que pasan a través del filtro y luego son evaporados y secados a una temperatura específica. La medida de los sólidos disueltos totales comprende en coloides y sólidos disueltos. Los coloides son de un tamaño de 0,001 a 1 µm.
Sólidos disueltos volátiles	Son sólidos que pueden ser volatilizados e incinerados cuando los sólidos disueltos totales son calcinados (500 ± 50 °C)
Sólidos disueltos fijos	Son residuos remanentes, después de calcinar los sólidos disueltos totales (500 ± 50 °C)
Sólidos sedimentables	Son sólidos suspendidos, expresados como milímetros por litros, que se sedimentaran por fuera de la suspensión dentro de un periodo de tiempo específico.

Fuente: Tratamiento de Aguas Residuales en pequeñas poblaciones²⁷. (Crites y Tchobanoglous, 2000)

²⁷ CRITES, Ron. y TCHOBANOGLIOUS, George.; *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones.*; 1^{ra} edición; Editorial McGraw – Hill Interamericana, S.A.; Colombia; 2000; p. # 34.

La concentración de materia orgánica se mide con los análisis de DBO₅ y DQO. La DBO₅ es la cantidad de oxígeno empleado por los microorganismos a lo largo de un periodo de cinco días para descomponer la materia orgánica de las aguas residuales a una temperatura de 20 °C. De modo similar, la DQO es la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica por medio de dicromato en una solución acida y convertirla en dióxido de carbono y agua. El valor de la DQO es siempre superior al de la DBO₅ porque muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente, pero no biológicamente. La DBO₅ suele emplearse para comprobar la carga orgánica de las aguas residuales domésticas o industriales biodegradables, sin tratar y tratadas. La DQO se usa para comprobar la carga orgánica de aguas residuales que no son biodegradables o no contienen compuestos que inhiben la actividad de los microorganismos. (Crites y Tchobanoglous, 2000)

El pH mide la acidez de una muestra de agua residual; misma que puede tener un pH que varía entre 6,5 y 8,0. El contenido típico en materia orgánica de las aguas residuales es de un 50% de carbohidratos, un 40% de proteínas y un 10% de grasas. No es fácil caracterizar la composición de los residuos industriales en las aguas con valores que están en un rango típico según el proceso de fabricación.

El color en las aguas residuales es causado por los sólidos suspendidos, el material coloidal y sustancias en solución. El color causado por los sólidos suspendidos se llama color aparente, mientras que el color causado por sustancias disueltas y coloidales se llama color verdadero. “En una forma cualitativa el color puede ser usado para estimar la condición general del agua residual. Por ejemplo si el color es café claro, el agua residual lleva aproximadamente 6 horas después de su descarga; un color gris claro es característico de las aguas que han sufrido algún grado de descomposición bacterial bajo condiciones anaerobias; el oscurecimiento de las aguas residuales se da con frecuencia debido a la formación de varios sulfuros en particular el sulfuro ferroso”²⁸. (Crites y Tchobanoglous, 2000)

La turbiedad es como una medida de las propiedades de dispersión de la luz, es un parámetro que se emplea para indicar la calidad de las aguas naturales y las aguas residuales, que están en relación con la materia coloidal y residual. Las mediciones de la turbiedad se dan en Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT)²⁹.

²⁸ CRITES, Ron. y TCHOBANOGLIOUS, George.; *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones.*; 1^{ra} edición; Editorial McGraw – Hill Interamericana, S.A.; Colombia; 2000; p. # 42

²⁹ CRITES, Ron. y TCHOBANOGLIOUS, George.; *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones.*; 1^{ra} edición; Editorial McGraw – Hill Interamericana, S.A.; Colombia; 2000; p. # 42

El olor de las aguas residuales frescas es en general inofensivo, pero una gran cantidad de compuestos mal olientes son liberados cuando se produce la degradación biológica bajo condiciones anaerobias de las aguas residuales. “El principal compuesto de olor indeseable es el sulfuro de hidrogeno (olor a huevo podrido). Los olores pueden ser medidos mediante métodos sensoriales e instrumentales”³⁰.

La temperatura del agua residual es por lo general mayor que la temperatura del agua para suministro; como consecuencia de la incorporación de agua caliente proveniente del uso doméstico, del uso industrial, y la descomposición bioquímica de las partículas orgánicas. La temperatura del agua residual es un parámetro muy importante dada su influencia en las reacciones químicas y las velocidades de reacción con la vida acuática y la adecuación del agua para ciertos usos útiles. Un incremento en la temperatura del agua puede causar cambios en las especies acuáticas que existen en un cuerpo receptor³¹.

Los metales pesados son considerados como uno de los componentes químicos potencialmente más tóxicos, entre los cuales tenemos Sb, As, Cd, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn, Fe. El aporte de estos metales al ciclo hidrológico procede de diversas fuentes, siendo una de ellas de origen litológico o geoquímico a partir de los minerales que por causa de la erosión, lluvias, etc.; son arrastradas al agua. No obstante actualmente la mayor concentración es de origen antropogénico; por ejemplo por la minería, por procesos industriales, etc.³² Los metales pesados tienen tres vías principales de entrada en el medio acuático, que son:

- La Vía Atmosférica.- que se produce debido a la sedimentación de partículas emitidas a la atmosfera por procesos naturales o antropogénicos. (principalmente por la combustión de combustibles fósiles y procesos de fundición de metales.)
- La Vía Terrestre.- que es el producto de la filtración de vertidos, de la escorrentía superficial de terrenos contaminados (como son las minas, la utilización de los lodos como abono, la lixiviación de residuos sólidos, la precipitación atmosférica, etc.); y tras causas naturales.

³⁰ Ídem.; p. # 44.

³¹ PhD. Dr. CUBA TERAN, Francisco; *Tratamiento de Aguas Residuales*; Asociación Nacional de Empresas de servicio de Agua Potable y Alcantarillado; Sistema modular de capacitación para la EPSA Boliviana # 17; La Paz – Bolivia; Julio 2004; p. # 9.

³² *Importancia del Análisis de los Metales Pesados*; Recuperado el 24 de Febrero de 2013, en: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6978/02INTRODUCCION.pdf?sequence=2>

- La Vía directa.- es la entrada de los metales a consecuencia de los vertidos directos de aguas residuales industriales y urbanas hacia fuentes fluviales”³³.

1.3.5.1. Sustancias contaminantes del agua

Hay un gran número de contaminantes del agua que se pueden clasificar de diferentes maneras. Una posibilidad bastante usada es agruparlos en 8 grupos: (Pillajo, 2001)

Microorganismos patógenos: son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, gastroenteritis, diversas hepatitis, etc.... En los países en vías de desarrollo las enfermedades producidas por estos patógenos son uno de los motivos más importantes de muerte prematura sobre todo de niños. Normalmente estos microbios llegan al agua en las heces y otros restos orgánicos que producen las personas infectadas. Por esto, un buen índice para medir la salubridad de las aguas, en lo que se refiere a estos microorganismos, es el número de bacterias Coliformes presentes en el agua. La OMS (Organización Mundial de la Salud) recomienda que en el agua para beber deba haber cero colonias de Coliformes por 100 ml de agua.

Desechos Orgánicos: Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, entre otros. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y ya no pueden vivir en esta agua los peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno. Buenos índices para medir la contaminación por desechos orgánicos son la cantidad de oxígeno disuelto en agua o la DBO₅.

Sustancias químicas inorgánicas: En este grupo están incluidos ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio, el zinc, el arsénico, el hierro, y el plomo, entre otros. Sin embargo si estas cantidades están en altas concentraciones pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua. Los metales pesados son aquellos elementos químicos que presentan una densidad igual o superior a 5 g/cm³, cuando están en forma elemental, o cuyo número atómico es superior a 20 (excluyendo a los metales alcalinos y alcalinotérreos).

³³ *Importancia del Análisis de los Metales Pesados*; Recuperado el 24 de Febrero de 2013, en: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6978/02INTRODUCCION.pdf?sequence=2>; p. # 16.

Nutrientes vegetales inorgánicos: Nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y organismos provocando la eutrofización de las aguas. Cuando estas algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de otros seres vivos. El resultado es un agua maloliente e inutilizable.

Compuestos orgánicos: Muchas moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etc....; acaban en el agua y permanecen, en algunos casos, largos periodos de tiempo, porque al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos.

Sedimentos y materiales suspendidos: Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua. La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos, y los sedimentos que se van acumulando destruyen sitios de alimentación o desove de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, ríos y puertos.

Sustancias radiactivas: Isótopos radiactivos solubles pueden estar presentes en el agua y, a veces, se pueden ir acumulando a lo largo de las cadenas tróficas, alcanzando concentraciones considerablemente más altas en algunos tejidos vivos que las que tenían en el agua.

Contaminación térmica: El agua caliente liberada por centrales de energía o procesos industriales eleva en ocasiones la temperatura de ríos o embalses con lo que disminuye su capacidad de contener oxígeno y afecta a la vida de los organismos.

Las aguas residuales se caracterizan por su composición física, química y biológica; a continuación en la tabla # 3, se puede apreciar la procedencia de las aguas según su composición.

Tabla 3. Características Físicas, Químicas y Biológicas del Agua Residual y sus procedencias.

PROCEDENCIA DE LAS AGUAS RESIDUALES SEGÚN SU COMPOSICIÓN	
CARACTERÍSTICAS	PROCEDENCIA
Propiedades Físicas	
Color	Aguas residuales domésticas e industriales
Olor	Aguas residuales en descomposición, residuos industriales
Sólidos	Agua de suministros, aguas residuales domésticas e industriales, erosión del suelo, infiltración y conexiones incontroladas
Temperatura	Aguas residuales domésticas e industriales.
Constituyentes químicos	
Orgánicos:	
Carbohidratos	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
Grasas animales, aceites y grasa	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
Pesticidas	Residuos Agrícolas
Fenoles	Vertidos industriales
Proteínas	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Contaminantes prioritarios	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
Agentes tensoactivos	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
Compuestos orgánicos volátiles	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
Otros	Degradación natural de materia orgánica
Inorgánicos:	
Alcalinidad	Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de agua subterránea.
Cloruros	Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de agua subterránea.
Metales Pesados	Vertidos Industriales
Nitrógeno	Residuos agrícolas y aguas residuales domésticas
pH	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Fósforo	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales, aguas de escorrentía.

PROCEDENCIA DE LAS AGUAS RESIDUALES SEGÚN SU COMPOSICIÓN	
CARACTERÍSTICAS	PROCEDENCIA
Contaminantes prioritarios	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
Azufre	Agua de suministro; aguas residuales domésticas, comerciales e industriales.
Gases:	
Sulfuro de Hidrógeno	Descomposición de residuos domésticos
Metano	Descomposición de residuos domésticos
Oxígeno	Agua de suministro, infiltración de agua superficial.
Constituyentes Biológicos	
Animales	Cursos de agua y plantas de tratamiento
Plantas	Cursos de agua y plantas de tratamiento.
Protistas:	
Eubacterias	Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial
Arqueobacterias	Aguas residuales domésticas, infiltración de superficial, plantas de tratamiento
Virus	Aguas residuales domésticas.

Fuente: Tchobanoglous, G. y Schroeder, 2010

Alternativas de solución

Ventajosamente en la actualidad la técnica y tecnología cuenta con alternativas de respuesta adecuada de saneamiento ambiental por medio de diferentes procesos de tratamiento, ya sean estos procesos físicos, químicos o biológicos; alternativas que se optan de acuerdo a las características del agua residual a tratar. El objetivo primordial de cualquiera de estos tratamientos es reducir o eliminar por completo la carga de contaminante de la descarga líquida; transformándola en un efluente final que cumple con la normativa ambiental correspondiente y que será inofensivo para el ambiente o cause un impacto menor al mismo.

El obstáculo que muchas veces se presenta en el tratamiento adecuado de las aguas reside en el costo económico que ello representa para las industrias en general.

Cada día las normativas ambientales en nuestro país son más exigentes, la sensibilidad de los límites ambientales se reducen y algunos de estos procesos de tratamiento son insuficientes, bien por las altas concentraciones de los contaminantes en el agua

residual o por la resistencia de algunos compuestos a los procesos de tratamiento, como consecuencia de ser contaminantes nuevos no encontrados en la naturaleza.

Los intentos por tratar las aguas residuales domésticas e industriales mediante la utilización de procesos biológicos aeróbicos y anaeróbicos son muy antiguos. La primera referencia bibliográfica apareció en la revista famosa *Cosmos*³⁴, en el cual se describe la cámara desarrollada por M. Louis Mouras para tratar la materia orgánica suspendida y otros contaminantes en el agua residual.

La mayor parte de las aguas residuales / negras no reciben un tratamiento. Aun en poblaciones con un gran número de habitantes; se encuentran a menudo las aguas residuales altamente contaminadas que carecen de infraestructura de saneamiento para tratar los residuos peligrosos. Se sabe que las aguas residuales albergan microorganismos que causan enfermedades (patógenos), incluyendo virus, protozoos y bacterias. Los organismos patogénicos pueden originarse en los individuos infectándolos así como también en animales domésticos o salvajes; de los cuales pueden o no presentar señales de enfermedad. La diarrea y la gastroenteritis se encuentran entre las tres principales causas de muerte en la zona tanto urbana como rural³⁵ en nuestro país. Es por esto que el agua no es segura para beber y que la contaminación a través del desecho inadecuado de aguas negras es la responsable por la gran mayoría de estas muertes.

Las descritas podemos indicar como razones que han puesto énfasis en realizar el estudio ambiental de las aguas y descargas del efluente hacia el río Gala. Por lo indicado se realizó análisis previo de las características de dicho del efluente; encontrando en su composición física – química y bacteriológica lo siguiente:

- Materia Orgánica
- Demanda Química de Oxígeno.
- Coliformes Totales
- Coliformes Fecales
- Arsénico
- Plomo
- Mercurio
- Cadmio

³⁴ PERRY L. MCCARTY, “Tratamiento de aguas residuales utilizando procesos biológicos aeróbicos y anaeróbicos”, *Revista Cosmos*, 1985.

³⁵ SORIANO, Ismael; *Sistematización de la Experiencia Nacional de Escuelas Promotoras de la Salud en el Ecuador*; Programa de Salud Familiar y Comunitario, OPS/OMS; Quito – Ecuador; 2007; p. # 21.

Desde sus inicios el hombre ha tenido la necesidad de estar asentado cerca de lugares con fuentes de agua, ante esto el establecimiento de poblados cerca de ríos, lagos, etc.; provocando que las fuentes de tan preciado líquido se vean afectadas por determinadas sustancias producidas por el hombre como por ejemplo: aguas servidas, desechos industriales, basura que en las últimas décadas han aumentado considerablemente.

1.3.6. Marco referencial

Por lo manifestado y debido a que muchas fuentes de agua tienen alto grado de contaminación y/o los tratamientos no son los adecuados para que el agua pueda seguir siendo de beneficio para las poblaciones aguas abajo, por el contrario, muchas veces provocan propagación de plagas, enfermedades, malos olores entre otros efectos relacionados con el agua contaminada.

Debido a ello algunas instituciones, organizaciones y personas, han buscado formas y alternativas en el manejo de las aguas residuales, con el propósito de cuidar y proteger tan importante recurso natural. Muchas técnicas son las que se han implementado con grandes y avanzadas tecnologías, trayendo así resultados positivos, que incentivan cada vez más su uso.

Dentro de las compañías, algunas entidades del sector público o privado de conformidad con su competencia les corresponde implementar mecanismos de control para la prevención y control la contaminación de toda la red hídrica de su jurisdicción, en donde se incorpora también una visión social para incentivar a la población y entes del sector a aplicar mecanismos de tratamiento de las aguas que permitirán ayudar al cuidado y protección de los recursos disponibles, ya que cada día los niveles de contaminación aumentan, y llegara un momento; en que el daño causado a la naturaleza sea irreversible, con grandes consecuencias devastadoras.

La generación de aguas residuales es un producto inevitable de la actividad humana. El tratamiento y disposición apropiados de las mismas, supone el conocimiento de las características físicas, químicas y biológicas de dichas aguas; de su significado y de sus efectos principales sobre la fuente receptora³⁶. En la región, la generación e inadecuada disposición de diferentes tipos de efluentes domésticos e industriales, intervienen sobre el deterioro de una gran fuente natural como es el caso del río Gala, dentro de la zona de influencia.

³⁶ ROMERO ROJAS, Jairo Alberto, *Tratamiento de aguas residuales*, 1^{era} edición, Escuela Colombiana de Ingeniería "Julio Garavito". Colombia, 2001; p. # 15

En países desarrollados se aplica la combinación de procesos físicos, químicos y biológicos para tratar efluentes de industrias, minería y centros urbanos y en actividades rurales.

1.3.6.1. Marco Legal

A continuación se revela parte de las normativas a nivel nacional que nos sirven como guía para el estudio de este proyecto de tesis. Se debe tomar en cuenta que solo los artículos de interés o relacionados con este estudio serán transcritos según como se encuentran publicados en cada ley, reglamento u ordenanza.

1.3.6.2. Constitución Política de la República del Ecuador

La constitución del Ecuador nuestro país fue publicada en la ciudad de Quito, el 20 de octubre de 2008 mediante el Registro Oficial N° 449; nos indica en los siguientes artículos las leyes relacionadas con nuestro proyecto.

En el Título II de los Derechos, en el Capítulo II de los Derechos del buen vivir; en la sección primera del Agua y alimentación tomamos el:

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

En la sección segunda de un Ambiente Sano tomamos el:

Art. 14.- En el inciso dos que dice: Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

En la sección séptima de la salud tomamos el:

Art. 32.- El inciso uno que dice: La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los alimentos sanos y otros que sustentan el buen vivir.

En el Capítulo IX de las Responsabilidades en el:

Art. 83.- En el numeral 6 que nos dice: Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

En el Título VI del Régimen de Desarrollo, en el Capítulo I de los Principios Generales, en el:

Art. 276.- En el numeral 4 que nos dice: Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.

En el Título VII del Régimen del Buen Vivir, en el Capítulo II de la Biodiversidad y Recursos Naturales, en el:

Art. 395.- En el numeral 2, nos dice: Las políticas de gestión ambiental se aplicaran de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

En el numeral 4, nos dice: En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, estas se aplicaran en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Art. 396.- En el inciso 4, que nos dice: Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente.

En la sección tercera del Patrimonio natural y ecosistemas, en el:

Art. 406.- El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marino - costeros.

En la sección sexta del Agua, en el:

Art. 411.- El estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de

agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

1.3.6.3. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, usos y aprovechamiento del agua

En el marco legal para el uso y aprovechamiento del agua, también se estudiara la Ley promulgada en el Segundo Suplemento del Registro Oficial N° 305 del 6 de agosto de 2014. Donde se incluye al recurso hídrico dentro del patrimonio natural del estado, así como busca regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos, a fin de garantizar el sumak kawsay o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la Constitución.

Esta ley entre varios aspectos señala:

En la sección segunda: De los Usos del Agua; en él:

Art.9, literal d).- Que el beneficiario se responsabilice por la prevención y mitigación de los daños ambientales que ocasione, y se obligue a contribuir al buen manejo del agua autorizada.

En la Sección Tercera Gestión y Administración de los Recursos Hídricos; se señala en él:

Artículo 33.- **Ámbito y modalidades de la gestión de los recursos hídricos.** La gestión pública de los recursos hídricos comprenderá la planificación, formulación de políticas nacionales, gestión integrada en cuencas hidrográficas, el otorgamiento, seguimiento y control de autorizaciones de uso y de autorizaciones de aprovechamiento productivo del agua, la determinación de los caudales ecológicos, la preservación y conservación de las fuentes y zonas de recarga hídrica, la regulación y control técnico de la gestión, la cooperación con las autoridades ambientales en la prevención y control de la contaminación del agua y en la disposición de vertidos, la observancia de los derechos de los usuarios, la organización, rectoría y regulación del régimen institucional del agua y el control, conocimiento y sanción de las infracciones.

En el Título VII. De las aguas para fines energéticos, industriales y mineros; se señala en él:

Art. 42.- Se concederán derechos de aprovechamiento de aguas para la generación de energía destinada a actividades industriales y mineras, especialmente a las contempladas en el Plan General de Desarrollo del país.

Las aguas destinadas a la generación de energía y trabajos mineros, deberán ser devueltas a un cauce público, obligándose el concesionario a tratarlas, si el Consejo Nacional de Recursos Hídricos lo estimare necesario.

1.3.6.4. Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental

Esta ley fue publicada con la codificación 20, en el Registro Oficial suplemento 418 del 10 de septiembre del 2004

En el Capítulo II de la Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas, en el:

Art. 6.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

Art. 7.- El Consejo Nacional de Recursos Hídricos, en coordinación con los Ministerios de Salud y del Ambiente, según el caso, elaborarán los proyectos de normas técnicas y de las regulaciones para autorizar las descargas de líquidos residuales, de acuerdo con la calidad de agua que deba tener el cuerpo receptor.

Art. 8.- Los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, fijaran el grado de tratamiento que deban tener los residuos líquidos a descargar en el cuerpo receptor, cualquiera sea su origen.

Art. 9.- Los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, también, están facultados para supervisar la construcción de las plantas de tratamiento de aguas, así como de su operación y mantenimiento, con el propósito de lograr los objetivos de esta ley.

1.3.6.5. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)

Este código fue publicado en el Registro Oficial 303, el 19 de octubre de 2010.

En el Título V de la Descentralización y Sistema Nacional de Competencias, en el Capítulo V del ejercicio de las Competencias Constitucionales, en el:

Art. 136.- Del ejercicio de las competencias de Gestión Ambiental, en el inciso 4 que nos dice: Los Gobiernos autónomos descentralizados municipales establecerán, en forma progresiva, sistemas de gestión integral de desechos, a fin de eliminar los vertidos contaminantes en ríos, lagos, lagunas, quebradas, esteros o mar, aguas residuales provenientes de redes de alcantarillado, público o privado, así como eliminar el vertido en redes de alcantarillado.

En el Título VIII de la Disposiciones Comunes y Especiales de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, en el Capítulo VIII del Régimen Patrimonial, en la Sección Cuarta de las Reglas especiales Relativas a los Bienes de Uso Público y Afectados al Servicio Público, en el:

Art. 432.- Obras en riberas de ríos y quebradas: Excepcionalmente y siempre que sea para uso público, se podrá ejecutar, previo informe favorable de la autoridad ambiental correspondiente y de conformidad al plan general de desarrollo territorial, obras de regeneración, de mejoramiento, recreación y deportivas, en las riberas, zonas de remanso y protección, de los ríos y lechos, esteros, playas de mar, quebradas y sus lechos, lagunas, lagos; sin estrechar su cauce o dificultar el curso de las aguas, o causar daño a las propiedades vecinas. Las obras que se construyan en contravención de lo dispuesto en el presente artículo, serán destruidas a costa del infractor.

1.3.6.6. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria

Este documento fue expedido mediante el Decreto Ejecutivo No 3399, publicada en el Registro Oficial No 725 del 16 de diciembre de 2002. Tomándose en cuenta los artículos anteriores observamos en el Libro VI, Anexo 1 de las Normas de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, que establece los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado, en:

Los Criterios de Calidad de las aguas para sus distintos usos.

- Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.
- A continuación tomamos como referencia la Tabla 3 de los Criterios de calidad admisible para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, en aguas marinas y de estuario; del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria que contiene los 38 parámetros.
- Para obviar la mención de todos los parámetros existentes en dicha tabla nos centraremos en los parámetros que tendrían real importancia en nuestro proyecto comparándolos con esta normativa.

En el planteamiento teórico, se ha realizado como el estudio analítico de las condiciones actuales de la calidad de agua en los sistemas en los afluentes como: la efectividad del control interno, Normas de Control de la calidad del agua para consumo humano y otros usos; la eficiencia, eficacia y economía para la optimización de los recursos; y, otros aspectos relacionados. Por otro lado, los entrevistados y encuestados, con sus conocimientos, capacitación, perfeccionamiento y experiencia laboral, formulan un conjunto de respuestas relacionadas al tema de investigación, las mismas que concuerdan con la formulación teórica.

1.3.7. Caracterización de la Zona de Estudio

1.3.7.1. Ubicación

El cantón Camilo Ponce Enríquez, se localiza al Sur Occidente de la Provincia del Azuay, a 50 minutos de la ciudad de Machala.

Camilo Ponce Enríquez limita al norte con los cantones Naranjal y Cuenca, al sur con la parroquia Tendales del cantón el Guabo de la provincia de El Oro, al este con Cuenca y los cantones Santa Isabel y Pucará; y, al oeste las parroquias de Tenguel y Balao de la provincia del Guayas.

y los volúmenes almacenados en embalses naturales y artificiales así como de los factores meteorológicos. (Abril, 2012)

1.3.8.1. Clima

El clima corresponde al promedio del tiempo atmosférico, observado en forma científica durante un largo período de tiempo. Donde el tiempo es la condición de la atmósfera, en un lugar determinado y en un instante preciso. En la década de 1910, el austriaco **Köppen** trazó una clasificación de los climas del mundo basada en dos variables: la temperatura y el régimen de precipitaciones.

La ubicación en la que se encuentra nuestro país, es muy privilegiada ya que nos permite tener una zona con climas fríos y tropicales de abundantes lluvias y exuberante vegetación; esto nos ofrece varios recursos naturales como los suelos, el agua, los bosques; en los que se encuentran depósitos subterráneos de minerales³⁷.

Como es el caso del clima en el cantón Camilo Ponce Enríquez, que es un clima tropical húmedo con alturas desde los 45 m.s.n.m. hasta los 3600 m.s.n.m.; además se tiene una alta humedad relativa que esta 90% aproximadamente, con alta nubosidad³⁸. Es por eso que pueden observar “dos momentos climáticos: el invierno húmedo en los meses de diciembre a abril y el verano seco desde los meses de mayo a noviembre”³⁹.

Además, se registra una formación de varios pisos ecológicos, en los cuales se evidencia tres tipos de climas como son:

Clima tropical megatérmico: que es seco, y alcanza hasta los 800 m.s.n.m.

Clima tropical megatérmico - semi húmedo: que se ubica entre las curvas de los 800 al 1200 m.s.n.m.

³⁷ CARDENAS, Carla y ESCARATE, Sonia; “*Con Organización y Responsabilidad Construiremos Nuestro Futuro.*” *Sistematización de la Experiencia de explotación Minera de Bella Rica y Guamache tres de Mayo*; Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental; Quito – Ecuador; 2005; p. # 7.

³⁸ ABRIL RODAS, Johanna Cecilia; *Planificación Estratégica de Marketing para Impulsar el Turismo, desde el Gobierno Municipal, en el cantón Camilo Ponce Enríquez, provincia del Azuay, año 2012*; Universidad Técnica de Machala; Machala – El Oro – Ecuador; 2012; p. # 43.

³⁹ MUNICIPALIDAD DEL CANTÓN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ; *Plan de Desarrollo Local*; Camilo Ponce Enríquez - Azuay - Ecuador; 2004 – 2014; p. # 27.

Clima Ecuatorial mesotérmico - semi húmedo a frío: que se ubica desde los 1200 hasta los 3600 m.s.n.m.”⁴⁰

Regionalmente el clima está influenciado por zonas de convergencia intertropical (CIT) y la corriente fría de Humboldt.

Las llanuras de la región litoral reciben la influencia de la Corriente Fría de Humboldt, la misma que disminuye la temperatura hasta la altura del Cabo Pasado (Manabí) que le corresponde por estar en la Zona Tórrida, como también no permite el paso de los vientos cálidos y húmedos del Pacífico, haciendo que en estas zonas las precipitaciones sean escasas.

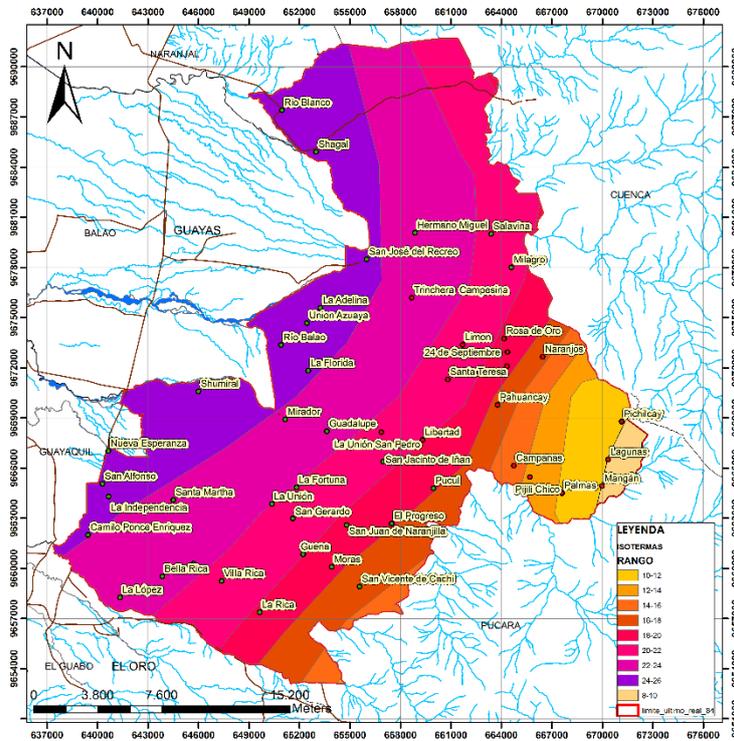


Figura 5. Tipos de climas del cantón Camilo Ponce Enríquez
Fuente: Equipo Técnico de GAD Municipal de C.P.E., 2014

Hemos asociado a la climatología de la Unidad Hidrogeológica Machala, características climáticas propias de la zona ubicada en la región interandina o sierra,

⁴⁰ MUNICIPALIDAD DEL CANTÓN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ; Op. Cit.; p. # 27.

correspondientes a las nacientes de los ríos y la de la región litoral o costa, donde desembocan los ríos con dirección al Océano Pacífico.

Región litoral o Costa

Existen en la región litoral o costa dentro de la unidad, dos tipos de climas:

Clima tropical de monzón

Las precipitaciones en esta región son de 1.000 y 2.000 mm que ocurren principalmente entre diciembre y mayo. La vegetación de esta zona es una selva densa, con una temperatura media de 23 a 27° C.

Clima tropical megatérmico seco a semi-húmedo

Está situado al Este de la zona climática anterior y su influencia se extiende en una franja de alrededor de 60 km de ancho. El total pluviométrico anual está comprendido entre 500 y 1.000 mm recogidos de diciembre a mayo. La estación seca es muy marcada y las temperaturas medias elevadas, superiores a 24°C. La vegetación está constituida principalmente de un bosque seco en donde predominan los ceibos.

Régimen térmico

La temperatura es un indicador de cantidad de energía calorífica acumulada en el aire, se mide en grados centígrados (°C) que se los registra a través de un termómetro y depende de factores como el ángulo de inclinación de los rayos solares, el tipo de sustrato del suelo, la fuerza del viento, latitud y proximidad de las masas de agua.

La manera de conocer las variaciones térmicas en la zona de interés, se realiza mediante el estudio de los datos de las estaciones climatológicas ubicadas estratégicamente.

1.3.8.2. Precipitación

La precipitación se la define como la caída de partículas sólidas y líquidas de agua que incluye lluvia, llovizna, nieve, aguanieve, granizo, etc. Este fenómeno se da por una serie de condiciones previas en la atmósfera tales como la existencia de vapor de agua en grandes proporciones; este vapor debe ascender y condensarse en la altura formando nubes y que las condiciones dentro de las nubes permita que las pequeñísimas partículas de agua y hielo aumenten de tamaño y peso suficiente para caer desde la nube o neblina y llegar al suelo. (Promas, 2009)

La precipitación promedio anual (2000 a 2008) es de 1031,9 mm; de la estación meteorológica del río Tenguel⁴¹; en Camilo Ponce Enríquez se caracterizan las lluvias marcadas en los meses de enero a mayo y una temporada relativamente seca desde junio a diciembre; los años con menor precipitación corresponden a 1990 con 557,3 mm, las máximas precipitaciones registradas corresponden a 1982 con 3871,5 mm; las cuales están relacionadas al fenómeno climatológico del niño en ese año⁴².

1.3.8.3. Evapotranspiración

Existe un valor multianual de 884,6 mm, para los años 1985 a 1994 que demuestra un considerable exceso de agua, durante los meses de diciembre a junio, y un pequeño déficit, entre los meses de julio a noviembre⁴³.

1.3.8.4. Nubosidad

El promedio anual de nubosidad es de 7/8, es decir, un alto nivel de nubosidad a lo que favorece la presencia de un frente montañoso donde chocan las columnas gaseosas de la evaporación marina las cuales se ven impedidas de avanzar hacia el este⁴⁴.

1.3.8.5. Vientos

Los vientos tienen direcciones predominantes SE, SW, NE y NW, en los meses de marzo a abril se presentan las mayores velocidades. Las direcciones SW predominan en los meses de enero a mayo. La velocidad media de los vientos es de 3,7 m/s registrándose velocidades máximas de hasta 8 m/s y velocidades mínimas de 2 m/s⁴⁵.

1.3.8.6. Uso potencial del suelo

El Uso Potencial del suelo es el resultado de la integración del levantamiento edafológico (clasificación taxonómica), la evaluación de la capacidad de uso de las tierras (clasificación agrologica), y la interacción con aspectos socioeconómicos, obteniéndose un "uso óptimo" del espacio físico, en función de las aptitudes naturales y de las posibilidades de mejoramiento.

⁴¹ Ing. ESTRELLA AGUILAR, Rafael y Ing. TOBAR SOLANO, Vladimiro; *Estudio e investigación de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgos, Riesgo Hidrológico y Riesgo Climatológico; TOMO III Anexos*; Gobierno Provincial Del Azuay; Cuenca – Ecuador; Septiembre 2012; p. # 120

⁴² MUNICIPALIDAD DEL CANTÓN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ; *Plan de Desarrollo Local*; Camilo Ponce Enríquez - Azuay - Ecuador; 2004 – 2014; p. # 27.

⁴³ MUNICIPALIDAD DEL CANTÓN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ; *Plan de Desarrollo Local*; Camilo Ponce Enríquez - Azuay - Ecuador; 2004 – 2014; p. # 27.

⁴⁴ Ídem.; p # 28.

⁴⁵ PILLAJO, E; *Evaluación de Impacto y Plan de Manejo Ambiental; de Explotación de Materiales de Construcción de la área Gala 1 y Chico Dorado*; Camilo Ponce Enríquez – Azuay-Ecuador, 2001

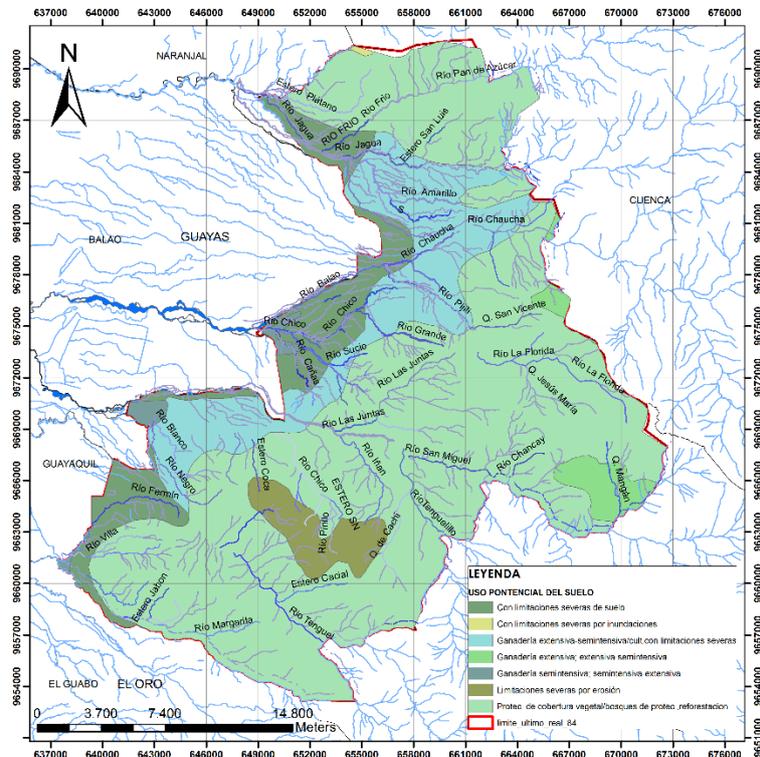


Figura 6. *Uso Potencial del suelo*
Fuente: *Equipo Técnico de GAD Municipal de C.P.E., 2014*

Como se puede observar en la figura N° 6 del uso Potencial del Suelo. La mayor proporción de terreno del cantón Camilo Ponce Enríquez debería ser protegido en su totalidad ya que son suelos en donde se encuentran grandes reductos de bosques nativos que guardan una gran riqueza de flora y de fauna nativa. Estos factores hacen que el cantón presente una calidad ambiental muy buena, pero la misma se ve disminuido por las actividades antrópicas que se desarrollan; tal es el caso de la minería, la misma que está causando un daño irreparable en los cerros, ríos y comunidades del cantón.

