

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA: INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis previa a la obtención del título de: INGENIERO AMBIENTAL

TEMA:

**APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE RÍOS DE MONTAÑA
MEDIANTE EL USO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS AMIGABLES
CON EL MEDIO AMBIENTE PARA CAUDALES DE 1 l/s, 2 l/s y 3 l/s.
EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL**

AUTORA:

DAYANA ELIZABETH MORILLO GARCIA

DIRECTOR:

MIGUEL ARAQUE ARELLANO

Quito, noviembre de 2013

**DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIZACIÓN DE
USO DEL YTRABAJO DE GRADO**

Yo Dayana Elizabeth Morillo García autorizo a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de grado y su reproducción sin fines de lucro.

Además declaro que los conceptos y análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de la autora.

Dayana Elizabeth Morillo García

1721818464

DEDICATORIA

Primero y antes que nada, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres, **Wilma García** y **Luis Alberto Morillo**, que siempre me han dado su apoyo incondicional y a quienes debo este triunfo profesional, por todo su trabajo y dedicación para darme una formación académica y sobre todo humanista y espiritual. De ellos es este triunfo y para ellos es todo mi agradecimiento.

Quiero dedicar de manera especial mi tesis a mi mami Wilma quien más que una buena madre ha sido mi mejor amiga. Para ti va todo mi esfuerzo y dedicación para demostrarte el infinito amor que te tengo TE AMO MAMI.

A mis hermanos Cris, Kevin y Sofy que con su amor me han enseñado a salir adelante. Gracias porque me han brindado su apoyo, pero sobre todo gracias por estar en otro momento tan importante en mi vida.

A mi novio Romario, que con su apoyo constante y amor incondicional ha sido mi amigo y compañero inseparable, gracias por tu calma y consejo en todo momento.

A mis sobrinos Alejandro, Darla y Nicolás que son mi motor y mi fuente de superación.

AGRADECIMIENTO

A mi director de tesis, Ing. Miguel Araque por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación, logro en mi la culminación de tan anhelado sueño

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1.....	3
GENERALIDADES.....	3
1.1. Introducción.....	3
1.2. Justificación.....	4
1.2.1. Justificación Técnica.....	4
1.2.2. Justificación Metodológica.....	4
1.2.3. Justificación Práctica.....	4
1.3. Objetivos.....	5
1.3.1. Objetivo General.....	5
1.3.2. Objetivos Específicos.....	5
1.4. Características de la zona del proyecto.....	5
1.4.1. Generalidades.....	5
1.4.2. Climas de la sierra.....	6
1.4.3. Características de los ríos de montaña.....	7
1.4.4. Características de las cuencas hidrográficas.....	8
1.4.5. Tipos de suelo predominantes.....	11
CAPÍTULO 2.....	13
MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL.....	13
2.1. Constitución de la República del Ecuador.....	13
2.2. Tratados y convenios internacionales.....	16
2.3. Códigos.....	17
2.4. Leyes orgánicas.....	18

2.5. Leyes ordinarias.....	21
2.6. Normas reglamentarias	27
2.7. Normativa técnica.....	28
2.8. Marco institucional	29
CAPÍTULO 3.....	30
MARCO TEÓRICO	30
3.1. Especificaciones técnicas para el diseño de captaciones de agua superficial.....	30
3.1.1. Definiciones.....	30
3.1.2. Aplicación.....	31
3.1.3. Objeto del aprovechamiento hídrico.....	34
3.1.4. Requisitos previos.....	34
3.1.4.1. Calidad del agua.....	34
3.1.4.2. Cantidad de agua.....	35
3.1.4.3. Reconocimiento geológico superficial.....	36
3.1.4.4. Pendiente longitudinal del río	36
3.1.4.5. Ancho del tramo del río	36
3.1.4.6. Forma del tramo del río.....	36
3.1.4.7. Estudios geotécnicos.....	36
3.1.4.8. Levantamiento topográfico	37
3.1.4.9. Estudios complementarios	37
3.1.4.10. Captación de toma lateral.....	37
3.1.4.11. Determinación del nivel del río.....	38
3.2. Gaviones	39
3.2.1. Generalidades	39

3.2.2. Definición	39
3.2.3. Ventajas	40
3.2.4. Descripción.....	40
3.2.5. Características.....	40
3.2.6. Características técnicas de los materiales	42
3.2.6.1. Gavión tipo caja	42
3.2.6.2. Gavión recubrimiento	46
3.2.6.3. Piedra de relleno	48
3.2.7. Ejecución del sistema	49
3.2.8. Usos y aplicaciones	51
CAPÍTULO 4.....	54
EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (EIA)	54
4.1. Descripción del proyecto	54
4.2. Análisis de los impactos ambientales potenciales del proyecto	55
4.3. Factores ambientales a ser evaluados	55
4.4. Metodología de evaluación.....	57
4.5. Identificación de impactos ambientales.....	58
4.6. Calificación y cuantificación de los impactos ambientales	58
4.7. Categorización de impactos ambientales.....	64
4.8. Descripción de los impactos al ambiente.....	65
CAPÍTULO 5.....	67
PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	67
5.1. Introducción.....	67
5.2. Objetivos.....	68
5.3. Alcance	68

5.4. Planes y programas	69
5.4.1. Plan de prevención y mitigación.....	69
5.4.1.1. Objetivo.....	69
5.4.1.2. Meta	69
5.4.1.3. Alcance	69
5.4.1.4. Actividades	69
5.4.2. Plan de contingencia y riesgo	70
5.4.2.1. Objetivo.....	70
5.4.2.2. Meta	70
5.4.2.3. Alcance	70
5.4.2.4. Actividades	70
5.4.3. Plan de capacitación ambiental.....	72
5.4.3.1. Objetivo.....	72
5.4.3.2. Meta	72
5.4.3.3. Alcance	72
5.4.3.4. Actividades	72
5.4.4. Plan de seguridad industrial y salud ocupacional.....	73
5.4.4.1. Objetivo.....	73
5.4.4.2. Meta	73
5.4.4.3. Alcance	73
5.4.4.4. Actividades	73
5.4.5. Plan de manejo y eliminación de desechos.....	74
5.4.5.1. Objetivo.....	74
5.4.5.2. Meta	74
5.4.5.3. Alcance	74

5.4.5.4. Actividades	74
5.4.6. Plan de cierre y abandono.....	75
5.4.6.1. Objetivo.....	75
5.4.6.2. Meta	75
5.4.6.3. Alcance	75
5.4.6.4. Actividades	75
5.4.7. Programa de relaciones comunitarias	76
5.4.7.1. Objetivo.....	76
5.4.7.2. Meta	76
5.4.7.3. Alcance	76
5.4.7.4. Actividades	77
5.4.8. Plan de monitoreo y seguimiento	77
5.4.8.1. Objetivo.....	77
5.4.8.2. Meta	77
5.4.8.3. Alcance	77
5.4.8.4. Actividades	78
CAPÍTULO 6.....	79
CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LA CAPTACIÓN.....	79
6.1 Captación de 1l/s para proyectos de hasta 720 hab.	79
6.2 Captación de 2l/s para proyectos de hasta 1440 hab.	83
6.3 Captación de 3l/s para proyectos de hasta 2160 hab.	85
6.4 Cálculos presupuestarios	86
6.4.1 Captación lateral de 3litros/segundo.....	86
6.4.2 Captación lateral de 2litros/segundo.....	91
6.4.3 Captación lateral de 1litro/segundo	93

CONCLUSIONES	95
RECOMENDACIONES	97
LISTA DE REFERENCIA.....	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Definición de criterios y parámetros de diseño hidráulico en obras de toma	32
Tabla 2: Dimensiones de gaviones tipo caja	44
Tabla 3: Dimensiones de gaviones tipo recubrimiento	46
Tabla 4: Características técnicas de la maya triple torsión	47
Tabla 5: Factores Ambientales considerados para la caracterización ambiental del área de influencia del proyecto	56
Tabla 6: Criterios de puntuación de la Importancia y valores asignados.....	61
Tabla 7: Presupuesto referencial para captación lateral de 3litros/segundo para poblaciones de 2160 habitantes aproximadamente.	90
Tabla 8: Presupuesto referencial para captación lateral de 2litros/segundo para poblaciones de 1440 habitantes aproximadamente.	91
Tabla 9: Presupuesto referencial para captación lateral de 1litro/segundo para poblaciones de 720 habitantes aproximadamente.	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Subcuenca Río Carchi	10
Figura 2: Pirámide de Kelsen.....	13
Figura 3: Paño extendido de un gavión tipo caja	45
Figura 4: Gavión tipo caja para rellenar.....	45
Figura 5: Gavión tipo recubrimiento.....	47
Figura 6: Malla de triple torsión de acero galvanizado	48
Figura 7: Piedra de relleno	49
Figura 8: Colocación y diámetro de la malla de triple torsión.....	50
Figura 9: Muro de contención con gaviones	51
Figura 10: Uso de gaviones para conservación del suelo	52
Figura 11: Uso de gaviones para equilibrio del cauce de ríos.....	52
Figura 12: Uso de gaviones con fines decorativos	53
Matriz 1: Identificación de los posibles impactos ambientales.....	62

RESUMEN

Teniendo en cuenta la marcada falta de servicios básicos en el ámbito rural de nuestro país, la presente tesis de graduación quiere dar una solución técnica que puede ser a la vez ecológico y económico para que las comunidades rurales ubicadas en las tierras altas puedan ser beneficiadas.

Además, en el desarrollo se ha tenido en cuenta todas las normas legales que tienen algo que ver con el cuidado del medio ambiente y la preservación. La evaluación del impacto ambiental se hace referencia en el capítulo IV y el plan de manejo ambiental en el siguiente capítulo.

Sería realmente importante que el contenido de esta tesis pueda llegar a las manos de alguna comunidad a través del departamento de extensión a la comunidad. Estoy muy segura que a través de la realización de esta tesis, he colaborado para resolver un problema recurrente en las comunidades rurales de nuestro país.

ABSTRACT

Taking into account the marked lack of basic services in the rural level of our country, the present graduation thesis wants to give a technical solution that can be both environmentally friendly and economical so that the rural communities located in the highlands can be benefited.

Besides, the development has taken into consideration all the legal norms that have something to do with the environmental care and preservation. The evaluation and environmental impact are referred to in chapter IV and the environmental management plan in the following chapter.

It would be really important this paper content could get to the benefited hands through the community department outreach. I am really sure through carrying out this thesis; I have cooperated to solve a recurrent problem in the rural communities of our country.

INTRODUCCIÓN

La disertación de grado se presenta como una alternativa válida para comunidades pequeñas asentadas a lo largo de los ríos de montaña que no poseen sistemas de distribución de agua potable provocando que la población se vea afectada por la recurrencia de enfermedades infectocontagiosas. Es importante recalcar que las captaciones de ríos de montaña son utilizadas para el abastecimiento de agua potable de pequeñas comunidades rurales; considerando que al ubicarse en el tramo inicial del río presentan condiciones aceptables de calidad de agua.

Es importante considerar que las captaciones de montaña con caudales de uno, dos y tres litros por segundo son utilizadas para el abastecimiento de agua potable de pequeñas comunidades rurales; el estudio tendrá aplicabilidad en muchas poblaciones rurales asentadas en ríos de montaña que no poseen sistemas de distribución de agua potable provocando que la población se vea afectada por la recurrencia de enfermedades infectocontagiosas especialmente en el tracto digestivo.

Es por eso que se pretende establecer una guía práctica para el aprovechamiento del agua dulce de los ríos de montaña por medio de estructuras hidráulicas amigables con el medio ambiente como son los gaviones y que ayudan a mejorar el abastecimiento de agua de buena calidad para que la misma antes de llegar a la población pase por una planta de potabilización con lo cual se garantiza la calidad de vida en la zona del proyecto.

Para ello se presenta una propuesta de diseños de captación el cual cuenta con los elementos necesarios para que la captación de agua garantice el abastecimiento de la misma para las poblaciones seleccionadas de acuerdo a los caudales estudiados, la captación garantiza adecuarse armónicamente al paisaje sin intervenir en el desarrollo de la vegetación.

Cabe recalcar que en la propuesta de diseño se evaluará los posibles impactos ambientales que este proyecto puede ocasionar en los diferentes elementos del medio ambiente si se llegase a ejecutar los cuales con una debida ejecución de un plan de

manejo ambiental y cumplimiento de las actividades y programas planteados pueden ser mitigables y controlados para la conservación del medio ambiente y la población

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1. Introducción

Los ríos son elementos naturales que captan las aguas de las cuencas y los transportan en régimen a superficie libre hasta la desembocadura. El ser humano para poder aprovechar el agua dulce para su sustento diario ha construido obras de aprovechamiento para su utilización en proyectos de agua potable, en proyectos de riego, en proyectos de centrales hidroeléctricas y en proyectos productivos en general. (Cátedra de obras hidráulicas , 2013)

La presente disertación de grado se presenta como una alternativa válida para comunidades pequeñas asentadas a lo largo de los ríos de montaña considerando que al ubicarse en el tramo inicial presentan condiciones aceptables de calidad de agua. Consideremos además que de acuerdo a nuestra constitución política el estado es el dueño, el administrador y la entidad ejecutora de este tipo de proyectos.

Es importante considerar que las captaciones de montaña con caudales de uno, dos y tres litros por segundo son utilizadas para el abastecimiento de agua potable de pequeñas comunidades rurales; el presente estudio tendrá aplicabilidad en muchas poblaciones rurales asentadas en ríos de montaña que no poseen sistemas de distribución de agua potable provocando que la población se vea afectada por la recurrencia de enfermedades infectocontagiosas especialmente en el tracto digestivo.