1.3.8.7. Uso potencial



Figura 7. Pendientes >70%. En las Cuencas de los ríos Gala
Fuente: Autores, 2014

Las mayores limitaciones para los cultivos en estas zonas de la Cuenca del río Gala es la topografía pues encontramos en rangos de 50-70% de inclinación e incluso pendientes mayores al 70%, por cuanto son aptas para áreas forestales, como lo indicamos antes los recursos naturales más afectados por estas actividades son las fuentes hídricas y suelos. Por cuanto se plantea qué esta sea zona de protección permanente.

1.3.8.8. Uso actual

De acuerdo al diagnóstico en campo en la Cuenca del Río Gala la vegetación natural presenta una mezcla especies forestales, hierbas y arbustos; en la mayor parte de la zona los cultivos principales son el maíz y las hortalizas, la densidad de parcelas y casas es baja; los huertos de hortalizas están localizados cerca de las viviendas; en la zona predominan los pastos por cuanto también se dedican a la ganadería. El paisaje es un mosaico de parcelas cultivadas y pastos con casas aisladas. Existe actividad minera en pequeña escala (Cachi).

En el mapa de uso actual por otro lado señala que existe gran porcentaje de bosque Molleturo- Mollepongo intervenido, páramo herbáceo y cultivos de ciclo corto.

De acuerdo al mapa de concesiones mineras sólo en el sector de la comunidad de Guena existen algunas.

1.3.8.9. Producción minera

Las actividades económicas del cantón Camilo Ponce Enríquez en gran medida giran alrededor de la minería, “actividad que arranca desde el año de 1982 a raíz de los deslaves e inundaciones que fueron provocadas por el fenómeno de El Niño”⁴⁶; esto trajo consigo una seria crisis agrícola que llevo a los pobladores del cantón a buscar otras alternativas para subsistir; entre las cuales encontramos la minería.

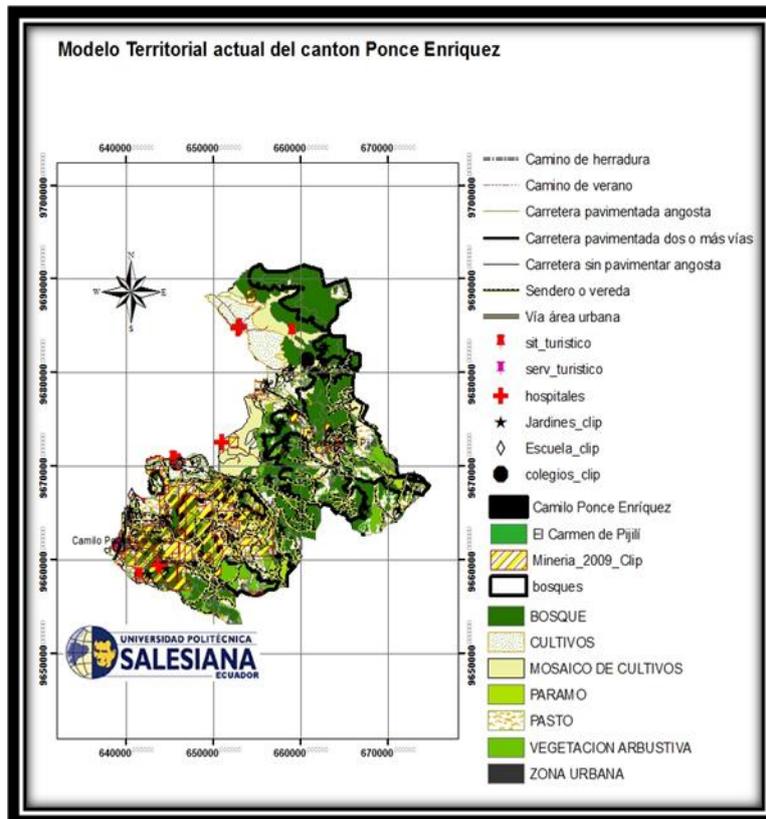


Figura 8. Modelo Territorial actual del cantón Camilo Ponce Enríquez

Fuente: Autores, 2014

La actividad minera no planificada genera impactos sociales y ambientales altamente negativos.

⁴⁶ MUNICIPALIDAD DEL CANTÓN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ; *Plan de Desarrollo Local*; Camilo Ponce Enríquez - Azuay - Ecuador; 2004 – 2014; p. # 77.

En lo social existen oportunidades de trabajo y desarrollo; pero trae consigo delincuencia, drogadicción, prostitución⁴⁷. También las mujeres y los niños se dedican a la recolección del mineral en los botaderos abandonando sus responsabilidades como estudios o quehaceres del hogar y su familia.

Ambientalmente la explotación es anti técnica y sin observación de normas ambientales se causa la contaminación del suelo, agua y aire por los desechos de mercurio, explosivos, plásticos, tanques, etc.

La minería es una actividad que ha desatado polémica en el ámbito local, a decir de sus defensores, esta actividad ha proporcionado trabajo y mejorado condiciones de vida de la población ponceña; en tanto que para otros, esta actividad es la responsable de la contaminación de los ríos y los esteros así como el deterioro de otras actividades económicas como la agricultura y la pesca.

La explotación es subterránea, las principales fuentes de agua en la zona minera pertenecen a las quebradas Pueblo Nuevo, Pindo, Encanto, Río Chico⁴⁸, entre otros.

Además, para realizar la explotación minera se utilizan molino de rodillo, chancadora, compresor de aire, dinamita, fulminante, guía detonante, nitrato, barrenos, amalgamador, platones, legáis, panela, todo esto en las zonas donde la explotación es artesanal; en las zonas de explotación industrial se utilizan piscinas o celdas de flotación, sistemas de centrifugas de agitación para cianuración.

En la mayoría de los sitios de explotación minera se recoge el material producto de las explosiones, y que es transportado por medio de sistemas mecánicos hasta la boca mina, en donde se realiza un proceso de clasificación del material previo a ser trasladado hasta empresas de molino y preparación o amalgamiento.

⁴⁷ CARDENAS, Carla y ESCARATE, Sonia; *“Con Organización y Responsabilidad Construiremos Nuestro Futuro.” Sistematización de la Experiencia de explotación Minera de Bella Rica y Guanache, tres de Mayo*; Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental; Quito – Ecuador; 2005; p. # 14.

⁴⁸ MUNICIPALIDAD DEL CANTÓN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ; *Plan de Desarrollo Local*; Camilo Ponce Enríquez - Azuay - Ecuador; 2004 – 2014; p. # 37.

1.3.8.10. Aspectos Demográficos de Camilo Ponce Enríquez.

Demografía

Después de que la parroquia Camilo Ponce Enríquez se constituyera en cantón el “29 de marzo del 2002”⁴⁹; la situación de los límites y de la población trajo consigo varias controversias; por lo que fue necesario señalar a la población cantonal mediante el VII Censo de Población del año 2010; con el número total de “21.998”⁵⁰ habitantes. La población existente en el cantón se caracteriza por ser relativamente joven, hay más hombres que mujeres; con un número de 12.211 y 9.787 habitantes respectivamente⁵¹.

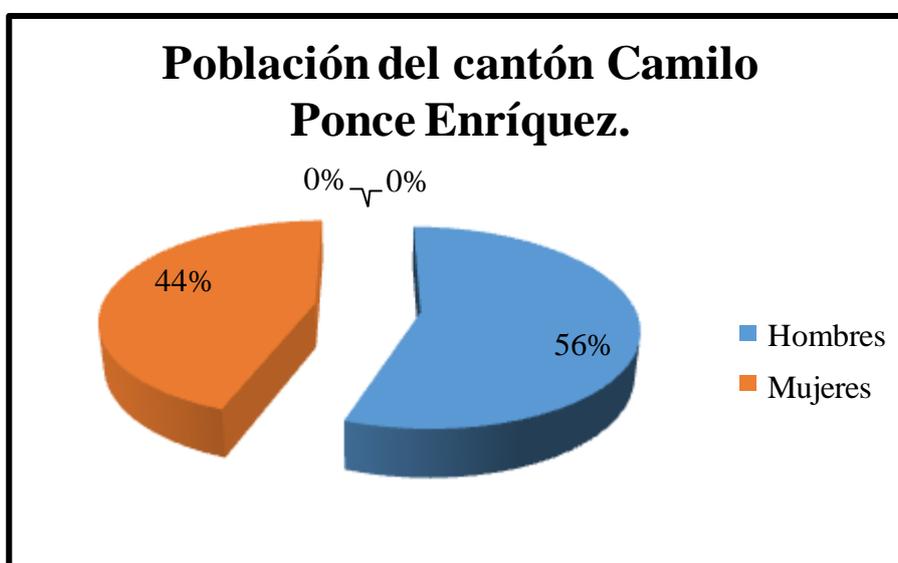


Figura 9. Población de hombres y mujeres del cantón Camilo Ponce Enríquez, de la provincia del Azuay
Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda, 2010.

Es importante destacar que en las comunidades rurales como Bella Rica, La fortuna, San Gerardo, La Unión; en donde se realizan las actividades de minería, se han constituido en zonas o sectores poblacionales que tiene una población fluctuante debido redescubrimiento de los yacimientos auríferos mineros en los 80`s, ya que esto

⁴⁹ PROMAS – UNIVETULAS RSIDAD DE CUENCA; *Evaluación Social y Técnica de los Recursos Hídricos de las Subcuencas de los ríos Jagua, Balao, Gala, Tenguel y Siete*, en la provincia del Azuay; Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES); Octubre de 2009; p. # 25.

⁵⁰ INEC, Censo de Población y Vivienda, 2010, Recuperado el 9 de enero de 2013 en: <http://www.inec.gob.ec/cpv/>

⁵¹ Ídem.

permitió una gran movilidad poblacional. Principales componentes ambientales relacionados con actividades productivas de la zona.

1.3.9. Incidencia de la ganadería

La ganadería, el crecimiento de la frontera agrícola y la deforestación como se pudo constatar, se encuentra distribuida a lo largo de toda la Cuenca concentrada principalmente en la parte alta, lo que ha ocasionado una acelerada pérdida de la masa forestal, la cual tiene una relación directa con la conservación de los caudales hídricos.

La falta de la masa vegetal ocasiona que el agua producto de las precipitaciones y la condensación de la niebla no pueda retenerse y los niveles de escorrentía sean mayores pudiendo generar a futuro problemas de deslizamientos de tierra por la alteración del uso del suelo. Además la ausencia de bosques naturales conlleva a un agotamiento progresivo del agua subterránea que alimenta las fuentes, de modo que cada año disminuyen los caudales.

1.3.10. Incidencia de la agricultura

La acelerada pérdida de la masa forestal y la sustitución por cultivos de cacao de la variedad CCN51, tiene una relación directa en la alteración del régimen hídrico y la mantención de los caudales. Las prácticas agrícolas asociadas al monocultivo de cacao como lo son la aplicación de fungicidas para el control de la enfermedad conocida como “Escoba de Bruja” y la aplicación de glifosato para las malezas, son un factor de contaminación latente, pues los cultivos de cacao están ubicados en el entorno de los ríos afluentes del río Gala. Tal situación determina una alteración de la calidad del agua de los ríos, ya que los residuos de estos agroquímicos que se asientan en el suelo, son arrastrados por gravedad, por las lluvias, agua de riego y lixiviación.

1.3.11. Incidencia de la actividad minera

La comunidad de Cachi, en las faldas de la montaña. Al momento la mina no está funcionando por no contar con los permisos respectivos y por acciones de presión de los moradores provenientes de las comunidades de Progreso y Naranjillas quienes alegan que esta actividad amenaza las dos quebradas que dan origen al río Cachi que alimenta al río Gala. En efecto en el recorrido de campo se constató que la mina está sobre las nacientes de las mencionadas quebradas.

Además existe la presencia de minería a pequeña escala en la comunidad de San Juan de Naranjillas, y es muy notoria la alteración del paisaje debido a la apertura de las galerías y la contaminación por la remoción y extracción de material.

1.4. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE LA CUENCA DEL RÍO GALA

El Registro Oficial N° 305, Ley Orgánica de Recursos Hídricos, usos Y aprovechamiento del Agua, contiene las disposiciones requeridas para promover la el uso adecuado del recurso agua y las distintas formas de asociación para la conservación y protección de las fuentes hídricas como formas de incentivar un modelo de desarrollo que armoniza la inversión productiva con la preservación del medio ambiente.

El LIBRO VI ANEXO 1 de la NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA, dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional señala los requerimientos ambientales que tiene que cumplir para el control de la contaminación en estas actividades mediante mecanismos tales como los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) para proyectos y Manejo Ambiental en proyectos o actividades económicas.

Además de la contaminación netamente inorgánica, como producto de la alteración de los minerales sulfurados, por los agentes del intemperismo (aire y agua), es posible también tener la presencia la contaminación orgánica, principalmente del tipo antropogénico, como producto de las actividades humanas de primera necesidad. Toda esta contaminación, inorgánica y orgánica, es la que al final discurre a la cuenca.

1.5. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El propósito básico es buscar el aprovechamiento adecuado e integral de los recursos naturales renovables a través de un reordenamiento de su uso y una zonificación agro-productiva según las aptitudes tecnológicas y características sociales. Para ello se utilizarán las Sub cuencas hidrográficas como unidades geoeconómicas de desarrollo y para el control y rehabilitación de áreas críticas o degradadas.

Dentro de los límites de la zona de estudio existen puntos con datos referido a los parámetros hidráulicos, coincidiendo con las divisorias de aguas que actúan como límites de los sistemas adyacentes.

1.5.1. Objetivos Específicos:

- Construir un diagnóstico que servirá de base e incluirá las principales características físicas, bióticas y socio-económicas del área de la Subcuenta del río Gala, así como la determinación de tendencias respecto al uso y manejo de los recursos y sus impactos sociales.
- Identificar y evaluar preliminarmente los potenciales impactos ambientales asociados a la implementación, operación y mantenimiento de los proyectos relacionados al Estudio y Plan de Manejo Ambiental de la Subcuenta del río Gala, mismos que incluirán medidas de mitigación, control, restauración y compensación de los impactos ambientales negativos generados dentro del área de estudio.
- Elaborar instrumentos para la delimitación física, territorial dentro del área de la Evaluación y zona de amortiguamiento según las características ambientales y socioculturales del área de estudio.
- Realizar un aporte teórico, académico y científico que estará a disposición de los diferentes niveles de Gobiernos Autónomos Descentralizados, como instrumento válido, para los diferentes procesos de control, regulación y ordenamiento de su territorio.

1.6. DESCRIPCION DEL TRABAJO REALIZADO

- En primer lugar, se efectuó una amplia revisión de la mayor cantidad de información posible relacionada con este tema. Indudablemente, la información más valiosa y reciente la constituyen los programas de monitoreo de las empresas formales de la zona.
- Con estos resultados de análisis químicos y flujos volumétricos, se ha procedido a efectuar balances de agua y de carga sobre ciertos elementos contaminantes.
- La siguiente etapa es el trabajo de campo, donde se efectuó trabajos muy específicos tales como la verificación de los impactos, toma de muestras faltantes, toma de nuevas muestras a fin de complementar los balances efectuados, realizar entrevistas a grupos de población y apreciar qué otras formas posibles de contaminación pueden existir en la cuenca (minas abandonadas, actividad de pequeña o micro minería, centros poblados, etc.).

- La parte final consiste en estructurar un diagnóstico cuantitativo de la cuenca en lo que a contaminación se refiere, para luego plantear las soluciones a toda la problemática que no esté cubierta en los Planes de Manejo Ambientales. Estos resultados serán invaluable para un seguimiento posterior de lo que sería el programa de adecuación de la cuenca.

1.7. DESCRIPCION DE LA CUENCA DEL RÍO GALA

1.7.1. Generalidades

El río Gala nace en las alturas en la zona conocida como Lagunas, por la confluencia de esteros que forman dos lagunas. El río Gala es uno de los principales tributarios al Océano Pacífico en la parte costanera de la Provincia del Azuay, el río y uno de los más caudalosos. El río Gala recorre hacia el Sur y Sur Oeste, alcanzando mayor amplitud en la parte baja del Cantón. Los principales tributarios del río Gala son: el río Mangán, Palmas, Pijilí Chico y Campanas; en Duco tenemos 4 ríos a considerar: El río Palmas y el río Chancay como afluentes del río San Jacinto y el río Duco y el Buriaco que se unen directamente al río Gala. En la comunidad Pucul, tenemos a la quebrada Pahuá, del cual se sirve la mencionada comunidad, y desemboca en el río Gala. En las comunidades de Cachi, San Juan de Naranjillas y Progreso la fuente principal es la quebrada Cachi.



Figura 10. *Río Gala en su parte alta (Quebrada Pijilí Chico), 2014*
Fuente: Autores, 2014

1.7.2. Condiciones geológicas y geomorfológicas

Geología

Los Andes están conformados por tres zonas geológicas y geomorfológicas: las planicies costeras (Costa) hacia el Occidente; el área central montañosa o Andes propiamente dicho; y las zonas bajas hacia el Este más conocidas como el Oriente.

La Costa es una región con bajo relieve y altura, ubicada al Oeste de la Cordillera Occidental, la cual es uno de los mayores brazos de los Andes ecuatorianos. Gran parte de los terrenos superficiales de la Costa consiste de suelos volcánicos y aluviales cuaternarios.

Existen por lo menos dos interpretaciones sobre el origen de la Cordillera Occidental. Baldock (1982) interpretó la zona como una secuencia de sedimentos de arco volcánico (formación Macuchi), los cuales fueron depositados desde el Cretácico tardío hasta el Eoceno y posteriormente fueron emplazados tectónicamente. El basamento es de corteza continental excepto en el extremo norte. Feininger (1987) también interpretó los sedimentos como de origen volcánico.

El cantón Camilo Ponce Enríquez participa de cinco importantes Cuencas hidrográficas las cuales (Jagua, Balao, Gala, Tenguel y río Siete) van en forma paralela desde la Cordillera Occidental hasta el Océano Pacífico.

La Cuenca del río Gala tiene su origen en la Cordillera Occidental, por lo que atraviesa dicha formación, pasando por la Costa hasta desembocar en el Golfo de Guayaquil.

1.7.2.1. Formación Piñón

Comprende principalmente rocas ígneas básicas: diabasa, basalto equigranular de grano fino, aglomerado basáltico, toba, escasos lentes y capas delgadas de agilita y wacke, complejos de diques (Feininger, 1980). También se han observado pilow lavas, hialoclastitas y meta basaltos en la facies de prehnita-pumpellyita. Subyace a la Formación Cayo a través de un contacto variable que va de gradual a discordante angular. Su base no ha sido encontrada, tiene un espesor de al menos 2km (Henderson, 1979).

La Formación no tiene fósiles; la edad es muy discutida. Por correlación con la suprayacente Formación Cayo generalmente se le asigna una edad Gálica (.Feininger, 1980)

1.7.2.2. Formación Tarqui

Ocurre al SW de Cuenca. Comprende tobas ácidas caolinizadas, unas intensamente meteorizadas y otras blancas y rojas, que cubren todas las unidades más antiguas del área. Es característica la presencia de abundantes cristales euhedrales piramidales de cuarzo que se encuentran en pequeños bolsillos residuales en la superficie. Se considera equivalente a la Formación Tambo Viejo del Mioceno superior (Hungerbühler&Steinmann, 1996).

1.7.2.3. Formación Saraguro

(EocMioS) (Dunkley&Gaibor, 1997). [Cordillera Occidental]. Cubre gran parte del sur de la Cordillera Occidental, ocupando la tierra alta al S del Río Cañar y extendiéndose al N hasta Huigra. El grupo descansa inconformemente sobre, o está fallado contra, la Unidad Pallatanga y rocas metamórficas.

Mapa geológico del Área del Proyecto.- En el siguiente mapa se presenta un mapa del área, así como columnas estratigráficas que refuercen y clarifiquen el modelo geológico deducido para el terreno en estudio; asimismo, se indica los recursos del medio físico geológico que estén siendo utilizados en la zona (captación de manantiales, pozos, tajos, canteras y otros).

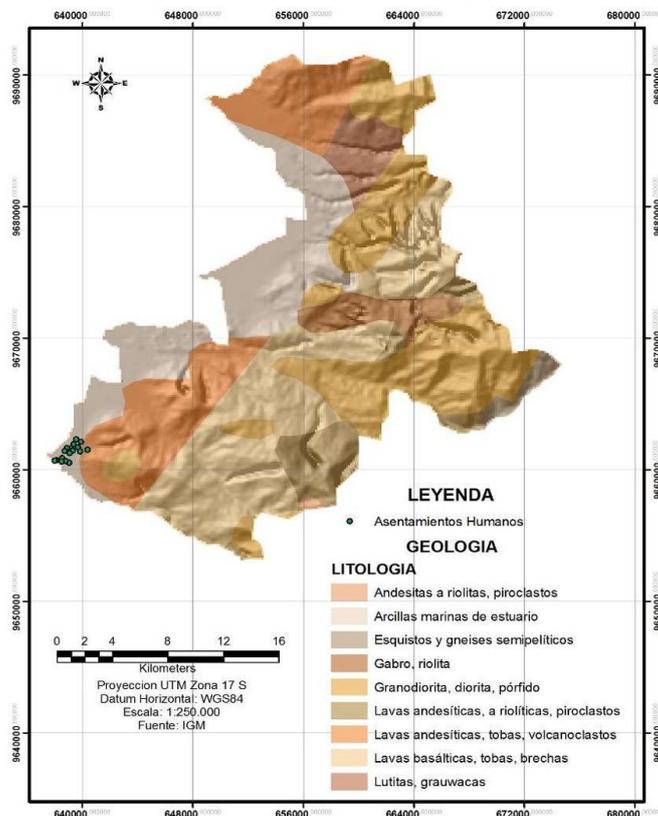


Figura 11. Mapa Geológico de Camilo Ponce Enríquez
Fuente: Equipo Técnico de GAD Municipal de C.P.E., 2014

Tabla 4. Periodo Geológico

PERIODO GEOLOGICO	AREA (Km)	PORCENTAJE
Eoceno	26,2203234	4,09%
Eoceno	144,955781	22,61%
Eoceno	27,0489104	4,22%
Cretácico	140,555427	21,92%
Plioceno-Mioceno	0,63103315	0,10%
Oligoceno	30,4193165	4,74%
Eoceno-Paleoceno	114,289611	17,83%
Paleozoico Devónico	0,08400061	0,01%
Cuaternario	156,940184	24,48%

Fuente: (.Feininger, 1980)

1.7.3. Geomorfología

La geomorfología es un aspecto importante debido a que ejerce efectos sobre la duración de la exposición al sol, en la presencia de heladas, en el efecto de los vientos, en la profundidad y humedad del suelo, a más que la geomorfología es uno de los factores importantes para la hidrología. Es así que los sitios con exposiciones al Este son los primeros en recibir los rayos solares y por ende su temperatura asciende más rápidamente (Heerma van Voss, *et al*, 2001). Mientras más ondulado es el terreno, más influencia tienen los vientos, las heladas se presentan más frecuentemente.

Si la geomorfología es ondulada, quiere decir que en toda el área existen condiciones climáticas relativamente más duras. A nivel meso significa que los valles en zonas onduladas son menos favorables que las colinas, mientras que con topografía fuerte los valles son más favorables. Se grafica de mejor manera con la siguiente explicación: Un área con fuerte topografía, la forma de los valles pequeños es de **V** y se manifiesta en un valle aislado de vientos, existiendo en el punto más profundo una quebrada, mientras que el resto del área pendiente con buen drenaje, en cambio en los valles en forma de **U**, en la base del mismo se forman pantanos, este tipo de valles presentan un fenómeno de enfriamiento por las noches; esta es la razón para que se forme pajonal en medio del bosque, mientras que los valles en **V** en altitudes aún mayores, se desarrollan bosques en medio del páramo (Heerma van Voss, *et al*, 2001).

Como dato interesante digno de destacar se menciona que la geomorfología determinó que en las provincias de Azuay y Loja, la cadena montañosa sea más baja comparándola con la zona Norte del país, puesto que los macizos montañosos son de menor altura, por lo que se encuentra páramos desde los 2900 m.s.n.m. (Heerma van Voss, *et al*, 2001).

1.7.4. Geología Local

La zona de estudio corresponde a depósitos recientes no consolidados de origen aluvial que corresponden al Holoceno del Cuaternario. Superficialmente se encuentra una cobertura de arcilla gris o café, cuyo espesor varía desde 5 a 10 metros aproximadamente.

Los sedimentos que se encuentran en la zona provienen de la Cordillera Occidental, los cuales han sido transportados por los ríos de la zona, y posteriormente acumulados en los márgenes de éstos, actualmente éstos procesos continúan actuando, siendo los responsables los ríos Villa y Siete.

Estos sedimentos de origen continental están constituidos mayormente por limos y arenas, ya que la zona se encuentra casi en la desembocadura del río Siete, por lo que los ríos transportan los materiales detríticos principalmente en suspensión debido a su poca energía (Barragán, 2002). Para el efecto se presenta a continuación, mapas geológicos de la zona.

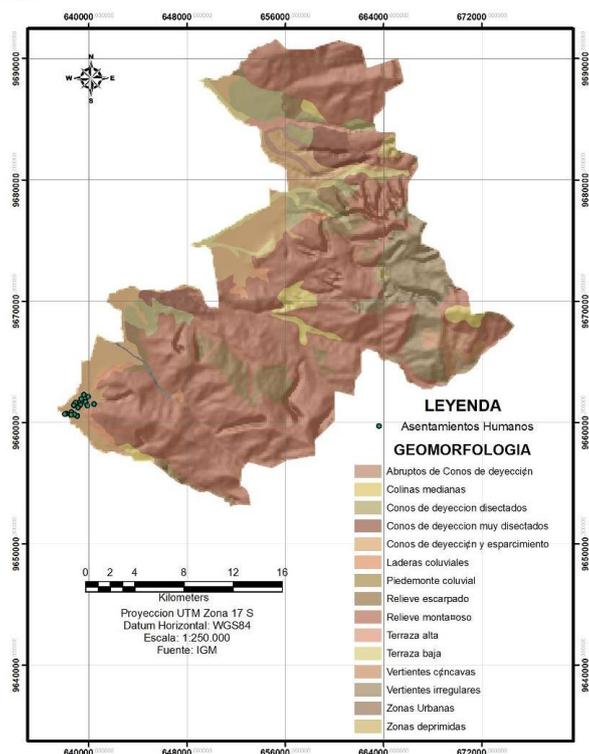


Figura 12. Mapa Geomorfológico de Camilo Ponce Enríquez
Fuente: Equipo Técnico de GAD Municipal de C.P.E., 2014

Tabla 5. Geomorfología: área y porcentaje

GEOMORFOLOGIA	AREA (Km2)	PORCENTAJE
Cimas frías de las cordilleras	0,7	0,1%
Cimas frías de las cordilleras	3,0	0,5%
Piedemontes	142,8	22,3%
Vertientes externas	494,7	77,2%

Fuente: (Heerma van Voss, et al, 2001).

el río Panecillo nace en el pico del mismo nombre; el río Mangán se origina entre las dos comunidades mencionadas.

Agua para consumo humano

En lo referente al agua de consumo humano se pudo conocer la quebrada Mara, de la cual se sirve directamente la comunidad de Lagunas, no posee ningún sistema de captación y distribución. Así mismo se utiliza el agua de la mencionada quebrada para el riego de los potreros mediante un sencillo sistema de canales.

La comunidad de Mangán, se sirve del agua proveniente del nacimiento del río del mismo nombre, la toma directamente utilizando mangueras que van hacia las viviendas; además el agua se utiliza para regar sus huertos y potreros.

La comunidad de Palmas se sirve directamente del río Panecillos a través de mangueras ubicadas en la naciente.

Las comunidades de Pijilí Chico y Campanas, utilizan el agua de pequeñas quebradas cercanas.

Fuentes hídricas de la Vertiente Sur

Aquí están ubicadas las comunidades de Pucul, Duco, San Juan de Naranjillas, Cachi y El Progreso. En Duco tenemos 4 ríos a considerar: El río Palmas y el río Chancay que se unen al río Gala como afluentes del río San Jacinto. Y el río Duco y el Buriaco que se unen directamente al río Gala.

En la comunidad Pucul, tenemos a la quebrada Pahua, del cual se sirve la mencionada comunidad, y desemboca en el río Gala.

En las comunidades de Cachi, San Juan de Naranjillas y Progreso la fuente principal es la quebrada Cachi.

1.7.5.2. Zona media

Fuentes hídricas de la Zona media

El río Tenguelillo presenta en su parte alta una cascada que podría tener interés turístico, el paraje que rodea a este salto de agua abarca cerca de unas 40 has de bosque en estado natural. En sus proximidades a la población de San Pedro sus riveras, presentan una actividad agrícola importante de banano, cacao y caña de azúcar.

El río Iñán, procede de la unión de 2 vertientes contrapuestas con caudales similares. La vertiente sur presenta una buena cobertura forestal, en contraste con la vertiente norte en la cual la agricultura y la ganadería llegan hasta sus orillas. Cabe anotar que se constató la presencia de minería artesanal de bateo. Todo el recorrido del río se lo puede considerar con potencial turístico debido a su encanto paisajístico.

El río San Jacinto es alimentado por el río Juntas. Su entorno presenta una intensa actividad agrícola, el cacao ocupa inclusive las orillas del río. Además se observó la presencia de potreros.

1.7.6. Análisis de los principales sistemas comunitarios de agua

En la zona media de la Cuenca (500 – 1000 msnm), en la comunidad San Pedro reciben el agua de una quebrada situada a unos 2km de la comunidad, la cual es afluente del río San Miguel. El sistema de agua está conformado por una captación la cual lleva el agua hacia tanques reservorios. Un problema notorio en el sitio de la captación, es que recoge toda el agua de la quebrada dejando sin caudal al cauce natural.

La comunidad San Jacinto de Iñán, posee un sistema de agua, el cual recibe el líquido desde la captación que está ubicada en el río Iñán.

1.7.6.1. Zona baja

En esta zona están ubicadas las localidades de Guadalupe, Mirador y Shumiral. Aquí se observaron 4 ríos de importancia: el río Juntas que está en la vertiente norte, y los ríos Blanco, Chico y Monroy en la vertiente sur.

Fuente hídrica de la vertiente norte

El único río de esta vertiente es el Juntas, el cual influye en el entorno de la comunidad de Guadalupe. Este río en la mitad de su recorrido recibe las aguas del estero San Jacinto y se une al río Gala aproximadamente a 2km de la mencionada comunidad.

Fuentes hídricas de la vertiente sur

Tenemos la presencia de los ríos Chico, Blanco y Monroy. El río Chico, es un río prácticamente muerto debido a la actividad minera que se registra en la parte alta de la vertiente, contaminando al río Gala. En las proximidades de Shumiral el río Blanco ingresa al caudal del río Gala.

La zona alta se conforma por los siguientes ríos: El río panecillo se une con el río Mangan y tiene una extensión de 4451,25 m; El río Palmas se une con el río Chancay con una extensión de 4009,80 m, luego de la unión entre estos ríos forman el río San Jacinto que tiene una longitud de 10430,04 m, Los otros afluentes son el río Duco que con una longitud de 1616,98 m y río Buriaco con una longitud de 2716.67 m, a más de los ríos que se han descrito tenemos la Quebrada Pahua con una longitud 2786.37 m y la quebrada cachi que tiene una longitud de 6337,00 m.

Los afluentes del río Gala en la zona baja son: río Juntas con 9702,00 m de longitud; el río Blanco con 9795,46 m de longitud; el río Chico con 10269,1 m de longitud, tenemos también el Estero Monroy con 2500,30 de extensión, así también existe el río Negro con 5140, 28 m de extensión, el estero coca con una extensión 2803,56 m y el río Tenguelillo con 6539,17 m de longitud.

Análisis de los principales sistemas comunitarios de agua

En la zona baja de la Cuenca (46 – 500 msnm), la toma de agua de la comunidad Guadalupe está ubicada en un afluente del río Juntas, está protegida por 15 has de bosque, se ubica a 500m del nacimiento de la quebrada. El agua es dirigida a través de mangueras hacia los tanques reservorios y domicilios.

El agua que es captada en el río Monroy, sirve a las comunidades de Mirador y Shumiral. Este sistema de agua se encuentra en mal estado debido a la falta de mantenimiento.

Identificación, georeferenciación y caracterización de las captaciones de agua para consumo humano y riego

En la Cuenca del río Gala se levantan 9 captaciones las cuales llevan el agua hacia los sistemas de agua para consumo humano; y 1 utilizada para riego. A continuación se presenta una lista de las captaciones con sus ubicaciones y códigos correspondientes. Para la codificación se inició desde la parte más alta de la Cuenca.

Tabla 6. Captaciones de agua con sus coordenadas y su distribución en la Cuenca del río Gala

ZONA DE LA CUENCA	SECTOR DE UBICACION	X - LONGITUD	Y- LATITUD	Z – ALTURA	CÓDIGO
<i>Alta</i>	<i>Naranjillas</i>	<i>654908</i>	<i>9661208</i>	<i>1766</i>	<i>CAP001</i>
<i>Alta</i>	<i>Duco</i>	<i>662019</i>	<i>9663172</i>	<i>1745</i>	<i>CAP002</i>
<i>Alta</i>	<i>Naranjillas</i>	<i>654701</i>	<i>9662308</i>	<i>1550</i>	<i>CAP003</i>
<i>Alta</i>	<i>El Progreso</i>	<i>656984</i>	<i>9661576</i>	<i>1520</i>	<i>CAP004</i>
<i>Alta</i>	<i>Pucul</i>	<i>661057</i>	<i>9663561</i>	<i>1488</i>	<i>CAP005</i>
<i>Media</i>	<i>San Pedro</i>	<i>657876</i>	<i>9668173</i>	<i>809</i>	<i>CAP006</i>
<i>Media</i>	<i>San Jacinto</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>CAP007</i>
<i>Baja</i>	<i>Guadalupe</i>	<i>654861</i>	<i>9669375</i>	<i>486</i>	<i>CAP008</i>
<i>Baja</i>	<i>Mirador</i>	<i>651946</i>	<i>9668323</i>	<i>288</i>	<i>CAP009</i>
<i>Baja</i>	<i>Shumiral</i>	<i>651597</i>	<i>9668613</i>	<i>255</i>	<i>CAP010</i>

Fuente: Instructivo Ficha de Inventario de Fuentes y Captaciones Hídricas - Inventario de Recursos Hídricos del Azuay IRHA.