Es por eso que se pretende establecer una guía práctica para el aprovechamiento del agua dulce de los ríos de montaña por medio de estructuras hidráulicas amigables con el medio ambiente y que ayudan a mejorar el abastecimiento de agua de buenacalidad para que la misma antes de llegar a la población pase por una planta de potabilización con lo cual se garantiza la calidad de vida en la zona del proyecto.

1.2. Justificación

1.2.1. Justificación Técnica

En nuestro país se tiene un déficit de sistemas de abastecimiento de agua potable y sistemas de riego y en la gestión integral de estos. En cada uno de estos es indispensable construir captación en los causes naturales para el aprovechamiento de manera racional del recurso agua. El proponer una alternativa barata y técnicamente amigable con el medio ambiente justifica la elaboración de este proyecto de investigación.

1.2.2. Justificación Metodológica

Para esta investigación se considera un primer momento la información bibliográfica sobre el diseño hidráulico de captaciones laterales en causes naturales. Adicionalmente se indagará la documentación relacionada a la selección de la escala en los modelos hidráulicos, su dimensionamiento, su construcción y su calibración.

También se debe indicar que para el diseño de esta captación se tomara en cuenta las estructuras metálicas llamadas “gaviones” como una alternativa para abaratar los costos y proponer como nueva alternativa para utilizar en nuestro país.

1.2.3. Justificación Práctica

La investigación que se lleva adelante en este proyecto de titulación pretende ser una ayuda para que los ingenieros ambientales puedan aplicar esta metodología constructiva en el aprovechamiento del agua dulce en los ríos de montaña localizados en la serranía ecuatoriana. De esta manera colaboran con los asentamientos campesinos que por lo general no cuentan con este tipo de obras para el aprovechamiento del agua dulce de los ríos.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Diseñar captaciones por medio del uso de gaviones para caudales de 1 l/s, 2 l/s y 3 l/s. Estas estructuras hidráulicas son amigables con el medio ambiente del entorno del proyecto.

1.3.2. Objetivos Específicos

- ✓ Diseñar un sistema de captación amigable con el medio ambiente
- ✓ Proponer una metodología para el estudio del impacto ambiental y la manera que se va a promover las medidas de mitigación si fuese el caso
- ✓ Obtener el presupuesto referencial de estas obras

1.4. Características de la zona del proyecto

1.4.1. Generalidades

La Región Interandina del Ecuador es una de las cuatro regiones naturales de dicho país comúnmente conocido como Sierra. Tiene sus orígenes en las culturas Incaicas y pre-incaicas que fueron enfrentadas en su tiempo con la conquista española. La serranía ecuatoriana se extiende por los Andes que atraviesan de norte a sur al Ecuador, está conformada por las provincias Pichincha, Carchi, Tungurahua, Chimborazo, Cañar, Azuay, Loja, Imbabura, Bolívar y Cotopaxi. (Regiones naturales Ecuador, 2013)

Esta región se caracteriza por sus impresionantes elevaciones montañosas, volcanes y nevados. Entre los más importantes están el Cotopaxi y el Chimborazo. Sus 10 provincias cuentan con ciudades de gran importancia histórica como Quito y Cuenca, y centros artesanales como Otavalo. Igualmente, existen varios parques nacionales con flora y fauna muy ricas y variadas. (Gallegos, 2013)

En esta región coexisten zonas calientes, templadas y frías. Su región interandina presenta valles de diferentes altitudes y climas.

El sierra consiste en dos cadenas importantes de montañas de los Andes, conocidas como la Cordillera occidental (cadena occidental) y Cordillera Oriental (cadena del este), y la meseta entre montañas. Varios estímulos transversales de la montaña, conocidos como nudos, corte a través de la meseta. El Nudo del Azuay, en 4.500 metros el más alto de estos estímulos transversales, divide la sierra en dos subregiones el área del volcanismo moderno al norte y el área del volcanismo antiguo al sur. El área anterior consiste en montañas más nuevas, más altas que los en la sección antigua del volcanismo, que con tiempo han erosionado a niveles más bajos.(Stornaiolo, 1999).

La estación de lluvias en esta área dura a partir de octubre a mayo, con una gama de temperaturas anual media de 11.5 °C a 18 °C. La variación diaria, sin embargo, puede ser extrema con días muy calientes y noches absolutamente frías.

Las condiciones climáticas de la sierra, así como la actividad volcánica reciente, han producido las formaciones peculiares e interesantes de las plantas que distinguen los paisajes hermosos del área llamados páramo.

1.4.2. Climas de la sierra

El clima de la sierra es muy variado, gracias a la presencia de la cordillera de los Andes y a los vientos de ladera que soplan por los valles y llanuras. Las precipitaciones, siendo abundantes, fluctúan entre los 5.000 mm y los 1.500mm. El surco interandino goza de temperaturas primaverales durante el año, pero las lluvias varían mucho de una hoy a otra, y llegan a descender por debajo de los 400mm. Se diferencian los siguientes climas, conocidos como pisos o escalones climáticos: tropical andino, subtropical andino, templado, frío y glacial.

- El piso tropical andino se caracteriza por una temperatura media entre 20 y 25°C, lluvias escasas y atmósfera seca. Comprende las tierras bajas hasta una altitud de 1.500 metros: valles de Catamayo, Macaró, Puyango, Chota, Guayllabamba y Yunguilla.
- El piso subtropical andino va desde los 1.500 hasta los 2.500 metros de altitud. Tiene una temperatura media de 20°C, lluvias abundantes en invierno y poco frecuentes en verano. A este piso corresponden los valles de Ibarra, Los Chillos, Paute y Loja.
- El piso templado andino se sitúa desde los 2.500 hasta los 3.500 metros de altitud. Tiene una temperatura media de 17°C, lluvias abundantes, granizadas frecuentes y ambiente nublado. Aquí se asientan algunas grandes ciudades, como Tulcán, Latacunga y Riobamba.
- El piso frío se extiende desde los 3.500 hasta los 5.650 metros de altitud. Su temperatura varía entre 1 y 10°C. Se dan aguaceros torrenciales, neblinas espesas y lloviznas casi constantes. Zonas características son El Ángel, Mojanda-Cajas, Chasqui, Llanganatis y Buerán.
- El piso glacial se eleva por encima de los 5.650 metros de altitud. Se caracteriza por registrar temperaturas inferiores a los 0°C, las nieves perpetuas, nevadas, truenos, neblinas y aguaceros constantes. (Mothes, 1991)

1.4.3. Características de los ríos de montaña.

Los ríos de la región interandina se caracterizan por ser torrentosos, generalmente están llenos de rocas y tienen paredes deleznable, lo que provoca que frecuentemente se desborden y acaben con los cultivos cercanos y algunas viviendas.

Por ser torrentosos, se los utiliza para generar energía, por medio de máquinas llamadas turbinas. En cada una de las hoyas hay un río principal y éstas reciben el nombre del río que la atraviesa.

Estos ríos que nacen de los deshielos de los nevados, reciben las aguas de otros ríos más pequeños y siguen su curso, unos van hacia la costa y desembocan en el Océano Pacífico y otros van hacia la zona oriental y desembocan en el río Amazonas.

En la región interandina hay muchos lagos y lagunas, sobre todo en la provincia de Imbabura. Algunas de éstas se originaron por los deshielos de las montañas y la actividad volcánica, como por ejemplo la laguna de Cuicocha, que es el cráter del volcán Cuicocha, el lago San Pablo, la laguna de Yaguarcocha, entre otros.

Hace muchos años había más lagos y lagunas, pero se han ido extinguiendo, más que por falta de un torrente que los alimente, por la sedimentación del fondo, lugar en el que crecen muchas plantas acuáticas, las bacterias aumentan la temperatura, dando lugar a la evaporación del agua, lo que provoca que los lagos se transformen inicialmente en pantanos, y posteriormente en bosques con vegetación del lugar. (Region sierra del Ecuador, 2013)

1.4.4. Características de las cuencas hidrográficas

Es necesario especificar una zona de nuestra serranía ecuatoriana en donde nuestro proyecto de captación lateral utilizando gaviones podría ser construido con el objetivo de facilitar la captación de agua para poblaciones de 720, 1440 y 2160 habitantes aproximadamente. Es por esta razón que presentamos como ejemplo el detalle de las subcuencas hidrográficas en la provincia del Carchi.

La provincia se encuentra en el extremo norte del callejón interandino con relieve del terreno bastante irregular y montañoso, Limita al norte con

Colombia; al sur y oeste con Imbabura; al este con Sucumbíos y al oeste con Esmeraldas. Tiene una extensión de 3.604,33 Km² y una población de 152.304 habitantes. La Provincial del Carchi se halla dividida en seis cantones: 9 parroquias urbanas y 26 parroquias rurales; la capital de la provincia es Tulcán con una altura de 2.957 m.s.n.m. De acuerdo a la distribución poblacional por cantones, Tulcán cuenta con el 51% de habitantes, seguido por Montúfar con el 19%, Espejo y Bolívar con el 9% cada uno y finalmente San Pedro de Huaca con el 4%. Población rural del Carchi representa el 53% del total.

Economía: Gran parte de la provincia se dedica a la agricultura extensiva.

Población: 152 939 habitantes (75 834 hombres y 77 105 mujeres), que representan el 1,3 % de la población total del Ecuador.

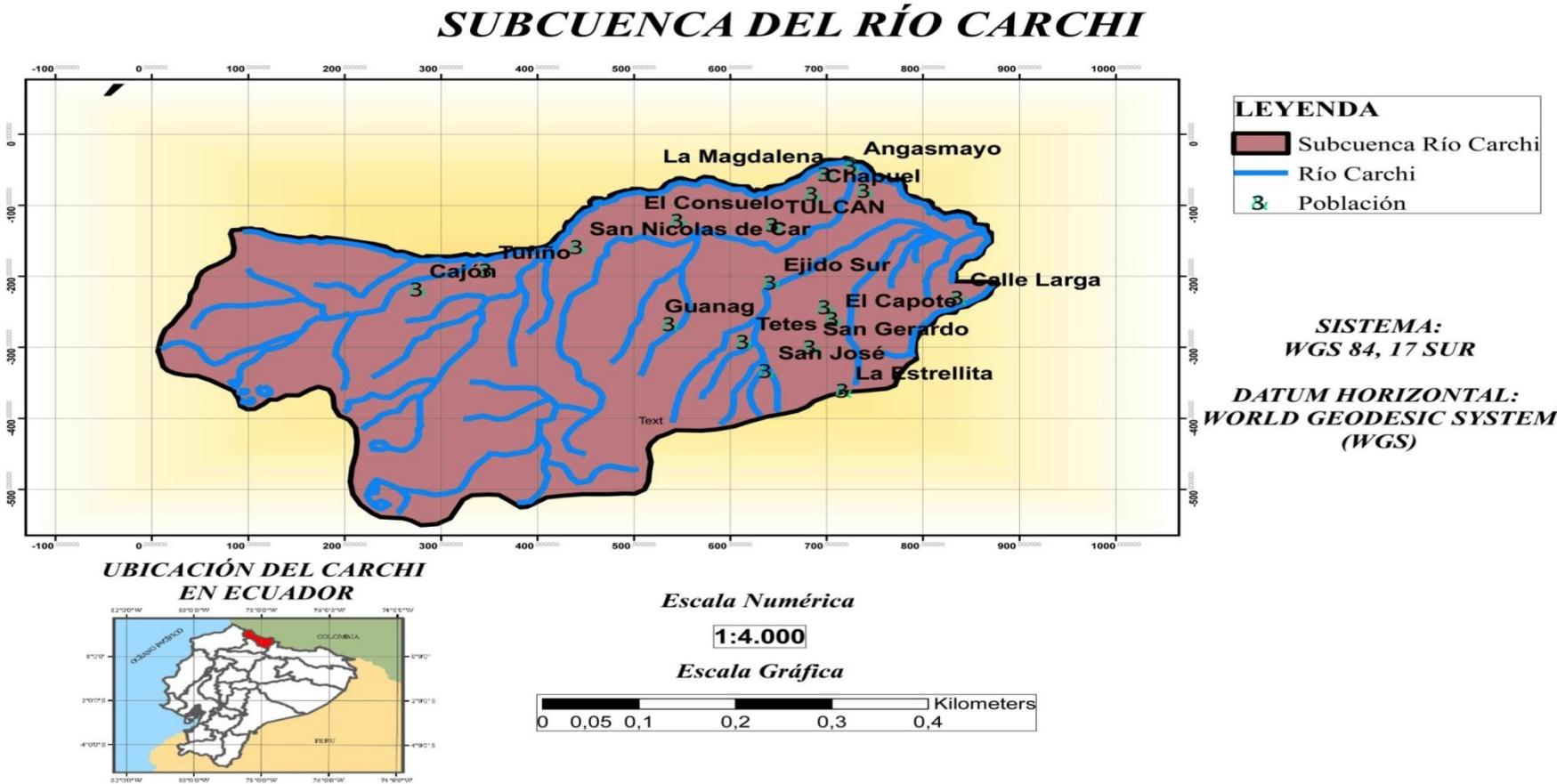
- 72 152 sector urbano.
- 80 787 sector rural.

La subcuenca del río Carchi se encuentra bañando la provincia, tiene una extensión de 368,74 km² su rango altitudinal está entre los 4758 – 2700 msnm.(Enciclopedia de las provincias del Ecuador: Tungurahua, 1983)

Algunas de las poblaciones beneficiadas por la construcción de captaciones laterales por medio de uso de gaviones en esta provincia podrían ser:

- Tufiño
- El Capote
- Guanag

Figura 1: Subcuenca Río Carchi



Elaborado por:Dayana Morillo

1.4.5. Tipos de suelo predominantes

La Sierra se caracteriza por presentar un terreno irregular. Los valles interandinos en su mayoría son lugares con suelos muy fértiles aptos para muchos tipos de cultivos pero las pendientes de las montañas presentan problemas de erosión. Aquí se cultiva gran cantidad de productos. Actualmente, se han incrementado los cultivos de flores destinadas principalmente para la exportación. Hay grandes zonas de pastizales dedicados al ganado vacuno en miras a la producción de leche. Se cultivan también cereales como el trigo, la cebada y el centeno; hortalizas como col, brócoli, cebolla, acelga, zanahoria entre otras; maíz, papas, mellocos y algunas frutas como: manzanas, peras, duraznos y otras.(Un universo invisible bajo nuestros pies, 2013)

En las zonas subtropicales existen bosques húmedos, en los que se pueden encontrar helechos, líquenes y musgo. Todavía quedan pequeños bosques naturales, actualmente protegidos. Tenemos algunos en la parte occidental de la ciudad de Quito, detrás del volcán Pichincha, en los sectores de Nanegalito y Mindo. En los sectores de piso templado, casi todos los espacios de terreno se han destinado para el cultivo de cereales, frutas y legumbres, en estos sitios, se puede observar gran cantidad de haciendas, fincas, parcelas y ranchos. En los sectores más fríos y de mayor altura, llama páramos, se pueden encontrar gran cantidad de pajonales y la chuquiragua.(Region sierra del Ecuador, 2013)

El tipo de animales depende también de las condiciones del clima, aunque hay algunos que son comunes a todas las regiones, como los perros, gatos, gallinas, patos, entre otros. En clima Subtropical, es decir en las tierras más bajas de la región interandina, hay ganado vacuno, ganado caballar, ganado porcino y ganado mular. Entre los reptiles, se puede encontrar culebras y lagartijas. En clima templado o clima subandino, es común encontrar los anteriores y además, ganado lanar y ganado caprino.

En clima frío, hasta cierta altura, se puede encontrar llamas, aves como mirlos, curiquingues, buitres, entre otros. En las grandes alturas de la cordillera de los Andes, todavía se puede divisar algunos cóndores, aunque con dificultad, pues este animal está en peligro de extinción. (Mothes, 1991)

CAPÍTULO 2

MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

En el presente literal se incluyen los principales cuerpos legales que son de aplicación general y de cumplimiento obligatorio del promotor del proyecto; en esta parte del documento se analizan aquellas normas que están relacionadas con la dotación de agua para consumo humano, riego y generación de energía eléctrica; la planificación y el ordenamiento del territorio; la protección ambiental y social.

A continuación se resume los principales contenidos y aplicaciones considerando la actual Constitución de la República del Ecuador:

Figura 2: Pirámide de Kelsen



Fuente: Ideambiente, 2013

2.1. Constitución de la República del Ecuador

La nueva Constitución fue aprobada por la Asamblea Constituyente en julio de 2008, y publicada en el Registro Oficial No. 449 del 20 de octubre de 2008. Establece en su Artículo 3, Título I, de los Principios Fundamentales, que “Son deberes primordiales del Estado”, entre otros: numeral 7: “Proteger el patrimonio natural y cultural del país.”

El Título II, Artículo 14, del Capítulo 2, de los “Derechos del buen vivir”, se indica que “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, SumakKawsay. 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”.

El Artículo 15 del mismo capítulo, determina que “El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua”.(Constitucion del la República del Ecuador, 2008)

En el Capítulo Sexto, “Derechos de libertad”, Artículo 66: Se reconoce y garantizará a las personas: inciso 27, el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

El Capítulo Séptimo de los “Derechos de la naturaleza” establece:

Artículo 71 que “La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos”.

“Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza”.

Artículo 72, “La naturaleza tiene derecho a la restauración”.

Artículo 73, “El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales”.(Constitucion del la República del Ecuador, 2008)

En el Título VII, del Régimen del Buen Vivir, Capítulo Segundo de “Biodiversidad y recursos naturales” se determina en el Artículo 395, que “La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales”:

1. “El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras”.

2. “Las políticas de gestión ambiental se aplicarán 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”.

3. “El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución, y control de toda actividad que genere impactos ambientales”.

4. “En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, estas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.”(Constitucion del la República del Ecuador, 2008)

Artículo 396, “El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no

exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas”.

Del Artículo 397: Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

1. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.

Artículo 398, “Toda decisión o autorización estatal que pueda afectar al ambiente deberá ser consultada a la comunidad, a la cual se informará amplia y oportunamente. El sujeto consultante será el Estado. La ley regulará la consulta previa, la participación ciudadana, los plazos, el sujeto consultado y los criterios de valoración y de objeción sobre la actividad sometida a consulta”.(Constitucion del la República del Ecuador, 2008)

2.2. Tratados y convenios internacionales

Los tratados y convenios internacionales suscritos y ratificado por el Ecuador forman parte del ordenamiento jurídico de la República del Ecuador y prevalece sobre leyes y otras normas de menor jerarquía, por lo que los contenidos normativos de los mismos tienen la misma jerarquía y grado de importancia que la Constitución, razón que obliga a su cumplimiento en todo proceso o acción humana relacionada con los mismos.

Los principales Tratados, Acuerdos y Convenios Internacionales suscritos por el Ecuador y que por lo general aplican para el desarrollo de los proyectos y por ende de los estudios ambientales son los siguientes:

- Agenda 21
- Convención sobre biodiversidad biológica

- Convenio UNESCO sobre Patrimonio Cultural y Natural de la Humanidad
- Protocolo de Kioto.
- Convenio de Basilea
- Convenio de Rotterdam sobre productos químicos Peligrosos
- Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes
- Tratado de Washington
- Convenio Ramsar.(Constitucion del la República del Ecuador, 2008)

2.3. Códigos

Código Penal (Publicado en el Registro Oficial No. 2 del 25 de enero del 2000)

Publicado en el Registro Oficial No. 2 del 25 de enero del 2000. Título V “De los Delitos Contra la Seguridad Pública”, Capítulo X-A, De los delitos contra el Medio Ambiente. Artículo 437 A, Artículo 437 B, Artículo 437 C, Artículo 437 D.

Art. 437 a.- Quien, fuera de los casos permitidos por la ley, produzca, introduzca, deposite, comercialice, tenga en posesión, o use desechos tóxicos peligrosos, sustancias radioactivas, u otras similares que por sus características constituyan peligro para la salud humana o degraden y contaminen el medio ambiente, serán sancionados con prisión de dos a cuatro años.

Igual pena se aplicará a quien produzca, tenga en posesión, comercialice, introduzca armas químicas o biológicas

Art. 437 b.- El que infringiera las normas sobre protección del ambiente, vertiendo residuos de cualquier naturaleza, por encima de los límites fijados de conformidad con la ley, si tal acción causare o pudiese causar perjuicio o alteraciones a la flora, la fauna, el potencial genético, los recursos hidrobiológicos o la biodiversidad, será reprimido con prisión de uno a tres años, si el hecho no constituyera un delito más severamente reprimido.

Art. 437 c.-La pena será de tres a cinco años de prisión, cuando: a) los actos previstos en el artículo anterior ocasionen daños a la salud de las personas o a sus bienes;

b) el perjuicio o alteración ocasionados tengan carácter irreversible;

c) el acto sea parte de actividades desarrolladas clandestinamente por su autor; o,

d) los actos contaminantes afecten gravemente recursos naturales necesarios para la actividad económica.

Art. 437 d.- Si a consecuencia de la actividad contaminante se produce la muerte de una persona, se aplicará la pena prevista para el homicidio inintencional, si el hecho no constituye un delito más grave. En caso de que a consecuencia de la actividad contaminante se produzcan lesiones, impondrá las penas previstas en los artículos 463 a 467 del código penal.

Art. 437 e.- Se aplicará la pena de uno a tres años de prisión, si el hecho no constituyera un delito más severamente reprimido, al funcionario o empleado público que actuando por sí mismo o como miembro de un cuerpo colegiado, autorice o permita, contra derecho, que se viertan residuos contaminantes de cualquier clase por encima de los límites fijados de conformidad con la ley; así como el funcionario o empleado cuyo informe u opinión haya conducido al mismo resultado.

Art. 437 i.- Será sancionado con prisión de uno a tres años, si el hecho no constituye un hecho más grave, el que sin autorización o sin sujetarse a los procedimientos previstos en las normas aplicables, destine las tierras reservadas como de protección ecológica o de uso agrícola exclusivo, a convertirse en áreas de expansión urbana, o de extracción o elaboración de materiales de construcción.

2.4. Leyes orgánicas

Ley Orgánica de la Salud (Publicada en el Registro Oficial 423 de 22 de diciembre de 2006)

En los arts. 101, 103, 104 y 106, menciona que las viviendas, establecimientos educativos, de salud y edificaciones en general, deben contar con sistemas sanitarios adecuados de disposición de excretas y evacuación de aguas servidas. Prohíbe la descarga de aguas servidas y residuales, sin el tratamiento apropiado en cursos de agua. Todo establecimiento industrial, comercial o de servicios, tiene la obligación de instalar sistemas de tratamiento de aguas contaminadas

Ley de Aguas, Codificación, R.O. 339 de 20 de mayo del 2004 y Reglamento de Aplicación de la Ley de Aguas, publicado en el R.O. No. 233, del 26 de enero de 1973

Mediante esta ley (art. 12), El estado garantiza a los ecuatorianos el uso de las aguas, con la limitación necesaria para su eficiente aprovechamiento en favor de la producción.

De igual manera en su Art. 13, para el aprovechamiento de los recursos hídricos, le corresponde a SENAGUA, planificar su mejor aprovechamiento y desarrollo, realizar evaluaciones e inventarios, delimitar las zonas de protección, declarar estados de emergencia y arbitrar medidas necesarias para proteger las aguas y propender a la protección y desarrollo de las cuencas hidrográficas.

La ley codificada, determina en su Art. 20, que las concesiones y planes de manejo de las fuentes y cuencas hídricas deben contemplar los aspectos culturales relacionados a ellas, de las poblaciones indígenas y locales; y que (Art. 21) el usuario de un derecho de aprovechamiento, utilizará las aguas con la mayor eficiencia y economía, de viendo contribuir a la conservación y mantenimiento de las obras e instalaciones de que dispone para su ejercicio.

Art. 22.- Prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna.

Respecto al uso del agua y prelación, en su Art. 35, determina que las concesiones del derecho de aprovechamiento del agua se efectuarán de acuerdo al siguiente orden de preferencia: a) abastecimiento de poblaciones, para necesidades domésticas y abrevadero de animales; b) Para agricultura y ganadería; c) Para usos energéticos, industriales y mineros; y, d) Para otros usos.

Así mismo determina (Art. 42) que 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; y que las aguas destinadas a la generación de energía y trabajos mineros, deberán ser devueltas a un cauce público, obligándose el concesionario a tratarlas, si la SENAGUA, como Autoridad Nacional del Agua lo estimare necesario.

Se concede acción popular para denunciar los hechos que se relacionan con contaminación de agua. La denuncia se presentará en la Defensoría del Pueblo.

Ley Orgánica de Participación Ciudadana, publicada en el R.O. Suplemento 175 del 20 de abril de 2010

Esta ley, permite (Art. 6) que las ciudadanas y los ciudadanos que estén en goce de sus derechos políticos, así como, organizaciones sociales lícitas, puedan ejercer la facultad de proponer la creación, reforma o derogatoria de normas jurídicas ante la Función Legislativa o ante cualquier otra institución u órgano con competencia normativa en todos los niveles de gobierno. Entre los mecanismos que permiten la participación de la sociedad civil en las decisiones públicas se determina en la propia Constitución tales como (Art. 100): audiencias públicas, veedurías, asambleas, cabildos populares, consejos consultivos, observatorios entre otros según la ciudadanía promueva otro tipo de participación.

Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, Publicada en el R.O. Suplemento 583 del 5 de mayo de 2009

Esta ley, en su Art. 1, establece los mecanismos mediante los cuales el Estado busca cumplir con su obligación y objetivo estratégico de garantizar a las personas, comunidades y pueblos la autosuficiencia de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados de forma permanente.

Para cumplir con este objetivo, se crean normas conexas destinadas a establecer en forma soberana las políticas públicas agroalimentarias para fomentar la producción suficiente y la adecuada conservación, intercambio, transformación, comercialización y consumo de alimentos sanos, nutritivos, preferentemente provenientes de la pequeña, la micro y mediana producción campesina, de las organizaciones económicas populares y de la pesca artesanal así como microempresa y artesanía; respetando y protegiendo la agro biodiversidad, los conocimientos y formas de producción tradicionales y ancestrales, bajo los principios de equidad, solidaridad, inclusión, sustentabilidad social y ambiental

Ley Orgánica de la Economía Popular y Solidaria (R.O. No. 444 de fecha 2 de mayo de 2011)

La economía popular y solidaria es una economía colectiva, asociativa que se manifiesta en variadas formas de producción económicas a las cuales recurren grandes grupos de población como estrategias de sobrevivencia y reproducción de la vida, cuyo eje principal es la solidaridad y el trabajo autogestionado a través de formas ancestrales de participación como es la minga o el randimpak.