Tabla 7. Captaciones de agua y su relación con los Sistemas de Agua existentes en la Cuenca del río Gala

<i>Nombre de la Captación</i>	<i>Cód. de Captación</i>	<i>Nombre del Sistema</i>	<i>Cód. del Sistema</i>	<i>Cuenca</i>
<i>Quebrada Cachi</i>	<i>CAP 001</i>	<i>SAP San Juan de Naranjillas</i>	<i>SAP 001</i>	<i>Gala</i>
<i>Quebrada Chancay</i>	<i>CAP 002</i>	<i>SAP Duco</i>	<i>SAP 002</i>	<i>Gala</i>
<i>Quebrada Cachi</i>	<i>CAP 003</i>	<i>SR S. J. de Naranjillas - Progreso</i>	<i>SR 001</i>	<i>Gala</i>
<i>Quebrada Cuchilla</i>	<i>CAP 004</i>	<i>SAP Progreso</i>	<i>SAP 003</i>	<i>Gala</i>
<i>Quebrada Pahua</i>	<i>CAP 005</i>	<i>SAP Pucul</i>	<i>SAP 004</i>	<i>Gala</i>
<i>Quebrada s/n</i>	<i>CAP 006</i>	<i>SAP San Pedro</i>	<i>SAP 005</i>	<i>Gala</i>
<i>Río Iñán</i>	<i>CAP 007</i>	<i>SAP San Jacinto de Iñán</i>	<i>SAP 006</i>	<i>Gala</i>
<i>Quebrada Juntas</i>	<i>CAP 008</i>	<i>SAP Guadalupe</i>	<i>SAP 007</i>	<i>Gala</i>
<i>Río Monroy</i>	<i>CAP 009</i>	<i>SAP Mirador</i>	<i>SAP 008</i>	<i>Gala</i>
<i>Río Monroy</i>	<i>CAP 010</i>	<i>SAP Shumiral</i>	<i>SAP 009</i>	<i>Gala</i>

Fuente: Instructivo Ficha de Inventario de Fuentes y Captaciones Hídricas - Inventario de Recursos Hídricos del Azuay IRHA

Situación legal de las captaciones

Con respecto a la situación legal de la autorización de uso y aprovechamiento de las fuentes de agua, alrededor del 95% de las captaciones se encuentra registrada ante alguna institución. De este porcentaje el 25% está registrada en la ex Agencia de Aguas hoy SENAGA, otro 25% en el GAD Municipal del Cantón Camilo Ponce Enríquez, el 25% está en trámite y el otro 25% en la Ex Subsecretaria de Agua Potable del MIDUVI.

CAPÍTULO II

2. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

2.1. DIAGNÓSTICO DEL ESTUDIO

En el presente trabajo de investigación se ha utilizado el término “*área o zona de estudio*” a un sector ubicado al Suroccidente del Ecuador que contiene subcuencas y la cuenca principal del Río Gala. Dicha área contiene a la Unidad Hidrogeológica. Se lo ha hecho el presente estudio que ayudará a caracterizar el recurso mediante zonas, actualizar las investigaciones del recurso hídrico que permitirán abastecer a sectores en los cuales la necesidad de agua es de prioridad inmediata, así como, lograr una deducción clara sobre la hidrología y climatología del sector y sus implicaciones en la hidrogeología de la unidad.

2.1.1. Aspectos físicos

La Cuenca del río Gala es la más grande del Cantón Camilo Ponce Enríquez, rica en recursos naturales en la actualidad está siendo sometida a una agresiva explotación de los mismos. La sustitución del bosque por el monocultivo del cacao en la zona baja y parte de la media, las actividades ganaderas generalizadas en las partes media y alta y una incipiente actividad minera artesanal localizadas en el curso medio del río Iñán, sumado a esto la contaminación del río Chico por las actividades mineras de la zona alta de la cuenca del río Tenguel son los elementos que contribuyen al proceso de depredación, sin embargo en su entorno todavía se encuentra gran diversidad de flora y fauna.

En esta Cuenca cuya configuración territorial, abarca tres zonas: baja, media y alta, se localizan geográficamente las siguientes comunidades:

Zona baja: Shumiral, Mirador, Guadalupe

Zona media: San Pedro, San Jacinto de Iñán.

Zona alta: El Progreso, San Juan de Naranjillas, Pucul, Cachi y Pahuancay, Campanas, Pijilí Chico, Mangan, Lagunas y Palmas cuyos ríos desembocan tanto en la Cuencas del río Gala como en la del Balao.

2.2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La Unidad Hidrogeológica se encuentra ubicada al Suroccidente del Ecuador, en el Cantón Camilo Ponce Enríquez de la provincia del Azuay y Guayas.

Para describir el uso del suelo debemos mencionar que en la zona se presentan extensiones que van desde pequeños solares hasta grandes fincas de más de 20 hectáreas de extensión

La zona alta (Lagunas, Palmas, Pijilí Chico y Mangan) está dedicada a la ganadería, el uso del suelo en su gran mayoría es exclusivo para potrero (setarea) en zonas donde antes eran bosque, pendientes inclinadas y cercanas a las fuentes de agua, la cría y reproducción del ganado vacuno con orientación a la producción de carne y leche es ahora una importante actividad de los habitantes de este lugar, existe también labores agrícolas aunque en menor escala.



Figura 14. *Pastizales en la zona alta 2014*
Fuente: *Autores, 2014*

En la zona media de la cuenca del río Gala el terreno está destinado a la producción agrícola y ganadera, las actividades mineras en esta parte son importantes pero sin llegar a tener una presencia total en la zona, estas actividades de cierta manera artesanales se concentran en lugares aledaños a las comunidades de El Progreso y San Juan de Naranjillas.



Figura 15. *Cultivos y monte en la zona media*
Fuente: *Autores, 2015*

La zona baja eminentemente agrícola se caracteriza por la presencia de grandes extensiones de cultivos de cacao (monocultivo), y en menos extensión banano, la producción cacaotera es cada vez mayor, demandando así mismo nuevos terrenos para ese fin, lo que ha provocado una mayor deforestación del bosque y la montaña hasta hace poco tiempo intactos. Así mismo señalamos la utilización y desvío del cauce de algunos ríos (Iñán) para actividades mineras artesanales. Existe también actividad ganadera importante en esta zona.

Hidrología

La hidrografía de la zona de estudio se caracteriza por tener un drenaje sub- dendrítico a sub-paralelo con orientación predominante hacia el Oeste, con un drenaje de mediana densidad con niveles de disección que varían de alta, en la franja de la Cordillera Occidental, hasta baja en la llanura.

La Unidad Hidrogeológica de la zona entre el Cantón Camilo Ponce Enríquez y los cantones cercanos, hidrográficamente se encuentra representada por los ríos principales (Norte a Sur): Balao Grande, Tenguel, Pagua, Tendales, Jubones y Santa Rosa. Los ríos nacen en la Cordillera Occidental y desembocan en el Océano Pacífico.

Topografía

El Río Gala, Tiene sus orígenes en la Cordillera Occidental, con una extensión de 21.772 ha. La variación de este flujo cambia entre las diferentes estaciones del año, siendo su caudal promedio 24 m³ /s y sus aguas son relativamente limpias.

Vegetación

La vegetación existente dentro de la Unidad Hidrogeológica del Río Gala es descrita a continuación:

Bosques Húmedos Tropicales de Tierras Bajas

Este bosque se ubica entre las formaciones de matorrales secos de tierras bajas y los bosques semidecuidos o húmedos tropicales, en un franja altitudinal entre los 50 y 200 m.s.n.m. La vegetación se caracteriza por perder las hojas durante un periodo del año. Los árboles más conspicuos son de la familia Bombacaceae, tienen troncos abombados. La vegetación en el estrato medio incluye varias especies de cactus y de plantas espinosas del Orden Fabales. (PDyOT de CPE, 2012)

La flora característica de este sector posee especies caducifolias, es decir pierden sus hojas durante la temporada seca del año, entre las especies más representativas se tiene a “jaboncillo”, “palo santo”, “guayacán”, “ceibo de la costa”, “sapote de perro”, “cocolobo”, “pata de vaca”, “algarrobo”, también se tiene algunos arbustos y herbáceas características como el “muyuyo”, “pelo caballo”, plantas rastreras, “Mimosa albida”, “abrojo”, “flor de sangre”, entre otras. Este tipo de vegetación surge en las estribaciones de la cordillera.

2.3. POBLACIÓN (CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS)

Las comunidades que se asientan en la Cuenca del río Gala, según los datos del INEC, Censos de Población y Vivienda (División Política Administrativa 2010 VI Censo de Población, V de Vivienda) son de 8881 habitantes distribuidos de la siguiente manera.

Tabla 8. Población por sexo en la Cuenca del Río Gala

AREA # 010651	CAMILO PONCE ENRIQUEZ	
Categorías	Casos	%
Hombre	4832	54
Mujer	4049	46
Total	8881	100

Fuente: Censo 2010 INEC.

Aspectos económicos⁵²

El 37% de las personas encuestadas manifiestan que la principal actividad económica de los habitantes de esta zona es la agricultura; seguida con un 30% por la ganadería; el 29% la minería; y un 4% tienen distintas actividades económicas como: negocios particulares, medios de transporte, labores educativas, funcionarios públicos, empleados privados, jornaleros, etc.

2.4. HIDROMETEOROLOGÍA

La *Hidrometeorología* es la ciencia que está estrechamente ligada a la meteorología, la hidrología y la climatología; cubre el estudio de las *fases atmosféricas* (evaporación, condensación y precipitación) y *terrestres* (intercepción de la lluvia, infiltración y derramamiento superficial) del ciclo hidrológico y especialmente de sus interrelaciones. Comprende la observación, procesamiento y análisis del comportamiento de los elementos hídricos, fundamentalmente las descargas de los ríos y los volúmenes almacenados en embalses naturales y artificiales así como de los factores meteorológicos.

Tamaño de cuenca.

Características morfométricas de una cuenca:

- **Área (A)**

El área de la cuenca es considerada como la superficie que contribuye con la escorrentía superficial y está delimitada por la divisoria topográfica.

⁵² PDL de Camilo Ponce Enríquez

La *divisoria de aguas*⁵³ es una línea imaginaria que pasa por los puntos de mayor nivel topográfico y que separa la cuenca de estudio de otras vecinas. Debe tenerse en cuenta que esta línea no es generalmente el contorno real de la cuenca, ya que la influencia de la geología puede hacer que el contorno de aportación de las aguas subterráneas y sub-superficiales sea distinto del superficial.

Los cauces que son conducidos mediante el río Gala y que comprenden la zona de estudio se extienden desde las vertientes occidentales de la Cordillera Occidental de los Andes hasta el Océano Pacífico.

Tabla 9. Área de la cuenca del Río Gala

Cuenca	Área (Km2)
Río Gala	534

Fuente: Autores

- **Perímetro (P)**

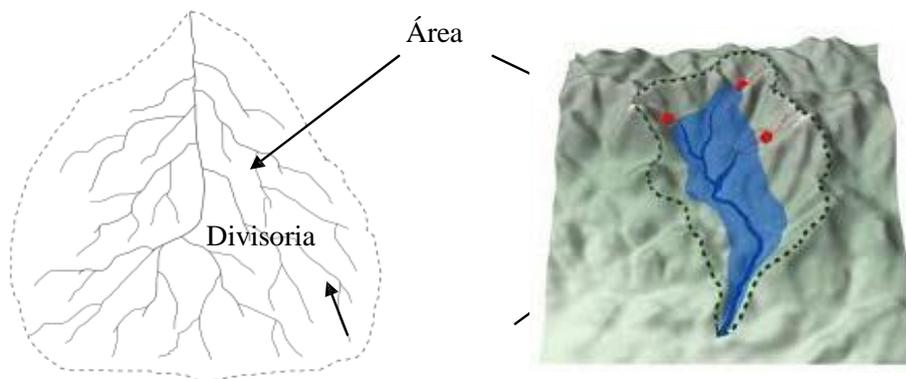


Figura 16. Área de la cuenca hidrográfica
Fuente: Aguilar, 2007.

⁵³ Referencia: Hidrología Superficial: La Cuenca y los Procesos Hidrológicos. Leonardo S. Nanía. 2003.

El perímetro está considerado como la longitud de la línea divisoria de la cuenca hidrográfica, cuya envolvente define el área y la forma.

Tabla 10. *Perímetros de las cuencas y sub-cuencas*

Cuenca	Perímetro (Km)
Río Gala	140.3

Fuente: Autores, 2015

- **Longitud Axial (LA)**

También conocido como el eje de la cuenca hidrográfica, es la distancia horizontal entre el punto aguas arriba y el punto aguas abajo más extremos del río principal.

El ancho promedio de la cuenca (Em) se obtiene al dividir el área de la misma entre la longitud axial. Las anteriores características se presentan en la siguiente figura.

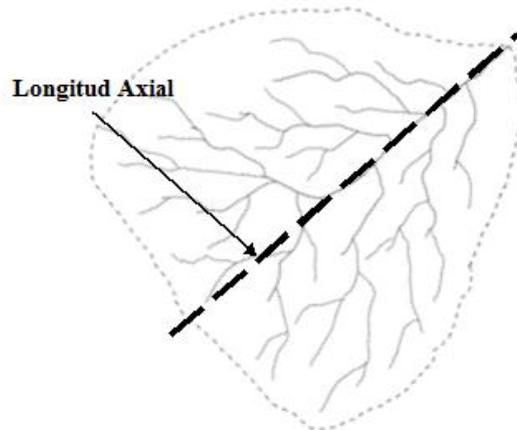


Figura 17. *Longitud Axial de la cuenca hidrográfica*

Fuente: Aguilar, 2007.

Tabla 11. *Longitud axial de las cuencas y sub-cuencas*

Cuenca	Longitud Axial (Km)
Río Gala	51.1

Fuente: Autores, 2015

- **Ancho (W)**

Está definida como la relación entre el Área (A) y la Longitud Axial (LA) de la cuenca hidrográfica de esta forma:

$$W = \frac{A}{LA}$$

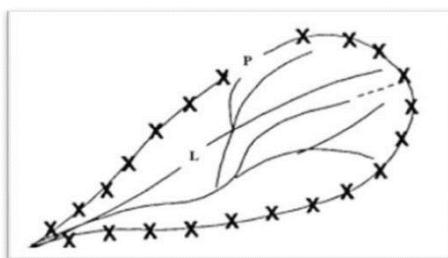


Figura 18. Ancho y longitud de la cuenca hidrográfica
Fuente: Aguilar, 2007.

Tabla 12. Ancho de la Cuenca

Cuenca	Ancho (Km)
Río Gala	10.5

Fuente: Autores, 2015

El análisis de estos parámetros se resume en el siguiente cuadro:

Tabla 13. Resumen de la subdivisión de la Unidad Hidrológica Machala

Cuencas	Área (Km ²)	Perímetro (Km)	Longitud Axial (Km)	Ancho (Km)
Río Gala	534.3	140.3	51.1	10.5

Fuente: Autores, 2015

Forma de la cuenca

Dada la importancia de la configuración de la cuenca, varios autores han tratado de cuantificarla por medio de índices o coeficientes. Se trata de relacionar el movimiento del agua y la respuesta de la cuenca a tal movimiento. Además, brinda la posibilidad de comparar las cuencas de tamaño, localización y características geológicas similares. La forma de una cuenca hidrográfica está en función de la longitud axial y el ancho de la misma.

a) Índice de Gravelius o Coeficiente de Compacidad (C)

Está definido como la relación del perímetro de la cuenca y el área de la cuenca.

El análisis del índice de compacidad (C), es un indicador preventivo de inundaciones o llegadas súbitas de agua hacia los poblados cercanos a cauces y arroyos, donde el tiempo de escurrimiento dependerá únicamente de la forma de la cuenca.

$$C = 0.282x \frac{p}{\sqrt{A}}$$

Donde:

P Perímetro de la cuenca.

A Área de la cuenca.

Este coeficiente está relacionado estrechamente con el tiempo de concentración.

Generalmente las cuencas extensas tienen forma de pera y las pequeñas de abanico pero estas denominaciones descriptivas deben evitarse y emplear datos numéricos que ofrecen mayor facilidad y seguridad para comparación con base a la cuantificación. Se distinguen cuatro clases de formas.

Tabla 14. Índice de compacidad (C)

Clase de forma	Rangos de clase	Forma de la cuenca
Clase C1	De 1 a 1,25	Casi redonda a oval redonda
Clase C2	De 1.25 a 1,50	Oval redonda a oval oblonga
Clase C3	De 1.50 a 1,75	Oval oblonga a rectangular oblonga
Clase C4	>1,75	Casi rectangular (alargada)

Fuente: FAO, 1985

Tabla 15. Índice de compacidad dentro del área de estudio (C)

Índice de Gravelius para la Unidad Hidrogeológica del Río Gala		
Cuenca	C	Clase
Río Gala	1,712	C3

Fuente: Autores, 2015

Analizando el índice de Gravelius del área de estudio, se observa que la cuenca del Río Gala es muy irregular debido a que su índice es mayor a 1. Correspondiéndole a la Cuenca del río Gala una forma *oval oblonga* a rectangular oblonga, lo que indica que el tiempo de concentración es menor que en el caso anterior, y las aguas fluyen rápido por el cauce principal.

El análisis del coeficiente de compacidad (C) puede servir como un indicador para prevenir inundaciones o llegadas repentinas de agua a poblados cercanos, a cauces o arroyos; pues los tiempos de concentración de los escurrimientos dependerán de la forma de la cuenca identificada como el índice de compacidad.

1. Parámetros del relieve

El relieve es un factor importante en el comportamiento de la cuenca, ya que cuantos mayores son los desniveles en la cuenca, mayor es la velocidad de circulación y menor el tiempo de concentración, lo que implica un aumento del caudal de punta. Llegando a influenciar la tendencia hidrológica. Estos parámetros son:

a) Pendiente media de la cuenca

Análisis de las pendientes medias.

La clasificación según Henao (1988), adoptada en términos descriptivos es:

Tabla 16. Rango de pendientes medias

Pendientes medias %	Relieve
0 – 3	Plano
3 – 7	Suave
7 – 12	Mediano
12 – 20	Accidentado
20 – 35	Fuerte
35 – 50	Muy fuerte
50 – 75	Escarpado
Mayor de 75	Muy escarpado

Fuente: Henao (1988)

Se adopta una clasificación de ocho tipos de relieve, que permite realizar la siguiente subdivisión del aspecto de las cuencas vertientes:

Tabla 17. Rango de desnivel específico y clase de relieve

R1	Relieve muy débil			Ds	<	10
R2	Relieve débil	10	<	Ds	<	25
R3	Relieve débil a moderado	25	<	Ds	<	50
R4	Relieve moderado	50	<	Ds	<	100
R5	Relieve moderado a fuerte	100	<	Ds	<	250
R6	Relieve fuerte	250	<	Ds	<	500
R7	Relieve muy fuerte	500	<	Ds	<	1000
R8	Extraordinariamente fuerte	1000	<	Ds	<	2500

Fuente: Autores

El relieve de una cuenca está determinado por el *Desnivel Específico* (Ds) que es una medida adimensional y que se lo obtiene en base de los siguientes parámetros⁵⁴.

- L:** Largo del rectángulo equivalente a la cuenca.
- C:** Coeficiente de compacidad de la cuenca, que consiste en comparar el perímetro de la cuenca con el de un círculo que tuviere su misma superficie (A).
- Ig:** Índice de pendiente global.
- D:** Desnivel calculado en metros, es la diferencia existente entre una curva mínima que abarca bajo ella el 5% de la superficie total de la cuenca y una curva máxima que comprende sobre ella el 5% de dicha superficie.

$$L = A^{1/2} \frac{C}{1,128} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1,128}{C}\right)^2} \right]$$

$$C = \frac{P}{2\sqrt{A\pi}}$$

$$C = 0.282 * P * A^{-1/2}$$

Siendo:

$$I_g = \frac{D}{L}$$

$$D_s = I_g \cdot A^{1/2}$$

$$\frac{D_s}{D} = K = \frac{A^{1/2}}{L}$$

$$D_s = D \left[\frac{C}{1,128} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1,128}{C}\right)^2} \right] \right]^{-1}$$

⁵⁴ “Caracterización hidrogeológica de la unidad Machala” autores: Manzano Herrera Raúl Andrés, Naranjo Calero Henry Geovany - Quito – Ecuador junio 2012.

Por lo tanto Ds es el algoritmo del desnivel (D) por un coeficiente que está en función del índice de compacidad.

Análisis del relieve de la zona de estudio

Como resultado del estudio de los parámetros del relieve de la cuenca y cada una de las sub-cuencas, se han resumido los resultados en el siguiente cuadro:

Tabla 18. Cuadro Resumen de los tipos de relieve en el área

CLASIFICACIÓN	DS	CLASE DE RELIEVE	TIPO DE RELIEVE
GALA	8	R1	Relieve muy débil

Fuente: Manzano Andrés y Naranjo Henry

El tipo de relieve fue calculado para el área de estudio por el método de *Rango de Desnivel Específico*, valores que fueron corroborados con el software Arc Gis 9.3.

Tomando en cuenta la clasificación de “*Henao (1988) de las pendientes*”, se pueden identificar los rangos principales de pendientes en el área de estudio. El área de estudio se encuentra ubicada con un rango porcentual que varía entre 7 y 35% de pendiente, correspondiendo a un terreno plano a suave a mediano y fuerte y en la parte de la zona alta con una pendiente de superior al 35% alcanzando hasta el 75% que corresponde a pendientes muy fuertes.

2.5. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El agua es un factor ambiental básico, por sí mismo y por la fuerte relación que tiene con todos los demás, cuyo estudio debe atender a las tres funciones que cumple para las actividades humanas: como recurso, como medio receptor de residuos y como soporte de vida en el que se desarrollan comunidades vegetales y animales específicas y como soporte también de actividades humanas específicas; todos ellos están relacionados entre sí, pero condicionan de diferente manera la gestión de las actividades humanas.

El agua se presenta en superficie: fuentes y manantiales, cursos de agua, lagos, lagunas, embalses y zonas pantanosas, o subterráneas: acuíferos subterráneos, formas que conviene diferenciar dada la naturaleza muy diferente de las alteraciones de que puede ser objeto.

Para el análisis de este elemento se realizó a través de sub-cuencas hidrográficas; el cantón de Camilo Ponce Enríquez presenta un total de 5 cuencas por donde se riega a todas las aguas del cantón Camilo Ponce Enríquez, la cuenca del Río Jagua, la cuenca del Río Balao, la cuenca del Río Gala, la cuenca del Río Tenguel y la cuenca del Río Siete; siendo la cuenca del Río Gala la de mayor superficie con respecto a la superficie del Cantón⁵⁵.

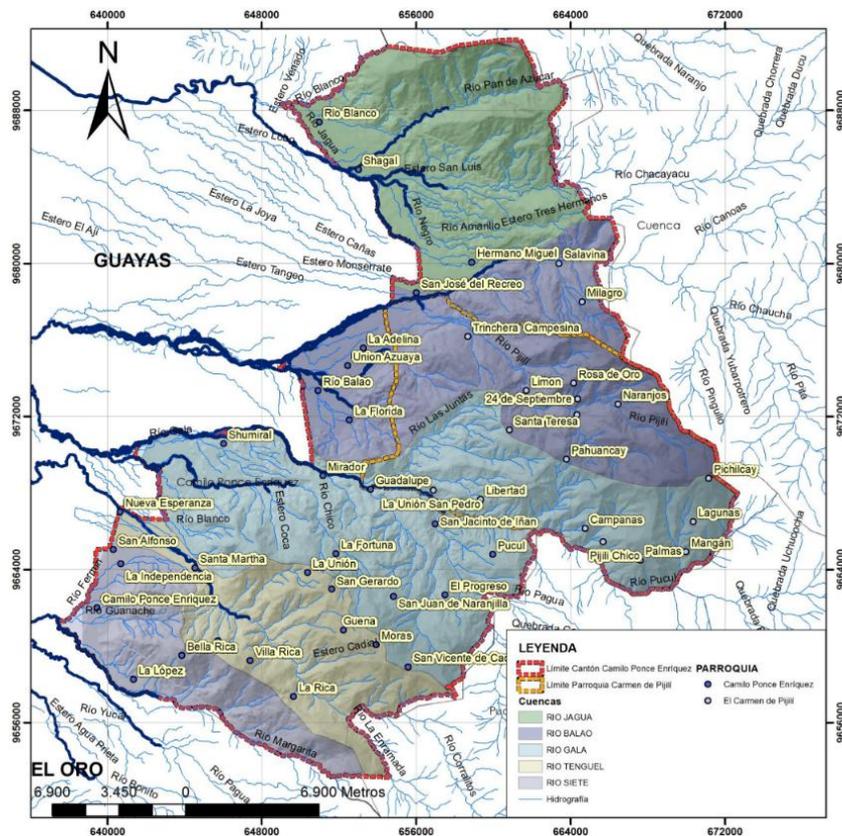


Figura 19. Mapa de las cinco cuencas hidrográficas del cantón Camilo Ponce Enríquez
Fuente: Equipo Técnico de GAD Municipal de C.P.E., 2014

El área de estudio se encuentra ubicado en el cantón Camilo Ponce Enríquez, se sitúa al oeste de la Provincia del Azuay, a aproximadamente 200 Km de la ciudad de Cuenca. Cinco ríos atraviesan el cantón y conforman las cuencas de los ríos Balao, Tenguel, Siete, Jagua y Gala, los ríos corren en forma paralela desde la Cordillera Occidental hasta el Océano Pacífico; es de mencionar que éstas cuencas no forman

⁵⁵ Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Camilo Ponce Enríquez - 2014

parte de las principales unidades hidrográficas de la provincia del Azuay que son el Santiago y Jubones.

Las cuencas tienen una riqueza natural importante y está formada por 5 ecosistemas: bosques semidecidual⁵⁶ de la costa, bosques semidecidual de tierras bajas montano de la costa, bosque siempre verde montano bajo de Los Andes occidentales, bosque siempre verde montano alto de Los Andes occidentales, bosque de neblina de Los Andes occidentales y paramo herbáceo.

De las cinco cuencas hidrográficas, la del río Gala, es motivo del presente estudio, la cual tiene una superficie aproximada a las 21.800 hectáreas, sus orígenes están en la cordillera occidental y su curso es de este a oeste, sus aguas son relativamente limpias, se une a sus aguas el río Gala desde el sureste, y su confluencia se ubica al oeste de la carretera panamericana Machala- Naranjal-Guayaquil (PDYOT, 2012-2026).

2.5.1. Zona alta

En lo que respecta a las fuentes hídricas de la vertiente norte se ubican las comunidades de Lagunas (sobre los 2600msnm), Mangán, Palmas, Pijilí Chico y Campanas. En el sector de Lagunas, se pudo constatar la presencia de dos lagunas que dan nombre a la comunidad. Las mencionadas fuentes de agua son las más representativas de la zona. Como cauces principales tenemos al río Panecillo y al río Mangán, siendo este primero afluente del segundo, que luego se vierte directamente al río Gala, el río Panecillo nace en el pico del mismo nombre; el río Mangán se origina entre las dos comunidades mencionadas. (GAD Municipal de Camilo Ponce Enríquez, 2011)

En lo que se refiere a las fuentes hídricas del Sur se ubican las comunidades de Pucul, Duco, San Juan de Naranjillas, Cachi y El Progreso. En Duco tenemos 4 ríos a considerar: El río Palmas y el río Chancay que se unen al río Gala como afluentes del río San Jacinto. Y el río Duco y el Buriaco que se unen directamente al río Gala. En la comunidad Pucul, tenemos a la quebrada Pahuá, del cual se sirve la mencionada comunidad, y desemboca en el río Gala. En las comunidades de Cachi, San Juan de Naranjillas y Progreso la fuente principal es la quebrada Cachi.

⁵⁶ Definición: Se llama así a aquellas vegetaciones boscosas en que, por efecto de una estación seca definida y prolongada, las especies dominantes pierden su follaje en algún grado, como pueden hacerlo también los estratos dominados y el sotobosque.

En lo que se refiere a los usos de agua en esta cuenca se encuentran construidas unidades de captación para diversos usos, entre ellos los de consumo doméstico, riego, abrevadero de ganado.

En lo que podemos indicar como potenciales amenazas asociadas a los sistemas hídricos en un análisis basado en las comunidades siguientes, como los principales conflictos ambientales:

- En lo concerniente a la cobertura vegetal, se pudo constatar una grave afectación a los bosques existentes en la zona, esta situación en su totalidad está determinada por la ampliación de la frontera ganadera, esto ha ocasionado, que cerca de un 70% de la vegetación nativa haya sido reemplazado por pasto de la variedad Penisetum clandestinum.
- La presión sobre los recursos naturales también ha ocasionado que se hayan perdido diversas especies de plantas nativas y que diferentes grupos de fauna hayan disminuido sus poblaciones.
- Los humedales de la comunidad Lagunas son amenazados por la presencia de hatos de ganado vacuno que pastorean libremente a las orillas.



Figura 21. COMUNIDAD DE LAGUNAS
Fuente: Autores, 2014

- Las comunidades de San Juan de Naranjillas y Progreso comparten el mismo entorno ecológico que es la vertiente del río Cachi. La degradación medio ambiental es de un 70%, salvándose de la deforestación las riveras de la

quebrada. También es evidente la desnaturalización de los bosques debido al comercio de la madera.



Figura 22. Vista panorámica de la comunidad de Naranjillas, año
Fuente: Autores, 2014

En las zonas de los ríos San Jacinto, San Miguel, Tenguelillo e Iñán respectivamente se recorrieron las poblaciones de San Pedro y San Jacinto de Iñán, por las cuales pasan los mencionados ríos. Los conflictos ambientales observados son:

- La implantación de una intensiva explotación agrícola basada en el monocultivo de cacao, que ha ocasionado la pérdida paulatina de la vegetación nativa; además el monocultivo como es conocido genera impactos negativos en el ecosistema del entorno. El cacao ocupa inclusive las orillas del río. A pesar de esto existe una buena superficie de bosques ubicados principalmente en la naciente del río Iñán y entre las quebradas de la zona cacaotera.
- La especialización del monocultivo, se manifiesta en varias formas, entre las más notables está la alta vulnerabilidad de sistemas ecológicamente artificializados y genéticamente homogéneos a las variaciones climáticas y a la invasión de plagas y enfermedades; así mismo la simplificación del hábitat reduce las oportunidades ambientales para los enemigos naturales, interfiriendo en el control biológico y permitiendo así la frecuente explosión de plagas.

- La minería artesanal que en este momento se encuentra alterando el cauce y lecho del río Iñán.
- Contaminación por aguas servidas que se vierten directamente al río Gala, provenientes del centro poblado de Shumiral sumada a una intensa actividad minera en el Estero Coca, lo que ocasiona la contaminación del río Gala en la parte baja y su entorno.

En este sentido el presente estudio tiene como finalidad establecer los posibles impactos y remediaciones ambientales que pueden o podrían afectar las acciones, programas y proyectos que puedan implementarse en la cuenca del río Gala. Esta primera de evaluación de impacto ambiental se denomina etapa de Identificación de impactos, la cual se concreta en la i) Identificación de los potenciales impactos ambientales significativos y no significativos que un proyecto o actividad pueda ocasionar en la cuenca del río Gala y el establecimiento de medidas para mitigar, remediar o compensar los impactos que pueden o podrían generarse, ii) Clasificar ambientalmente la actividad, y iii) establecer el contenido o alcance de la evaluación ambiental definitiva conocido como “Estudio de Impacto Ambiental Definitivo”, estudios que deben ser tramitados ante la autoridad competente (Ministerio del Ambiente del Ecuador).

2.7. HIDROLOGÍA CUENCA RÍO GALA

Aquí están ubicadas las comunidades de Pucul, Duco, San Juan de Naranjillas, Cachi y El Progreso. En Duco tenemos 4 ríos a considerar: El río Palmas y el río Chancay que se unen al río Gala como afluentes del río San Jacinto. Y el río Duco y el Buriaco que se unen directamente al río Gala.

En la comunidad Pucul, tenemos a la quebrada Pahua, del cual se sirve la mencionada comunidad, y desemboca en el río Gala.

En las comunidades de Cachi, San Juan de Naranjillas y Progreso la fuente principal es la quebrada Cachi.

El río Tenguelillo presenta en su parte alta una cascada que podría tener interés turístico, el paraje que rodea a este salto de agua abarca cerca de unas 40 has de bosque en estado natural. En sus proximidades a la población de San Pedro sus riveras, presentan una actividad agrícola importante de banano, cacao y caña de azúcar.

El río Iñán, procede de la unión de 2 vertientes contrapuestas con caudales similares.

La vertiente sur presenta una buena cobertura forestal, en contraste con la vertiente norte en la cual la agricultura y la ganadería llegan hasta sus orillas. Cabe anotar que se constató la presencia de minería artesanal de bateo. Todo el recorrido del río se lo puede considerar con potencial turístico debido a su encanto paisajístico.

El río San Jacinto es alimentado por el río Juntas. Su entorno presenta una intensa actividad agrícola, el cacao ocupa inclusive las orillas del río. Además se observó la presencia de potreros.

El único río de esta vertiente es el Juntas, el cual influye en el entorno de la comunidad de Guadalupe. Este río en la mitad de su recorrido recibe las aguas del estero San Jacinto y se une al río Gala aproximadamente a 2km de la mencionada comunidad.

Tenemos la presencia de los ríos Chico, Blanco y Monroy. El río Chico, es un río prácticamente muerto debido a la actividad minera que se registra en la parte alta de la vertiente, contaminando al río Gala. En las proximidades de Shumiral el río Blanco ingresa al caudal del río Chico.

2.8. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

Para tener mejor conocimiento de la situación actual, tanto de la condición de los afluentes para lo cual se tomó a catorce como los principales que alimentan su caudal de aprovechamiento, la información básica más importante es el inventario de puntos de agua (esteros, quebradas y vertientes), para así tener una visión clara de los recursos hídricos de la cuenca; obteniendo información hidrogeológica importante como: perfiles de amplitud y de escorrentía (obtenidos de los aforos), posición del nivel de corriente, calidad del agua, conductividad eléctrica, pH y su uso.

La información obtenida de los diferentes puntos de medición, permite tener un conocimiento más amplio sobre las características hidrológicas de la Cuenca.

2.8.1. Balance hídrico

Rasgos Importantes

El balance hídrico uno de los principales objetivos en hidrología, es realizar una evaluación cuantitativa de los recursos de agua y sus modificaciones por influencia de las actividades del hombre.

El conocimiento de la estructura del balance hídrico de lagos, cuencas superficiales y cuencas subterráneas, es fundamental para conseguir un uso más racional del recurso de agua en el espacio y en el tiempo, así como para mejorar el control y redistribución del mismo.

El balance hídrico ayuda en la predicción de las consecuencias debidas a cambios artificiales en el régimen de ríos, lagos y cuencas subterráneas. La información que proporciona el balance hídrico de las cuencas de ríos y lagos para cortos periodos de tiempo (estaciones, meses, semanas y días) se utiliza para explotación de embalses y para predicciones hidrológicas.

El conocimiento del balance hídrico es también muy importante para el estudio del ciclo hidrológico. Con los datos del balance hídrico es posible comparar recursos específicos de agua en un sistema, en diferentes períodos de tiempo, y establecer el grado de su influencia en las variaciones del régimen natural.

Finalmente, el conocimiento del balance hídrico⁵⁷ permite una evaluación indirecta de cualquier componente desconocido dentro de él, por diferencia entre los componentes conocidos; por ejemplo, la evaporación a largo plazo, en una cuenca de un río, puede calcularse por diferencia entre la precipitación y el caudal.

Ecuaciones del balance hídrico

“El balance hídrico tiene por objeto cuantificar los recursos y volúmenes de agua del ciclo hidrológico de acuerdo con el axioma de Lavoisier (1772): "nada se crea ni se destruye, sólo se transforma". Este axioma en dinámica de fluidos se conoce como la Ecuación de la continuidad. También permite establecer relaciones entre las distintas variables hidrológicas⁵⁸”.