Estas economías que han permanecido en el sector informal, con todas las limitaciones que ello implica acceso a créditos ha generado riqueza y permanentemente han aportado al desarrollo del país, han sido consideradas en la nueva Carta Política Art. 283 con las cuales se plantea la construcción de un nuevo sistema económico que lleve al Buen Vivir, el SumakAllyKawsay para todos y todas.

2.5. Leyes ordinarias

Ley de Gestión Ambiental (Publicada en el Registro Oficial 418 del 10 de septiembre de 2004)

Se realizó una codificación No. 19, y fue publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. 418, de 10 de septiembre de 2004. La Ley de Gestión Ambiental establece los principios y directrices de la política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en la gestión ambiental en el país, la misma que se orienta en los principios universales del desarrollo sustentable. La ley establece los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje, reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas sustentables; y, respeto a las culturas y prácticas tradicionales.

El artículo 12 del Capítulo IV De la participación de las Instituciones del Estado, define como obligaciones de las instituciones del Estado del sistema Descentralizado de Gestión Ambiental en el ejercicio de sus atribuciones y en el ámbito de su competencia: “2. Ejecutar y verificar el cumplimiento de las normas de calidad ambiental, permisibilidad, fijación de niveles tecnológicos y las que establezca el Ministerio del Ambiente.

Según el capítulo II, artículo 19 sobre la Evaluación de Impacto Ambiental y del Control Ambiental, las obras públicas, privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados que pueden causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio.

El artículo 21 establece que los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base, evaluación del impacto ambiental, evaluación de riesgos, planes de manejo, planes de manejo de riesgo, sistemas de monitoreo, planes de contingencia y mitigación, auditorías ambientales y planes de abandono.

El artículo 23 define los componentes de la evaluación de impacto ambiental en los siguientes aspectos: 1. La estimación de los efectos causados a la población humana,

la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada; 2. Las condiciones de tranquilidad pública tales como: ruido, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otro perjuicio ambiental derivado de su ejecución; y, 3. La incidencia que el proyecto, obra o actividad tendrá en los elementos que componen el patrimonio histórico escénico y cultural.

La ley establece también que cualquier acción u omisión dañosa, que genera impactos negativos ambientales, es susceptible de demandas por daños y perjuicios, así como por el deterioro causado a la salud o al medio ambiente.

Ley de la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (Publicada en el Registro Oficial Suplemento 418 de 10 de septiembre de 2004)

Art. 4.- Será responsabilidad de los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, en coordinación con otras Instituciones, estructurar y ejecutar programas que involucren aspectos relacionados con las causas, efectos, alcances y métodos de prevención y control de la contaminación atmosférica.

Art. 5.- Las instituciones públicas o privadas interesadas en la instalación de proyectos industriales, o de otras que pudieran ocasionar alteraciones en los sistemas ecológicos y que produzcan o puedan producir contaminación del aire, deberán presentar a los Ministerios de Salud y del Ambiente, según corresponda, para su aprobación previa, estudios sobre el impacto ambiental y las medidas de control que se proyecten aplicar.

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. 8.- Los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, fijarán 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 residuales, así como de su operación y mantenimiento, con el propósito de lograr los objetivos de esta Ley.

Art. 10.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, cualquier tipo de contaminantes que puedan alterar la calidad del suelo y afectar a la salud humana, la flora, la fauna, los recursos naturales y otros bienes.

Art. 13.- Los Ministerios de Salud y del Ambiente, cada uno en el área de su competencia, en coordinación con las municipalidades, planificarán, regularán, normarán, limitarán y supervisarán los sistemas de recolección, transporte y disposición final de basuras en el medio urbano y rural.

Art. 16.- Se concede acción popular para denunciar ante las autoridades competentes, toda actividad que contamine el medio ambiente.

Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, Codificación 17, R.O. No. 418 del 10 de septiembre de 2004

La Ley Forestal, determina como autoridad reguladora al Ministerio del Ambiente, y establece los criterios y procedimientos para la determinación de la categorización de los bosques y vegetación protectores; de las tierras forestales y los bosques de Propiedad Privada; de las plantaciones forestales al declarar obligatoria y de interés público la forestación y reforestación de las tierras de aptitud forestal para lo cual el MAE elaborará el plan forestal.

En su Título II, los aspectos relacionados con el Manejo de las áreas naturales y de la flora y fauna silvestres, en el Capítulo I, se mencionan los aspectos relacionados con el Patrimonio Nacional de Áreas Naturales, en el Capítulo II, relacionado con la Administración del Patrimonio de Áreas Naturales, en el Capítulo III, el articulado de la Conservación de la Flora y Fauna Silvestres.

De igual forma en el Título IV, se presentan las infracciones a la presente ley y su juzgamiento.

Art. 73.- La flora y fauna silvestres son de dominio del Estado y corresponde al Ministerio del Ambiente su conservación, protección y administración, para lo cual ejercerá las siguientes funciones:

- a) Controlar la cacería, recolección, aprehensión, transporte y tráfico de animales y otros elementos de la fauna y flora silvestres;
- b) Prevenir y controlar la contaminación del suelo y de las aguas, así como la degradación del medio ambiente;
- c) Proteger y evitar la eliminación de las especies de flora y fauna silvestres amenazadas o en proceso de extinción;
- d) Establecer zoológicos, viveros, jardines de plantas silvestres y estaciones de investigación para la reproducción y fomento de la flora y fauna silvestres;
- e) Desarrollar actividades demostrativas de uso y aprovechamiento doméstico de la flora y fauna silvestres, mediante métodos que eviten menoscabar su integridad;
- f) Cumplir y hacer cumplir los convenios nacionales e internacionales para la conservación de la flora y fauna silvestres y su medio ambiente; y,
- g) Las demás que le asignen la Ley y el reglamento.

Art. 75.- Cualquiera que sea la finalidad, prohíbese ocupar las tierras del patrimonio de áreas naturales del Estado, alterar o dañar la demarcación de las unidades de manejo u ocasionar deterioro de los recursos naturales en ellas existentes.

Se prohíbe igualmente, contaminar el medio ambiente terrestre, acuático o aéreo, o atentar contra la vida silvestre, terrestre, acuática o aérea, existente en las unidades de manejo.

Ley de Patrimonio Cultural, Codificada y publicada en el R.O. No. 465 del 19 de noviembre de 2004

Declara como bienes pertenecientes al Patrimonio Cultural del Estado los monumentos arqueológicos muebles e inmuebles, pertenecientes a la época prehispánica y colonial; ruinas y fortificaciones, edificaciones, cementerios y yacimientos en general; los templos, conventos, capillas y otros edificios que hubieren sido construidos durante la colonia; manuscritos antiguos e incunables, ediciones raras de libros, mapas, entre otros.

Art. 7.- Declárase bienes pertenecientes al Patrimonio Cultural del Estado los comprendidos en las siguientes categorías:

- a) Los monumentos arqueológicos muebles e inmuebles, tales como: objetos de cerámica, metal, piedra o cualquier otro material pertenecientes a la época prehispánica y colonial; ruinas de fortificaciones, edificaciones, cementerios y yacimientos arqueológicos en general; así como restos humanos, de la flora y de la fauna, relacionados con las mismas épocas;
- i) Las obras de la naturaleza, cuyas características o valores hayan sido resaltados por la intervención del hombre o que tengan interés científico para el estudio de la flora, la fauna y la paleontología; y,
- j) En general, todo objeto y producción que no conste en los literales anteriores y que sean producto del Patrimonio Cultural del Estado tanto del pasado como del presente y que por su mérito artístico, científico o histórico hayan sido declarados por el Instituto, bienes pertenecientes al Patrimonio Cultural, sea que se encuentren en el poder del Estado, de las instituciones religiosas o pertenezcan a sociedades o personas particulares.

Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) y sus correspondientes Anexos de Normas Técnicas Ambientales (Publicada en el Registro Oficial 725 del 16 de diciembre de 2002)

Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) del Ministerio del Ambiente. Decreto Ejecutivo 3516, publicado en el Registro Oficial N° E 2, de 31 de marzo de 2003.

El contenido de este reglamento es:

- Título I: Del Sistema Único de Manejo Ambiental
- Título II: Políticas Nacionales de Residuos Sólidos
- Título III: Comité de Coordinación y Cooperación Interinstitucional para la Gestión de Residuos
- Título IV: Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental
- Título V: Reglamento para la Prevención Y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales (REFORMADO: Acuerdo No 161, R.O. 31 de Agosto del 2011)
- Título VII: Del Cambio Climático.

2.6. Normas reglamentarias

- Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. Anexo 1, Anexo 2, Anexo 4, Anexo 5, Anexo 6, Anexo 1B, Anexo 2^a.
- Reglamento Sustitutivo al Reglamento a la Ley de Régimen del Sector Eléctrico.
- Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias para la Prestación del Servicio de Energía Eléctrica.
- Reglamento Ambiental del Sector Eléctrico (RAAE).

- Reglamento de Seguridad del Trabajo contra Riesgos en Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Reglamento de Seguridad e Higiene del Trabajo.
- Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo.
- Reglamento General de la Ley de Patrimonio Cultural.
- Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.
- Reglamentosustitutivo del reglamento ambiental para las operaciones hidrocarburíferas en el Ecuador.
- Reglamento de Aplicación de los Mecanismos de Participación Social establecidos en la Ley de Gestión Ambiental (Decreto 1040): Publicado en el Registro Oficial No. 332, del 8 de mayo del 2008.
- Instructivo al Reglamento de Aplicación de los Mecanismos de Participación Social establecidos en la Ley de Gestión Ambiental (Acuerdo Ministerial 112): Publicado en el Registro Oficial No. 428 del 18 de septiembre del 2008.
- Reforma del Instructivo al Reglamento de aplicación de los mecanismos de Participación Social establecidos en la Ley de Gestión Ambiental (Acuerdo Ministerial 106): Publicado en el Registro Oficial No. 82 del 7 de diciembre del 2009.

2.7. Normativa técnica

Además de las leyes y reglamentos descritos, se aplicará la siguiente normativa técnica:

- Norma NTE INEN 2-266:2000, “Transporte, almacenamiento, manejo de productos químicos peligrosos”.
- Norma NTE INEN 2-288:2000, “Productos químicos industriales peligrosos. Etiquetado de precaución”.
- Norma INEN 439 (colores, señales y símbolos de seguridad).

- Norma Técnica Ecuatoriana INEN NTE 440 (colores de identificación de tuberías).
- Reglamento de Prevención de Incendios. Registro Oficial No. 47, del 21 de marzo del 2007

2.8. Marco institucional

Ministerio del Medio Ambiente

Según el Art. 8 de la Ley de Gestión Ambiental, “La autoridad ambiental nacional será ejercida por el Ministerio del ramo, que actuará como instancia rectora, coordinadora y reguladora del Sistema Nacional Descentralizado dentro del ámbito de sus competencias y conforme las leyes que las regulan, ejerzan otras instituciones del Estado. El Ministerio del ramo, contará con los organismos técnico-administrativos de apoyo, asesoría y ejecución, necesarios para la aplicación de las políticas ambientales, dictadas por el Presidente de la República”.

CAPÍTULO 3

MARCO TEÓRICO

3.1. Especificaciones técnicas para el diseño de captaciones de agua superficial.

3.1.1. Definiciones

Obra de captación: Consiste en una estructura colocada directamente en la fuente, a fin de captar el gasto deseado y conducirlo a la línea de aducción. (Montenegro, 2011)

Objetivos principales de la estructura:

- Garantizar la captación de un caudal líquido fijo para toda la gama de caudales de escurrimiento en el curso natural.
- Minimizar el ingreso hacia la toma y conducción del material sólido grueso y material flotante, favoreciendo el tránsito de estos hacia el tramo de aguas abajo del río.
- Lograr la exclusión de sedimentos, para lo cual es necesario una desviación artificial de las partículas sólidas desde la sección de entrada de la estructura.
- Garantizar la expulsión de los sedimentos que han ingresado hacia la bocatoma
- Satisfacer todas las condiciones de seguridad necesarias.
- Minimizar el efecto de las obras sobre el tránsito de toda la gama de caudales ordinarios y extraordinarios.

Represa de nivel: Obra ejecutada en un curso de agua para elevar el nivel del curso superficial a una cota predeterminada

Enrocamiento: Represamiento de nivel constituido de bloques de roca, colocados en el curso de agua.

Bocatoma: Conjunto de dispositivos destinados a conducir el agua de la fuente superficial para las demás partes constituyentes de la captación

3.1.2. Aplicación

El empleo de estas captaciones será aplicado en aguas superficiales de desplazamiento continuo tales como ríos, quebradas, tributarios y canales de irrigación.(Moreno, 2004)

Tabla 1: Definición de criterios y parámetros de diseño hidráulico en obras de toma

ESTRUCTURA	PRINCIPALES PROBLEMAS DE DISEÑO HIDRAULICO	PARAMETRO DE DISEÑO	REFERENCIA
Obra de Toma	Ubicación	-Cota mínima	-Reconocimiento terrestre y levantamiento topográfico
		-Tipificación del tramo del rio	-Reconocimiento terrestre del tramo
	Ubicación	-Caudal mínimo	-Estudio preliminar geológico, estudio hidrometeorológico y de sedimentación)
		-Caudal máximo	-Estudio hidrometeorológico y de sedimentología
	Dimensionamiento	-Caudal de captación, caudal mínimo en el rio, caudal de crecida con periodo de retorno definido.	-Diseño del orificio de captación y diseño de la tubería de control y de limpieza.