El establecimiento del balance hídrico en una cuenca determinada permite obtener información sobre:

- El volumen anual de escurrimiento o excedentes
- El período en el que se produce el excedente y por tanto la infiltración o recarga del acuífero
- Período en el que se produce un déficit de agua o sequía y el cálculo de demanda de agua para riego en ese período.

⁵⁷ Referencia: www.ciclohidrologico.com/precipitacion

⁵⁸ <http://www.geologia.uson.mx/academicos/lvega/ARCHIVOS/ARCHIVOS/BALANCE.htm>

El establecimiento de un balance supone la medición de flujos de agua (caudales) y almacenamientos de la misma (niveles). Se pueden establecer balances de forma **general**, incluyendo aguas superficiales y subterráneas y **parciales** de sólo aguas superficiales, de un acuífero, del agua del suelo, etc. En cualquier caso, a la hora de establecer el balance se examinarán las entradas y las salidas al sistema analizado.

La Ecuación de Continuidad⁵⁹, se basa en que la diferencia que se produce entre las entradas y las salidas de agua se traduce en el agua que queda almacenada.

Entradas - Salidas = Variación del Almacenamiento

Aplicando estos conceptos, se expresa la precipitación como:

$$P = E + R + I + e$$

Donde:

P: Precipitación media

E: Evapotranspiración potencial

R: Escurrimiento

I: Infiltración

e: Error de cierre

Para poder aplicar esta ecuación hay que tener en cuenta dos condiciones importantes:

- *Unidad hidrogeológica:* es decir, que todas las aguas que se miden y comparan pertenezcan al mismo acuífero.
- *Período de tiempo:* el período de medición deberá de ser de al menos un año.

De modo más concreto podríamos reescribir la ecuación de forma que abarque todas las fuentes y sumideros de la zona en estudio de la siguiente forma:

$$e = P + Q_{se} + Q_{te} - E - Q_{ss} - Q_{ts} - \Delta S$$

Donde:

⁵⁹ Ídem: referencia 57.

- e: Error de cierre.
- P: Aportación pluviométrica.
- Q_{se}: Caudal superficial entrante.
- Q_{te}: Caudal subterráneo entrante.
- E: Evapotranspiración real.
- Q_{ss}: Caudal de superficie saliente.
- Q_{ts}: Caudal subterráneo saliente.
- ΔS: Variación del almacenamiento (final - inicial). En condiciones ideales de medida debe ser igual al error de cierre.

Parámetros que intervienen en el cálculo del Balance Hídrico Superficial

Los componentes que intervienen para el cálculo del Balance Hídrico de la Cuenca Hidrogeológica del Río Gala, son los siguientes:

1. Precipitación
2. Evapotranspiración real

La **Evapotranspiración** es la combinación de dos procesos como son la evaporación y la transpiración.

Existen dos tipos de Evapotranspiración que son: Evapotranspiración potencial y Evapotranspiración real o efectiva.

Evapotranspiración potencial (EPT).- Definida como la máxima cantidad de agua que puede evaporarse desde un suelo completamente cubierto de vegetación, que se desarrolla en óptimas condiciones, y en el supuesto caso de no existir limitaciones en la disponibilidad de agua.

Evapotranspiración real o efectiva (ETR).- El cálculo de la Evapotranspiración real es complicada ya que esta depende de factores climáticos propios de cada zona.

Cálculos de los parámetros que intervienen en el Balance

- Cálculo de la Evapotranspiración Potencial

Existen numerosos métodos para calcular la Evapotranspiración, uno de ellos es mediante fórmulas empíricas entre las cuales tenemos las siguientes: Thornthwaite, Penman, Blaney y Criddle, Christiansen Yépez y Turc.

- **Método de Thornthwaite**

Thornthwaite (1988) utiliza como variable primaria para el cálculo de la Evapotranspiración potencial, la media mensual de la temperatura; con ella se calcula un índice de calor mensual, según la siguiente fórmula:

$$i = \left(\frac{t}{s}\right)^{1.514}$$

Para el cálculo del índice de calor anual, $I = \sum i$

Su expresión general

$$e = 1.6 \left(\frac{10I}{I}\right)^a$$

Donde:

e: Evapotranspiración⁶⁰

I: Suma de i para los meses del año

A: Exponente en función del índice calórico

$$a = 675 \times 10^{-9} I^3 - 771 \times 10^{-7} I^2 + 1972 \times 10^{-5} I + 0,49239$$

Finalmente se tienen en cuenta la duración real del mes y el número máximo de horas de sol, según la latitud del lugar y se llega a la expresión.

$$ETP = K * e$$

Donde:

ETP: Evapotranspiración potencial

$$K = \frac{N}{12} \times \frac{d}{30} \times d$$

⁶⁰ **Referencia:** Hidrología Subterránea de Custodio Llanos, tomo II, pág. 334.

Donde

N: Número máximo de horas de sol⁶¹

d: Número de días del mes

- Cálculo de Evapotranspiración Real a partir de la Evapotranspiración Potencial

La ETP es un factor muy importante para conocer qué cantidad de agua regresa a la atmósfera. Para la determinación de la ETR se debe tener en cuenta la precipitación y la reserva de agua que se va a utilizar, lo que nos permite deducir la ETR a partir de la ETP.

Tomando muy en cuenta la condición de que la **ETR < ETP**. Entonces debe cumplirse la siguiente relación: cuando **P > ETP**; la ETR será igual al valor obtenido en la ETP, obteniéndose un exceso de agua.

En cambio cuando la **ETP > P**, la Variación de Almacenaje y la Precipitación se suman. Y como resultado se obtiene un déficit, puesto que es mayor la cantidad de agua que regresa a la atmosfera que la que ingresa a la subcuenca.

Cálculo del Balance Hídrico Superficial

Para el cálculo del balance hídrico se debe tener en cuenta, aparte de los factores que han sido mencionados anteriormente, los excedentes y déficit de agua en la zona en estudio, así como el escurrimiento en la misma.

Valores hídricos a ser tomados en cuenta:

- **P – ETP**: determina los periodos de exceso y deficiencia de la humedad, para lo cual se debe obtener la diferencia entre lo que ingresa (P) y lo que sale (ETP).
- **-P – ETP**: los valores negativos que se obtienen de esta operación, representan una deficiencia potencial de agua.
- **Almacenaje**: dependiendo de la capacidad de retención del terreno se establece el volumen del agua almacenada. En este estudio se ha tomado un factor de retención de 100 mm.

⁶¹ *Hidrología Subterránea de Custodio Llanos, tomo II, pág. 292.*

- Variación de almacenaje: como va variando la cantidad de humedad almacenada.

Al analizar la topografía de la cuenca, esta se puede dividir en zona alta y baja.

- E scorrimiento de agua: se considera que el 50% del agua de exceso es lo que se escurre cada mes.

Una vez obtenidos cada uno de los factores que son parte del Balance Hídrico, lo podemos calcular para cada una de las estaciones que se encuentran dentro de la zona de interés.

2.9. ESTIMACION DE RESERVAS Y RECURSOS EXPLOTABLES

Para el cálculo de reservas hídricas de la cuenca hidrográfica, se escogió un espesor promedio de 20 m para el manto acuífero, esto debido a los datos de aforos en los cuales se obtuvieron datos de espesor de las capas y la longitud de las afluentes que incrementan el caudal general del río Gala.

Caudal de escurrimiento superficial

La información que se ha recopilado de la prospección hidrológica (aforo de caudales) permite delimitar el volumen de agua que aportan sus afluentes al río Gala, obteniendo un volumen total en el *Gradiente Hidráulico* promedio de la zona de interés y el *Área de Recarga*.

Empleando la ecuación de Darcy se calcula el *Volumen de Escurrimiento*:

$$Q_s = TIL$$

Donde:

- Qs: Caudal de escurrimiento subterráneo (m³)
- T: Coeficiente de Transmisibilidad (m²/día)
- I: Gradiente hidráulico (m/Km)
- L: Longitud de la curva piezométrica representativa (m)

Del informe de precipitaciones se obtiene el dato de la precipitación media que se genera sobre la zona de recarga. Conociendo el área respectiva de ésta, se procede a estimar el volumen precipitado con la siguiente ecuación:

$$Vp = Pp * A$$

Donde:

- Vp: Volumen precipitado (m³/año)
Pp: Precipitación estimada para el área de recarga (m/ año)
A: Área de recarga (m²)

Después de los puntos anteriormente expuestos se calculan las *Reservas Reales* del área acuífera mediante la siguiente fórmula:

$$Q = A . L . S$$

Donde:

- Q Reservas (m³)
A Área del acuífero (m²)
L Espesor del acuífero (m)
S Coeficiente de almacenamiento

2.10. MEDICIÓN DE CAUDALES GENERADOS

En la medición de caudales generados de las aguas en los afluentes del río Gala, se toma en cuenta:

- Las aguas que llegan a unirse con el río Gala (sitio de aporte).

Dichas aguas son las desechadas por los poblados y asentamientos mineros cercanos a la Cuenca del río Gala.

2.11. PUNTOS DE DESCARGA DE AGUAS

Dentro de los puntos de descarga de las aguas tenemos a los catorce afluentes los mismos que se recogen de diferente origen, entre otros, industrial y de origen doméstico; hacia el río Gala. Las coordenadas y otros aspectos de cada afluente fueron levantados según se detalla en el siguiente cuadro en cada uno de los vértices de aportación.

Tabla 19. Ficha Técnica Levantamiento de información

FICHA TECNICA LEVANTAMIENTO DE INFORMACION		
Fecha y hora:	11/01/2015	
OBJETO/UNIDAD/BIEN	QUEBRADA CACHI MEDIO	
INTERSECCIÓN	P7	
DESCRIPCION		
COMPONENTES Y ESTADO ACTUAL	1.-Caudal.- 0,35 m3/seg.	
	2.-Calidad aparente.- BUENA	
	3.-PH.-7,2	
	4.-Olores percibidos.- AGRADABLE	
	5.-Color del agua.- TRANSPARENTE	
	6.-Sabor del agua.- BUENO	
	7.-Clase de flora en el sector.- BOSQUE INTERVENIDO, CULTIVOS DE CAÑA DE AZUCAR, PASTIZALES	
	8.-Tratamiento requerido.-	
OBSERVACIONES:		
REGISTRO FOTOGRAFICO:		
		
UBICACION GEOGRAFICA:		
ENTIDAD	QUEBRADA CACHI MEDIO	
DESCRIPCION		
REFERENCIA		
ESTE:	657523	
NORTE:	9664992	
ALTITUD:	728 m.s.n.m	
DATUM:	WGS 84	
FRACCION DE MAPA		
LUIS VÁSCONEZ Tesista	WÍLMER DURÁN Tesista	ING. FREDI PORTILLA Director de tesis

Fuente: Autores, 2015

Este río recibe la descarga de asentamientos mineros y poblados cercanos sin ningún previo tratamiento.

2.12. MEDICIÓN DE CAUDALES

Para proceder a medir el caudal del río aplicamos el método del flotador⁶²; que es la forma más sencilla y que produce un error pequeño para poder calcular el caudal. Para realizar este método necesitamos de un cronometro, un flotador visible y una cinta métrica. A continuación se detallan los pasos realizados para la medición del caudal del cada uno de los puntos descritos.

Primer paso

Buscamos un tramo uniforme del cada punto de medición cercano al río Gala; donde el agua fluía sin turbulencia y no existían piedras grandes ni troncos, que impediéran su libre flujo. (Ver imagen 23)

La distancia del recorrido de cada afluente medido varía dependiendo de la facilidad o grado de complejidad que daba cada uno, estos datos se encuentran en el análisis de la determinación de aforo y caudales (Ver imagen 23 y 24).



Figura 23. Tramo del río escogido para la medición
Fuente: Autores, 2015

⁶² INSTITUTO CHILENO DE PERMACULTURA; *Medición de caudales de esteros o ríos*; recuperado el 11 de enero de 2013, en: <http://www.youtube.com/watch?v=1Xi6HhkMGig>



Figura 24. Medición de la distancia, el ancho y profundidad del río Chico, para calcular el caudal
Fuente: Autores, 2015

Segundo paso

En el tramo que anteriormente seleccionamos ubicamos dos puntos denominados A y B. A partir de esto se procedió a tomar el tiempo en que recorre el flotador desde el punto A al punto B. Este proceso fue realizado también de forma indistinta de cada lugar, dependiendo de su tramo de escorrentía con la finalidad de obtener la mayor seguridad para definir el caudal de aportación; con el propósito de poder calcular la velocidad del caudal⁶³.

$$Velocidad = \frac{Distancia\ AB}{Tiempo}$$

Tercer paso

Se realiza la medición del área transversal del río; luego ubicamos un tramo, en donde pudimos definir el ancho del río y tomar los valores de la profundidad del mismo⁶⁴.

⁶³ Plan de Manejo Participativo de la microcuenca del Río San Gabriel para aprovechamiento de los recursos naturales; Recuperado el 24 de febrero de 2013, en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/160/3/03%20REC%2080%20TESIS.pdf>

⁶⁴ Ídem.; p. # 16.

$$A_T = \text{Ancho} * \text{Profundidad}$$

Aplicamos un método muy práctico, que nos dio una aproximación casi exacta para calcular el área transversal del río. Esto consistió en dividir el ancho del río en un promedio de cinco partes y medir la profundidad en cada punto para luego tomar un valor aproximado al real.

Una vez que se tiene la profundidad se procede a medir el ancho del río, así mismo de forma indistinta dependiendo de las condiciones de cada uno.

Cuarto paso

Finalmente realizamos el cálculo del caudal del río Chico, con la ecuación⁶⁵ que se expresa a continuación.

$$Q_{\text{río}} = K * \text{Velocidad} * \text{Área}$$

Dónde:

K.- es el factor de corrección que está relacionado con la velocidad según la profundidad del río (Ver la tabla 20).

Tabla 20. Datos del Factor de corrección que está relacionado con la velocidad según la profundidad del río.

H	K
0.1	0.86
0.25	0.88
0.5	0.9
0.75	0.94

* *K* puede variar entre 0,70 a 0,95

Fuente: U. S. Department of the Interior; *Water Measurement Manual*; 2001⁶⁶.

A continuación exponemos una gráfica que demuestra la variación del caudal según los datos de profundidad y la aplicación del factor, que nos permite apreciar cómo se

⁶⁵ *Plan de Manejo Participativo de la microcuenca del Río San Gabriel para aprovechamiento de los recursos naturales*; Recuperado el 24 de febrero de 2013, en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/160/3/03%20REC%2080%20TESIS.pdf>; p. # 16.

⁶⁶ U. S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR, OFICINA DE RECUPERACIÓN; *Water Measurement Manual*; Washington; 2001; p. # 235.

tomaron los valores del factor de corrección que está relacionado con la velocidad según la profundidad del río.

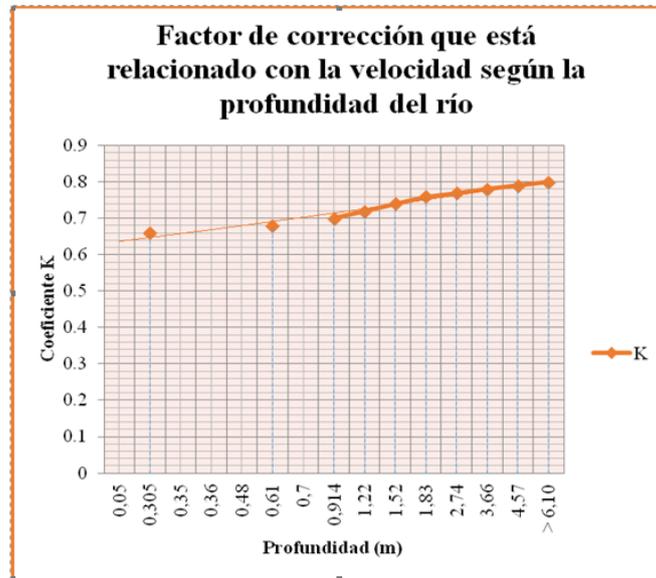


Figura 25. Valores del Factor de corrección que está relacionado con la velocidad según la profundidad del río

Fuente: U. S. Department of the Interior; Water Measurement Manual; 2001

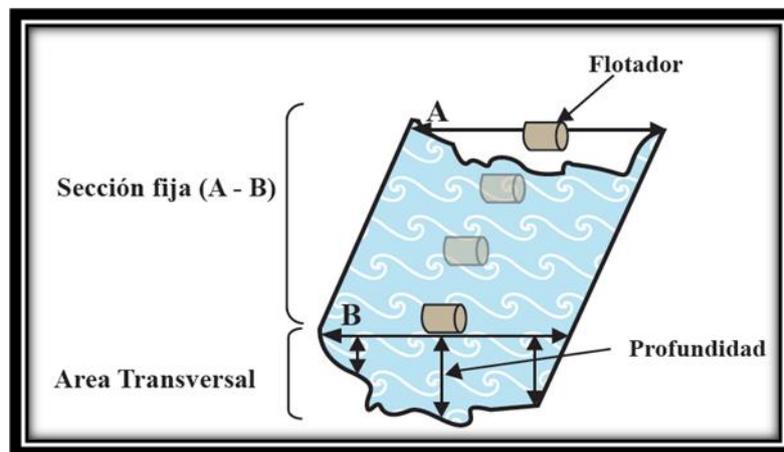


Figura 26. Parámetros para el cálculo del Caudal mediante el Método del Flotador

Fuente: Plan de Manejo Participativo de la microcuenca del Río San Gabriel para aprovechamiento de los recursos naturales⁶⁷

⁶⁷ Plan de Manejo Participativo de la microcuenca del Río San Gabriel para aprovechamiento de los recursos naturales; Recuperado el 24 de febrero de 2013, en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/160/3/03%20REC%2080%20TESIS.pdf>; p. # 18.

Tabla 21. Calculo del Caudal en cada punto

Nº	Ancho X(m)	Altura H(m)	Altura media Hm (m)	Ancho medio entre 2 puntos b(m)	Área del río dA (m ²)	Tiempo Ti (s)	Distancia (m)	Velocidad por tramo Vi (m/s)	Velocidad media Vi - (m/s)	K	qi (m ³ /s)
1	0.00	0.00						0.00			
2	2.00	1.00	0.50	2.00	1.00	20.20	30.00	1.49	0.75	1.26	0.94
3	3.30	0.90	0.95	1.30	1.24	24.00	30.00	1.25	1.37	1.26	2.13
4	5.50	1.26	1.08	2.20	2.38	26.00	30.00	1.15	1.20	1.26	3.59
5	7.50	1.10	1.18	2.00	2.36	30.00	30.00	1.00	1.08	1.26	3.20
6	9.80	1.26	1.18	2.30	2.71	30.00	30.00	1.00	1.00	1.26	3.42
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	30.00	1.50	1.25	1.26	0.00
CAUDAL EN EL PUNTO DADO:											13.28

Fuente: Autores, 2015

2.13. VARIACIÓN DE CAUDALES AGUAS ARRIBA DE LA DESCARGA.

La variación que se da en los caudales de aguas arriba del río Gala se encuentra influenciada por las lluvias (precipitación), ya que estas pueden aumentar la corriente del río dependiendo de su intensidad y periodo del año.



Figura 27. Las microcuencas de las cinco subcuencas

Fuente: Cartografía Básica IGM; Elaborado por PROMAS de la Universidad de Cuenca; 2009

A continuación vamos a observar la tabla 22; en donde se tienen los valores de las precipitaciones mensuales que se dan en la cuenca del río Tenguel que es la más próxima a nuestra zona de estudio.

Tabla 22. Resumen del Balance Hídrico del periodo 2003 – 2013

Meses 2013	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL	Promedio
Precipitación	280,9	495,4	376,51	189,6	72,7	46,6	22,6	32,9	44,5	104,3	49,3	25,2	1740,51	145,0
ETP	196,1	160,1	188,3	173	189,5	188,4	205,5	207,4	193,9	207,2	192,7	200,5	2302,6	191,9
P-ETP	-83,3	22,1	14	-55,1	-144	-161,9	-189,1	-188,3	-175,9	-176,1	-156	-141,8	-1435,4	-119,6
Reserva	16,7	38,8	52,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108,3	9,0
Variación de la reserva	0	22,1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36,1	3,0
ETR	0	160,1	188,3	170,7	45,5	26,5	16,4	19,1	18	31,1	36,7	58,7	771,1	64,3
Escorrentía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Déficit hídrico anual	0	0	0	-2,3	-144	-161,9	-189,1	-188,3	-175,9	-176,1	-156	-141,8	-1335,4	-111,3
% infiltración	0	12	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	1,58
Índice de humedad	-39,762													
Infiltración Total	23,0													

Fuente: Autores, 2015

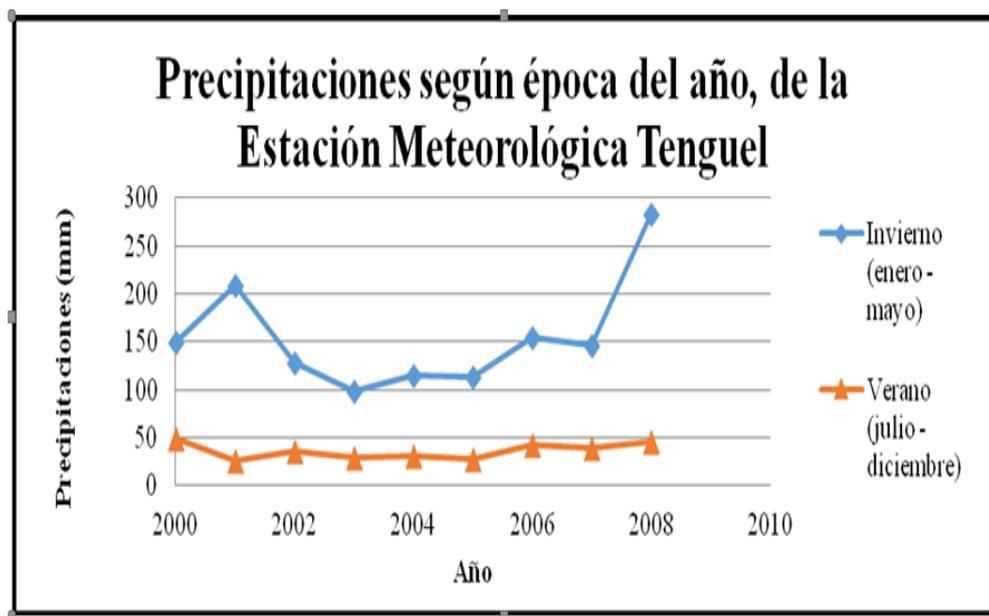
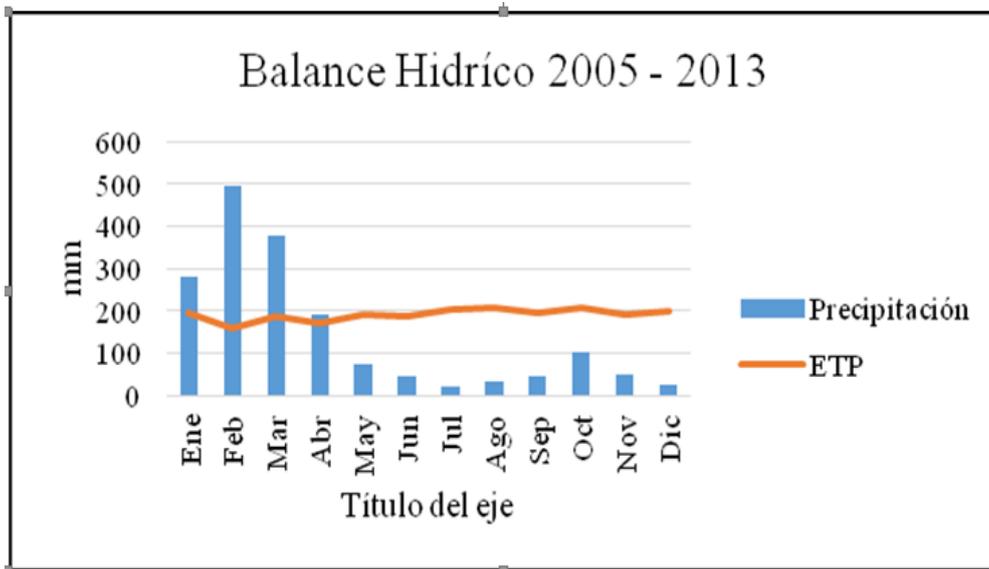


Figura 28. Balance Hídrico y Precipitaciones según la estación meteorológica; de la cuenca del río Tenguel del cantón Camilo Ponce Enríquez

Fuente: GOBIERNO PROVINCIAL DEL AZUAY; Estudio e investigación de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgos.

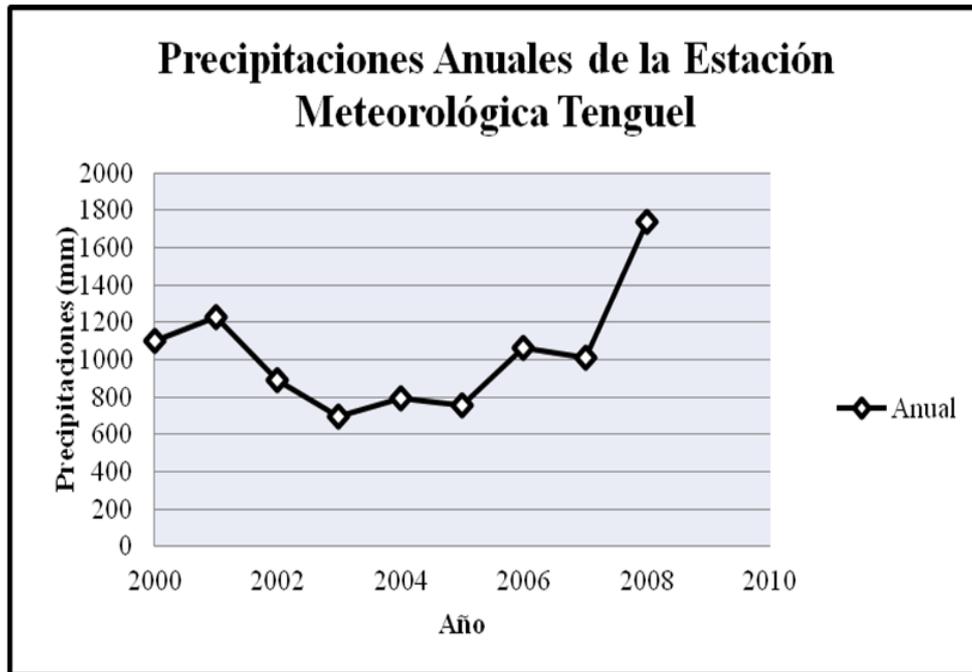


Figura 29. Precipitaciones Anuales de la cuenca del río Tenguel del cantón Camilo Ponce Enríquez
Fuente: GOBIERNO PROVINCIAL DEL AZUAY; Estudio e investigación de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgos.⁶⁸

⁶⁸ Ing. ESTRELLA AGUILAR, Rafael y Ing. TOBAR SOLANO, Vladimiro; *Estudio e investigación de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgos, Riesgo Hidrológico y Riesgo Climatológico; TOMO III Anexos*; Gobierno Provincial Del Azuay; Cuenca – Ecuador; Septiembre 2012; p. # 120.

Tabla 23. Escala de clasificación del Índice de calidad del agua para distintos usos

ICA	CRITERIO GENERAL	USO			
		ABASTECIMIENTO PUBLICO	RECREACIÓN	PESCA Y VIDA ACUATICA	INDUSTRIAL Y AGRICULTURA
100	NO CONTAMINADO	NO REQUIERE PURIFICACION	ACEPTABLE CUALQUIER DEPORTE ACUATICO	ACEPTABLE PARA TODOS LOS ORGANISMOS	NO REQUIERE PURIFICACION
95					
90					
85					
80	ACEPTABLE	LIBRE DE PURIFICACION	ACEPTABLE PERO NO RECOMENDABLE	ACEPTABLE, APTO PARA ESPECIES SENCIBLES	LIGERA PURIFICACIÓN PARA ALGUNOS PROCESOS
75					
70					
65	POCO CONTAMINADO	MAYOR NECESIDAD DE TRATAMIENTO	ACEPTABLE PERO NO RECOMENDABLE	DUDOSO PARA ESPECIES SENCIBLES	SIN TRATAMIENTO PARA INDUSTRIA NORMAL
60					
55					
50	CONTAMINADO	DUDOSO	DUDOSO PARA EL CONTACTO DIRECTO	SOLO ORGANISMOS RESIDENTES	TRATAMIENTO EN MAYOR PARTE DE LA INDUSTRIA
45					
40					
35					
30	ALTAMENTE CONTAMINADO	ACEPTABLE	SIN CONTACTO CON EL AGUA	NO ACEPTABLE	NOACEPATBLE
25					
20			SEÑAL DE CONTAMINACIÓN		
15					
10					
5					
0					

Fuente: SEMARNAP, Comisión Nacional del Agua, 2000

La tabla descrita anteriormente es una adaptación del Índice Provencher y Lamontagne (2000) del Servicio de calidad de las aguas del Ministerio de Riquezas Naturales del Estado de Quebec (Canadá), en el que se utilizan para procesar parámetros que se escogen de acuerdo a las gráficas más adelante descritas. Permite su tratamiento informático y enfoca el problema en su máxima generalidad, de forma que es posible definir un índice de calidad para cualquier uso posterior, simplemente determinando las especificaciones requeridas a efecto.

Se trata pues de nueve variables básicas y catorce complementarias, con las que se pretende que tanto la toxicidad, como la capacidad de albergar la vida, los fenómenos de eutrofización y determinados compuestos de origen industrial puedan reflejar combinadamente su presencia y tipificar una calidad en la que se conjuntan las contaminaciones, tanto naturales como artificiales.

El número de variables que pueden ser consideradas para evaluar la calidad o el grado de contaminación de las aguas es demasiado grande para que sea posible en la práctica, examinando la evolución de cada una, adquirir una idea clara de su comportamiento, sea en el ámbito geográfico o temporal.

La calidad de un agua no es un concepto absoluto. Ha de estar en relación con un uso concreto predeterminado. Las exigencias para el abastecimiento humano, la industria farmacéutica o los usos recreativos son muy diferentes, y por lo tanto los índices de calidad, mejor dicho, el cálculo de los índices de calidad, han de tener en cuenta esta condición previa.

La finalidad que se pretende con el índice de calidad de agua, es deducir un número adimensional, como combinación o función de los datos analíticos de una muestra de agua, que refleje su calidad en orden a su utilización posterior, y que permita su comparación con los que se obtengan, por el mismo algoritmo, de otras muestras, tomadas en distintos lugares o épocas.

Su expresión matemática más general es:

$$ICA = \sum_{k=1}^n F_1(\lambda_i) \times F_2(\lambda_{i,n})$$

Donde

Q_i: nivel de calidad, puede oscilar entre cero y cien, siendo el valor cero el que corresponde al nivel pésimo y cien al óptimo. Los valores de Q_i se pueden calcular mediante expresiones matemáticas con la ayuda de gráficas, en las cuales, de acuerdo a la concentración del parámetro se escoge la Ecuación a utilizar.

P_i: peso específico calculado de cada parámetro.

El valor P_i se calcula mediante la Ecuación que se detalla a continuación. Asignando a cada una de las variables un coeficiente “a” de valores comprendidos entre 1 y 4, que mide la influencia relativa de cada uno.

$$P_i = \frac{\left(\frac{1}{a_i}\right)}{\sum_i^n \left(\frac{1}{a_i}\right)}$$

Donde:

a=1, Parámetro muy importante

a=2, Parámetro de importancia media

a=3, Parámetro de importancia débil

a=4, Parámetro dudoso o poco significativo

Las gráficas y ecuaciones demostrativas y que corresponden para el cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA)⁶⁹, ubicando la concentración del parámetro en las abscisas y el nivel de calidad (Q_i) en las ordenadas, indican con mayor identidad las expresiones a las que nos referimos.

⁶⁹ www.snet.gob.sv

2.14. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS

Para poder realizar la caracterización de las aguas residuales es necesario realizar un muestreo siguiendo la norma técnica Ecuatoriana Voluntaria INEN 2 169:98; con el fin de evitar alteración de las características físico - químicas de las aguas provenientes de los afluentes”.

Después de realizado el muestreo se procedió a realizarse el análisis físico químico y biológico de las aguas, los mismos que se efectuaron en la Empresa Municipal de Agua Potable de Gualaceo EMAPAS – G, los demás parámetros como el mercurio se realizó en la empresa pública municipal ETAPA-EP y el los parámetros como el Cadmio y el Plomo se contó con la colaboración de la Universidad Politécnica Salesiana; obteniéndose los siguientes resultados:



Figura 30. *Proceso de análisis de las muestras obtenidas en el tratamiento aplicado*
Fuente: Autores, 2015

Tabla 24. Resultado de Monitores del Río Gala

Resultados del monitoreo de la calidad del agua del Río Gala															
PARAMETRO	TULAS Libro VI # 4.1.2 UNIDADES (Tabla N°3) Límite máximo	PUNTO 1 RIO GALA MEDIO	PUNTO 2 ESTERO MONROY	PUNTO 3 RIO ÑAN JACINTO	PUNTO 4 RIO SAN TENGUELLILLO	PUNTO 5 RIO GALA ALTO	PUNTO 6 QUEBRADA CACHI	PUNTO 7 QUEBRADA CACHI ALTO	PUNTO 8 QUEBRADA CACHI ALTO	PUNTO 9 QUEBRADA PINGLO	PUNTO 10 ESTERO COCA	PUNTO 11 ESTERO CAMPOVERDE	PUNTO 12 RIO CHICO MEDIO	PUNTO 13 RIO GALA BAJO	PUNTO 14 RIO GALA GUAYAS
		0281014-15	02810214-15	02810314-15	02810414-15	02810514-15	02810614-15	02810714-15	02810814-15	02810914-15	02811014-15	02811114-15	02811214-15	02811314-15	02811414-15
pH	-	7.03	7.04	7.04	7.03	7.06	7.03	7.01	6.99	7.01	7.03	7.02	7.06	7.04	7.03
DBO ₅	mg/l	0.7	1.2	39.4	33.6	36.2	15.6	112.8	18.9	15.4	14.2	15.9	16.4	16.2	13.4
Nitritos NO ₂	mg/l	0.004	0.042	0.004	0.100	0.030	0.280	0.440	0.680	0.090	0.100	0.130	0.150	0.130	0.140
Nitratos NO ₃	mg/l	1.20	1.80	1.08	2.10	2.64	3.11	2.61	5.03	5.30	3.30	2.10	4.02	0.13	0.14
Arsénico	mg/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cadmio**	ug/l	13.00	12.00	14.00	13.00	14.00	12.00	11.00	12.00	11.00	10.00	9.00	13.00	13.00	11.00
Pomo**	ug/l	10.00	12.00	11.00	13.00	13.00	12.00	13.00	12.00	12.00	13.00	9.00	12.00	10.00	9.00
Mercurio	ug/l	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6
Oxígeno Disuelto*	mg/l	6.50	7.30	8.00	7.60	7.30	7.00	6.80	6.90	7.20	7.10	7.30	6.70	6.80	7.10
Coliformes Totales	NMP/100 m	1.8E+02	7.6E+01	5.8E+01	0.0E+00	0.0E+00	6.6E+01	4.0E+01	8.2E+01	4.9E+01	4.6E+01	8.4E+01	5.5E+01	5.0E+01	6.2E+01
Coliformes Fecales	NMP/100 m	1.1E+02	3.8E+01	2.9E+01	0.0E+00	0.0E+00	2.8E+01	1.9E+01	4.1E+01	4.9E+01	2.3E+01	4.1E+01	1.9E+01	2.7E+01	2.0E+01
Datos Obtenidos del análisis de laboratorio realizado en enero y febrero de 2015.															
SM: STANDARD METHODS Edición 20															
*Medido en campo															
** TECNICA HG															

Fuente: Autores, 2015

Tabla 25. *Puntos de muestreo del río Gala y sus afluentes*

Puntos del muestreo en el río Gala	
Punto 1:	RÍO GALA MEDIO
Punto 2:	ESTERO MONROY
Punto 3:	RÍO IÑAN
Punto 4:	RÍO SAN JACINTO
Punto 5:	RÍO TENGUEL ALTO
Punto 6:	RÍO GALO ALTO
Punto 7:	QUEBRADA CACHI
Punto 8:	QUEBRADA CACHI ALTO
Punto 9:	QUEBRADA PINGLIO
Punto 10:	ESTERO COCA
Punto 11:	ESTERO CAMPOVERDE
Punto 12:	RÍO CHICO MEDIO
Punto 13:	RÍO GALA BAJO
Punto 14:	RÍO GALA GUAYAS

Fuente: *Autores, 2015*

CAPITULO III

3. FUENTES Y EFECTOS

Los problemas que existen dentro de la cuenca del río Gala, por el agua se centran en la calidad y la cantidad de la misma. La población en general debe conocer la importancia de la calidad del agua, por lo que la misma población se debe encargar del cuidado y la preservación de la misma.