	-Niveles mínimo y máximo	
		-Diseño del azud construido con gaviones y de la descarga de fondo.
	-Caudales extraordinarios	-Diseño de la estructura de disipación por medio de gradas continuas
Operación	-Capacidad de arrastre y caudal máximo de captación	-Estudio de operación de la toma
	-Caudal de captación	-Diseño de las tuberías de evacuación de excedentes
Mantenimiento	-Caudal de material de fondo	-Diseño de la descarga de fondo, diseño del desripador y de las tuberías de limpieza.
	-Caudal de material en suspensión	-Diseño del desarenador

Fuente:Castro, 2008

3.1.3. Objeto del aprovechamiento hídrico

Agua potable.- Es recomendable cualquier tipo de captación. Se requiere de desarenador. El tratamiento requerido depende de la calidad del agua cruda. Se requiere de un control continuo de la calidad.

Irrigación.- Es recomendable cualquier tipo de captación. Se requiere de desripador. Se desea transportar a la zona del aprovechamiento todo el material fino como abono. Se requiere control de depósito del material a la entrada de la toma.

Recarga de pozos.- Es recomendable cualquier tipo de captación.

3.1.4. Requisitos previos

3.1.4.1. Calidad del agua

Deberá determinarse la calidad física, química y bacteriológica de la fuente y los parámetros básicos de análisis de agua que se recomienda determinar.

La duración y extensión de estos estudios está en función de los siguientes factores locales: formación geológica de la fuente; usos del suelo y cuerpo de agua; existencias de industrias, agroindustrias, minería; costumbres locales, etc. Para definir los criterios de calidad para la selección de la fuente, se recomienda seguir la clasificación de aguas crudas realizada por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS, 1992).

Debe identificarse los puntos de contaminación de la fuente aguas arriba, del posible emplazamiento de la captación y evaluarse el impacto que originan en la calidad del agua que se abastecerá a la población.

Se deben desechar las fuentes superficiales cuyas características pongan en riesgo la calidad del agua abastecida a la población e incrementen los costos de tratamiento.

De acuerdo a la calidad de agua de la fuente, se debe seleccionar la tecnología de tratamiento del agua para consumo humano.

3.1.4.2. Cantidad de agua

Deberá obtenerse registros de escorrentía de la cuenca en estudio; y a falta de ellos, datos referentes a cuencas próximas y semejantes para estudios de correlación entre ellas. Del examen de estos registros se deberán determinar los valores de caudal máximo, mínimo y medio de la fuente.

Se deberá complementar esta información con mediciones de caudal o aforos de la fuente, al menos dos veces en diferentes épocas del año. Un aforo imprescindible en época de estiaje y otros complementarios, dependiendo del tipo de fuente y el tipo de obra de toma seleccionada.

Deben ser cuidadosamente investigadas las fluctuaciones de nivel de las masas de agua para evitar problemas relacionados con los niveles mínimos que aseguren la captación y de los máximos para que no peligre la estabilidad de las obras.

En el caso que no existan datos suficientes sobre la escorrentía del curso, la información de los ribereños respecto a los ciclos de sequías extremas, puede ser de gran utilidad.

Al evaluar la fuente, se debe tener la seguridad que el caudal mínimo a través de ella sea mayor al caudal máximo diario del sistema de abastecimiento, caso contrario se debe pensar en construir un sistema de regulación. (Mejía, 2002)

3.1.4.3. Reconocimiento geológico superficial

Deberá realizarse un reconocimiento geológico del lugar donde será emplazada la captación para determinar las posibles fallas geológicas, zonas de deslizamiento y de hundimiento.

3.1.4.4. Pendiente longitudinal del río

Para la obra de captación lateral a realizarse se ha considerado dos tipos de pendiente donde puede ser aplicable la captación. Pendiente fuerte (tramo de pie de montaña).- Recomendable para cualquier tipo de captación. Sin restricciones sobre el tipo fijo de cierre del río. Pendiente media (tramo medio).- Recomendable para este tipo de captación. Sin restricciones sobre el tipo de cierre del río.

3.1.4.5. Ancho del tramo del río

Para la obra de captación lateral a realizarse se ha considerado: Pequeño $B < 50\text{m}$.- Aplicable cualquier tipo de captación sin restricciones. Medio $50\text{m} < B < 150\text{m}$.- Aplicable, siempre y cuando el cierre del cauce se justifica económicamente.

3.1.4.6. Forma del tramo del río

Para la obra de captación lateral la forma del tramo del río la consideramos recta ya que favorece la creación del embalse y la baja velocidad garantiza la no presencia de turbulencia en el embalse.(Delgado, 2008)

3.1.4.7. Estudios geotécnicos

Los estudios geotécnicos deberán determinar las condiciones de estabilidad y resistencia admisible de los suelos, para considerar las precauciones necesarias en el diseño de obras civiles. Además, los datos referentes a los tipos de suelo serán

necesarios para estimar los costos de excavación, los cuales serán diferentes para los suelos arenosos, gravosos, rocosos y otros.

3.1.4.8. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico constituye la determinación de la morfología del terreno y del cauce del agua, en el lugar del proyecto. Para el efecto se determinará, empleando cualquiera de los métodos conocidos.

3.1.4.9. Estudios complementarios

Es también importante el conocimiento de otras características del río, que incidirán en el diseño de la obra de captación, tales como contenido normal de arena, arrastre de sedimentos durante las crecidas, magnitud del material de arrastre, etc. Esta información será útil para la selección del dispositivo de captación más aconsejable, en función del grado y tipo de material arrastrado, la magnitud de las fuerzas de empuje e impacto sobre las estructuras y las previsiones en cuanto al material a utilizar en su construcción, para evitar daños mayores a las mismas.

3.1.4.10. Captación de toma lateral

Es la obra civil que se construye en uno de los flancos del curso de agua, de forma tal, que el agua ingresa directamente a una caja de captación para su posterior conducción a través de tuberías o canal.

Este tipo de obra debe ser empleada en ríos de caudal limitado y que no produzcan socavación profunda. La obra de toma se ubicará en el tramo del río con mayor estabilidad geológica, debiendo prever además muros de protección para evitar el desgaste del terreno natural. La obra de toma lateral, también es empleada en presas derivadoras. La toma se localiza lateralmente a la presa o en cualquier punto del perímetro del vaso de agua. (Mejía, 2002)

Ventajas

- Se ejerce un excelente control sobre la dosificación o regulación del caudal de ingreso
- Es posible mantener un caudal derivado constante
- Es posible mantener un nivel constante en la superficie libre del agua del río.

Desventajas

- La estructura de cierre elimina o disminuye los efectos del flujo secundario
 - Se requiere de obras de desvío para la construcción
 - Existe tendencia al azolve en el embalse
 - Se requiere de dissipador de energía al pie de la estructura de cierre
 - Se requiere de un control y de mantenimiento permanente (Delgado, 2008)

3.1.4.11. Determinación del nivel del río

Deberá obtenerse los niveles máximos y mínimos anuales en estaciones hidrológicas cercanas; en el caso de falta de datos hidrológicos se debe investigar niveles en periodos de avenidas y estiaje, apoyándose en información de personas conocedoras de la región.

3.2. Gaviones

3.2.1. Generalidades

El término gavión tiene su origen en la palabra latina gabbia, que traducida al español significa jaula. Esta técnica milenaria ya era utilizada antes de Cristo por los egipcios y chinos en defensas pluviales en los ríos Nilo y Amarillo. En el siglo XVI, los ingenieros utilizaban en Europa unas cestas de mimbre rellenas de tierra denominadas por sus inventores italianos gabbioni, para fortificar los emplazamientos militares y reforzar las orillas de los ríos.

La técnica del gavión consiste en reemplazar grandes bloques de piedra, que son de difícil transporte y manipuleo, por varios armazones metálicos unidos entre sí y rellenos con piedras de pequeñas dimensiones, formando estructuras monolíticas homogéneas.

La tela metálica resiste mucho la tensión, una estructura de gaviones soporta un grado de tensión que comprometería mucho a una estructura de hormigón o mampostería simples. El armazón de tela metálica no es un mero recipiente para el relleno de piedras, sino un refuerzo de toda la estructura. Un gavión bien hecho puede tolerar años de castigo. (Vide, 2009)

3.2.2. Definición

Los gaviones son elementos prismáticos contruidos en malla metálica que permiten alojar rellenos diversos (piedra, suelo, arena, etc.), que luego mampuestos en obra y atados unos a otros, acaban formando una estructura de protección.

Tal estructura tiene la particularidad de su gran resistencia, trabaja como un todo en forma monolítica, son extremadamente flexibles. No permiten la acumulación de tensiones por presión hidrostática, o sea que al ser permeable y permitir ser

atravesada por el agua, alivian las importantes tensiones que se acumulan detrás de los muros.(Suarez, 2007)

Además este tipo de estructuras se integran con gran facilidad dentro del paisaje ya que permiten el desarrollo de la vegetación reduciendo así en gran medida el impacto medioambiental en los mismos, asimismo debido a su gran flexibilidad soportan movimientos y asentamientos diferenciales sin pérdida de eficiencia.

3.2.3. Ventajas

- Elevada resistencia a cargas debido a su gran flexibilidad.
- Gran durabilidad por su gran resistencia a la agresión de los químicos, agua y hielo-deshielo.
- Elevada permeabilidad del sistema permitiendo el drenaje natural.
- Reducción al mínimo del impacto físico y visual, adoptando una gran variedad de geometrías
- Respetuoso con el Medio Ambiente

3.2.4. Descripción

Sistema de contención de tierras formado por un enrejado metálico, compuesto por malla hexagonal de triple torsión, el cual, debidamente ensamblado y relleno de piedra o canto rodado, forma una estructura adecuada para soportar las cargas ejercidas por el terreno o la erosión producida por una corriente fluvial(Desnivel obras, 2008)

3.2.5. Características

Las estructuras de gaviones presentan muchas características interesantes, algunas de ellas exclusivas, entre las más importantes destacan: flexibilidad, permeabilidad, capacidad de soportar esfuerzos a tracción, integración ambiental, versatilidad, bajo costo, fácil puesta en obra, durabilidad y adaptación a las nuevas situaciones de trabajo.(Gaviones, 2013)

Las obras en gaviones pueden por su flexibilidad absorber asentamientos sin perder su eficiencia, permaneciendo estructuralmente seguras. Como estructuras deformables, todo cambio en su forma por hundimiento de su base o por presión interna es una característica funcional y no un defecto, al contrario de las estructuras rígidas o semirrígidas que pueden ser destruidas aún por pequeños movimientos o socavaciones del terreno en apoyo.

Esta flexibilidad les permite, además, que no pierdan el contacto con el fondo cuando éste se va socavando, pues el gavión se va deformando paulatinamente hasta tocar de nuevo el fondo, esta deformación puede llegar a acusarse incluso un séptimo de la longitud del gavión en la parte alta de éste, pero, este lugar es de fácil reparación. Dicha reparación consistiría en colocar nuevos gaviones hasta llegar a la misma cota que teníamos anteriormente.

Los gaviones son altamente permeables y actúan como drenes permitiendo el escurrimiento de las aguas de filtración, eliminando de este modo los efectos de la presión hidrostática. La malla metálica posee elevada resistencia mecánica a tracción y la doble torsión impide que esta se desarme ante el cortado de un alambre, asegurando que en cada cruce se tenga un punto fijo acotando, de este modo, las deformaciones posibles.

Así pues, también las estructuras de gaviones poseen una elevada resistencia debido al gran peso de la obra, la fricción entre las piedras y la resistencia a la compresión de éstas, además los gaviones se sujetan entre sí, lo que produce como resultado una resistencia mayor del conjunto que de la suma de los gaviones por separado.

Los gaviones se integran armónicamente en el paisaje, permitiendo el desarrollo de vegetación sin que esto traiga inconvenientes. Por la naturaleza de los materiales que se emplean en los gaviones, estos permiten su construcción de manera manual o mecanizada en cualquier condición climática, ya sea en presencia de agua o en lugares de difícil acceso. Su construcción es rápida y entra en funcionamiento inmediatamente después de

construido, del mismo modo, permite su ejecución por etapas y una rápida reparación si se produjera algún tipo de falla.(Gaviones, 2013)

Las estructuras de gaviones son muy económicas ya que sólo a la malla y a la mano de obra puede atribuírsele un precio, ya que las piedras que se utilizan en su construcción abundan, además su puesta en obra es extremadamente sencilla y económica y no requiere mano de obra especializada.(Vide, 2009)

3.2.6. Características técnicas de los materiales

El sistema de muro de gaviones estará constituido por los siguientes componentes:

- Gavión: Sistema de confinamiento prismático de gran resistencia formado por malla de triple torsión de distintas dimensiones, confeccionadas con alambre galvanizado. Existen fundamentalmente dos tipos de gaviones:

3.2.6.1. Gavión tipo caja

Los gaviones tipo caja son estructuras en forma de prisma rectangular fabricadas con malla hexagonal de doble torsión producidas con alambres de bajo contenido de carbono revestidos.

Los gaviones son subdivididos en células por diafragmas cuya función es reforzar la estructura. Toda la red, con excepción la de los diafragmas, es reforzada en sus extremidades por alambres de diámetro mayor que el de la malla, para fortalecer los gaviones y facilitar su montaje e instalación.

Los alambres que forman las mallas de los gaviones, siempre que sea necesario, además del revestimiento con recubrimiento de zinc y aluminio, también pueden ser recubiertos por una vaina continua de PVC (clorito de polivinilo). Esto confiere una mejora a la protección contra la corrosión y las torna eficientes para el uso en marinas, ambientes contaminados y/o químicamente agresivos.

Cuando los gaviones son instalados y rellenos con piedras, se convierten en elementos flexibles, armados, drenantes y aptos a ser utilizados en la construcción de las estructuras más diversas (muros de contención, diques, canalizaciones, etc.).(Maccaferri, 2012)

✓ Características principales:

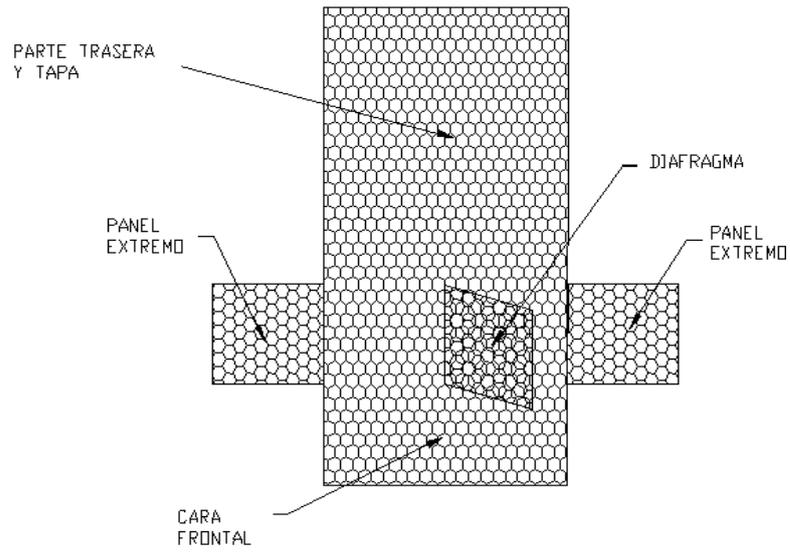
- Los gaviones son subdivididos en celdas a través de diafragmas.
- La malla debe de tener sus bordes reforzadas con de alambres de mayor diámetro.
- En ambientes agresivos deben ser utilizados adicionalmente revestimientos en material plástico.
- Son elementos de forma rectangular, empleados en la protección de cauces, y como muros de contención. Presentan las siguientes dimensiones:

Tabla 2: Dimensiones de gaviones tipo caja

TIPOS DE GAVIONES						
Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	N Diafrag.	Malla 8x10 - 2,7 mm	Malla 5x7 - 2,0 mm	
					Unid/paquete	Unid/paquete
					PVC	
2	1	0,5	1	50	40	25
3	1	0,5	2	40	30	25
4	1	0,5	3	30	25	25
2	1	1	1	40	35	25
3	1	1	2	30	25	25
4	1	1	3	20	20	25

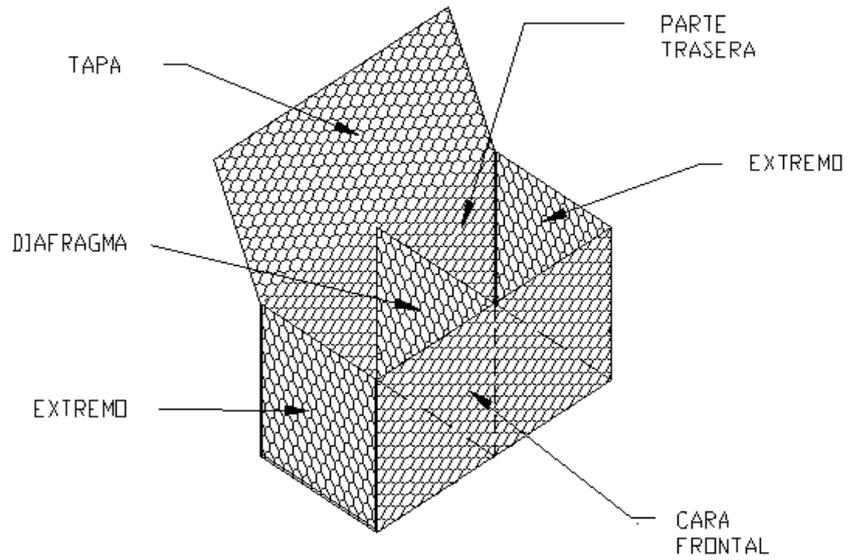
Fuente:Obras desnivel 2008

Figura 3: Paño extendido de un gavión tipo caja



Fuente:Obras desnivel 2008

Figura 4: Gavión tipo caja para rellenar



Fuente:Obras desnivel 2008

3.2.6.2. Gavión recubrimiento

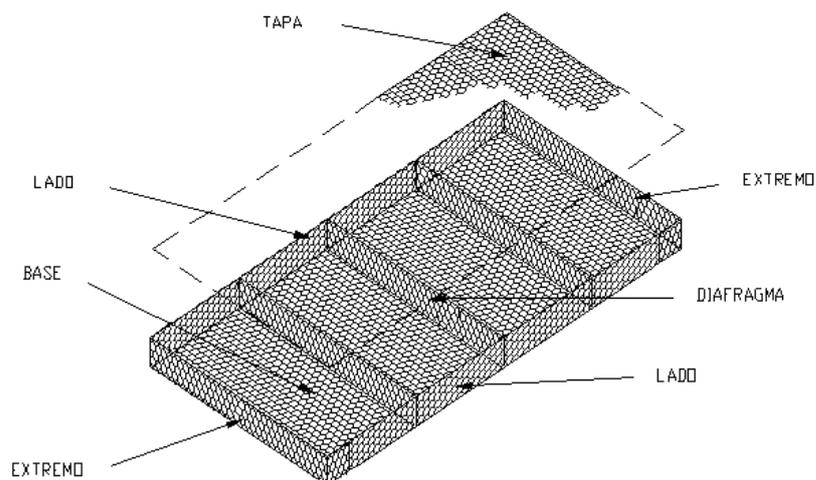
Los gaviones de recubrimiento se diferencian de los gaviones de caja, en que presentan una gran amplitud y un menor espesor. Dichos gaviones son utilizados en las obras de protección de los lechos y orillas, tanto en ríos como en torrentes. Presentan las siguientes dimensiones:(Desnivel obras, 2008)

Tabla 3: Dimensiones de gaviones tipo recubrimiento

TIPOS DE GAVIONES			
Largo (m)	Ancho (m)	Malla 5x7 - 2,0 mm	Malla 8x10 - 2,7 mm
		Alto (m)	Alto (m)
3	2	0,2	
4	2	0,2	
3	2		0,3
4	2		0,3

Fuente: Obras desnivel 2008

Figura 5: Gavión tipo recubrimiento



Fuente: Obras desnivel 2008

Las características técnicas de la malla de triple torsión de acero galvanizado que componen la estructura de los gaviones son las siguientes:

Tabla 4: Características técnicas de la maya triple torsión

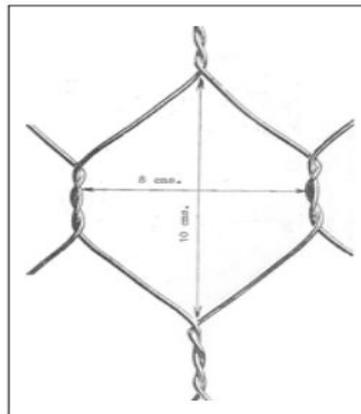
TIPO MALLA	N° ALAMBRE	DIAMETRO ALAMBRE mm	CONTENIDO Zn gr/m ²	RESISTENCIA A TRACCION N/ml x m de ancho	LARGO mts	ANCHO mts	PESO Kg/m ²
5x7/13	13	2	215	33700	100	4	1,13
8x10/16	16	2,7	260	40800	100	4	1,35
8x10/16 + PVC	16	2,7 / 3,7	260	40800	100	4	1,6

Fuente: Obras desnivel 2008

- Las dimensiones de la luz de malla serán de 8 cm de ancho por 10 cm de largo en el caso de la malla 8x10/16.
- El calibre del alambre galvanizado es del número 16 que equivale a 2,70 mm de diámetro.

- En el diámetro del alambre se admite una tolerancia después de tejido de $\pm 2,5\%$. En las demás características, incluidas tolerancias dimensionales, la malla cumple con la norma UNE-EN 10223-3.
- En relación al recubrimiento de zinc, el alambre cumple con la norma UNE-EN 10244-2, con una cantidad mínima de zinc de 260 gr/m²
- La resistencia media a la tracción del alambre es de 40800 N/m lineal x m de ancho, según norma UNE-EN 10218-2. (Vide, 2009)

Figura 6: Malla de triple torsión de acero galvanizado



Fuente:Obras desnivel 2008

3.2.6.3. Piedra de relleno

La piedra a emplear en el relleno de gaviones será natural o procedente de machaqueo. No deberá de contener en su composición agentes de tipo corrosivo, teniendo que ser resistente a la acción del agua y de los agentes atmosféricos. El tamaño de arista idóneo está entre 10 y 20 cm, y el conjunto total deberá estar correctamente graduado entre ambos límites, a fin de rellenar el máximo volumen de gavión y hacer una cara vista lo más homogénea posible.(Desnivel obras, 2008)

Figura7: Piedra de relleno



Fuente: Ecomur 2005

3.2.7. Ejecución del sistema

Previo a la ejecución del sistema, se procederá a eliminar los desechos y la capa vegetal en la zona de ejecución de los gaviones. Además se deberán sustituir los suelos inaceptables, reemplazándolos por material adecuado.

El montaje de los gaviones comprende cinco fases diferenciadas: armado, emplazamiento, colocación de encofrados, relleno y cierre.

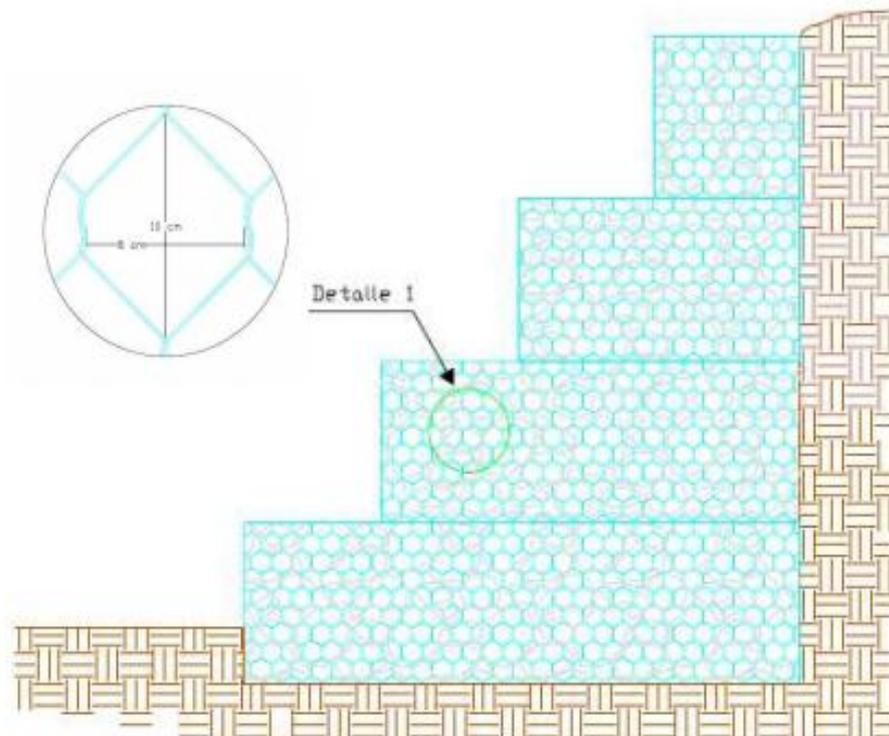
a) **Fase de armado.-** Consiste en el despliegue en el suelo de los gaviones, los cuales serán suministrados en paquetes plegados. Se comenzará por el levantamiento de los lados largos y cortos hasta que coincidan sus aristas contiguas, uniéndose las mismas con alambre galvanizado. Dichas uniones deben estar bien reforzadas, por ello se alternarán torsiones sencillas y dobles con el fin de asegurarlas. A fin de proporcionar una mayor resistencia al gavión, se pueden colocar diafragmas verticales entre las caras opuestas.

b) **Fase de emplazamiento.-** Consiste en colocar el gavión en el lugar que indique el proyecto, alineándolo correctamente y uniéndolo con los gaviones contiguos mediante alambre galvanizado.

c) **Colocación de encofrados.-** Antes del relleno del gavión, es conveniente la colocación de encofrados con el fin de evitar la deformación en las caras vistas de los gaviones. Una vez dispuestos correctamente los diferentes encofrados, se procede al relleno de los gaviones mediante piedra de cantera o canto rodado, con una granulometría mayor de 1.5 veces que la apertura de la malla. En el relleno se debe reducir al mínimo el número de huecos a fin de conferir al gavión el mayor peso posible, y proporcionarle un aspecto de máxima compacidad.

d) **Cierre.-** El cierre de los gaviones se realiza mediante el cosido con alambre galvanizado de la tapa de los mismos. Para hacer coincidir las aristas se utilizará normalmente una palanca de acero con el extremo curvo.(Desnivel obras, 2008)

Figura8: Colocación y diámetro de la malla de triple torsión

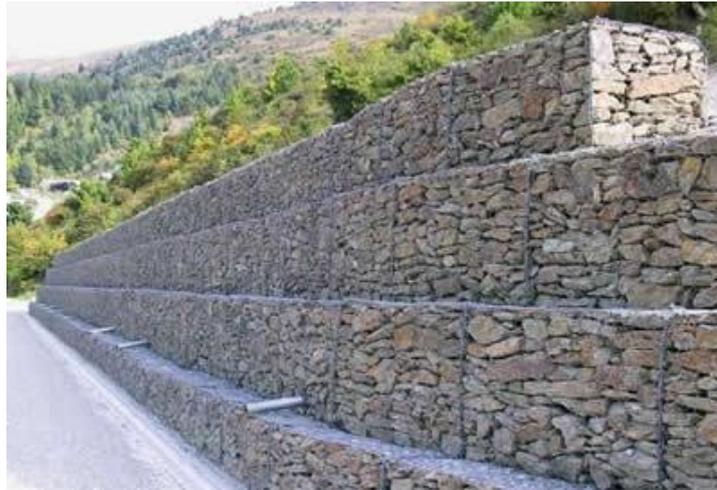


Fuente:Ecomur 2005

3.2.8. Usos y aplicaciones

✓ **Muros de contención:** los muros de gaviones están diseñados para mantener una diferencia en los niveles de suelo en sus dos lados constituyendo un grupo importante de elementos de soporte y protección cuando se localiza en lechos de ríos. (Gaviones, 2006)

Figura 9: Muro de contención con gaviones



Fuente: Gabionmesh 2005

✓ **Conservación de suelos:** la erosión hídrica acelerada es considerada sumamente perjudicial para los suelos, pues debido a este fenómeno, grandes superficies de suelos fértiles se pierden; ya que el material sólido que se desprende en las partes media y alta de la cuenca provoca el azolvamiento de la infraestructura hidráulica, eléctrica, agrícola y de comunicaciones que existe en la parte baja. (Gaviones, 2006)

Figura 10: Uso de gaviones para conservación del suelo



Fuente: Gabionmesh 2005

✓ **Control de ríos:** se encarga de acelerar el estado de equilibrio del cauce. Evita erosiones, el transporte de los materiales y posibles derrumbamientos de los márgenes, otra de sus funciones es la protección de los valles y las poblaciones contra inundaciones.