3.1. FUENTES

Dentro de la Cuenca del río Gala tenemos serios problemas debido a la sospecha de contaminación de las aguas superficiales; con aguas residuales de origen doméstico y de origen industrial; porque no existe un sistema de tratamiento eficaz para tratarlas. Causando así serios daños ambientales a la flora y fauna del sector.

El ingreso de agua producto de actividades de la explotación minera de acuíferos o depósitos naturales que provocan un drenaje natural, son formas naturales de contaminación de las aguas subterráneas y superficiales. La minería por lo general tiene problemas de contaminación de las aguas residuales por su propio proceso minero, por la disposición de los residuos, por el procesamiento de menas y los residuos que estas generan.

En cambio un asentamiento humano demanda de algunos servicios que dan como resultado la contaminación de las aguas con la evacuación de sus desechos que contienen bacterias, virus, nitratos, materia orgánica, y residuos humanos.

3.2. EFECTOS

Los efectos ambientales de contaminación que se dan en el cantón Camilo Ponce Enríquez, están vinculados con la actividad de los asentamientos humanos y la actividad minera, debido a que no se realiza una explotación técnica de los recursos, generándose así la contaminación en las fuentes hídricas con metales pesados, materia orgánica, etc. Provocando así impactos negativos que alteran la adaptación biológica de las especies tanto acuáticas como terrestres, que no han sido capaces de adaptarse a los rápidos cambios ambientales.

Los elementos frecuentemente asociados con el drenaje ácido de las minas son: plata (Ag), arsénico (As), cadmio (Cd), cromo (Cr), cobre (Cu), mercurio (Hg), níquel (Ni), plomo (Pb), selenio (Se) y zinc (Zn)⁷⁰; que suelen ser potentes toxinas que con su bioacumulación en los tejidos lleva a la intoxicación, disminución de la fertilidad, daño celular y tisular, muerte celular y disfunción de varios órganos y sistemas⁷¹.

A continuación vamos a observar la tabla 26, de los efectos ambientales de los metales tomados para el presente estudio:

⁷⁰ MAY, TW; y otros; *Influence of Mining-Related Activities on Concentrations of Metals in Water and Sediment from Streams of the Black Hills*; South Dakota; Arch. Environ. Contam. Toxicol; 2001; p. # 1 – 9.

⁷¹ CASTRO SANGUINETTI, Gina; *Efecto del mercurio en los peces y la salud Pública en el Perú.*; Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria; 2011; p. # 4.

Tabla 26. Límites permisibles para los metales investigados en el proyecto

METALES ANALIZADOS EN LA CUENCA DEL RÍO GALA			
METAL	DESCRIPCIÓN	LÍMITE PERMISIBLE	CAUSAS
Arsénico	Es un semimetal, o metaloide, que se genera de manera natural tanto en la tierra como el mar. También los efluentes industriales contribuyen a la liberación de arsénico en el agua en ciertas áreas. Las principales rutas de exposición de las personas al arsénico son la ingesta e inhalación.	El límite de arsénico recomendable para el agua potable por la Organización Mundial para la salud es de 0,05 mg/l ⁷²	Es acumulable en el organismo por exposición crónica superando ciertos niveles de concentración. Puede también ocasionar afecciones como alteraciones de la piel (relajamiento de los capilares cutáneos y la dilatación de los mismos), lesiones dérmicas (neoplasias de piel), vasculopatías periféricas ("enfermedad del pie negro"), además de enfermedades respiratorias; neurológicas (neuropatías periféricas), cardiovasculares y diversos tipos de cáncer (pulmón, rincón, hígado, vejiga y de piel). ⁷³
Cadmio	Elemento químico relativamente raro, símbolo Cd, número atómico 48; tiene relación estrecha con el zinc, con el que se encuentra asociado en la naturaleza. Es uno de los metales más tóxicos y es biopersistente (capacidad que tienen algunos compuestos químicos para mantener inalteradas sus características fisicoquímicas en el ambiente, sin degradarse. A mayor persistencia, mayor posibilidad de ingresar en la cadena alimentaria). Está considerado como contaminante inorgánico.	El nivel establecido por la OMS es de 0.003 mg/l valor que es adoptado por el 38.88% de los países.	El Cadmio está presente después de ser aplicado al suelo, se encuentra en estiércoles y pesticidas. Los humanos absorbemos a través de los alimentos que son ricos en cadmio como son: Los patés, champiñones, mariscos, mejillones, cacao y algas secas. Una exposición a niveles significativamente altas ocurren cuando la gente fuma. En el ambiente es absorbido por el suelo, y consumido por las plantas especialmente en suelos ácidos. Esto provoca daños potenciales a los animales herbívoros, principalmente las vacas pueden tener grandes cantidades de Cadmio en sus riñones. En ecosistemas acuáticos puede bioacumularse en mejillones, ostras, gambas, langostas y peces. ⁷⁴
Mercurio	Es un metal noble, soluble únicamente en soluciones oxidantes. El mercurio sólido es tan suave como el	El nivel establecido por la OMS es de 0.001	El Mercurio no se encuentra de forma natural en los alimentos, pero puede aparecer en la comida así como ser propagado en las cadenas alimentarias por pequeños organismos que son

⁷² TRUQUE, Paola Andrea; *Armonización de los estándares de agua potable en las Américas*; Recuperado el 1 de marzo de 2013, en: <http://www.oas.org/dsd/publications/classifications/Armoniz.EstandaresAguaPotable.pdf>

⁷³ FRERS, Christian; *Contaminación, Arsénico y posibles soluciones*; Recuperado el 25 de febrero de 2012, en: http://www.ecoportel.net/Temas_Especiales/Agua/Contaminacion-Arsenico_y_posibles_soluciones

⁷⁴ <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/cd.htm#Nombre#ixzz3RqmMQtG7>

METALES ANALIZADOS EN LA CUENCA DEL RÍO GALA			
METAL	DESCRIPCIÓN	LÍMITE PERMISIBLE	CAUSAS
	plomo. El metal y sus compuestos son muy tóxicos. El mercurio forma soluciones llamadas amalgamas con algunos metales (por ejemplo, oro, plata, platino, uranio, cobre, plomo, sodio y potasio).	mg/l, es adoptado por el 88.88% de los países. Solo los EE UU (0.002 mg/l) y Ecuador (0.01 mg/l) permiten una concentración mayor en el agua.	consumidos por los humanos, por ejemplo a través de los peces vegetales y otros cultivos, el daño a las funciones del cerebro pueden causar la degradación de la habilidad para aprender, cambios en la personalidad, temblores, cambios en la visión, sordera, incoordinación de músculos y pérdida de la memoria. Daño en el cromosoma y es conocido que causa mongolismo. Los efectos en el ambiente, se mediante algunas actividades humanas cuando se aplica directamente al suelo o al agua, por ejemplo el uso de fertilizantes en la agricultura y los vertidos de aguas residuales industriales. Todo el Mercurio que es liberado al ambiente eventualmente terminará en suelos o aguas superficiales.
Plomo	Es un metal tóxico muy peligroso para la salud. Sus propiedades hacen que posea numerosas aplicaciones (industria química, metalúrgica y construcción). El plomo forma muchas sales, óxidos y compuestos organometálicos; resistente a la corrosión, se usa en la construcción, en particular en la industria química. Es resistente al ataque por parte de muchos ácidos, porque forma su propio revestimiento protector de óxido. Como consecuencia de esta característica ventajosa, el plomo se utiliza mucho en la fabricación y el manejo del ácido sulfúrico.	La concentración recomendada por la OMS es de 0.01 mg/l, valor adoptado por la mayoría de los países Americanos, en total el 63.15%. Ningún país establece su límites inferiores al recomendado	El plomo es uno de los cuatro metales que tienen un mayor efecto dañino sobre la salud humana, ingresa a través de la comida (65%), agua (20%) y aire (15%). El Plomo puede causar varios efectos no deseados, como: Perturbación de la biosíntesis de hemoglobina y anemia, Incremento de la presión sanguínea, Daño a los riñones, Abortos y abortos sutiles, Disminución de la fertilidad del hombre a través del daño en el esperma, Disminución de las habilidades de aprendizaje de los niños, Perturbación en el comportamiento, como es agresión, comportamiento impulsivo e hipersensibilidad. El ciclo del Plomo generado por la producción humana está mucho más extendido, sus efectos se ha convertido en un tema mundial no sólo por la gasolina con Plomo y sus efectos en el ambiente. Otras actividades, como la combustión del petróleo, procesos industriales, combustión de residuos sólidos, también contribuyen. El Plomo puede terminar en el agua y suelos a través de la corrosión de las tuberías de Plomo en los sistemas de transportes y a través de la corrosión de pinturas que contienen Plomo. El Plomo se acumula en los cuerpos de los organismos acuáticos y organismos del suelo.

Fuente: *Autores*

3.3. DEMANDA DEL RECURSO AGUA

El incremento de la demanda de agua como herramienta para el impulso económico; como es la agricultura, actividades de pesca, uso recreativo y otras, ha causado un gran nivel de contaminación, ya que esto está asociado a un mayor nivel de desarrollo del hombre. Todo esto lleva a la alteración de los parámetros físicos, químicos y biológicos de las aguas.

3.3.1. Metodología de muestreo

Para la toma de las muestras de agua residuales fue necesario considerar lo establecido por el INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN dentro de la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2 169:98. AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO.

1. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS.

Dentro de esta norma se tomó en cuenta las formas de cómo se debe realizar el llenado de un recipiente, la conservación y transporte de una muestra; mediante la utilización de los numerales 4.3; 4.4; 4.6; 4.7; 4.8; y 4.9. También fue necesario utilizar las tablas de dicha norma que contienen en la guía general para la conservación de muestras, los parámetros utilizando un mismo método de conservación o preservación de una muestra y métodos adecuados para la conservación de muestras destinadas al análisis microbiológico.⁷⁵

A continuación vamos a presentar los datos de las tablas de la normativa que fueron considerados para nuestro estudio.

⁷⁵ INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN; *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 169:98. Agua, Calidad del Agua, Muestreo, Manejo y Conservación de Muestras*; 1era Edición; Quito – Ecuador; 1998; p. # 3.

Tabla 27. Técnicas generales para la conservación de muestras – análisis físico – químico

TÉCNICAS GENERALES PARA LA CONSERVACIÓN DE MUESTRAS - ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO.						
Parámetros	Tipo de recipiente P = plástico V = vidrio VB = vidrio Borosilicatado	Técnicas de Conservación	Lugar del Análisis	Tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis. (Si no se especifica el período, es que no es importante. "1 mes" indica que se conserva sin dificultad)	Recomendaciones	Método de Ensayo NTE INEN
pH	P o V	--	En el sitio		El análisis se debe realizar tan pronto sea posible y de preferencia inmediatamente en el sitio de muestreo	973
		Transportar a temperatura más baja que la inicial.	Laboratorio	6 horas		
Aluminio	P	Filtración en el lugar del muestreo y acidificación del filtrado a pH < 2	Laboratorio	1 mes	El Aluminio y el Hierro disuelto y el adherido a la materia en suspensión se pueden determinar en la misma muestra.	
		Acidificar a pH < 2				
Arsénico	P o V	Acidificar a pH < 2	Laboratorio	1 mes	El HCl se emplea, si el método de análisis es de la técnica de	980

TÉCNICAS GENERALES PARA LA CONSERVACIÓN DE MUESTRAS - ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO.						
Parámetros	Tipo de recipiente P = plástico V = vidrio VB = vidrio Borosilicatado	Técnicas de Conservación	Lugar del Análisis	Tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis. (Si no se especifica el período, es que no es importante. "1 mes" indica que se conserva sin dificultad)	Recomendaciones	Método de Ensayo NTE INEN
					hidruro.	
Hierro Total	P o VB	Ver Aluminio				979
Cadmio	P o VB	Ver Aluminio				
Plomo	P o VB	Ver aluminio			No usar H₂ SO₄	1 102
Mercurio total	VB	Acidificar a pH < 2 con HNO ₃ y adición de K ₂ Cr ₂ O ₇ [0,05% (m/m) de concentraci	Laboratorio	1 mes	Poner especial cuidado para asegurar que los recipientes porta muestras estén libres de contaminación.	

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN.⁷⁶

⁷⁶ INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN; Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 169:98. Agua, Calidad del Agua, Muestreo, Manejo y Conservación de Muestras; 1era Edición; Quito – Ecuador; 1998; p. # 8

Tabla 28. Técnicas generales para la conservación de muestras – análisis físico – químico

TÉCNICAS GENERALES RECOMENDADAS PARA LA CONSERVACIÓN DE MUESTRAS PARA EL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO						
Parámetro a ser analizado	Tipo de recipiente	Técnica de preservación	Lugar del análisis	Tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis	Observaciones	Método de ensayo NTE INEN
Recuento de aerobios mesófilos Coliformes totales	Recipiente estéril	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	8 h (agua potable, agua superficial, de pozo y lodos)	Para aguas clorinadas o bromatadas la muestra se debe recoger en un frasco que contenga (antes de esterilizar) tiosulfato de sodio [0,1 cm ³ de una solución al 10% de Na ₂ S ₂ O ₄ por cada 125 cm ³ de muestra]. Para aguas que contengan concentraciones de metales pesados superiores a 0,01 mg/l, adicionar al recipiente (antes de esterilizar) 0,3 cm ³ de EDTA al 15 % por cada 500 cm ³ de muestra.	1206

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN.⁷⁷

3.3.1.1. Muestreo de la descarga de los afluentes y efluentes

Las características del plan de monitoreo de las aguas depende de los afluentes y los efluentes perseguidos.

La muestra de la descarga de los afluentes; se tomó para determinar las características iniciales de las aguas antes y después de la mezcla con las aguas de los aportantes que tuvo como objetivo disponer de unas variables que nos permitan evidenciar el grado de contaminación al acumular con las descargas.

La muestra tomada antes y después se estimó necesaria para:

⁷⁷ INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN; Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 169:98. Agua, Calidad del Agua, Muestreo, Manejo y Conservación de Muestras; 1era Edición; Quito – Ecuador; 1998; p. # 14.

- Verificar los niveles de concentración de los elementos analizados con el agua del Río Gala antes de ingresar a acumular el caudal.
- Demostrar el cumplimiento de las normas de descarga de las aguas de los afluentes y posibles aguas residuales por parte de la Cuenca del río Gala; por lo que la extracción de la muestra fue realizado por los autores de este proyecto.
- Identificar los puntos más susceptibles a contaminaciones peligrosas en caso de existir descargas de residuos industriales que contengan metales pesados.

RESUMEN DE DATOS

La composición y las características iniciales del muestreo de las aguas residuales; fueron presentadas en capítulos anteriores.

Las características y condiciones del agua de los lugares donde se tomaron las muestras se describen en el análisis estadístico realizado más adelante.

MUESTREO PUNTUAL

El muestreo puntual del agua residual se trata de una muestra tomada al azar en un momento determinado para su análisis en el laboratorio o in-situ.

La series de muestras puntuales tomadas; fueron muy útiles para apreciar las variaciones de los parámetros físico químicos y biológicos de las aguas residuales.

3.4. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE MANEJO DE LA CUENCA

El objetivo de determinar la característica y condiciones del agua en sus distintos lugares de descarga o de aportación es conocer su concentración de contaminantes para proponer alternativas de solución, mediante la implementación de programas o actividades que contribuyan a disminuir el grado de contaminación y a incrementar el grado de concienciación de la población que se asienta en los sectores poblados y/o de aquellos que realizan actividades agrícolas, pecuarias u otras a lo largo y ancho de la zona de aportación de las aguas.

3.4.1. Criterios de la calidad del agua para su descarga

Después de haber obtenido información sobre las características de los ríos, esteros y quebradas de la cuenca; se registró que la calidad de aguas está por debajo de los límites permisibles de contaminación. Desde el punto de vista físico – químico son aguas más o menos aceptables, pero desde el punto de vista microbiológico son aguas no aptas para el consumo humano, para el uso en la irrigación o en criaderos acuáticos, de los Criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna de las aguas dulces, frías o cálidas en aguas marinas y de estuario del TULAS.

Con lo antes expuesto, se puede decir que la minería ha causado considerables impactos ambientales dentro de la cuenca del río Gala con la extinción de la flora y fauna acuática que es superior en ciertos tramos, sin embargo, las concentraciones comparadas con el caudal del río no afecta significativamente a su calidad y posibles usos.

Los principales contaminantes que se decidió analizar para lo cual se realizaron los análisis son: el Plomo, Cadmio, Mercurio y Arsénico.

Las actividades agropecuarias y la minería han afectado en las actividades económicas del sector como es el caso de la producción del banano, del cacao y el cultivo de camarones. “La mayor parte de los impactos ambientales está relacionado con la ampliación de la frontera agrícola y la prospección y explotación de minas, esto sumado a la deficiente o inexistente control de la disposición de los relaves; ya que este control podría evitar grandes contaminaciones de los ríos con los metales pesados; de esta forma se lograría la mitigación de la zona”⁷⁸.

⁷⁸ MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS; *Examen Especial al control de explotación minera en las cuencas de los ríos Santa Rosa, Caluguro, Tenguel, y Siete; a cargo de la dirección regional de minería del Oro, Ministerio del Ambiente y Ministerio de Energía y Minas*; julio de 2003; p. # 1.

Tabla 29. Determinación de valores de Degradación en los diferentes puntos de muestreo

Resultado del análisis de las aguas tomadas en los puentes de muestreo									
Puntos	Lugares	Parametros						INDICADOR DE DEGRADACION	
		pH	Arsénico (mg/l)	Plomo (µ/l)	Cadmio (µg/l)	Mercurio* (µg/l)			
Punto 1:	RIO GALA MEDIO	7.03	AUSENTE	10.00	13.00	5.90	11.00		
Punto 2:	ESTERO MONROY	7.04	AUSENTE	12.00	12.00	5.90	15.00		
Punto 3:	RIO ÑAN	7.04	AUSENTE	11.00	14.00	5.90	16.00		
Punto 4:	RIO SAN JACINTO	7.03	AUSENTE	13.00	13.00	5.90	20.00		
Punto 5:	RIO TENGUELILLO	7.06	AUSENTE	13.00	14.00	5.90	22.00		
Punto 6:	RIO GALA ALTO	7.03	AUSENTE	12.00	12.00	5.90	15.00		
Punto 7:	QUEBRADA CACHI	7.01	AUSENTE	13.00	11.00	5.90	16.00		
Punto 8:	QUEBRADA CACHI ALTO	6.99	AUSENTE	12.00	12.00	5.90	15.00		
Punto 9:	QUEBRADA PINGLIO	7.01	AUSENTE	12.00	11.00	5.90	13.00		
Punto 10:	ESTERO COCA	7.03	AUSENTE	13.00	10.00	5.90	14.00		
Punto 11:	ESTERO CAMPOVERDE	7.02	AUSENTE	9.00	9.00	5.90	0.00		
Punto 12:	RIO CHICO MEDIO	7.06	AUSENTE	12.00	13.00	5.90	17.00		
Punto 13:	RIO GALA BAJO	7.04	AUSENTE	10.00	13.00	5.90	11.00		
Punto 14:	RIO GALA GUAYAS	7.03	AUSENTE	9.00	11.00	5.90	4.00		
	*Mercurio:	Límite máximo permisible en mg/l		0.0002	Resultado del análisis	<6			
Puntos de eliminación y/o reducción del contaminante									
Puntos de presencia de contaminación.									

Fuente: Autores, 2015

En la tabla 29, se valora que en los puntos que al 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 12 se incrementa el nivel de contaminación, mientras que en los puntos 11 y 14 se reducen y hasta eliminan los contaminantes. Consideramos que en el caso del punto 11 se debe a que el estero se mantiene aún con cobertura vegetal propia de la zona, es decir, no ha sido agredida por el incremento de la agricultura y que en el punto 14 se debe a que el río Gala incrementa su caudal.

De los contaminantes analizados se describe que, al ser el mercurio con un valor obtenido de < 6 y siendo la Norma con un límite de 0.0002 mg/l el grado de contaminación es mayor, por lo tanto utilizando el operador de comparación el resultado es **VERDADERO**, mientras que el Arsénico no se encuentra en ninguna de las muestras, siendo los contaminantes presentes en trece de los catorce puntos tomados, el Plomo, el Cadmio y el Mercurio. Esto quiere decir que la Cuenca del Río Gala en la parte alta y media presenta un nivel superior a la norma de contaminación.

3.4.2. Análisis estadístico de los datos obtenidos en los puntos de muestreo

Las variaciones entre los diferentes parámetros analizados son muy pequeñas, por lo que vamos a conseguir un valor probable, que pasaría a ser la media aritmética; que se calcula con la siguiente ecuación⁷⁹:

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{n}$$

Dónde:

$\sum xi$.- es la sumatoria de todos los valores de la muestra.

n .- es el número de muestras.

Para determinar la precisión de la presencia de contaminantes es necesario encontrar la desviación estándar de cada uno de los parámetros determinados; mediante la ecuación⁸⁰ siguiente:

$$S = \sqrt{v^2}$$

⁷⁹ GALLARDO DE PARADA, Yolanda; y MORENO GARZON, Adonay; *Aprender a Investigar, Modulo 4 de Análisis de la Información*; Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES); 3era Edición; Santa Fe – Bogotá; 1999; p. # 45.

⁸⁰ GALLARDO DE PARADA, Yolanda; y MORENO GARZON, Adonay; *Aprender a Investigar, Modulo 4 de Análisis de la Información*; Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES); 3era Edición; Santa Fe – Bogotá; 1999; p. # 50.

Dónde:

v^2 .- es la varianza; se calcula con la ecuación⁸¹ que sigue:.

$$v^2 = \frac{\sum (xi - \bar{X})^2}{n}$$

Dónde:

$\sum(xi - \bar{X})^2$.- es la sumatoria de todos los valores de la muestra restada de la media aritmética

n .- es el número de muestras.

A continuación vamos a apreciar este análisis estadístico en las aguas de los diferentes afluentes en los puntos de muestreo.

En la tabla 30 se presentan los resultados de las muestras que han sido tomadas después y el resultado obtenido con la presencia de los contaminantes presentes.

Tabla 30. Resultados de los análisis de las aguas en los puntos de muestreo

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LAS AGUAS TOMADAS EN LOS PUNTOS DE MUESTREO							
Puntos	Lugares	Parámetros					Indicador de degradación
		pH	Mercurio* (µg/l)	Plomo (µg/l)	Cadmio (µg/l)	Arsénico (mg/l)	
Punto 1:	RÍO GALA MEDIO	7.03	VERDADERO	10.00	13.00	0	11.00
Punto 2:	ESTERO MONROY	7.04	5.9	12.00	12.00	AUSENTE	15.00
Punto 3:	RÍO INAN	7.04	5.9	11.00	14.00	AUSENTE	16.00
Punto 4:	RÍO SAN JACINTO	7.03	5.9	13.00	13.00	AUSENTE	20.00
Punto 5:	RÍO TENGUEL	7.06	5.9	13.00	14.00	AUSENTE	22.00

⁸¹ Ídem.; p. # 48.

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LAS AGUAS TOMADAS EN LOS PUNTOS DE MUESTREO							
Puntos	Lugares	Parámetros					Indicador de degradación
		pH	Mercurio* (µg/l)	Plomo (µg/l)	Cadmio (µg/l)	Arsénico (mg/l)	
	ALTO						
Punto 6:	RÍO GALA ALTO	7.03	5.9	12.00	12.00	AUSENTE	15.00
Punto 7:	QUEBRADA CACHI	7.01	5.9	13.00	11.00	AUSENTE	16.00
Punto 8:	QUEBRADA CACHI ALTO	6.99	5.9	12.00	12.00	AUSENTE	15.00
Punto 9:	QUEBRADA PINGLIO	7.01	5.9	12.00	11.00	AUSENTE	13.00
Punto 10:	ESTERO COCA	7.03	5.9	13.00	10.00	AUSENTE	14.00
Punto 11:	ESTERO CAMPOVE RDE	7.02	5.9	9.00	9.00	AUSENTE	0.00
Punto 12:	RÍO CHICO MEDIO	7.06	5.9	12.00	13.00	AUSENTE	17.00
Punto 13:	RÍO GALA BAJO	7.04	5.9	10.00	13.00	AUSENTE	11.00
Punto 14:	RÍO GALA GUAYAS	7.03	5.9	9.00	11.00	AUSENTE	4.00
Media		7.03		1.4015	1.4142		5.5517
Varianza		0.00035385		1.4015	1.4142		5.5517
Desviación estándar		0.01812654		1.4015	1.4142		5.5517

Fuente: Autores, 2015

3.5. PERCEPCIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN

Como mecanismo de participación y con la finalidad de conocer la opinión de la población asentada en la zona de influencia del río Gala se aplicó encuestas cuya finalidad fue obtener el criterio de la población con respecto a la percepción del grado de contaminación. Estas encuestas se realizaron a moradores y transeúntes de la zona de influencia directa.

3.5.1. Selección del tamaño de Muestra

La selección del tamaño de muestra se ha realizado de acuerdo a la teoría estadística de la campana de Gauss de acuerdo a la población presente para el actual proyecto considerando el 100% de la población de la zona de la cuenca de acuerdo al último censo poblacional del año 2010 considerando las siguientes variables.

Porcentaje de confianza

Es el porcentaje de seguridad que existe para generalizar los resultados obtenidos. Esto quiere decir que un porcentaje del 100% equivale a decir que no existe ninguna duda para generalizar tales resultados, pero también implica estudiar a la totalidad de los casos de la población.

Para evitar un costo muy alto para el estudio o debido a que en ocasiones llega a ser prácticamente imposible el estudio para todos los casos, entonces se busca un porcentaje de confianza menor. Comúnmente en las investigaciones sociales se un 95%.

Para el Presente estudio Consideraremos 95% de confianza.

Porcentaje de error

Es la probabilidad de aceptar una hipótesis falsa como si fuera verdadera, o a la inversa. Al igual que en el caso de la confianza, si se quiere eliminar el error y considerarlo como 0% se requiere tomar como muestra el tamaño de toda la población por lo que conviene tomar un cierto riesgo de equivocarse.

Comúnmente se aceptan entre el 2% y el 9% como error, tomando en cuenta de que no son complementarios la confianza y el error.

Se tomara un error de 5.3%.

Variabilidad

Es la probabilidad (o porcentaje) con el que se aceptó y se rechazó la hipótesis que se quiere investigar en alguna investigación anterior o en un ensayo previo a la investigación actual. El porcentaje con que se aceptó tal hipótesis se denomina variabilidad positiva y se denota por (p), y el porcentaje con el que se rechazó la hipótesis se denomina variabilidad negativa (q)

Las variables (p) y (q) son complementarias, es decir $p+q=1$, además que se habla de máxima variabilidad, en el caso de no existir antecedentes sobre la investigación (no existen pruebas previas) entonces $p = q = 0.5$

Por lo que se tomara $P=Q=0.5$

Población

Es la población de la que se parte para la toma de muestra considerándola como Universo y de la cual se obtendrá la información

Se considera la población de 8881 habitantes que consideran la población dentro de la cuenca determinada en el censo 2010 más la fracción urbana de la zona de la cuenca, siendo esta la población objeto del proyecto.

Considerando un promedio de 4.5 habitantes por vivienda de acuerdo a datos censales del 2010 se obtiene así un universo N de 7274 Familias para el objeto del análisis.

3.5.2. Levantamiento de la información

El levantamiento de la información propiamente dicha se realizó con la aplicación de encuestas de forma aleatoria con la finalidad de obtener una muestra de la situación real; la encuesta nos permitió recoger los aspectos en los órdenes, socio-económico y prácticas sanitarias en la muestra de los hogares a los que se visitó.

LOCALIDAD	Nº VIVIENDAS.	TOTAL DE HAB.DEL PROYECTO	Nº DE ENCUESTAS REALIZADAS.
Zona del proyecto	1974	8881	298

Para determinar las encuestas de percepción a aplicar dentro de la población se utilizó la fórmula para el establecimiento del tamaño de la muestra de hogares “Encuesta de participación ciudadana y percepción”, cubriendo toda el área geográfica de la cuenca.

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}} n_0 = \frac{Z^2 S^2}{e^2}$$

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}} n_0 = \frac{Z^2 S^2}{e^2}$$

Tabla 31. *Calculo para la determinación de la muestra*

Z = Margen de confiabilidad para un 95%
S = Desviación estándar
e = error de estimación
N = población del centro urbano
n ₀ = primera aproximación; y,
n = tamaño de la muestra.

Fuente: *Autores, 2015*

Tabla 32. *Cálculo Tamaño de la muestra*

CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA		
CRITERIO UTILIZADO:		
n = Tamaño de la Muestra	$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{N * E^2 + Z^2 * p * q}$	
DATOS DISPONIBLES:		
Descripción	Símbolo	Valor
Población (Número de Hogares)	N:	1974
Nivel de confianza obtenida de la campana de Gauss para un 95%	Z:	1.96
Variabilidad Positiva	p:	0.50
Variabilidad Negativa	q:	0.50
Error	E:	0.053
RESULTADO OBTENIDO		
Tamaño de la Muestra (n): 291 encuestas.		

Fuente: *Autores, 2015*

De las expectativas recogida en las entrevistas, respecto a la percepción de la contaminación, se evidencia que este tiene aceptación de las personas ubicadas en la zona de influencia directa del proyecto, ya que mencionan que durante muchos años y básicamente en temporadas invernales los suelos se saturan de agua y comienzan a presentarse inundaciones de la zona baja y sus viviendas y por ende el riesgo de contaminación debido a la mezcla de las aguas residuales con las de lluvia o escorrentía que se forma en las calles.

3.5.3. Análisis de las respuestas de la población de la cuenca del río gala

CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN APLICADA.- Se aplicaron 298 encuestas en las comunidades de la parte baja, media y alta de la Cuenca, que incluye las siguientes conclusiones:

- Comunidades de aplicación de la encuesta:
 1. Shumiral.- Asentamiento que se encuentra ubicado en la parte baja de la Cuenca, que pertenece al cantón Camilo Ponce Enríquez, con una población de 3350 habitantes. Su población es producto de corrientes migratorias de varias partes del país, ya sea por sus condiciones productivas agrícolas, su cercanía a los sectores mineros y con alto movimiento comercial. Se encuentra a unos 300 metros del río Gala.
 2. Mirador.- Afincada a la orillas del río Gala y atravesada por la vía que conduce desde Shumiral, hacia las comunidades de la parte media y baja. Su población se dedica básicamente a actividades agropecuarias, con prevalencia de cultivos de cacao nacional y CCN51.
 3. Guadalupe.- de iguales características a la comunidad de mirador.
 4. San Jacinto de Iñán.- Esta comunidad se puede considerar la última de la cuenca baja del río Gala, ya que a partir de esta se inician la cordillera. Está ubicada a la orilla del Río Iñán, uno de los principales afluentes del río Gala. Esta comunidad es un punto de encuentro comercial y de arteria vial, en donde concurren pobladores de las comunidades de Pucul, Duco, Negrillal, Progreso
 5. Progreso.- Ubicada en la parte media de la Cuenca, con una población dedicada a labores agropecuarias y trabajo en las minas de oro. Esta comunidad pertenece a la Subcuenca del río Tenguelillo.

6. San Juan de Naranjillas.- Comunidad de la Parte alta de cuenca, con población altamente dedicada a la minería, en calidad de socios y de trabajadores. Pertenece a la Sub Cuenca del río Tenguelillo.
7. San Gerardo.- Importante sector minero, influenciada por la presencia poblacional de varios sectores del país. Su centro poblacional, dedicado al comercio para satisfacer las necesidades de las minas de San Antonio, La Fortuna y las Paralelas, entre otras.

Ocupación de la Población

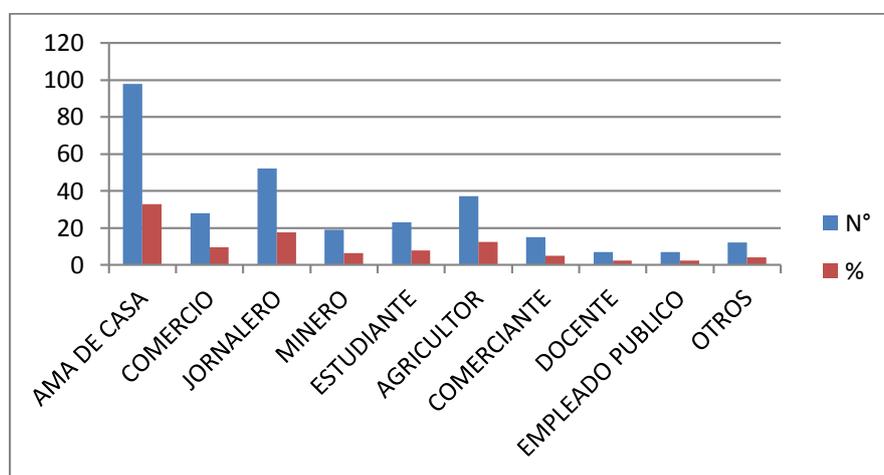


Figura 31. Ocupación de la población

Las encuestas, al ser aplicadas en los hogares, en un tercio de la población consultada, corresponde a las “Amas de Casa”, debido a que las mismas se aplicaron en su mayoría visitando los hogares tomados al azar, en un número proporcional en cada comunidad. Es por ello, que al estar las amas de casa en sus hogares, fueron ellas quienes respondieron las preguntas realizadas.

Otros grupo importante, en un 17,5 % corresponde a personas que no poseen propiedades, y que algunas propias del lugar y otras que acudieron por las fuentes de trabajo que existen en el sector. Esta actividad está centrada en la agricultura y ganadería básicamente.

Un 12% corresponde a propietarios de terrenos agrícolas y pecuarios, quienes se dedican especialmente al cultivo de cacao en la zona baja y ganadería en la zona media y alta.

Un 9,4%, corresponde a comerciantes, en su mayoría tiendas, bazares, ferreterías, restaurantes, de personas oriundas del sector y otras que se asentaron especialmente en Shumiral y San Gerardo a poner sus negocios, como una importante fuente de ingresos económicos.

También se contó con el criterio de estudiantes secundarios, en un 7,7% de la muestra, quienes es su mayoría realizan estudios a distancia y que, durante los días hábiles realizan actividades de producción agrícola o minera.

Especialmente en las comunidades de San Juan de Naranjillas y San Gerardo, por ser el sector minero, una gran parte de la muestra se dedica a la actividad minera propiamente dicha, esto es en un 6,4%.

Otra parte de la población está dedicada al comercio informal o ambulante permanente, docentes, empleados públicos, entre otros.