Figura 11: Uso de gaviones para equilibrio del cauce de ríos



Fuente: Gabionmesh 2005

✓ **Decorativos:** Recientemente se han utilizado como un nuevo recurso.
Ejemplo: en Puerto Madero, Buenos Aires.

Figura 12: Uso de gaviones con fines decorativos



Fuente: Gabionmesh 2005

CAPÍTULO 4

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (EIA)

Antes de empezar determinadas obras públicas o proyectos o actividades que pueden producir impactos importantes en el ambiente, la legislación obliga a hacer una Evaluación del Impacto Ambiental que producirán si se llevan a cabo. La finalidad de la EIA es identificar, predecir e interpretar los impactos que esa actividad producirá si es ejecutada.

A continuación presento una metodología de evaluación de impactos ambientales que podría ser utilizada en captaciones de ríos de montaña tomando en cuenta que en nuestro país este tipo de captaciones llega al 60% a nivel nacional. En esta metodología se toma en cuenta el entorno natural donde se va a realizar la captación de ríos de montaña es decir la flora la fauna y el paisaje aledaño para la identificación de posibles impactos ambientales.

4.1.Descripción del proyecto

El presente proyecto puede ser implantado en ríos de montaña y de media montaña para el aprovechamiento del recurso agua con la finalidad de incrementar las posibilidades productivas de las personas que viven en su área de influencia.

El proyecto en sí consta de los siguientes componentes:

- ✓ Un muro de hormigón de aproximación cuya finalidad es impedir que en el área de la captación se presenten turbulencias; esto garantiza el tener flujos subcriticos
- ✓ Un dique de gaviones para la conformación de microembalse
- ✓ En la parte frontal del dique de gaviones se colocaran dos tuberías de 200mm con válvulas incluidas para la limpieza de los sedimentos
- ✓ Para la captación del agua del rio se ha previsto utilizar 1, 2, o 3 tuberías de una pulgada un medio en tubería de PVC con una longitud aproximada de 6m. las válvulas irán en una caja de revisión para controlar el caudal de ingreso.

- ✓ Un desripador cuya finalidad principal es impedir que piedras de hasta 1cm de diámetro puedan ingresar a la conducción. Se ha considerado además 3 tuberías de una y media pulgada para la limpieza de esta unidad de tratamiento
- ✓ Finalmente tenemos un desarenador cuya finalidad es permitir que partículas de hasta 1,5 mm de diámetro puedan sedimentarse debido principalmente que la fuerza de gravedad y a que la velocidad dentro de la unidad se acerca a cero
- ✓ Como infraestructura en la planta de captación se tiene el cerramiento un edificio administrativo, zona de parqueos, un área verde ornamental y un área para la expansión futura del proyecto, en nuestro proyecto se toma en cuenta la presencia de energía eléctrica para la iluminación de la zona administrativa y de la parte exterior de la planta
- ✓ Cabe recalcar que en la fase constructiva del proyecto se debe construir un canal de desvío diseñado con un caudal para un periodo de retorno de 10 años; las ataguías serán de tierra compactada con un ancho en la coronación como mínimos de 6m y las pendientes laterales a 45 grados. Estas ataguías son temporales mientras dura la construcción del proyecto.

4.2. Análisis de los impactos ambientales potenciales del proyecto

Basado en la información referente a la sierra ecuatoriana su tipo de suelo, clima y cuencas hidrográficas de la zonas rurales, a continuación se detalla la lista de chequeo sobre la base de la cual se elaborará la matriz de impacto ambiental, la misma que considera las actividades generadoras de potenciales impactos ambientales y de los factores ambientales afectados directamente en relación con el proyecto.

Complementariamente se desarrolla la metodología e identificación de los principales impactos ambientales en la fase constructiva y fase operacional de la captación lateral.

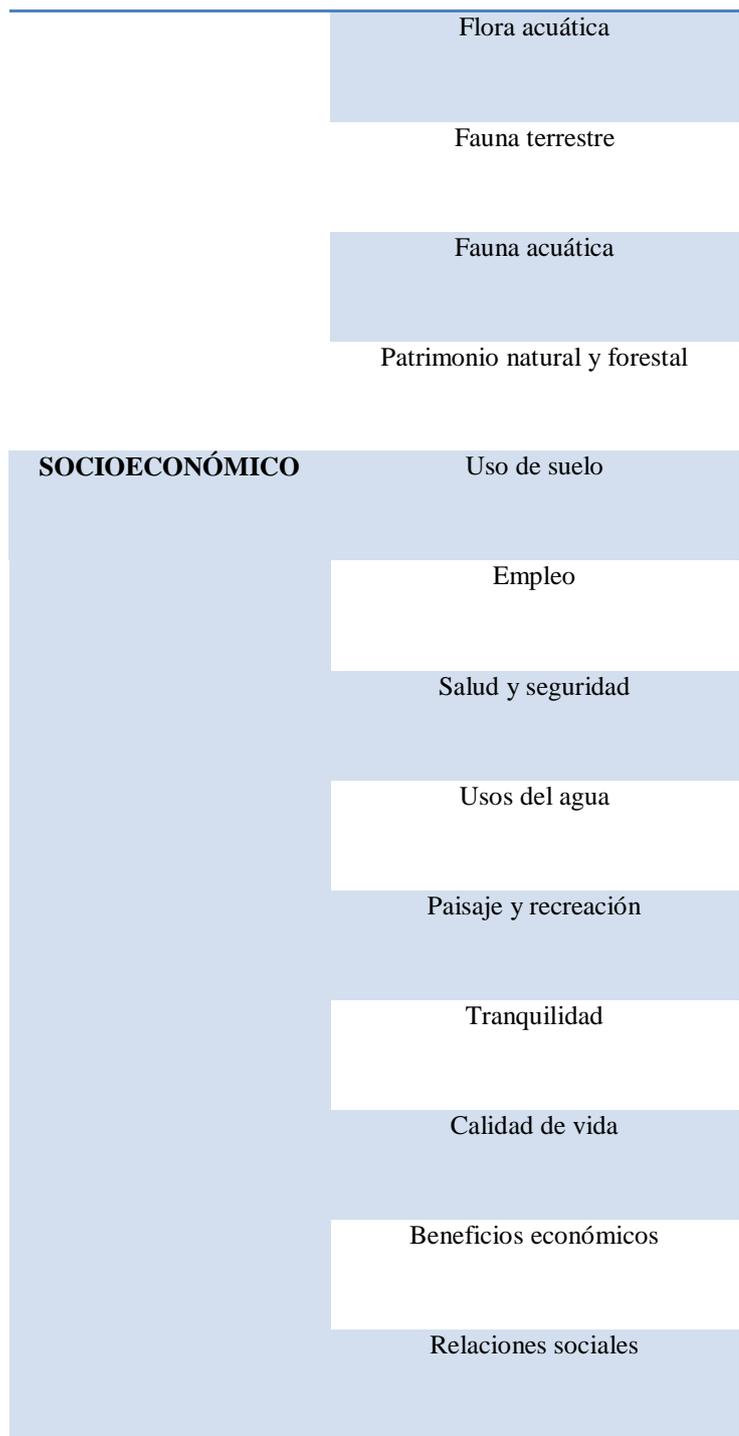
4.3. Factores ambientales a ser evaluados

Se ha seleccionado un número apropiado de características ambientales. A continuación en la Tabla, constan las características ambientales consideradas; su

clasificación de acuerdo al componente que pertenece; y, la afectación de su inclusión en la caracterización ambiental.

Tabla 5: Factores Ambientales considerados para la caracterización ambiental del área de influencia del proyecto

COMPONENTE	AFECTACIÓN
RECURSO AIRE	Calidad de aire
	Clima
	Niveles y ruido y vibraciones
RECURSO AGUA	Calidad de aguas superficiales
	Calidad de agua subterránea
	Hidrología
RECURSO SUELO	Cobertura vegetal
	Deforestación
	Calidad del suelo
	Estabilidad de laderas y taludes
	Geomorfología del área
BIÓTICO	Flora terrestre



Fuente: Ideambiente 2013

4.4. Metodología de evaluación

Un impacto ambiental, es todo cambio neto, positivo o negativo, que se pronostica se producirá en el medio ambiente, como resultado de una acción de desarrollo a ejecutarse. (Impacto ambiental, 2013)

La caracterización ambiental realizada para el área de influencia del proyecto, permitió identificar y dimensionar las características principales de cada uno de los componentes y su afectación ambiental

Para la evaluación de los potenciales impactos ambientales que se producirán en el área de influencia, se ha desarrollado una matriz de impactos, en donde su análisis según filas posee los factores ambientales que caracterizan el entorno, y su análisis según columnas corresponde a las acciones de las distintas fases.

4.5. Identificación de impactos ambientales

El proceso de verificación de una interacción entre la causa (acción considerada) y su efecto sobre el medio ambiente (factores ambientales), se ha materializado realizando una matriz desarrollada específicamente para cada etapa del proyecto, obteniéndose como resultado las denominadas Matriz de Identificación de Impactos Ambientales.

4.6. Calificación y cuantificación de los impactos ambientales

La identificación de impactos ambientales, se la ejecutará valorando la importancia y magnitud de cada impacto previamente identificado.

La importancia del impacto de una acción sobre un factor se refiere a la trascendencia de dicha relación, al grado de influencia que de ella se deriva en términos del cómputo de la calidad ambiental, aplicando una metodología basada en evaluar las características de Extensión, Duración y Reversibilidad de cada interacción, e introducir factores de ponderación de acuerdo a la importancia relativa de cada característica.

Las características consideradas para la valoración de la importancia, se las define de la manera siguiente:

a) Extensión: Se refiere al área de influencia del impacto ambiental en relación con el entorno del proyecto

b) Duración: Se refiere al tiempo que dura la afectación y que puede ser temporal, permanente o periódica, considerando, además las implicaciones futuras o indirectas.

c) Reversibilidad: Representa la posibilidad de reconstruir las condiciones iniciales una vez producido el impacto ambiental.(Fernández-Vítora, 2009)

El cálculo del valor de Importancia de cada impacto, se lo realizara utilizando la ecuación:

$$\text{Imp} = \text{We} * \text{E} + \text{Wd} * \text{D} + \text{Wr} * \text{R}$$

Dónde: Imp = Valor calculado de la Importancia del impacto ambiental

E = Valor del criterio de Extensión

We = Peso del criterio de Extensión

D = Valor del criterio de Duración

Wd = Peso del criterio de Duración

R = Valor del criterio de Reversibilidad

Wr = Peso del criterio de Reversibilidad

Se debe cumplir que:

$$\text{We} + \text{Wd} + \text{Wr} = 1$$

A continuación se presenta una tabla de resumen de los valores que deben ser tomados en cuenta al momento de hacer la valoración de los impactos en un sitio específico. No nos olvidemos que la presente disertación de grado presenta el diseño de la planta de captación lateral.