Motivo de permanencia en el sector

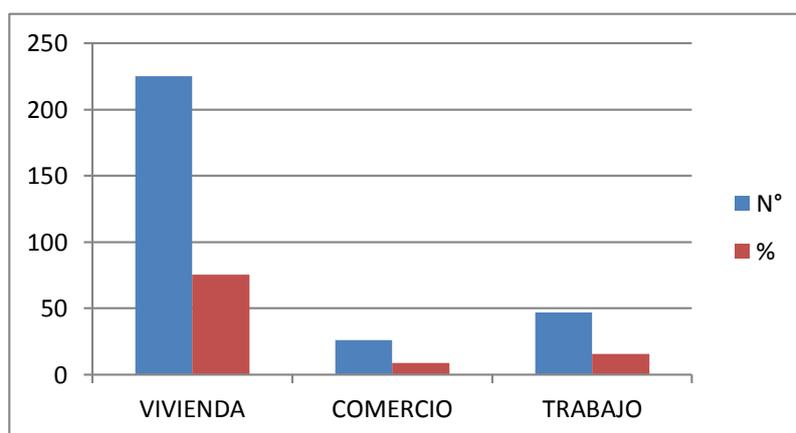


Figura 32. Motivo de permanencia en el sector

Los $\frac{3}{4}$ partes de la población encuestada, tiene su vivienda en el sector, ya que encontró en estas comunidades un medio de vida, que le dio confianza y seguridad para permanecer en este territorio, con fuentes de trabajo, centros educativos y servicios básicos.

El resto de la población por trabajo o comercio, encontró fuentes de empleo en fincas, minas, pequeños y medianos negocios, actividades que las realiza en muchos casos

por varios años, sin la necesidad de tener una vivienda, ya que su empleador le facilita la misma o la arriendan.

Años de permanencia

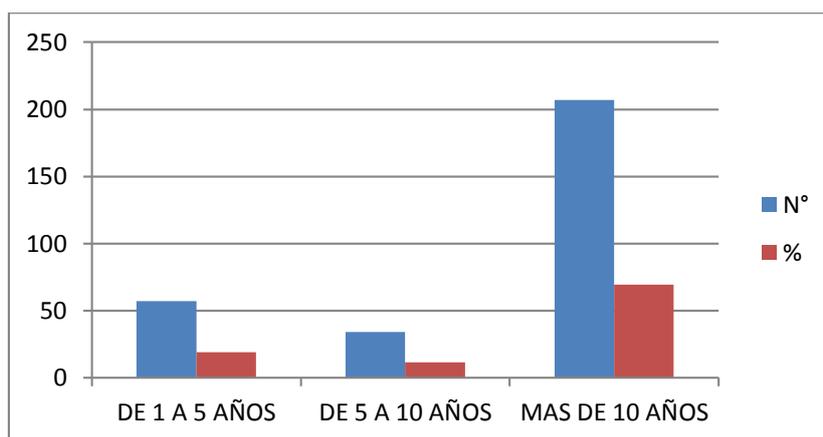


Figura 33. Años de permanencia

La mayoría de la población encuestada, tiene mas de 10 años de permanencia en el sector, en muchos casos por varias décadas, lo que le hace muy conocedora del proceso de cambio y transformación de la Cuenca hidrográfica

Distancia de los ríos de la cuenca hidrográfica o zona de estudio

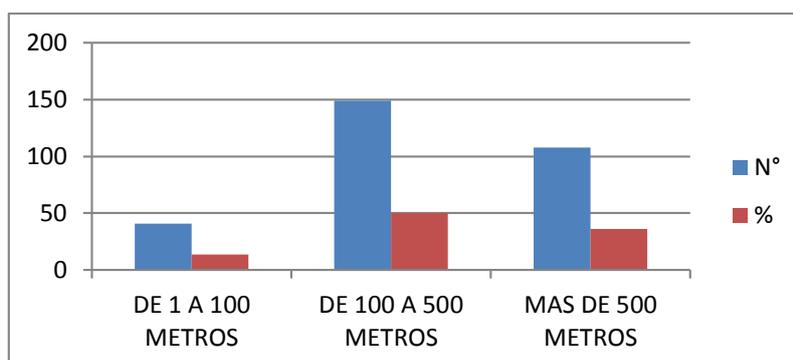


Figura 34. Distancia de los ríos de la zona de estudio

La muestra aplicada está en un 100% de población que se relaciona directamente con la cuenca hidrográfica, tomando para ello los sectores de mayor influencia o centros poblacionales.

La Población de las comunidades de Shumiral, Mirador, Guadalupe y San Jacinto de Iñán, son cercanas al río Gala o sus principales afluentes, es decir un 50% de la población, su vivienda o actividad se desarrolla entre 100 a 500 metros y un 13,8% a menos de 100 metros. Un 36% lo realiza a mayor distancia de los 500 metros, esto es en las comunidades de Progreso, San Juan de Naranjillas y San Gerardo.

Percepción de contaminación

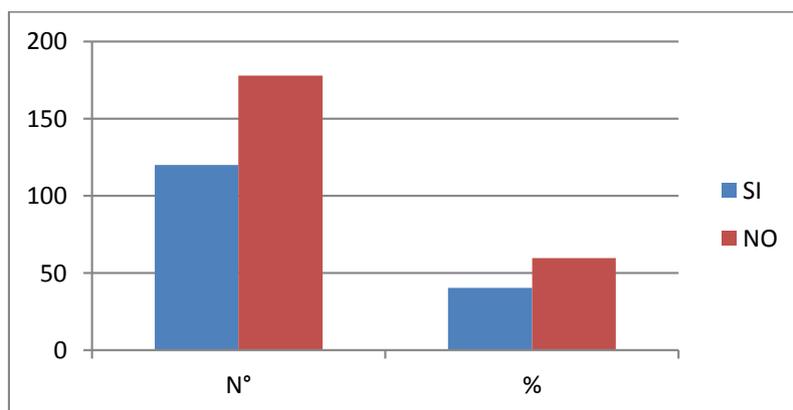


Figura 35. Percepción de contaminación

Casi un 60% de la población encuestada, considera que la cuenca del río Gala no existe contaminación, especialmente la que vive cerca del sector minero o se beneficia de esta actividad. El Otro 40 % considera que si, y es población básicamente de las comunidades de la zona baja, especialmente Shumiral.

Tipo de contaminación, según la población

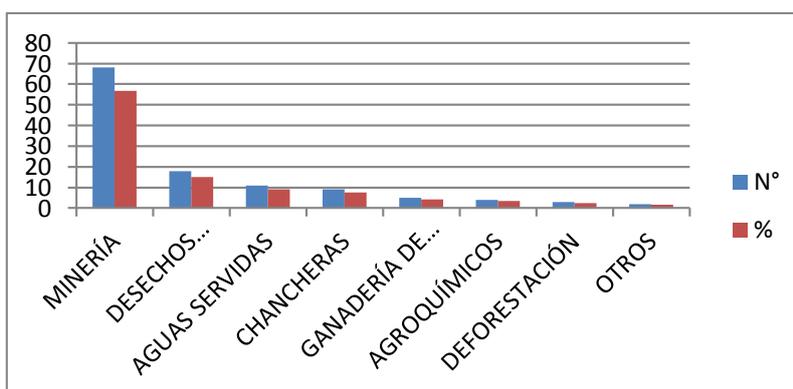


Figura 36. Tipo de contaminación

Del 40% de la población que considera que si existe contaminación en la cuenca, un 56,7% culpa a la minería (Extracción de oro en las zonas de San Gerardo, Fortuna, Paralelas), ya que sus desechos tóxicos caen a los afluentes del río Gala y lo contaminan, así como, las tierras y cultivos donde se produce la explotación.

Otro porcentaje considera que la contaminación se origina por los asentamientos humanos que existen en la cuenca y muchos de ellos a orillas de los ríos de zona, esto es por la mala eliminación de los desechos sólidos y las aguas residuales o servidas, que son botadas sin tratamiento alguno a los ríos.

En menor escala se considera que la producción pecuaria (Bovina y porcina) y la producción agrícola, incluida la deforestación son otra causa de contaminación.

La población que se siente afectada y cómo.

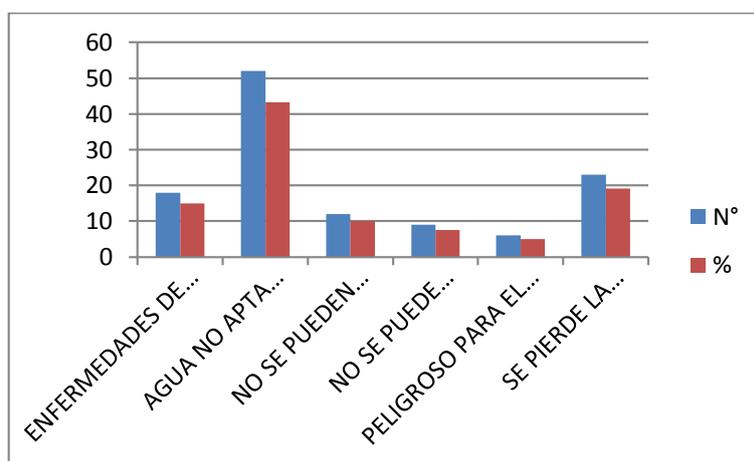


Figura 37. *Afectación de la población*

El 94% de la población que percibe que existe contaminación, se sienten afectados por la misma, en las siguientes formas: Que el agua no es apta para el consumo (43,3%), se pierden las oportunidades de turismo (19,2%), Enfermedades en especial las de la piel (15%), que no se pueden bañar en el río (10%) y que no es utilizable para el riego o animales (7,5%).

Actividades de protección que la población está dispuesta a desarrollar

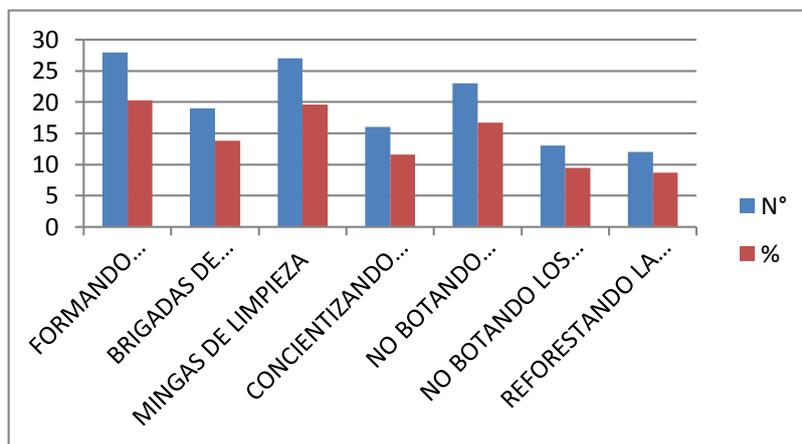


Figura 38. Actividades de protección de la población

En su mayoría, la población que se siente afectada, o ve como una amenaza la contaminación de la cuenca hidrográfica, en especial de los ríos, se muestra voluntaria a colaborar en actividades que puedan proteger o mitigar la contaminación en la zona, planteándose: Conformar comités de apoyo a las autoridades, realizando mingas de limpieza, no botando basura y contaminantes a los ríos, con brigadas de protección, entre otras.

Recomendaciones a las autoridades

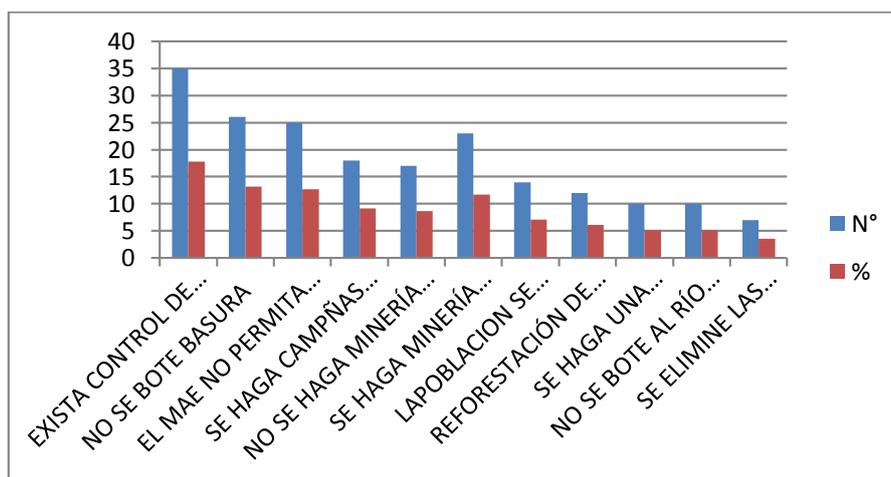


Figura 39. Recomendaciones a autoridades

La mayor exigibilidad de la población encuestada, va dirigida a las autoridades competentes, en especial a quienes tienen la responsabilidad de los permisos mineros, controles ambientales, manejo de los desechos sólidos y aguas servidas.

Por otra parte, se hace llamado a la concientización de la población, tanto de los asentamientos humanos y del sector minero, a realizar de manera responsable sus actividades o el amnejo de desechos.

3.6. LOS CONFLICTOS SOCIALES EN LA CUENCA

De conformidad con los antecedentes anotados y de las investigaciones de campo efectuadas, los autores visibilizan que existen conflictos sociales en potencia y a corto plazo en el caso de que no se revirtiere la situación relativa al manejo integral del agua en el contexto de un apropiado manejo ambiental de la Cuenca del río Gala y de las microcuencas contiguas, en especial el manejo de la presencia de minería, incremento de la frontera agrícola, reducción de bosques y páramos, por otro lado ya se han suscitado y existen conflictos sociales que no permiten la convivencia armónica de los habitantes de la microcuenca entre sí y el avance en las intenciones y acuerdos para su manejo gestión ambiental.

Valoración ecológica de la sub cuenca del río Gala

Existen estrategias de valoración ecológica que son muy útiles para enriquecer los criterios públicos para una gestión sostenible del territorio y para plantear mejor la toma de decisiones de los gestores responsables de la salud ambiental de los espacios soberanos del Ecuador, desde las políticas de conservación de espacios naturales y las técnicas de ayuda a la preservación de la diversidad biológica hasta el ordenamiento territorial, con las estrategias de desarrollo sostenible como eje transversal.

En la región del río Gala, se han obtenido muchos criterios a lo largo de los diferentes muestreos en la zona. Desde la óptica biológica, los criterios de evaluación cualitativa para determinar si una zona se encuentra conservada o intervenida, dependen de la interpretación de información que se los puede resumir en los siguientes:

- Niveles de intervención antrópica (urbanismo, uso de suelo, etc.)
- Presencia/ausencia de especies indicadoras
- Criterios paisajísticos

- Criterios económicos y sociales

CRITERIOS DE VALORACIÓN

Biológico. La formación vegetal encontrada corresponde a la esperada.

Paisajístico. La orografía del lugar es homogénea o presenta cambios.

Uso de suelo. El uso de suelo es uniforme o presente intervención.

Demográficas. Presencia o ausencia de asentamientos humanos.

A continuación se propone, opciones de solución a partir de la problemática identificada como prioritaria.

Tabla 33. Estrategias para superar los Problemas identificados

PROBLEMA	POSIBLES SOLUCIONES
FUENTES HIDRICAS DESPROTEGIDAS	<ul style="list-style-type: none"> • Gestionar proyectos para proteger y conservar fuentes hídricas • Fortalecer las organizaciones que requieran recurso hídrico para su consumo diario.
DISMINUCION DE BOSQUE NATIVO	<p>Establecer un sistema de control para que frontera agrícola no avance más</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacitar a la población en la importancia de mantener el bosque nativo • Crear fondo de pago por servicios ambientales.
AFECTACIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA	<p>Proyecto de protección y conservación de fuentes hídricas</p> <p>Gestionar y poner en práctica acciones de recuperación ambiental</p>
DEBIL ORGANIZACIÓN COMUNITARIA	Fortalecer las organizaciones de base en la CRG

PROBLEMA	POSIBLES SOLUCIONES
PRESIÓN AMBIENTAL SOBRE LAS ÁREAS DE BOSQUE Y FUENTES HIDRICAS	Crear fronteras para no afectar áreas de bosque, ordenamiento territorial con fuerza de ley
DISMINUCION DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL RECURSO AGUA	Gestionar proyectos para recuperar y conservar fuentes de agua subterránea
DEFICIENTE CONTROL EN EL USO Y OPTIMIZACION DEL AGUA	Capacitar en uso eficiente y equitativo del agua
DETERIORO DE LA CUBIERTA VEGETAL DEL PÁRAMO	Invertir en proyectos de recuperación y conservación del páramo que aún queda
CONTAMINACION DE CURSOS DE AGUA SUPERFICIALES	Ejecutar obras de agua y saneamiento en las comunidades junto a la red vial de la CRG
RESERVORIOS PERMEABLES	Gestionar la implementación de proyectos de impermeabilización de reservorios
PROBLEMA	POSIBLES SOLUCIONES
FALTA DE INFRAESTRUCTURA	Gestionar la disponibilidad de infraestructura de salud, vial, educativa, de riego, entre otros.
FALTA DE CONCIENCIACIÓN AMBIENTAL	Capacitar en concienciación ambiental a actores locales, jóvenes (hombres y mujeres), y niños sobre el cuidado del medio ambiente en la CRG

PROBLEMA	POSIBLES SOLUCIONES
BAJA PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA Y GANADERA	Capacitar en transferencia e tecnologías para mejorar productividad pecuaria y agrícola. Invertir en proyectos comunitarios innovadores para mejorar productividad agropecuaria
FALTA DE EMPRENDIMIENTOS PRODUCTIVOS	Capacitar en evaluación de proyectos para emprendedores Gestionar el apoyo en proyectos innovadores
BAJA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCION LECHERA	Proyecto para mejorar rentabilidad en toda la cadena de valor de la comercialización de lácteos.
EXISTENCIA Y MAL MANEJO DE PLANTACIONES EXOTICAS	Implementar prácticas para manejar plantaciones de plantaciones ajenas al entorno adecuadamente
INSUFICIENTE SERVICIO DE SALUD	Gestionar servicios de salud para dar acceso a la población local
EROSION DE LOS SUELOS POR CULTIVOS EN ZONAS DE PENDIENTES	Elaborar proyectos para recuperar suelos erosionados
INEQUIDAD SOCIAL	Promover proyectos alternativos para generar ingresos
CONTAMINACION DE SUELOS	Identificar suelos contaminados para recuperarlos.

Fuente: Autores

En la tabla siguiente se muestra las principales estrategias reactivas, adaptativas y ofensivas procedentes de los cruces entre debilidades amenazas, fortalezas y oportunidades (DAFO).

Tabla 34. Resultado de la aplicación matriz DAFO

	AMENAZAS	OPORTUNIDADES
Debilidades	<p>Estrategias Reactivas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Buscar fuentes de ingreso alternativos para productores • Elaboración y gestión de propuestas para mejoramiento de sistemas de riego y agua potable y saneamiento. • Gestión de asistencia técnica y financiera para los productores • Aplicación de tecnologías de conservación de suelos y agricultura orgánica • Mejoramiento de la red vial en la CRG • Fortalecer las organizaciones de base de las comunidades y barrios locales • Elaboración de propuestas para la gestión de fondos para la gestión de fondos para la ejecución del programa de gestión con sus subprogramas y proyectos en la CRG 	<p>Estrategias Adaptativas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprovechar el valor estratégico de ubicación de la cuenca del río Gala para potenciar su desarrollo. • Aprovechar el interés de la población local identificado en el manejo de la Cuenca. • Aplicación de un sistema de pago por servicios ambientales de acuerdo a la disponibilidad de pago de los usuarios de agua en la Cuenca.
Fortalezas	<p>Estrategias Reactivas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprovechamiento de la oferta hídrica de la Cuenca, para satisfacer de demanda actual de agua y futura de la población. • Aprovechar la capacidad productiva de los suelos de acuerdo a sus aptitudes 	<p>Estrategias Ofensivas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brindar la cantidad y calidad necesaria de agua a la población demandante tanto para riego cuanto para agua potable dentro y fuera de la Cuenca • Implementar proyectos pilotos que puedan ser replicados en otros lugares similares. • Difundir los avances del programa de manejo de la CRG a los habitantes que en ella residen.

Fuente: Autores

Plan Operativo General

Tabla 35. Plan Operativo Cuenca del río Gala

	Programas, Actividades	Proyectos,		Metas	Resultados Esperados	Indicadores de Gestión
		SUBPRO GRAMA	Cód.				Proyectos
1	Protección y mejoramiento de la calidad del agua	1.1	Recuperación del bosque de ribera	Retención de efluentes contaminantes por uso de "gallinaza" y agroquímicos al 2025	Efluentes contaminantes retenidos	Calidad de agua en zona de bosque de ribera
				Regeneración del paisaje de ribera y reposición de biocorredores.	Biocorredor regenerados	Área de bosque ribereño regenerado
		1.2	Control de emisiones a cuerpos de agua	Presencia de organismos de control como la CGA, para el cumplimiento de la legislación Ambiental, hasta el 2018	Cumplimiento de normativa	Nivel de cumplimiento de normativa
		1.3	Control en el uso de agroquímicos	Presencia de organismos de control como la CGA, para el cumplimiento de la legislación Ambiental, hasta el 2018	Control en el uso de agroquímicos de sello rojo	Nivel de cumplimiento de normativa
		1.4	Recuperación y protección de fuentes hídricas	Recuperación y conservación un aproximado de 200 has. de bosque natural en fuentes de agua al 2022	Fuentes hídricas recuperan su nivel de retención y producción de aguas	Área de bosque ribereño recuperada
		1.5	Recuperación del régimen natural de las lagunas de Mangan y otras.	Captaciones antitécnicas eliminadas al 2016	Eliminar captaciones antitécnicas	Número de captaciones antitécnicas
				Régimen natural de las lagunas hasta el 2020	Recuperar lagunas naturales	Área de régimen natural recuperado

	Programas, Actividades		Proyectos,		Metas	Resultados Esperados	Indicadores de Gestión
	SUBPROGRAMA	Cód.	Proyectos				
2	Educación ambiental	2.1	Educación ambiental para niños	Tres programas de educación ambiental, enfocados a la niñez, concluidos hasta el 2016	Niños con conocimiento y sensibilidad ambiental	Número de niños capacitados	
		2.2	Campañas de educación ambiental para ganaderos y agricultores	Tres programas de educación ambiental, enfocados a los ganaderos y agricultores, concluidos hasta el 2016	Ganaderos y agricultores capacitados para aplicar técnicas de producción ambientalmente amigables	Número de ganaderos y agricultores capacitados	
		2.3	Pasantías para líderes y lideresas jóvenes, de las comunidades de la CRG, en proyectos de gestión ambiental exitosos	20 pasantías realizadas hasta el 2020	Replicar modelos de gestión exitosos en la microcuenca	Número de líderes y lideresas con destrezas implementando	
3	Suelos erosionados recuperados	3.1	Plan piloto de reforestación de la microcuenca del río Gala	Se han reforestado 50 hectáreas dentro de un plan piloto hasta el 2022	Recuperar suelos erosionados	Área reforestada	
		3.2	Recuperación de suelos erosionados en propiedades	Al 2026 se ha recuperado el 65% de suelos erosionados en propiedades		Área recuperada y protegida en propiedades	
		3.3	Recuperación de suelos erosionados en UPAS	Al 2026 se han recuperado 80% de suelos erosionados en UPAS		Área Recuperada en UPAS	

	Programas, Actividades		Proyectos,		Metas	Resultados Esperados	Indicadores de Gestión
	SUBPROGRAMA	Cód.	Proyectos				
4	Manejo adecuado de plantaciones de plantaciones ajenas al entorno	4.1	Raleo de plantaciones ajenas al entorno en zona alta	El 100% de área de plantaciones ajenas al entorno sembrado ha realizado acciones de raleo hasta el 2020	Supervivencia de vegetación nativa garantizada y crecimiento adecuado de la planta de plantaciones ajenas al entorno seleccionada para su posterior cosecha	Área de plantaciones ajenas al entorno para cosecha	
		4.2	Enriquecimiento del bosque exótico	615 hectárea de bosque exótico enriquecido con plantas nativas al 2020	Revegetación con especies nativas presentes en franco desarrollo al interior de los bosques de plantaciones ajenas al entorno	Área de Bosque exótico enriquecido	
5	Impermeabilización de sistemas de transporte y almacenamiento de agua para riego	5.1	Construcción e impermeabilización de canales de riego.	Canales de riego captados desde el río Gala revestido en el 100% de su longitud hasta julio del año 2018	Infiltración de caudales de agua captados y transportados eliminado	Nivel de pérdidas por infiltración	
		5.2	Mejoramiento de Canales de riego captado del río Gala.	Canal de riego en revestido en el 100% de su longitud hasta Diciembre el 2018		Nivel de pérdidas por infiltración	
		5.3	Mejoramiento de canales de riego captados de los afluentes.	Canal de riego en , revestido en el 100% de su longitud hasta Diciembre del año 2018		Nivel de pérdidas por infiltración	
		5.4	Estudios y construcción de proyectos de Riego por Aspersión en UPAs	Aproximadamente 100 hectáreas de UPAs con tecnificación en sistemas de riego al 2018	Uso y aprovechamiento de agua para riego optimizados	Área de cobertura en riego implementado	

	Programas, Actividades		Proyectos,	Metas	Resultados Esperados	Indicadores de Gestión
	SUBPROGRAMA	Cód.	Proyectos			
6	Protección y extensión forestal	6.1	Reproducción de especies de páramo de la zona alta	Área de Bosque de Polylepis en zona lacustre, ampliada en 12 hectáreas al 2022	Flora y fauna, recuperadas y preservadas	Área de bosque ampliado y recuperado
		6.2	Guardabosques en la microcuenca del río Gala	Se ha implementado un sistema de monitoreo y seguimiento en la conservación con un guardabosques al 2018	Agresiones ambientales a bosque y pajonales eliminados	Sistema monitoreando y en funcionamiento
		6.3	Producción de intercultivo con cultivos y árboles, y una combinación de pastos.	Al 2020 se han implementado 10 proyectos de silvopasturas en UPAS y propiedades.	Introducción y aceptación de nuevos conceptos en las prácticas agrícolas del medio en la zona.	Número de proyectos ejecutados favorablemente
		6.4	Transferencia de tecnología forestal en las comunidades de la CRG	Al 2018 se han implementado 5 sesiones de intercambio de experiencias y conocimientos en protección y conservación forestal	Generación de capital intangible en el manejo forestal	Número de intercambios y experiencia exitosas replicadas
		6.5	Rehabilitación de ecosistemas forestales degradados	el 65% de ecosistemas degradados se han rehabilitado al 2018	Ecosistema degradado recuperado.	% de ecosistema rehabilitado
7	Manejo del Bosque natural	7.1	Territorio delimitado en bosque natural	al 2018 se ha delimitado con exactitud el territorio de bosque natural	Superficie boscosa conocida y definida para su manejo sustentable	Área de bosque remanente informatizada y disponible en una base de datos
		7.2	Instalación de viveros para reforestación y forestación en lugares estratégicos.	30000 unidades de plantas nativas despachadas hacia aéreas de reforestación y enriquecimiento de bosque	Microcuenca dotada de capacidad para producción continua y provisión oportuna de plantas, para	Número de plantas para reforestación generadas

	Programas, Actividades		Proyectos,		Metas	Resultados Esperados	Indicadores de Gestión
	SUBPROGRAMA	Cód.	Proyectos				
						abastecer programa de reforestación	
		7.3	Conservación y manejo sustentable del bosque nativo en la zona media de la CRG	Al 2026, se ha incorporado el 80% del bosque nativo de la zona media al sistema de áreas nacional de áreas protegidas.		Bosque nativo en la zona media de la CRG conservada y manejada sustentablemente	Área de bosque incorporado al Sistema Nacional de áreas Protegidas
8	Salud mejorada	8.1	Educación para la salud, relacionada con el uso e ingesta de agua potable	Al 2019, se ha reducido en el 80% los casos de enfermedades gastrointestinales y 90% de casos de afecciones a la piel, en el segmento de la población vulnerable		Salud de la población vulnerable mejorada	% de reducción de casos por enfermedades gastrointestinales
		8.2	Mejoramiento de infraestructura de salud en la CRG	Al 2022 la población de la microcuenca cuenta con subcentro de salud		Subcentro de salud prestando servicio de excelencia a la población	Subcentro de salud implementado y en funcionamiento
9	Mejoramiento económico	9.1	Servicios ambientales implementados con autogestión	Al 2018 los beneficiarios de los servicios ambientales generados por en la microcuenca han acordado y aceptado efectuar los pagos para sustentar en el tiempo los bienes ambientales generadores.		Introducción de cultura de pago por servicios ambientales recibidos	Monto anual por pago de servicios ambientales
		9.2	Competitividad en las pequeñas microempresas aplicada	El 70% de las microempresas existentes, han mejorado su nivel competitivo con respecto a las similares existentes en las microcuencas vecinas		Microempresas logran ventaja competitiva con respecto a las similares	Nivel competitivo de pequeñas empresas

	Programas, Actividades		Proyectos,		Metas	Resultados Esperados	Indicadores de Gestión
	SUBPROGRAMA	Cód.	Proyectos				
		9.3	Fondo semilla para financiamiento de proyectos comunitarios aplicado		Al 2020 se encuentra funcionando y ofertando sus servicios el sistema de fondo semilla	Proyectos comunitarios financiados por la propia comunidad.	Fondo implementado y funcionando
10	Infraestructura vial mejorada	10.1	Mejoramiento de red vial de la cuenca y microcuencas (ensanchado y mantenimiento)		al 2022, se ha logrado contar con una red vial de alta calidad y alto nivel de seguridad, en 20 km.	Reducción de tiempos de viaje, ahorros en costos de operación y mantenimiento vehicular, alto nivel de confortabilidad en transporte, incremento en los niveles de seguridad, eliminación de fango u polvo y reducción del ruido ambiental y reducción en la emisión de gases, etc.	Longitud vial Mejorada y en funcionamiento con carpeta asfáltica
		10.2	Mantenimiento vial a las comunidades y barrios de la CRG		al 2022 el 70% de red vial secundaria dentro de la microcuenca ha mejorado mejorar su calidad en un 90%	Reducción de tiempos de viaje, ahorros en costos de operación y mantenimiento vehicular, alto nivel de confortabilidad en transporte, incremento en los niveles de seguridad, etc.	Longitud vial atendida anual
		10.3	Ampliación de la microempresa vial a otras vías de la CRG		Al 2025 La microempresa vial amplía su cobertura de mantenimiento en un 100%		Cobertura ampliada en mantenimiento vial

	Programas, Actividades		Proyectos,		Metas	Resultados Esperados	Indicadores de Gestión
	SUBPROGRAMA	Cód.	Proyectos				
11	Formación en uso de recursos naturales y fortalecimiento de capacidades locales	11.1	Capacitación en Administración y uso de los recursos naturales	Al 2020 se han implementado 10 proyectos de capacitación en uso y administración de recursos naturales.	Población adiestrada y con conocimiento para el manejo sustentable de los recursos naturales	número de proyectos en manejo sustentable de recursos naturales ejecutándose por la población adiestrada	
		11.2	Fortalecimiento de organizaciones comunitarias.	Al 2016, se han fortalecido tres organizaciones administradoras de riego, conjuntamente con el consejo de gestión de la microcuenca.	Manejo eficiente y acceso equitativo al agua.	Nivel Eficiencia en el manejo y distribución equitativa del agua en sistemas de riego	
		11.3	Fortalecimiento de organizaciones de Ganaderos	El 60% de ganaderos organizados han fortalecido su organización	Apoyo mutuo entre socios, para logro de objetivos comunes	Número de proyectos ejecutados por organizaciones ganaderas	
		11.4	Fortalecimiento organizativo de agricultores	El 60% de agricultores organizados han fortalecido su organización	Apoyo mutuo entre socios, para logro de objetivos comunes	Número de proyectos ejecutados por organizaciones agrícolas	
12	Servicios básicos implementados	12.1	Construcción de redes de alcantarillado para el sector de Gala Grande	Sistema de alcantarillado de Gala grande construido y en funcionamiento al 2018	Eliminación de descargas directas de aguas residuales domésticas a los cuerpos de agua naturales	Grado de contaminación de aguas de drenajes hídricos por descargas domésticas en el río Gala	
		12.2	Construcción de redes de alcantarillado para el sector de Gala en la zona media y	Sistema de alcantarillado de la zona media y alta del río Gala construido y en funcionamiento al 2018	Eliminación de descargas directas de aguas residuales domésticas a los cuerpos de agua	Grado de contaminación de aguas de drenajes hídricos por descargas domésticas en el	

	Programas, Actividades	Proyectos,		Metas	Resultados Esperados	Indicadores de Gestión
		SUBPROGRAMA	Cód.				Proyectos
			alta.		naturales	río Gala y quebradas.
		12.3	Construcción de redes de alcantarillado para el sector de Bajo de la Cuenca	Sistema de alcantarillado de la zona baja de la Cuenca, construido y en funcionamiento al 2018	Eliminación de descargas directas de aguas residuales domésticas a los cuerpos de agua naturales	Grado de contaminación de aguas de drenajes hídricos por descargas domésticas en el río Gala
		12.4	Construcción de colectores marginales en el río Gala	Colectores marginales del río Gala construidos y en funcionamiento al 2018	Eliminación de descargas directas de aguas residuales domésticas a los cuerpos de agua naturales	Grado de contaminación de aguas de drenajes hídricos por descargas domésticas en el río Gala
		12.5	Construcción de Unidades Básicas Sanitarias (letrinas) en microcuencas del río Gala	El 90 % de viviendas si posibilidad de acceso a las redes de alcantarillado cuentan con cada una de ellas con su Unidad Básica Sanitaria, para la disposición de excretas	Nivel de contaminación ambiental por inadecuada disposición de excretas disminuida	Número de viviendas con letrinas implementadas
13	Producción agrícola y ganadera mejorada	13.1	Implementación de estrategias para mejorar el ganado vacuno	Al 2017, se ha mejorado genéticamente a 30 animales.	Incremento en el nivel de producción lechero	Número de animales mejorados genéticamente
		13.2	Mejoramiento en la producción de ovinos	Al 2018 se ha mejorado en un 100% la producción de ovinos	Incremento en el nivel de ingresos por mejora en la producción	Rendimiento sobre la inversión mejorada
		13.3	Mejora en la producción de cuyes y animales	150 familias han mejorado su nivel de producción de cuyes y animales menores en un	Incremento en el nivel de ingresos por mejora en la producción	Rendimiento sobre la inversión mejorada

	Programas, Actividades	Proyectos,		Metas	Resultados Esperados	Indicadores de Gestión
		SUBPROGRAMA	Cód. Proyectos			
			menores.	100% al 2018		
		13.4	Mejoramiento en la producción de productos agrícolas de la zona	La producción de productos agrícolas de la zona mejora su nivel de productividad de 284 a 500 quintales anuales (200%) al 2018	Incremento en el nivel de ingresos por mejora en la producción	Rendimiento sobre la inversión mejorada
		13.5	Mejora de pastos	Al 2022, 1000 hectáreas de pastos mejoran su rendimiento en un 25%	Incremento en el nivel de ingresos por mejora en la producción	Rendimiento sobre la inversión mejorada
14	Emprendimientos en la microcuenca	14.1	Creación de la microempresa ambiental	Al 2018 se tiene creada y en funcionamiento una microempresa ambiental.	Constitución y funcionamiento de una instancia técnica y administrativa para la planificación y ejecución de los planes y programas y proyectos en la instancia ambiental	Microempresa ambiental funcionando con programas y proyectos de su área
		14.2	Huertos orgánicos comunitarios	Se han implementado 5 huertos orgánicos comunitarios al 2018	Población de la microcuenca se abastece de productos agrícolas libres de pesticidas y agroquímicos	Número de huertos orgánicos abasteciendo a hogares
		14.3	Alianzas estratégicas con organismos nacionales e internacionales	Al 2020, se cuenta con 5 convenios en ejecución	Recursos no reembolsables captados para financiamientos de proyectos del programa de manejo ambiental	Número de convenios firmados e imprimiéndose
		14.4	Desarrollo de programas educativos que generen	al 2018 se cuenta con 2 programas ejecutándose, para generación de	Generación de emprendimientos productivos	Número de empleos generados

	Programas, Actividades	Proyectos,		Metas	Resultados Esperados	Indicadores de Gestión
		SUBPROGRAMA	Cód.				Proyectos
			empleo	empleo	alternativos	
		14.5	Apoyo a grupos asociativos en proyectos productivos	6 grupos asociativos cuentan con apoyo directo ejecutándose en proyectos productivos al 2018	Créditos a grupos asociativos, otorgados por diversas instituciones públicas y privadas	Número de créditos otorgados favorablemente
15	Industria lechera potencializada	15.1	Creación de una microempresa con la producción lechera.	Al 2016 las mujeres de la asociación de Riego cuentan con una microempresa productora de quesos.	Agroindustria de lácteos diversificada con enfoque de género	Nivel de producción ejecutándose
		15.2	Fortalecimiento de productores de leche	El 50% de productores de leche se han fortalecido al 2018	Capital intangible generado en productores de lácteos	Número de productores de leche fortalecidos con mejora en su producción

Fuente: Autores

3.7. MODELO DE MANEJO Y GESTIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA

El manejo y la gestión de las cuencas hidrográficas se refiere a la forma de cómo el poder local y la población asentada en la zona de influencia facilita el acceso al cuidado, protección e implementación de mecanismos, herramientas y procedimientos para proteger, conservar y obtener beneficios de los recursos que existen dentro de la cuenca, esto debe incluirse dentro de una manera formal, regulado y reconocido por la normativa Ecuatoriana. La importancia de este estudio, busca fortalecer la relación entre las actividades económicas con aquellas que posibilitan una normal convivencia de los sectores aledaños. Con las organizaciones comunitarias y sus procedimientos financieros, técnicos y administrativos con integralidad, sostenibilidad y equidad, respondiendo así, al enfoque de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico. Debe entenderse como una propuesta, no como un modelo único.

PROPUESTA DE CONFORMACIÓN DE UN COMITÉ DE GESTIÓN PARA EL MANEJO DE LA CUENCA DEL RÍO GALA

INTRODUCCION

La responsabilidad de administrar los recursos hídricos está mayormente dispersa, fragmentada y carente de mecanismos de coordinación intersectorial. Las estructuras tradicionales de administración a nivel nacional tienden a ser centralizadas, con casi ninguna participación de los usuarios, los gobiernos locales y otros actores.

Las consecuencias de ésta administración fragmentada, descoordinado y poco participativa se manifiestan con mayor fuerza a nivel de cuencas hidrográficas

Los recursos naturales del país requieren de sistemas de gestión sustentables, que permitan un aprovechamiento óptimo y el control de los procesos de contaminación, deforestación y erosión.

Las fuentes de abastecimiento de agua, para los diferentes usos y servicios son cada vez más escasas, en cantidad, calidad y oportunidad, en relación a la creciente demanda de la sociedad, lo que ocasiona conflictos que afecta la estabilidad económica, social y ambiental.

El estudio de la Estrategia para el Manejo de los Recursos Hídricos en el Ecuador (2000 – 2004), recomienda la necesidad de establecer en el país un nuevo sistema de gestión integral de estos recursos, que permita al Estado regular y controlar el buen uso y gestión óptima del agua, dentro de un proceso participativo de los diferentes actores.

Este proceso participativo deberá ser permanente y con la representación de los diferentes actores y usuarios públicos y privados e instituciones involucradas en la gestión y manejo de los recursos hídricos y la Cuenca hidrográfica en general.

Debido a la importancia que tiene la Cuenca del río Gala es necesario realizar acciones tendientes a conservar este importante espacio geográfico, mediante la coordinación y concertación con los actores locales e institucionales de la Cuenca, en un ámbito participativo y potenciador de planes, programas y proyectos orientados al manejo de

Al Sur de la Cuenca del Río Gala; tiene una altura que va desde 1000 m.s.n.m. hasta 1899 m.s.n.m. (1462m m.s.n.m. sector Comunidad de Naranjillas). Las comunidades que pertenecen a esta área son: Pucul, Progreso, Naranjillas, San Gerardo, La Unión.

Al Suroeste de la Cuenca del Río Gala; cuenta con una altura que va desde 500 m.s.n.m. hasta 999 m.s.n.m. (579 m.s.n.m. sector Comunidad San Pedro). Las comunidades que pertenecen a esta área son: San Pedro y San Jacinto de Iñán.

OBJETIVOS

El Comité de Gestión de la Cuenca del Río Gala tendrá los siguientes objetivos:

- Impulsar la coordinación entre las instituciones, organizaciones y los usuarios de la Cuenca, para lograr el desarrollo sustentable del sistema hidrográfico, orientado hacia la gestión y manejo del agua, como parte de la gestión y manejo de los recursos naturales.
- Crear una base formal para el manejo de la Cuenca del río Gala, a fin de aunar esfuerzos y evitar la duplicidad de acciones institucionales.
- Fomentar la gestión del agua en la Cuenca
- Apoyar el manejo y conservación de la Cuenca.
- Lograr la coordinación de acciones y la implementación de políticas tendientes a preservar los recursos naturales de la Cuenca, fundamentalmente el agua.

ORGANIZACIÓN DE LA CUENCA

En el acuerdo que se firme para la Conformación del Comité de Gestión se deberá establecer la institución en la cual funcionará el Comité Técnico, debiendo en lo posible por asuntos de logística y operativos funcionar en un lugar céntrico y de fácil acceso y comunicación con los involucrados a la cual pertenece la Cuenca.

Para comenzar a funcionar se deberá establecer reuniones, acuerdos, compromisos y crear un ente de coordinación en la que participen todas las instituciones y organizaciones que firmen el acuerdo de constitución y designarán al presidente por votación nominativa simple.

El presidente solicitará que se designen a los delegados institucionales tanto principal como alterno, para la conformación del Comité Técnico, mismo que tendrá las siguientes funciones:

FUNCIONES DEL COMITÉ TÉCNICO

- Elaborar el Reglamento de Funcionamiento de la Junta Ejecutiva y del Comité Técnico.
- Implementar el Plan de Manejo Ambiental, para lo cual elaborará el respectivo cronograma anual de actividades.
- Elaborar el Plan Operativo Anual y el presupuesto que se requiere para el cumplimiento del mismo, el cual será presentado para la aprobación a la Junta Ejecutiva.
- Gestionar los recursos necesarios para el cumplimiento del Plan Operativo ante las organizaciones que conforman el Comité de Gestión u otras organizaciones estratégicas.
- Realizar el seguimiento del Plan de Manejo, para lo cual se reunirá en forma ordinaria una vez al mes, de forma extraordinaria por convocatoria del Coordinador Técnico o de la mayoría de los miembros.
- En cada reunión se aprobará el acta de la sesión anterior y tratará el orden del día, el mismo que dará cuenta de la planificación mensual y de las estrategias para el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental.
- El Comité Técnico definirá el “Equipo Básico Permanente” de apoyo técnico y logístico, que participará y coadyuvará en la implantación del Plan del Manejo Ambiental.

De entre los delegados institucionales se designará al Coordinador Técnico, el mismo que tendrá las siguientes funciones:

FUNCIONES DEL COORDINADOR TÉCNICO

- Convocará y presidirá las reuniones del Comité Técnico. Para las convocatorias se establecerá la hora, día, así como el orden del día.
- El Coordinador Técnico ejecutará las decisiones que se tomen dentro del Comité Técnico y de Gestión.

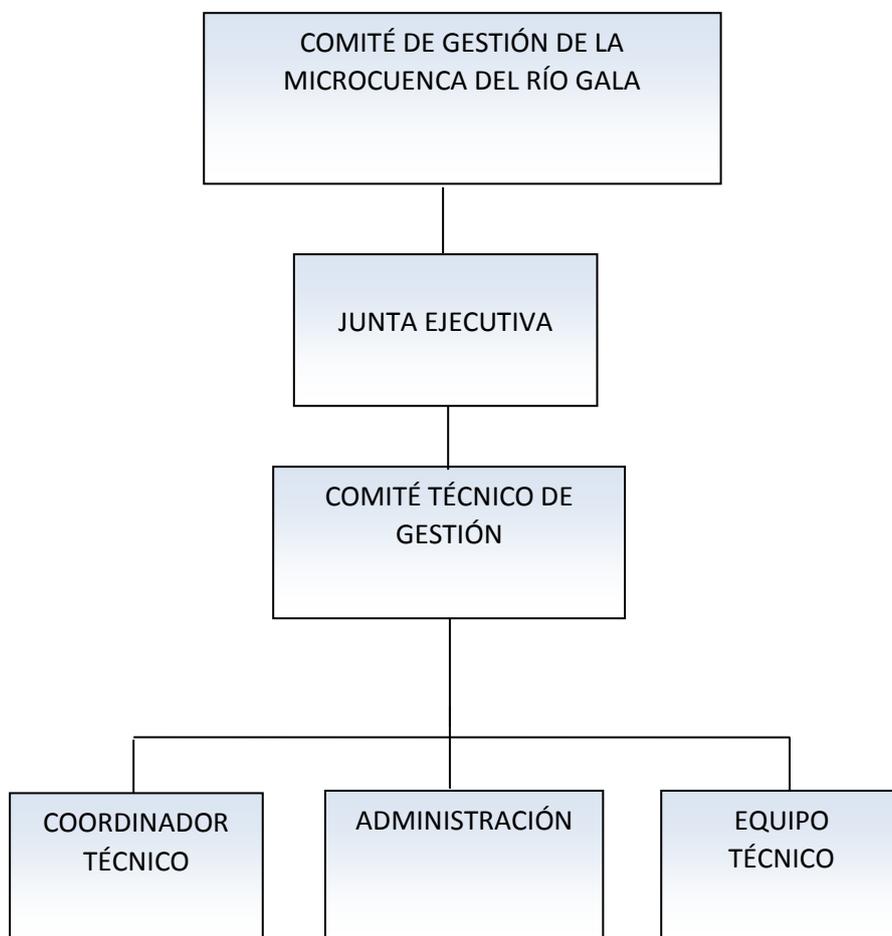
- Semestralmente el Coordinador Técnico presentará al Comité de Gestión un informe de labores en el cual se visualice el cronograma ejecutado y valorado.
- En las reuniones del Comité de Gestión, fungirá como secretario

INTEGRANTES DEL COMITÉ DE GESTIÓN

Entre las organizaciones que integren el Comité de Gestión deben considerarse:

- GAD Municipal de Camilo Ponce Enríquez
- GAD Provincial del Azuay.
- GAD Parroquial de El Carmen de Pijilí
- Consorcio de la Cuenca del Río Jubones
- Ministerio del Ambiente
- Secretaria Nacional del Agua como organismo gestor / Demarcación Hidrográfica de la cuenca.
- Organizaciones productivas y comunitarias legalmente reconocidas, en representación de los actores locales.

ORGANIGRAMA DEL COMITÉ DE GESTIÓN



RESULTADOS ESPERADOS

- En el término de siete meses se cuenta con una instancia de gestión, coordinación y ejecución, denominado Comité de Gestión de la Cuenca del río Gala , legalmente reconocida
- El GAD Municipal de Camilo Ponce Enríquez, a través de la UGA será el responsable de la coordinación de actividades para la conformación del comité de Gestión de la Cuenca del río Gala.

- El Comité de Gestión a partir de su conformación, en el tiempo de un mes, establece la Junta Ejecutiva la misma que estará conformada por un delegado del Prefecto Provincial del Azuay, un delegado del Alcalde del Cantón, un delegado de la red Hidrográfica, el Director Regional del Ministerio del Ambiente, el Coordinador Técnico del consorcio de la cuenca del río Jubones, el representante de las organizaciones sociales, el Director Ejecutivo del ECORAE, o sus representantes, y el Comité Técnico de Gestión Ambiental.
- El Comité Técnico de Gestión Ambiental estará conformado por un representante principal y un suplente de cada una de las organizaciones que conforman el Consejo de Gestión, cuya conformación se realizará en la primera sesión de la Junta Ejecutiva.
- La gestión de la Cuenca se la realiza a partir de un plan operativo anual realizado de manera participativa con la presencia de las instituciones y organizaciones que conforman el Comité de Gestión.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Para el funcionamiento del Comité de Gestión se deberá considerar en los presupuestos institucionales del GAD Provincial del Azuay y del GAD Municipal de Camilo Ponce Enríquez con la asignación de los recursos necesarios, a la vez que se deberá realizar gestiones con otras organizaciones del Estado que aporten económicamente para el funcionamiento del Comité y la implantación del Plan de Manejo, para lo cual desde el Comité Técnico se elaborarán proyectos que permitan buscar fuentes de financiamiento.

PROCEDIMIENTO Y PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACIÓN

Para la conformación del Comité de Gestión, el GAD municipal, de preferencia, realizará el acercamiento y socialización de la propuesta a instituciones y organizaciones estratégicas para la gestión y manejo de la Cuenca, en las cuales se generará la voluntad de participación, para ello se estima el siguiente procedimiento y presupuesto.

PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA PARA LA CONFORMACIÓN DEL COMITÉ DE GESTIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO GALA

Tabla 36. Cronograma

ACTIVIDAD	CANT.	C.U.	C. TOTAL	CRONOGRAMA DEL MES								
				1	2	3	4	5	6	7		
Generar voluntad política del Consejo Cantonal y de las autoridades locales para la conformación del Comité de Gestión	Reunión	4	100	400	X							
Firma del Acuerdo de Conformación del Comité de Gestión	Reunión	1	200	200		X	X					
Conformación de la Junta Ejecutiva y el Comité Técnico	Reunión	1	100	100				X				
Elaboración del Reglamento de funcionamiento de la Junta Ejecutiva y el Comité Técnico	Taller	1	200	200					X			
Socialización y aprobación del reglamento por parte del Comité de Gestión	Reunión	2	200	400						X		
Gestiones para el reconocimiento legal del Comité de Gestión	Reunión	3	200	600								X
T O T A L				1900								

Fuente: Autores

Luego de la conformación del Comité de Gestión se deberá elegir a las dignidades que conformarán tanto la Junta Ejecutiva como el Comité Técnico, de entre los representantes de las instituciones que conforman el Comité.

BASE LEGAL PARA LA CREACION DEL COMITÉ DE CUENCA

De acuerdo a lo que establece el artículo 4 de la Codificación de la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, la administración del patrimonio forestal del Estado le corresponde al Ministerio del Ambiente, para lo cual coordinará

con entidades para el ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas, así como en la administración de las áreas naturales del Estado y de los bosques de dominio público.

El artículo 165 del Libro IV, Título VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, establece que “Las áreas protegidas, a excepción de las privadas, podrán contar con el apoyo de un grupo organizado, denominado “Comité de Gestión”, integrado voluntariamente por representantes del sector público o privado, que en el ámbito local tengan intereses o injerencia territorial en el área protegida”.

Art. 166.- El Comité de Gestión constituye el ente organizado que se conforma para poder participar e incorporarse en el ámbito de acción de cada área protegida del Ecuador, pudiendo estar integrado por los consejos provinciales, municipios, juntas parroquiales, cabildos comunales, comunidades ancestrales y campesinas; y, en general por entidades públicas y/o privadas u organizaciones sociales, legalmente reconocidas.

Art. 167.- Los comités de gestión tendrán como objetivos:

- Coordinar con el GAD Municipal de Camilo Ponce Enríquez las tareas de conservación y manejo del área protegida y su zona de amortiguamiento.
- Apoyar a la administración del área protegida en la elaboración, ejecución y evaluación del Plan de Manejo y los planes anuales de actividades en el marco de los objetivos del área y de las normas y políticas nacionales;
- Proponer proyectos y actividades destinados a mejorar la calidad de vida de la comunidad local;
- Apoyar a la administración del área protegida en tareas de control y vigilancia que permitan mantener la integridad territorial y la inviolabilidad del área protegida, de conformidad con el marco legal existente y al Plan de Manejo del Área;
- Denunciar las autoridades competentes del Ministerio del Ambiente las infracciones o delitos que pudieren cometerse y sean de su conocimiento;
- Velar porque se armonicen los objetivos conservacionistas de la Administración del agua potable con las necesidades del desarrollo local y regional; y,
- Proponer alternativas técnicas, normativas y políticas que mejoren la conservación y manejo del área protegida y de su zona de amortiguamiento.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4. CONCLUSIONES GENERALES

En la Cuenca hidrográfica del río Gala, se localizan áreas de producción agropecuaria de forma desordenada, con ampliación de la frontera agrícola, sin apoyo técnico ni control; dichas actividades incluyen labores de fertilización de suelo, que en épocas de invierno son arrastradas hacia fuentes superficiales de agua, y por ende, contaminadas, pudiendo ser por la presencia de cadmio, colocado en pesticidas y fertilizantes en la parte alta y media de la Cuenca.

El agua después de incrementar el caudal en sus diferentes puntos de unión de los afluentes, acumulan a su vez, los contaminantes estudiados (Plomo, Cadmio y Mercurio), que al ser aprovechados aguas abajo para diferentes usos, como: La pesca en los ríos y en criaderos, riego, abrevaderos y actividades recreativas pueden ingresar a la cadena alimenticia, provocando trastornos en la población que lo usan. A esta conclusión, se sumó la percepción de la población encuestada, quienes manifiestan su temor de ingerir o utilizar el agua del río Gala en las actividades señaladas.

La zonificación de la cuenca hidrográfica se hizo en tres subzonas geográficas, cada una de ellas con sus propias características de: uso del suelo, ambientales, sociales y de accesibilidad, entre otras. La zonificación fue considerada en base de la información y de los criterios utilizados por el GAD Municipal de Camilo Ponce Enríquez, en base de lo cual, se desarrolló el Plan Operativo General del manejo de la cuenca, que contiene sub-programas, proyectos, metas, resultados esperados e indicadores de gestión.

Se evaluaron parámetros de contaminación de la cuenca, el grado de percepción de la ciudadanía, el involucramiento institucional y comunitario en la elaboración del presente trabajo, el interés de generar un modelo de gestión participativo, acogiendo el Plan Operativo Propuesto. Esto se generó en función de lograr una interacción armónica entre las poblaciones de las tres subzonas, puesto que principalmente en la zona baja, no se confía en la calidad del agua y en el aprovechamiento que pueda tener; mientras que, en la zona alta la población defiende sus actividades y manifiesta nos ser agentes contaminantes.

Finalmente, la propuesta del Plan Operativo y el Modelo de Gestión de la cuenca, plantea corresponsabilidades en la administración de los recursos hídricos, realizando acciones tendientes a conservar y potencializar las actividades productivas en la cuenca, que permitan el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

5. RECOMENDACIONES

En base a los resultados del estudio se presenta las siguientes recomendaciones:

- Establecer un plan de monitoreo periódico (tres o seis meses de intervalo), con la finalidad de identificar los afluentes que generan contaminación y su concentración. Esta información permitirá al comité de gestión de la cuenca contar con parámetros que orienten la toma de medidas preventivas, de mitigación y control, para que a medida del grado de contaminación se establezcan responsabilidades y la remediación.
- Generar niveles de comunicación e interacción entre las poblaciones de las tres subzonas, para el intercambio de información, prácticas agropecuarias, mineras, usos del agua, incertidumbre sobre su calidad y características, generen un nivel de confianza y facilite la implementación del modelo de gestión propuesto.
- Que, como prioritario, se construyan obras de infraestructura sanitaria que mejoren la calidad de vida de la población de la cuenca, evitando la descarga de aguas contaminadas por aguas de uso doméstico y residuales. Aquellas que se considere un riesgo real, deberán ser objeto de investigaciones geotécnicas e hidrológicas en el área más detallada, para definir específicamente la integridad a largo plazo del sistema y para derivar cualquier acción correctiva requerida.
- Que las iniciativas presentadas bajo el proceso de los P.M.A. sean mantenidas y posiblemente intensificadas para establecer programas específicos de área, para reducir la liberación de contaminantes generados por el drenaje ácido, sedimentos, y desagües no tratados de los centros mineros de la cuenca. Similarmente las áreas contaminadas por derrames de combustibles u otros materiales peligrosos, deben ser revisadas y recuperadas, según sea apropiado, para reducir la liberación de contaminantes al medio ambiente.

ANEXOS

ANEXO N° 1

Encuestas aplicadas a la población para conocer percepción sobre la contaminación de la Cuenca del río Gala.

ENCUESTA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y PERCEPCIÓN PÚBLICA PARA LA
EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO GALA DEL CANTÓN CAMILO
PONCE ENRIQUEZ

ENCUESTA N° 42 FECHA 16 de Enero 2015

Como mecanismo de participación ciudadana, dentro de la formación académica profesional **DE LA MESTRIA EN DESARROLLO LOCAL CON MENCION EN FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS DE DESARROLLO ENDOGENO** se desarrolla el **ESTUDIO AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RIO GALA DEL CANTON CAMILO PONCE ENRIQUEZ** en coordinación con la Universidad Politécnica Salesiana la Unidad - Sede - Cuenca se levanta la siguiente encuesta a los habitantes del sector de influencia del área de estudio.

- Nombre del encuestado William Guaycho
- Dirección Shurupí - Av. San Roque
- Teléfono 030220410 N° cédula 01004780499
- Ocupación Artesano de cerámica
- Motivo de permanencia en el sector:
 - Vivienda
 - Comercio
 - Laborable
- Años de permanencia en el sector:
 - 1 a 5 años
 - de 5 a 10 años
 - más de 10 años
- Distancia al proyecto de estudio:
 - 1 a 100 m.
 - De 100 a 500 m.
 - Más de 500 m.
- ¿Conoce usted que existe contaminación de algún tipo en el Río Gala?
 - SI
 - NO

Indique cual es la contaminación que Ud. Conoce: Cont. por desechos sólidos

- ¿Cómo habitante del sector, se siente o sentiría usted afectado por la contaminación y estaría dispuesto a colaborar en actividades de protección de la Cuenca DEL río
 - SI
 - NO

En caso de ser afirmativo, ¿en que y porqué?

Afectado al turismo, por contaminación de desechos sólidos y en forma de malos olores.

- ¿Qué recomendaciones daría usted para disminuir o eliminar la contaminación dentro de la cuenca hidrográfica?
 - Se debe sensibilizar e identificar a los moradores del sector que se destine un lugar para la protección permanente de la cuenca.

Encuestado por: Wilma Durán Firma: 

ANEXO N° 2

Resultado de análisis de Cadmio y Plomo en 14 muestras de agua tomadas en diferentes puntos del río Gala y afluentes.

LABORATORIO DE CIENCIAS DE LA VIDA
LABORATORISTA: Pablo Arevalo PhD.

MUESTRA	TECNICA	UNIDAD	RESULTADOS	
			PLOMO	CADMIO
Nº1	HG	ug/l	10	13
Nº2	HG	ug/l	12	12
Nº3	HG	ug/l	11	14
Nº4	HG	ug/l	13	13
Nº5	HG	ug/l	13	14
Nº6	HG	ug/l	12	12
Nº7	HG	ug/l	13	11
Nº8	HG	ug/l	12	12
Nº9	HG	ug/l	12	11
Nº10	HG	ug/l	13	10
Nº11	HG	ug/l	9	9
Nº12	HG	ug/l	12	13
Nº13	HG	ug/l	10	13
Nº14	HG	ug/l	9	11


Pablo Arevalo M PhD

ANEXO N° 3

Resultado de análisis de Cadmio y Plomo en 14 muestras de agua tomadas en diferentes puntos del río Gala y afluentes.

LABORATORIO DE SANEAMIENTO Panamericana Norte Km. 5 y 1/2. - Cuenca Telf : 4175557 - 4175568	INFORME DE RESULTADOS	Página 1 de 2
---	------------------------------	---------------

FECHA: 2015/01/27

INFORME N°: 026/15

CLIENTE

NOMBRE: ING. WILMER DURÁN DURÁN
 DIRECCIÓN: Camino Ponce Enriquez

MUESTRA

CODIGO: 026/01-14/15
 DESCRIPCIÓN: Agua de Río y Quebrada
 PROCEDENCIA: Ponce Enriquez
 FECHA DE RECEPCIÓN: 2015/01/12
 ENTREGADAS POR: Ing. Wilmer Durán Durán

RESULTADOS

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	P1 RÍO GALA MEDIO 026/01/15	P2 ESTERO MONROY 026/02/15
MERCURIO *	SM/3120/ICP	2015/01/15	µg/l	< 6	< 6

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	P3 RÍO INAN 026/03/15	P4 RÍO SAN JACINTO 026/04/15
MERCURIO *	SM/3120/ICP	2015/01/15	µg/l	< 6	< 6

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	P5 RÍO TENQUELILLO 026/05/15	P6 RÍO GALA ALTO 026/06/15
MERCURIO *	SM/3120/ICP	2015/01/15	µg/l	< 6	< 6

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	P7 QUEBRADA CACHI 026/07/15	P8 QUEBRADA CACHI ALTO 026/08/15
MERCURIO *	SM/3120/ICP	2015/01/15	µg/l	< 6	< 6

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	P9 QUEBRADA PINGLIO 026/09/15	P10 ESTERO COCA 026/10/15
MERCURIO *	SM/3120/ICP	2015/01/15	µg/l	< 6	< 6

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	P11 ESTERO CAMPOVERD E026/11/15	P12 RÍO CHICO MEDIO 026/12/15
MERCURIO *	SM/3120/ICP	2015/01/15	µg/l	< 6	< 6

- Los resultados contenidos en el presente informe solo afectan a los objetos sometidos al ensayo.
 - Este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio.

LABORATORIO DE SANEAMIENTO Panamericana Norte Km. 5 y 1/2. - Cuenca Telf : 4175557 - 4175566	INFORME DE RESULTADOS	= Página 2 de 2
---	------------------------------	--------------------

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	P13 RIO GALA BAJO 026/13/15	P14 RIO GALA GUAYAS 026/14/15
MERCURIO *	SM/3120/CP	2015/01/15	µg/l	< 0	< 0

Acertamiento,


 Ing. Andrés Araya
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO

ANEXO N° 4

Resultado de análisis Bioquímico en 14 muestras de agua tomadas en diferentes puntos del río Gala y afluentes.

PLANTA DE TRATAMIENTO AGUA POTABLE DE GUALACEO PTAP

FECHA DE MUESTREO: 12 DE ENERO 2015 - HORA 42H00 A 06H00
TOMA DE MUESTRA REALIZADA POR: ING. A. VASCONEZ
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: AFLUENTES RIO GALA
RESPONSABLE DEL PROYECTO: ING. A. VASCONEZ
RESPONSABLE DEL ANALISIS: DRA. FABIOLA MATUTE S.

PARAMETRO ANALISIS FISICOQUIMICO	UNIDAD	PUNTO 13 RIO GALA BAJO	PUNTO 14 RIO GALA GUAYO	METODO USADO
OLOR	NO OBJETABLE	NO OBJETABLE	NO OBJETABLE	ORGANOPTICO
COLOR APARENTE	U. ESC. Pt-Co	6,4	5,3	ESPECTOFOTOMETRO
TURBIEDAD	F.T.U.	2,1	2,06	TURBIDIMETRO
pH	.....	7,04	7,03	POTENCIOMETRO
S.T.D.	mg/lit	57	70,5	CONDUCTIMETRO
CONDUCTIVIDAD	Ue	82,08	114,48	CONDUCTIMETRO
TEMPERATURA	°C	22,4	22,6	CONDUCTIMETRO
ALCALINIDAD	mg/lit	85,33	95,32	TITULACION
DUREZA TOTAL	mg/lit	116	121	TITULACION
DUREZA CALCICA	mg/lit	56,24	63,76	TITULACION
DUREZA MAGNESICA	mg/lit	59,16	60,24	CALCULO
COLOR RESIDUAL	mg/lit	CRUDA	CRUDA	ESPECTOFOTOMETRO
HIERRO Fe+++	mg/lit	0,12	0,11	ESPECTOFOTOMETRO
NITRATOS NO3-	mg/lit	4,8	2,1	ESPECTOFOTOMETRO
NITRITOS NO2-	mg/lit	0,13	0,14	ESPECTOFOTOMETRO
SULFATOS SO4-	mg/lit	6	2	ESPECTOFOTOMETRO
CLORUROS CL-	mg/lit	6,04	5,81	ESPECTOFOTOMETRO
ALUMINIO	mg/lit	0,048	0,022	ESPECTOFOTOMETRO
MANGANESO	mg/lit	0,01	0,006	ESPECTOFOTOMETRO
ARSENICO	mg/lit	AUSENCIA	AUSENCIA	CUANTITATIVO
PARAMETRO ANALISIS BACTERIOLOGICO	UNIDAD	PUNTO 13 RIO GALA BAJO	PUNTO 14 RIO GALA GUAYO	METODO USADO
COLIFORMES TOTALES	U.F.C./100ML	50 N.M.P./100ml	62 N.M.P./100ml	FILTRACION DE MEMBRANA
COLIFORMES FECALES	U.F.C./100ML	27 N.M.P./100ml	20 N.M.P./100ml	FILTRACION DE MEMBRANA

U.F.U./100M = UNIDAD FORMADORA DE COLONIA EN 100MILITROS

ATENTAMENTE,
Fabiola Matute S.
DRA. FABIOLA MATUTE S.
JEFE DE PLANTA PTAP

EMAPAS-GEP
PLANTA DE
AGUA POTABLE

Direccion: Tres de Noviembre s-n y Abelardo J. Andrade Telefono: 07 2258282 Email: emapas_g@hotmail.com

**PLANTA DE TRATAMIENTO AGUA POTABLE DE GUALACEO
PTAP**

FECHA DE MUESTREO: 12 DE ENERO 2015 - HORA 12H00 A 05H00
TOMA DE MUESTRA REALIZADA POR: ING. A. VASCONEZ
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: AFLUENTES RIO GALA
RESPONSABLE DEL PROYECTO: ING. A. VASCONEZ
RECIBIDOR DEL ANALISIS: DRA. FABIOLA MATUTE S.

PARAMETRO ANALISIS FISICOQUIMICO	UNIDAD	PUNTO 13 RIO GALA BAJO	PUNTO 14 RIO GALA GUAYO	METODO USADO
OLOR	NO OBJETABLE	NO OBJETABLE	NO OBJETABLE	ORGANOLPTICO
COLOR APARENTE	U. ESC. Pt-Co	6,4	5,3	ESPECTOFOTOMETRO
TURBIEDAD	F.T.U.	2,1	2,08	TURBIDIMETRO
pH	.....	7,04	7,05	POTENCIOMETRO
S.T.D.	mg/lit	57	72,5	CONDUCTIMETRO
CONDUCTIVIDAD	Us	82,08	114,48	CONDUCTIMETRO
TEMPERATURA	°C	22,4	22,8	CONDUCTIMETRO
ALCALINIDAD	mg/lit	85,33	95,32	TITULACION
DUREZA TOTAL	mg/lit	118	121	TITULACION
DUREZA CALCICA	mg/lit	56,84	60,76	TITULACION
DUREZA MAGNESICA	mg/lit	59,16	60,24	CALCULO
CORO RESIDUAL	mg/lit	CRUDA	CRUDA	ESPECTOFOTOMETRO
HIERRO Fe+++	mg/lit	0,12	0,11	ESPECTOFOTOMETRO
NITRATOS NO3-	mg/lit	4,8	2,1	ESPECTOFOTOMETRO
NITRITOS NO2-	mg/lit	0,13	0,14	ESPECTOFOTOMETRO
SULFATOS SO4-	mg/lit	6	2	ESPECTOFOTOMETRO
CLORUROS CL-	mg/lit	5,04	5,81	ESPECTOFOTOMETRO
ALUMINIO	mg/lit	0,048	0,022	ESPECTOFOTOMETRO
MANGANESO	mg/lit	0,01	0,008	ESPECTOFOTOMETRO
ARSENICO	mg/lit	AUSENCIA	AUSENCIA	CUANTITATIVO
PARAMETRO ANALISIS BACTERIOLOGICO	UNIDAD	PUNTO 13 RIO GALA BAJO	PUNTO 14 RIO GALA GUAYO	METODO USADO
COLIFORMES TOTALES	U.F.C./100ML	50	62	FILTRACION DE MEMBRANA
COLIFORMES FECALES	U.F.C./100ML	27	20	FILTRACION DE MEMBRANA

U.F.C./100M = UNIDAD FORMADORA DE COLONIA EN 100MILITROS

ATENTAMENTE

DRA. FABIOLA MATUTE S.
JEFE DE PLANTA PTAP

 **EMAPAS-GEP**
PLANTA DE
AGUA POTABLE

Direccion: Tres de Noviembre s-n y Abelardo J. Andrade Telefono: 07 2258282 Email: emapas_g@hotmail.com

LABORATORIOS FISICOQUIMICO Y BACTERIOLOGICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO AGUA POTABLE DE GUALACEO

PTAP

FECHA DE MUESTREO: 12 DE ENERO 2015 HORA 12H00 A 06H00

TOMA DE MUESTRA REALIZADA POR: ING. A. VASCONEZ

PROVENIENCIA DE LA MUESTRA: AFLUENTES RIO GALA

RESPONSABLE DEL PROYECTO: ING. A. VASCONEZ

RESPONSABLE DEL ANALISIS: DRA. FABIOLA MATUTE B.

PARAMETRO ANALISIS	UNIDAD	PUNTO 1 RIO GALA MEDIO	PUNTO 2 ESTERO MONROY	PUNTO 3 RIO IÑAN	METODO
FISICOQUIMICO					USADO
OLOR	NO OBJETABLE	NO OBJETABLE	NO OBJETABLE	NO OBJETABLE	REGOLACION
COLOR APARENTE	U. ESC. Pt-Co	0,7	5,15	6,1	ESPECTOFOTOMETRO
TURBIEDAD	F.T.U	1,91	1,83	2,38	TURBIDIMETRO
pH		7,03	7,01	7,04	FOTOCROMETRO
S.T.O.	mg/l	57,8	93,8	74,1	CONDUCTIMETRO
CONDUCTIVIDAD	Us	82,80	135,07	106,70	CONDUCTIMETRO
TEMPERATURA	°C	21	21,5	21,4	CONDUCTIMETRO
ALCALINIDAD	mg/l	69,82	107,24	68,37	TITULACION
DUREZA TOTAL	mg/l	110	80	140	TITULACION
DUREZA CALCICA	mg/l	64,68	74,49	68,6	TITULACION
DUREZA MAGNECICA	mg/l	45,32	5,52	71,4	CALCULO
CLORO RESIDUAL	mg/l	CRUDA	CRUDA	CRUDA	ESPECTOFOTOMETRO
HIERRO Fe+++	mg/l	0,21	0,17	0,12	ESPECTOFOTOMETRO
NITRATOS NO3-	mg/l	1,2	1,8	1,04	ESPECTOFOTOMETRO
NITRITOS NO2-	mg/l	0,004	0,042	0,004	ESPECTOFOTOMETRO
SULFATOS SO4-	mg/l	3	4	2	ESPECTOFOTOMETRO
CLORUROS CL-	mg/l	3,59	3,46	2,99	ESPECTOFOTOMETRO
ALUMINIO	mg/l	0,11	0,03	0,021	ESPECTOFOTOMETRO
MANGANESO	mg/l	0,004	0,042	0,004	ESPECTOFOTOMETRO
ARSENICO	mg/l	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	EQUALITATIVO
PARAMETRO ANALISIS BACTERIOLOGICO	UNIDAD	PUNTO 1 RIO GALA MEDIO	PUNTO 2 ESTERO MONROY	PUNTO 3 RIO IÑAN	METODO
COLIFORMES TOTALES	U.F.C./100ML	178	78	59	FILTRACION DE MEMBRANA
COLIFORMES FECALES	U.F.C./100ML	105	38	79	FILTRACION DE MEMBRANA

U.F.U/100M = UNIDAD FORMADORA DE COLONIA EN 100MILITROS

ATENTAMENTE,

DRA. FABIOLA MATUTE B.
JEFE DE PLANTA PTAP



Dirección: Tres de Noviembre s-n y Abelardo J. Andrade Teléfono: 07 2258282 Email: emapas_g@hotmail.com

Gualaceo - Ecuador

LABORATORIO DE QUÍMICA Y BACTERIOLOGÍA DE LA
PLANTA DE TRATAMIENTO AGUA POTABLE DE GUALACEO
PTAP

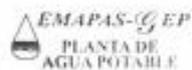
FECHA DE MUESTREO: 12 DE ENERO 2019 - HORA: 11:00 A 12:00
 TOMA DE MUESTRA REALIZADA POR: ING. A. VASCONEZ
 PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: AFLUENTES RIO GALA
 RESPONSABLE DEL PROYECTO: ING. A. VASCONEZ
 RESPONSABLE DEL ANALISIS: DRA. FABIOLA MATUTE S.

PARAMETRO ANALISIS FISICOQUIMICO	UNIDAD	PUNTO 4 RIO SAN JACINTO	PUNTO 5 RIO TANGAL ALTO	PUNTO 6 RIO GALA ALTO	METODO USADO
OLOR	NO OBJETAR	NO OBJETAR	NO OBJETAR	NO OBJETAR	ESPECTOFOTOMETRO
COLOR APARENTE	U. ESC. Pt-Co	8.5	5	6.1	ESPECTOFOTOMETRO
TURBIDEZ	F.T.U.	2.51	1.8	1.3	TURBIDIMETRO
PH		7.88	7.86	7.03	POTENCIOMETRO
S.T.D.	mg/l	42.1	85	62.8	CONDUCTIMETRO
CONDUCTIVIDAD	µs	83.80	88.73	88.73	CONDUCTIMETRO
TEMPERATURA	°C	21.7	21.5	21.6	CONDUCTIMETRO
ALCALINIDAD	mg/l	79.84	67.52	67.31	TITULACION
DUREZA TOTAL	mg/l	120	119	114	TITULACION
DUREZA CALCICA	mg/l	58.8	62.72	52.92	TITULACION
DUREZA MAGNESICA	mg/l	61.2	47.28	61.08	CALCULO
CLORO RESIDUAL	mg/l	CRUDA	CRUDA	CRUDA	ESPECTOFOTOMETRO
HIERRO Fe+++	mg/l	0.13	0.16	0.12	ESPECTOFOTOMETRO
NITRATOS NO3-	mg/l	2.1	2.64	3.11	ESPECTOFOTOMETRO
NITRITOS NO2-	mg/l	0.1	0.03	0.28	ESPECTOFOTOMETRO
SULFATOS SO4-	mg/l	5	5	4	ESPECTOFOTOMETRO
CLORUROS CL-	mg/l	4.71	3.97	2.01	ESPECTOFOTOMETRO
ALUMINIO	mg/l	0.138	0.0308	0.065	ESPECTOFOTOMETRO
MANGANESO	mg/l	0.004	0.002	0.021	ESPECTOFOTOMETRO
ARSENICO	mg/l	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	CUALITATIVO
PARAMETRO ANALISIS BACTERIOLOGICO	UNIDAD	PUNTO 4 RIO SAN JACINTO	PUNTO 5 RIO TANGAL ALTO	PUNTO 6 RIO GALA ALTO	METODO USADO
COLIFORMES TOTALES	U.F.C./100ML	N.M.P./100ml	N.M.P./100ml	66	FILTRACION DE MEMBRANA
COLIFORMES FECALES	U.F.C./100ML	N.M.P./100ml	N.M.P./100ml	39	FILTRACION DE MEMBRANA

U.F.U/100M = UNIDAD FORMADORA DE COLONIA EN 100MILITROS

ATENTAMENTE


 DRA. FABIOLA MATUTE S.
 JEFE DE PLANTA PTAP



GUALACEO
PLANTA DE TRATAMIENTO AGUA POTABLE GUALACEO
PTAP

FECHA DE MUESTREO: 12 DE ENERO 2015 - HORA: 12:00 A 06:00
 TOMA DE MUESTRA REALIZADA POR: ING. A. VASCOÑEZ
 PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: AFLUENTES RÍO GALA
 RESPONSABLE DEL PROYECTO: ING. A. VASCOÑEZ
 RESPONSABLE DEL ANALISIS: DRA. FABIOLA MATUTE S.

PARAMETRO ANALISIS FISICO/QUIMICO	UNIDAD	PUNTO 1 QUEBRADA CACHI	PUNTO 2 QUEBRADA CACHI ALTO	PUNTO 3 QUEBRADA PINGUO	METODO USADO
OLOR	NO OBJETABLE	NO OBJETABLE	NO OBJETABLE	NO OBJETABLE	ORGANOLPTICO
COLOR APARENTE	U. ESC. Pt-Cg	6,41	5,9	6,4	ESPECTOFOTOMETRO
TURBIDAD	F.T.U.	2,69	2,03	2,3	TURBIDIMETRO
pH	.....	7,01	6,99	7,01	POTENCIOMETRO
S.T.O.	mg/lit	54,7	49,4	54,5	CONDUCTIMETRO
CONDUCTIVIDAD	Ua	78,76	71,13	78,51	CONDUCTIMETRO
TEMPERATURA	°C	21,7	20,8	22	CONDUCTIMETRO
ALCALINIDAD	mg/lit	75,16	65,55	71,49	TITULACION
DUREZA TOTAL	mg/lit	126	130	120	TITULACION
DUREZA CALCICA	mg/lit	59,94	62,72	60,36	TITULACION
DUREZA MAGNÉSICA	mg/lit	66,16	67,28	59,64	CALCULO
CLORO RESIDUAL	mg/lit	CRUDA	CRUDA	CRUDA	ESPECTOFOTOMETRO
HIERRO Fe ⁺⁺⁺	mg/lit	0,14	0,11	0,12	ESPECTOFOTOMETRO
NITRATOS NO ₃ -	mg/lit	2,81	5,03	5,3	ESPECTOFOTOMETRO
NITRITOS NO ₂ -	mg/lit	0,44	0,68	0,09	ESPECTOFOTOMETRO
SULFATOS SO ₄ -	mg/lit	9	3	4	ESPECTOFOTOMETRO
CLORUROS CL-	mg/lit	6,9	6,47	4,81	ESPECTOFOTOMETRO
ALUMINIO	mg/lit	0,045	0,003	0,051	ESPECTOFOTOMETRO
MANGANESO	mg/lit	0,006	0,002	0,0059	ESPECTOFOTOMETRO
ARSENICO	mg/lit	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	CUALITATIVO
PARAMETRO ANALISIS BACTERIOLOGICO	UNIDAD	PUNTO 1 QUEBRADA CACHI	PUNTO 2 QUEBRADA CACHI ALTO	PUNTO 3 QUEBRADA PINGUO	METODO USADO
COLIFORMES TOTALES	U.F.C./100ML	40 N.M.P./100ml	32 N.M.P./100ml	95 N.M.P./100ml	FILTRACION DE MEMBRANA
COLIFORMES FECALES	U.F.C./100ML	10 N.M.P./100ml	31 N.M.P./100ml	49 N.M.P./100ml	FILTRACION DE MEMBRANA

U.F.U/100M = UNIDAD FORMADORA DE-COLORIA EN 100MILITROS

ATENTAMENTE


 DRA. FABIOLA MATUTE S.
 JEFE DE PLANTA PTAP



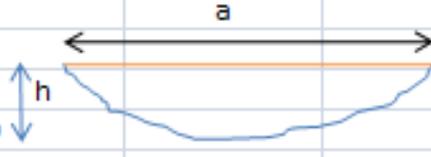
Dirección: Tres de Noviembre s-n y Abelardo J. Andrade Teléfono: 07 2258282 Email: emapas_g@hotmail.com

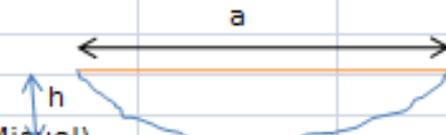
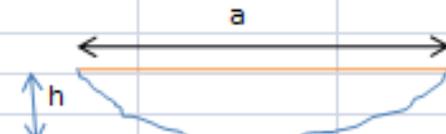
Gualaceo - Ecuador

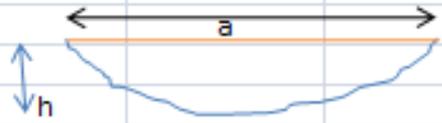
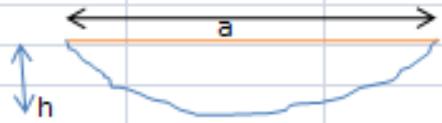
ANEXO N° 5

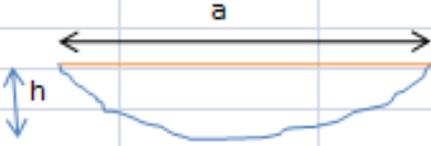
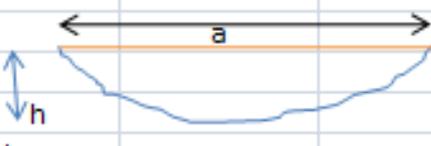
Medición de caudales en 13 muestras de agua tomadas en diferentes puntos del río Gala y afluentes.

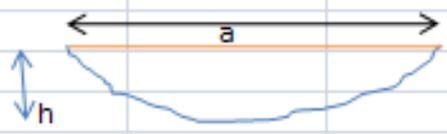
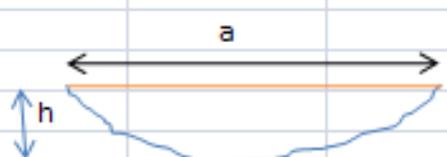
CALCULO DE CAUDAL AFORADO :			
METODO DE AFORO: FLOTADOR.			
UBICACIÓN:	RIO GALA		
LONGITUD DE TRAMO:	L =	20	m
ANCHO PROMEDIO:	a =	14.7	m
ALTURA PROMEDIO:	h =	3.36	m
AREA PROMEDIO:	A =	49.32	m ²
TIEMPO PROMEDIO:	t =	23.33	Seg.
VELOCIDAD:	$V = E/t$	0.86	m/seg
CAUDAL:	$Q = V \cdot A$	42.27	m ³ /Seg
CALCULO DE CAUDAL AFORADO :			
METODO DE AFORO: FLOTADOR.			
UBICACIÓN:	ESTERO MONROY		
LONGITUD DE TRAMO:	L =	5	m
ANCHO PROMEDIO:	a =	3	m
ALTURA PROMEDIO:	h =	0.85	m
AREA PROMEDIO:	A =	2.55	m ²
TIEMPO PROMEDIO:	t =	8.38	Seg.
VELOCIDAD:	$V = E/t$	0.60	m/seg
CAUDAL:	$Q = V \cdot A$	1.52	m ³ /Seg

CALCULO DE CAUDAL AFORADO :			
METODO DE AFORO:	FLOTADOR.		
UBICACIÓN:	RIO IÑAN		
LONGITUD DE TRAMO:	L =	5	m
ANCHO PROMEDIO:	a =	2.3	m
ALTURA PROMEDIO:	h =	0.21	m
AREA PROMEDIO:	A =	0.48	m ²
TIEMPO PROMEDIO:	t =	10.85	Seg.
VELOCIDAD:	$V = E/t$	0.46	m/seg
CAUDAL:	$Q = V \cdot A$	0.22	m ³ /Seg
CALCULO DE CAUDAL AFORADO :			
METODO DE AFORO:	FLOTADOR.		
UBICACIÓN:	RIO TENGUELILLO		
LONGITUD DE TRAMO:	L =	6	m
ANCHO PROMEDIO:	a =	2.7	m
ALTURA PROMEDIO:	h =	0.29	m
AREA PROMEDIO:	A =	0.78	m ²
TIEMPO PROMEDIO:	t =	7.98	Seg.
VELOCIDAD:	$V = E/t$	0.75	m/seg
CAUDAL:	$Q = V \cdot A$	0.59	m ³ /Seg

CALCULO DE CAUDAL AFORADO :			
METODO DE AFORO: FLOTADOR.			
UBICACIÓN:	RIO GALA (San Miguel)		
LONGITUD DE TRAMO:	L =	30	m
ANCHO PROMEDIO:	a =	14.45	m
ALTURA PROMEDIO:	h =	0.50	m
AREA PROMEDIO:	A =	7.23	m ²
TIEMPO PROMEDIO:	t =	59.11	Seg.
VELOCIDAD:	$V = E/t$	0.51	m/seg
CAUDAL:	$Q = V \cdot A$	3.67	m ³ /Seg
CALCULO DE CAUDAL AFORADO :			
METODO DE AFORO: FLOTADOR.			
UBICACIÓN:	RIO GALA (Alto)		
LONGITUD DE TRAMO:	L =	20	m
ANCHO PROMEDIO:	a =	11.9	m
ALTURA PROMEDIO:	h =	0.65	m
AREA PROMEDIO:	A =	7.72	m ²
TIEMPO PROMEDIO:	t =	14.97	Seg.
VELOCIDAD:	$V = E/t$	1.34	m/seg
CAUDAL:	$Q = V \cdot A$	10.31	m ³ /Seg

CALCULO DE CAUDAL AFORADO :			
METODO DE AFORO: FLOTADOR.			
UBICACIÓN:	Quebrada Cachi Alto		
LONGITUD DE TRAMO:	L =	6.5	m
ANCHO PROMEDIO:	a =	3.8	m
ALTURA PROMEDIO:	h =	0.28	m
AREA PROMEDIO:	A =	1.07	m ²
TIEMPO PROMEDIO:	t =	21.24	Seg.
VELOCIDAD:	$V = E/t$	0.31	m/seg
CAUDAL:	$Q = V \cdot A$	0.33	m ³ /Seg
CALCULO DE CAUDAL AFORADO :			
METODO DE AFORO: FLOTADOR.			
UBICACIÓN:	Quebrada Pinglos		
LONGITUD DE TRAMO:	L =	3.2	m
ANCHO PROMEDIO:	a =	0.5	m
ALTURA PROMEDIO:	h =	0.28	m
AREA PROMEDIO:	A =	0.14	m ²
TIEMPO PROMEDIO:	t =	8.51	Seg.
VELOCIDAD:	$V = E/t$	0.38	m/seg
CAUDAL:	$Q = V \cdot A$	0.05	m ³ /Seg

CALCULO DE CAUDAL AFORADO :			
METODO DE AFORO: FLOTADOR.			
UBICACIÓN:	Estero Coca		
LONGITUD DE TRAMO:	L =	4	m
ANCHO PROMEDIO:	a =	1.1	m
ALTURA PROMEDIO:	h =	0.08	m
AREA PROMEDIO:	A =	0.09	m ²
TIEMPO PROMEDIO:	t =	8.50	Seg.
VELOCIDAD:	$V = E/t$	0.47	m/seg
CAUDAL:	$Q = V \cdot A$	0.04	m ³ /Seg
CALCULO DE CAUDAL AFORADO :			
METODO DE AFORO: FLOTADOR.			
UBICACIÓN:	Estero Campoverde		
LONGITUD DE TRAMO:	L =	3.2	m
ANCHO PROMEDIO:	a =	0.6	m
ALTURA PROMEDIO:	h =	0.06	m
AREA PROMEDIO:	A =	0.03	m ²
TIEMPO PROMEDIO:	t =	5.81	Seg.
VELOCIDAD:	$V = E/t$	0.55	m/seg
CAUDAL:	$Q = V \cdot A$	0.02	m ³ /Seg

CALCULO DE CAUDAL AFORADO :			
METODO DE AFORO: FLOTADOR.			
UBICACIÓN:	Rio Chico (medio)		
LONGITUD DE TRAMO:	L =	12	m
ANCHO PROMEDIO:	a =	3.9	m
ALTURA PROMEDIO:	h =	0.16	m
AREA PROMEDIO:	A =	0.64	m ²
TIEMPO PROMEDIO:	t =	13.34	Seg.
VELOCIDAD:	$V = E/t$	0.90	m/seg
CAUDAL:	$Q = V \cdot A$	0.58	m ³ /Seg
CALCULO DE CAUDAL AFORADO :			
METODO DE AFORO: FLOTADOR.			
UBICACIÓN:	RIO GALA (Bajo)		
LONGITUD DE TRAMO:	L =	30	m
ANCHO PROMEDIO:	a =	9.8	m
ALTURA PROMEDIO:	h =	1.26	m
AREA PROMEDIO:	A =	12.28	m ²
TIEMPO PROMEDIO:	t =	27.74	Seg.
VELOCIDAD:	$V = E/t$	1.08	m/seg
CAUDAL:	$Q = V \cdot A$	13.28	m ³ /Seg

CALCULO DE CAUDAL AFORADO :			
METODO DE AFORO: FLOTADOR.			
UBICACIÓN:	RIO GALA (Guayas)		
LONGITUD DE TRAMO:	L =	30	m
ANCHO PROMEDIO:	a =	12	m
ALTURA PROMEDIO:	h =	0.59	m
AREA PROMEDIO:	A =	7.10	m ²
TIEMPO PROMEDIO:	t =	5.81	Seg.
VELOCIDAD:	$V = E/t$	5.16	m/seg
CAUDAL:	$Q = V \cdot A$	36.64	m ³ /Seg

BIBLIOGRAFÍA

- BALAIRÓN PÉREZ, Luis; *Gestión de Recursos Hídricos*; 1^{era} edición; España; 2009.
- CRITES, Ron. y TCHOBANOGLIOUS, George.; *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones.*; 1^{ra} edición; Editorial McGraw – Hill Interamericana, S.A.; Colombia; 2000.
- DAPHNE, L.S.; *Los residuos peligrosos orgánicos susceptibles de tratamiento biológico. En la biotecnología para el tratamiento de los residuos peligrosos*; D.L: Stoner; Ed. Chelsea; MI. Lewis Publishers; 1994.
- GRIFFIN, P. y G. FINDLAY; *Process and engineering improvements to rotating biological design. Water Sci. Technol*; 2000.
- HEM, J.D.; *Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water*; 3^{ra} Edición; Surv. Wat.; U.S. – Washington; 1985.
- LÓPEZ CUALLA, Jorge; *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados*; Mc Graw Hill; Bogotá – Colombia; 1998.
- MAY, TW; y otros; *Influence of Mining-Related Activities on Concentrations of Metals in Water and Sediment from Streams of the Black Hills*; South Dakota; Arch. Environ. Contam. Toxicol; 2001.
- METCALF y EDDYINC; *Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización*; McGraw – Hill/interamericana de España S.A.; 1995
- ROMERO ROJAS, Jairo Alberto, *Tratamiento de aguas residuales*, 1^{era} edición, Escuela Colombiana de Ingeniería “Julio Garavito”. Colombia, 2001.
- SPENGLER, D. y DZOMBAK, D; *Treatment of landfill leachate with rotating biological contactors: Bench – scale experiments*; 1991.
- DR. BARLAGALVAN, Rafael; *Diccionario Para la Educación Ambiental*; Uruguay.
- AGENCIA DE REGULACION Y CONTROL MINERO; *Estadísticas de la Gestión de Seguimiento y Control Minero Nacional*; Quito – Ecuador; 2016.
- BARBA HO, Luz Edith; *Conceptos Básicos de la Contaminación del Agua y Parámetros de Medición*; Universidad del Valle; Santiago de Cali; 2002.
- CABRERA, H y Otros; *Proyecto de Desarrollo de Capacidades para el Uso Seguro de Aguas Servidas en Agricultura*; Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Ministerio de Salud Pública; Quito – Ecuador; 2012.
- CARDENAS, Carla y ESCARATE, Sonia; “*Con Organización y Responsabilidad Construiremos Nuestro Futuro.*” *Sistematización de la*

Experiencia de explotación Minera de Bella Rica y Guamache tres de Mayo; Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental; Quito – Ecuador; 2005.

- CASTRO SANGUINETTI, Gina; *Efecto del mercurio en los peces y la salud Pública en el Perú.*; Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria; 2016.
- COORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE BOYACÁ; *Diseño Planta Piloto de Aguas Residuales Municipio de Sotaquirá – Departamento de Boyacá;* Subdirección de Gestión Ambiental; República de Colombia.
- DOMINGUEZ CALLE, Efraín Antonio y Otros; *“Relaciones demanda-oferta de agua y el índice de escasez de agua como herramientas de evaluación del recurso hídrico colombiano,”*; Revista Académica Colombia – Ciencia; Volumen 32; Colombia; código índice 123; 2008.
- DRA. HOFFMANN, Heike y otros; *Revisión Técnica de Humedales Artificiales de flujo Sub-superficial para el tratamiento de aguas grises y aguas domésticas;* Agencia de Cooperación Internacional de Alemania (GIZ) y Programa de Saneamiento Sostenible (ECOSAN); Eschborn; Febrero 2016.
- “Ecuador enfrenta desafíos por contaminación de ríos”; *El Universo;* Guayaquil – Ecuador; 18 de Marzo de 2009. Tomado de: Estudios realizados por la Oxfam.
- ESCALANTE ESTRADA, V.; *Identificación y Evaluación de Procesos Biológicos de Tratamiento;* 2000. Tomado de: CONAFOVI (Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda); *Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales;* Primera Edición; México D.F.; Septiembre 2005.
- FUNGEOMINE EN CONVENIO CON CAPEMINE, MUNICIPIO DE PONCE ENRÍQUEZ; *Proyecto de descontaminación de la Microcuenca del río Chico del Distrito aurífero San Gerardo;* cantón Camilo Ponce Enríquez - Azuay - Ecuador; Noviembre de 2007.
- GALLARDO DE PARADA, Yolanda; y MORENO GARZON, Adonay; *Aprender a Investigar, Modulo 4 de Análisis de la Información;* Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES); 3era Edición; Santa Fe – Bogotá; 1999.
- GEO ECUADOR; *Informe sobre el estado del medio ambiente;* Quito – Ecuador; 2008.
- *Hidráulica, Generalidades;* Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de ciudad Real; “Catedra de Ingeniería Rural”.
- Ing. ESTRELLA AGUILAR, Rafael y Ing. TOBAR SOLANO, Vladimiro; *Estudio e investigación de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgos, Riesgo*

Hidrológico y Riesgo Climatológico; TOMO III Anexos; Gobierno Provincial Del Azuay; Cuenca – Ecuador; Septiembre 2012.

- Ing. VON BUCHWALD, Federico; *Transporte y Desarrollo Urbano Metrovía Guayaquil*; Pereira - Bogotá; Agosto 2016.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN; *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 169:98. Agua, Calidad del Agua, Muestreo, Manejo y Conservación de Muestras*; 1era Edición; Quito – Ecuador; 1998.
- JURADO, Jorge; *Informe de Gestión 2008 - 2010: Una gestión diferente de los recursos hídricos*. SENAGUA, Quito – Ecuador; Mayo de 2008.
- LECAROS, Guillermo; VIALE ESTREMADOYRO, Alan; *Manual de Estadísticas Ambientales Andinas*; Secretaria General de la Comunidad Andina; Lima – Perú; 2008.
- MARTINEZ CASTILLO, Aleida; *Filtración en múltiples etapas como tecnología apropiada para la potabilización de agua en una comunidad rural de Honduras*; Naranjal – Honduras; Julio de 2009.
- MEDMIN; *Impactos económicos y ambientales de la liberalización del comercio. Una aplicación al sector minero*; La Paz, Bolivia; 2001. Tomado de: LIDEMA; *Informe del Estado Ambiental de Bolivia*; La Paz – Bolivia; 2010.
- MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO; DIRECCIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO; Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS – 2000: *Sistema de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales Domésticas y Pluviales*; Bogotá – Colombia; Noviembre de 2000.
- MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA – SUBSECRETARÍA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL (MIDUVI)-SSA.; *Inventario de la situación Actual de las Aguas Residuales Domésticas en Ecuador*; Quito – Ecuador; 2012.
- MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA (MIDUVI), *Lineamientos técnicos para la elaboración de estudios y proyectos de agua potable y alcantarillado sanitario*, Quito.
- MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS DEL ECUADOR, Subsecretaria de Minas y Subsecretaria de Protección Ambiental; *Proyecto de desarrollo Minero y control Ambiental, Monitoreo Ambiental de las Áreas Mineras en el sur del Ecuador*; publicado por UCP PRODEMINDA; Quito - Ecuador; 16 de Noviembre de 1998.

- MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS; *Examen Especial al control de explotación minera en las cuencas de los ríos Santa Rosa, Caluguro, Tenguel, y Siete; a cargo de la dirección regional de minería del Oro, Ministerio del Ambiente y Ministerio de Energía y Minas*; julio de 2003.
- MINISTERIO DE SALUD PUBLICA DEL ECUADOR, *Problemas de salud Pública en cantones de la provincia del Azuay*, Cuenca – Azuay; 2016.
- MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA; *Plan Operativo General, Programa de Agua y Saneamiento en Comunidades Rurales y Pequeños Municipios (ECU-50-B)*; Quito – Ecuador; 30 de Julio de 2010.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO DEL PERU; *Reglamento Nacional de edificaciones; Norma IS.020 Tanques Sépticos*; Perú; 2006.
- MUNICIPALIDAD DEL CANTÓN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ; *Plan de Desarrollo Local*; Camilo Ponce Enríquez - Azuay - Ecuador; 2004 – 2016.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, CONSUDE; *Guía para Diseño de Sistemas de Tratamiento de filtración en múltiples etapas*; Lima – Perú; 2005.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, y COSUDE; *Guía para el Diseño de Desarenadores y Sedimentadores*; Lima – Perú; 2005.
- Ph.D. Dr. CUBA TERAN, Francisco; *Tratamiento de Aguas Residuales*; Asociación Nacional de Empresas de servicio de Agua Potable y Alcantarillado; Sistema modular de capacitación para la EPSA Boliviana # 17; La Paz – Bolivia; Julio 2004.
- PILLAJO, E; *Evaluación de Impacto y Plan de Manejo Ambiental; de Explotación de Materiales de Construcción de la área Gala 1 y Chico Dorado*; Camilo Ponce Enríquez – Azuay-Ecuador, 2001.
- POZO PROAÑO, María José; *Proceso de Nitrificación en Reactores Secuenciales Discontinuos SBR (Sequencing Batch Reactor) con Biomasa Granular*; Escuela Politécnica Nacional; Quito - Ecuador; Diciembre de 2008.
- PROMAS – UNIVERSIDAD DE CUENCA; *Evaluación Social y Técnica de los Recursos Hídricos de las Subcuencas de los ríos Jagua, Balao, Gala, Tenguel y Siete, en la provincia del Azuay*; Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES); Octubre de 2009.
- SENAGUA, UICN y Secretaria General de la Comunidad Andina; *Informe: Delimitación y codificación de unidades Hidrográficas del Ecuador*; Quito; 2009. Tomado de: LOPEZ PARDO, Claudia. y BALAREZO VINUEZA,

Diana; *El derecho humano al agua y la justicia ambiental en el Ecuador*; 2009.

- SORIANO, Ismael; *Sistematización de la Experiencia Nacional de Escuelas Promotoras de la Salud en el Ecuador*; Programa de Salud Familiar y Comunitario, OPS/OMS; Quito – Ecuador; 2007.
- SUBSECRETARIA DE SANIAMIENTO AMBIENTAL Y OBRAS SANITARIAS, Y EL INSTITUTO ECUATORIANO DE OBRAS SANITARIAS IEOS, *Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*; Ecuador; 18 de Agosto de 1992.
- TCHOBANOGLIOUS, G. y SCHROEDER, E.D.; *Water Quality*; 1985; Tomado de: Comisión Nacional del Agua (CONAGUA); *El agua en México; Cauces y Encauces*; 1era Edición; México; 2010.
- U. S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR, OFICINA DE RECUPERACIÓN; *Water Measurement Manual*; Washington; 3 de Marzo de 1949.
- VALDEZ, Enrique Cesar; VAZQUEZ GONZÁLEZ, Alba; *Ingeniería de los sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales*; Fundación ICA; México D.F.; 2003.
- VALENCIA MONTOYA; Guillermo PhD; *Filtros Biológicos*; Universidad del Valle; Cali – Colombia.
- VELASCO; Fondo de Naciones Unidas para la Agricultura (FAO)/ Ministerio de desarrollo sostenible y planificación; 2008; Tomado de: LIDEMA; *Informe del Estado Ambiental de Bolivia*; La Paz – Bolivia; 2010.
- ZAMBRANO, Xavier; *Diseño del sistema de Tratamiento para la depuración de las aguas Residuales Domésticas de la población San Eloy en la provincia de Manabí por medio de un sistema de tratamiento natural compuesto por un humedal artificial de flujo libre*; Guayaquil – Ecuador.
- ABRIL RODAS, Johanna Cecilia; *Planificación Estratégica de Marketing para Impulsar el Turismo, desde el Gobierno Municipal, en el cantón Camilo Ponce Enríquez, provincia del Azuay, año 2012*; Universidad Técnica de Machala; Machala – El Oro – Ecuador; 2012.
- ALULIMA MOROCHO, Jorge Rolando; *Rendimiento de la Flotación para Concentrar Sulfuros Minerales de los relaves en los Distritos Mineros de Portovelo – Zaruma, Bella Rica y San Gerardo*; Universidad Técnica Particular de Loja; Loja – Ecuador; 2009.

- CAMPOS, José Luis; MOSQUERA CORRAL, Anuska; SANCHEZ, M; MENDEZ, Ramón; y LEMA, Juan M.; *Nitrification in saline wastewater with high ammonia concentration in an activated sludge unit. Water Research*, Universidad de Santiago de Compostela; Santiago de Compostela.
- CLOETE, T.E.; Introduction in *Microbial Community Analysis: the key to the Design of Biological Wastewater Treatment Systems* (eds. Cloete, T.E. and Muyima, N.Y.O.); Scientific and Technical Report; IAWQ; England, 1997.
- EPA (Environmental Protection Agency); *Wastewater Technology Fact Sheet Trickling Filters*; EPA 832 – F – 00 – 014; Estados Unidos; Septiembre del 2000; Tomado de: OSNAYA RUIZ, Maricarmen; *Propuesta de Diseño de un Humedal Artificial para el Tratamiento de Aguas Residuales en la Universidad de la Sierra Juárez*; Ixtlan de Juárez, Oaxaca; febrero de 2012.
- ESTRADA GALLEGO, Islena Yineth; *Humedales Artificiales de Flujo Subsuperficial (HAESS) para Remoción de Metales Pesados en Aguas Residuales*; Universidad Tecnológica de Pereira; Pereira; 2010.
- GIRALDO VALENCIA, Luis Fernando y RESTREPO MARULANDA, Isabel Cristina; *Arranque y Operación de un Reactor Experimental de Lodos Activados para el Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas*; Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales; Manizales – Colombia; 2003.
- Ing. TALARICO, Carlos Alberto; *"Ingeniería Sanitaria"*, *Catedra del Departamento de Ingeniería Civil*; Universidad Tecnológica Nacional; Buenos Aires Argentina; 2007.
- NOVOTNY, V. and OLEM, H.; *Water quality; prevention, identification and management of diffuse pollution*. Van Nostrand Reinhold, New York, 1994. Tomado de: LEON ESPLANTACIONES AJENAS AL ENTORNO ZA, Mónica y LUCERO PERALTA, Ana María; *Tratamiento Biológico de Aguas Residuales Domésticas en Sistemas Comunitarios y Unifamiliares del cantón Cotacachi*.
- PALENCIA SALGAR, Adriana Rocío; *Diseño de una Planta de Purificación de Agua para Consumo Humano en la Vereda de Acapulco, Municipio San Juan de Girón – Santander*; Universidad Industrial de Santander; Bucaramanga; 2004.
- PERRY L. MCCARTY, "Tratamiento de aguas residuales utilizando procesos biológicos aeróbicos y anaeróbicos", *Revista Cosmos*, 1985.
- SILEMA DIAZ, David Santiago; *Las Aguas residuales y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del Caserío "El Topo" parroquia río Negro*

del cantón Baños provincia del Tungurahua; Universidad Técnica de Ambato; Ambato – Ecuador; 2016.

- TALES DE MILETO; siglo VI A.C.; Tomado de: BARBA HO, Luz Edith; *Conceptos básicos de la contaminación del agua y parámetros de medición;* Universidad del Valle, Santiago de Cali - Colombia; 2002.

LINKOGRAFÍA

- *Aguas Residuales: Clasificación, Características y Composición*; recuperado el: 8 de enero de 2017, en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6087/5/CAPITULO%202.pdf>
- BETETA RIERA, Andreu; recuperado el 22 de febrero de 2017, en: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/13058/5/C%C3%A0lculs.pdf>
- Ciudades de Ecuador; recuperado el 04 de marzo de 2017, en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Ecuador>
- Dr. Ing. TORRES CARRANZA, Eduardo; Reutilización de Aguas y Lodos Residuales; recuperado el 22 de febrero de 2017, en: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsaar/e/fulltext/gestion/lodos.pdf>
- Efectos Ambientales del Zinc; recuperado el 25 de febrero de 2017, en: <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/zn.htm#Efectos%20ambientales%20del%20Zinc#ixzz2LwCmcusB>
- FERNANDEZ, Nora y BUITRON, Ricardo; *Derecho al Agua y Saneamiento: avances, límites y retos*; Informe de Derechos Humanos; 2010; recuperado el 27 de diciembre de 2012, en: <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/938/1/DDHH-Inf-7-Buitrón-Derecho humano el agua.pdf>.
- FRERS, Christian; Contaminación, Arsénico y posibles soluciones; recuperado el 25 de febrero de 2012, en: http://www.ecoportal.net/Temas_Especiales/Agua/Contaminacion_Arsenico_y_posibles_soluciones
- GAYBOR, Antonio; *El despojo del agua y la necesidad de una transformación urgente*; Quito – Ecuador; 2008; recuperado el 29 de diciembre de 2012, en: <http://www.laredvida.org/im/bolentines/despojo.pdf>
- Importancia del Análisis de los Metales Pesados; recuperado el 24 de febrero de 2017, en: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6978/02INTRODUCCION.pdf?sequence=2>
- INEC, Censo de Población y Vivienda, 2010; recuperado el 09 de enero de 2017, en: <http://www.inec.gob.ec/cpv/>
- INEC, Censo de Población y Vivienda; recuperado el 12 de Julio de 2012, en: <http://www.inec.gob.ec/cpv/>

- INSTITUTO CHILENO DE PERMACULTURA; Medición de caudales de esteros o ríos; recuperado el 11 de enero de 2017, en: <http://www.youtube.com/watch?v=1Xi6HhkMGig>
- Los recursos mundiales de agua dulce, recuperado en 15 de Junio de 2012, en: <http://unesdoc.unesco.org/imagenes/0012/001295/129556s.pdf>
- Perímetro y Área de figuras Geométricas; recuperado el 19 de febrero de 2017, en: http://www.ing.unlp.edu.ar/ingreso/contenidos/area_figuras_volumen_cuerpos.pdf
- Plan de Manejo Participativo de la microcuenca del Río San Gabriel para aprovechamiento de los recursos naturales; recuperado el 24 de febrero de 2017, en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/160/3/03%20REC%2080%20TESIS.pdf>
- Sistemas Alternos de Tratamiento de Aguas Residuales; recuperado el 21 de enero de 2017, en: <http://www.oocities.org/edrochac/residuales/sistemasalternos6.pdf>
- TRUQUE, Paola Andrea; Armonización de los estándares de agua potable en las Américas; recuperado el 01 de marzo de 2017, en: <http://www.oas.org/dsd/publications/classifications/Armoniz.EstandaresAguaPotable.pdf>
- TUBOSISTEMAS “PLASTIGAMA” DE AMANCO; Tanques de Polietileno, línea de construcción; recuperado el 22 de enero de 2017, en: http://www.plastigama.com.ec/pdfs/construccion/tanques_por_tipo.pdf
- ZEVALLOS ALVAREZ, Jorge; Dimensionamiento de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales; recuperado el 26 de noviembre de 2012; en: <http://es.scribd.com/doc/35788876/Calculo-de-Pozo-Septico>