Tabla 6: Criterios de puntuación de la Importancia y valores asignados

Características de la	PUNTUACION DE ACUERDO A LA MAGNITUD DE LA CARACTERISTICA				
Importancia del Impacto					
Ambiental	1.0	2.5	5.0	7.5	10.0
EXTENSION	Puntual	Particular	Local	Generalizada	Regional
DURACION	Esporádica	Temporal	Periódica	Recurrente	Permanente
REVERSIBILIDAD	Completamente Reversible	Medianamente Reversible	Parcialmente Irreversible	Medianamente Irreversible	Completamente Irreversible

Fuente: Ideambiente 2013

ETAPAS	ESCALA	EXTENSION					DURACION					REVERSIBILIDAD				
		PUNTUAL	PARTICULAR	LOCAL	GENERALIZADA	REGIONAL	ESPORADICA	TEMPORAL	PERIODICA	RECURRENTE	PERMANENTE	COMPLETAMENTE REVERSIBLE	MEDIANAMENTE REVERSIBLE	PARCIALMENTE IRREVERSIBLE	MEDIANAMENTE IRREVERSIBLE	COMPLETAMENTE IRREVERSIBLE
ACTIVIDADES																
CONSTRUCCION	Limpieza y desbroce de toda el área del proyecto															
	Replanteo y construcción de la ataguía aguas arriba y ataguía aguas abajo.															
	Replanteo y construcción del canal lateral de desvío diseñado con creciente Tr=10 años															
	Mejoramiento del suelo de la cimentación del dique de gaviones construido en el rio															
	Construcción del dique de gaviones y muros laterales de hormigón armado															
	Replanteo y construcción de las construcciones civiles en la planta de captación															
	Replanteo y construcción del desrripador incluyendo el mejoramiento de la cimentación															
	Replanteo y construcción del desarenador incluyendo el mejoramiento de la cimentación															
OPERACION	Mantenimiento de las áreas verdes en la planta															
	Limpieza de las unidades del desrripador y desarenador															
	Limpieza de sedimentos aguas arriba del dique de gaviones															
	Generación de empleo															

Elaborado por:Dayana Morillo

4.7. Categorización de impactos ambientales

La Categorización de los impactos ambientales identificados y evaluados, se lo realiza en base al Valor del Impacto, se los puede clasificar como

- Altamente Significativos;
- Significativos;
- Despreciables; y
- Benéficos.

La categorización proporcionada a los impactos ambientales, se lo puede definir de la manera siguiente:

a) Impactos Altamente Significativos: Son aquellos de carácter negativo, y corresponden a las afecciones de elevada incidencia sobre el factor ambiental, difícil de corregir, de extensión generalizada, con afección de tipo irreversible y de duración permanente.

b) Impactos Significativos: Son aquellos de carácter negativo, cuyas características son: factibles de corrección, de extensión local y duración temporal.

c) Despreciables: Corresponden a todos los aquellos impactos de carácter negativo. Pertenecen a esta categoría los impactos capaces plenamente de corrección y por ende compensados durante la ejecución del Plan de Manejo Ambiental, son reversibles, de duración esporádica y con influencia puntual.

d) Benéficos: Aquellos de carácter positivo que son benéficos para el proyecto. (Fernández-Vítora, 2009)

4.8.Descripción de los impactos al ambiente

A continuación se analizan los impactos conforme a la metodología de evaluación planteada.

En cada una de las situaciones analizadas, se discuten y examinan los impactos ambientales negativos y positivos más relevantes.

En el capítulo correspondiente al Plan de Manejo Ambiental, se describirán con detalle las propuestas que se plantean para la mitigación de los impactos negativos más relevantes detectados.

Entre los impactos ambientales significativos que se pueden generar en la captación lateral en ríos de montaña durante las fases de construcción y operación se pueden citar los siguientes:

Fase de Construcción

En el análisis de Impacto Ambiental de la captación lateral en ríos de montaña, durante la fase de construcción se han identificado las siguientes interacciones al siguiente resumen:

Durante la fase de Construcción, los impactos en su mayoría son despreciables, dentro de los impactos despreciables principalmente están aquellos causados por actividades como, el Depósito de materiales; Transporte de materiales; Preparación de materiales y Limpieza de vegetación, mientras que los impactos significativos los cuales son generados principalmente por el Movimiento de tierras y cortes; Circulación de vehículos; presencia de polvo por las actividades causadas por el movimiento de tierras y cortes y la extracción del fango del cause del rio para el inicio de la cimentación del dique transversal.

Contrario a éstos, los impactos benéficos ocasionado por todas las acciones relacionadas con la construcción de la captación y adecuación del lugar para el inicio

de la actividad del proyecto como la Señalización y comunicación de las actividades del proyecto; el Incremento de la mano de obra; Construcción del canal lateral de desvío Construcción de zonas de servicios y campamentos; Construcción del dique de gaviones y canales laterales y la Construcción del desrripiador y desarenador

Fase de Operación

Del análisis de Impacto Ambiental, en la fase de operación se han identificado los posibles impactos de acuerdo al siguiente detalle:

Los impactos generados por el proyecto de captación lateral durante la fase de operación en su mayoría son benéficos, dentro de los impactos principalmente están aquellos causados por actividades como el Funcionamiento de la captación; la generación de empleo, beneficios económicos que obtienen los moradores de zona, agua de buena calidad para producción agrícola, tratamiento de laderas para evitar la generación de sedimentos en el cause, reforestación con plantas nativas con la finalidad de estabilizar los suelos .

Durante esta fase los impactos despreciables se destacan, el mantenimiento de la obra de captación; el mantenimiento de las vías de acceso; mientras que los impactos significativos son generados por el Funcionamiento hidráulico de la captación lateral por presencia de sedimentos y dentro de los impactos altamente significativos está la presencia de una inundación que comprometa la infraestructura física de la planta de captación.

CAPÍTULO 5

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

5.1.Introducción

El Plan de Manejo Ambiental es un instrumento de gestión destinado a proveer de una guía de programas, procedimientos, medidas, prácticas y acciones, orientados a prevenir, eliminar, minimizar o controlar aquellos impactos ambientales o sociales negativos. De igual forma, el Plan de Manejo Ambiental busca maximizar aquellos aspectos identificados como positivos durante la evaluación del proyecto.(Domingo Gómez Orea, 2007)

El Plan de Manejo Ambiental para las Captaciones laterales en ríos de montaña, deberá ser entendido como una herramienta dinámica, y por lo tanto variable en el tiempo, la cual deberá ser actualizada y mejorada en la medida en que la operación de la futura captación lo amerite. Esto implica que el contratista del proyecto, deberá mantener un compromiso hacia el mejoramiento continuo de los aspectos socio-ambientales y sus impactos, que fueron identificados en el capítulo correspondiente a la identificación de impactos potenciales del proyecto.

El promotor del proyecto deberá incorporar en los contratos con los constructores o subcontratistas cláusulas para el cumplimiento de las medidas ambientales presentadas en el Plan de Manejo Ambiental.

El promotor del proyecto deberá exigir a los constructores o subcontratistas reportes periódicos de la implementación de las medidas ambientales. De igual manera deberá incorporar una fiscalización ambiental durante la fase de construcción.

De esta forma el Plan de Manejo Ambiental, dotará a la empresa constructora de una herramienta de trabajo que se basa en un plan que permita la implementación de todas las medidas de prevención, control y mitigación.

A continuación se presenta una propuesta de plan de manejo ambiental para ser utilizado en el diseño y construcción de obras de captación en ríos demontana aplicables a la realidad de nuestro país. Debo acotar además que esta propuesta que se presenta preservara de una mejor manera la flora, fauna y el paisaje de la zona aledaña al proyecto. Para que este plan de manejo ambiental se ejecute a satisfacción es fundamental que exista un plan de seguimiento en la etapa de operación incluyendo el mejoramiento continuo además se presenta efectivas medidas de mitigación que podrían ser aplicadas en general en este tipo de obras.

5.2. Objetivos

Establecer las acciones o medidas que deberá tomar en cuenta la empresa constructora, para la prevención, control, mitigación y compensación ambiental.

Optimizar y monitorear los procedimientos de construcción, a fin de reducir o eliminar los potenciales procesos de generación de contaminación de los recursos ambientales aire, agua y el suelo.

Aportar con la conservación y preservación de un ambiente natural sano y libre de contaminación.

5.3. Alcance

El Plan de Manejo Ambiental (PMA), cuenta con el detalle de las medidas de mitigación y remediación que deberán ser incorporadas en los diferentes procesos para la construcción y operación de la captación.

Cabe mencionar que a pesar de que no todas las acciones del proyecto generan impactos negativos muy significativos o significativos sobre los elementos ambientales considerados, el Plan de Manejo Ambiental introducirá medidas tendientes a evitar que el medio ambiente, la población que se asienta en su área de influencia y el personal que trabaja directamente durante la fase de construcción y funcionamiento no se vean afectados, o que la afectación a generarse sea la menor posible.

A continuación se describen con detalle las medidas propuestas en el Plan de Manejo Ambiental, estructurado en función de los aspectos ambientales evaluados, considerando las especificaciones Técnicas de construcción y operación y la normativa ambiental.

5.4. Planes y programas

5.4.1. Plan de prevención y mitigación

5.4.1.1. Objetivo

El objetivo primordial de la existencia de este Programa es el de prevenir, disminuir y mitigar los posibles impactos ambientales que pueden producirse en la construcción y operación del proyecto de captación lateral para aprovechamiento de ríos de montaña

5.4.1.2. Meta

Cumplir con el 100% de las actividades dentro del plazo establecido.

5.4.1.3. Alcance

Construcción, Operación y Mantenimiento del proyecto.

5.4.1.4. Actividades

En labores puntuales que provoquen la producción de partículas y polvo deberán tomarse las respectivas medidas para proteger a los trabajadores (Dotación de mascarillas para el personal).

Se prohibirá la quema a cielo abierto para eliminación de desperdicios y desechos, llantas, cauchos, plásticos, arbustos, malezas o de otros residuos.

Los residuos de productos químicos, combustibles, lubricantes, pinturas, sedimentos y otros residuos peligrosos, no serán descargados en cauces de agua, estos residuos deberán estar almacenados por lo menos a 50 m de cualquier cuerpo de agua.

Se deben aplicar las medidas más adecuadas por parte del Contratista para ejecutar tareas tendientes a la rehabilitación ambiental y su integración paisajística.

El contratista no deberá efectuar acciones que afecten a la flora y fauna ubicada en el área de influencia de proyecto.

El Contratista deberá prever las medidas necesarias para minimizar las alteraciones del tránsito vehicular que puedan causar las actividades del proyecto, se ubicarán de forma oportuna la señalización y medidas de seguridad que fueran del caso.

5.4.2. Plan de contingencia y riesgo

5.4.2.1. Objetivo

Alcanzar una eficiente capacidad de respuesta, en caso de que se presente una emergencia en cada fase del proyecto.

5.4.2.2. Meta

Cumplir con el 100% de las actividades dentro del plazo establecido.

5.4.2.3. Alcance

Construcción, Operación y Mantenimiento del proyecto.

5.4.2.4. Actividades

Tipos de emergencia.- De acuerdo con la naturaleza de los procesos que se desarrolla en el proyecto, las emergencias con mayores probabilidades de ocurrencias son las

siguientes: Accidentes personales por golpes y caídas, Accidentes de tránsito, Derrames de hidrocarburos

Niveles de Gravedad .- Nivel I: serán situaciones que puedan ser fácilmente manejadas por el personal que trabaja en el proyecto, Nivel II: serán situaciones en las cuales no existe un peligro inmediato fuera del área del proyecto, pero existe un peligro potencial de que el peligro puede expandirse más allá de los límites del área donde se están ejecutando los trabajos, Nivel III: serán situaciones donde se haya perdido el control de las operaciones, en el cual pueden existir graves daños materiales y ambientales, además de heridos o hasta muertos.

Brigada de Emergencia.- Estará conformada por: Superintendente el cual actuará como "JEFE DE EMERGENCIA", Residente el mismo que actuará como "COORDINADOR DE BRIGADA", Trabajadores que actuarán como "GRUPO DE ATAQUE"

Grupos de Apoyo Externo.- Serán entidades que brinden un apoyo inmediato en caso de emergencias, este se encuentra conformado por: Policía Nacional, Bomberos.

Centros Médicos de Derivación.- Serán centros médicos que brinden servicios de asistencia inmediata que se encuentren cercanos al proyecto, para lo cual el Superintendente deberá identificar estos centros médicos y establecer convenios para el servicio en caso de que existan obreros accidentados.

Recursos.- En el campamento se deberá disponer de los siguientes recursos: celulares para el personal técnico y administrativo.

5.4.3. Plan de capacitación ambiental

5.4.3.1. Objetivo

Capacitar e informar al personal que interviene en el proyecto en la aplicación de medidas de gestión ambiental y seguridad industrial.

5.4.3.2. Meta

Cumplir con el 100% de las actividades dentro del plazo establecido.

5.4.3.3. Alcance

Construcción, Operación y Mantenimiento del proyecto.

5.4.3.4. Actividades

Convocatorias a las Reuniones.- En cuanto a las autoridades, las invitaciones deberán ser formales, por escrito, firmadas por la máxima autoridad del promotor del proyecto y enviadas con la debida anticipación.

Ejecución de las Reuniones.- Las reuniones deben ser presididas por las autoridades máximas de la empresa u organización promotor del proyecto.

Charlas de concientización.- Las charlas de concientización estarán dirigidas a los habitantes de las poblaciones aledañas, que directa o indirectamente están relacionados con el objeto del proyecto.

Charlas de educación ambiental.- Las charlas de educación ambiental, tienen por objetivo capacitar al personal sobre como ejecutar las labores propias de la construcción o mantenimiento considerando los aspectos de conservación de la salud, seguridad y medio ambiente.

Charlas de Salud y Seguridad en el Trabajo para el personal de la obra.- El Contratista deberá realizar charlas de inducción semanales considerando los aspectos ambientales y de seguridad y salud, para todo el personal de la obra, para esto se mantendrá un registro con sus respectivos respaldos.

5.4.4. Plan de seguridad industrial y salud ocupacional

5.4.4.1. Objetivo

Establecer las medidas para la prevención y control de los riesgos de salud y seguridad ocupacional, en sus diferentes etapas.

5.4.4.2. Meta

Cumplir con el 100% de las actividades dentro del plazo establecido.

5.4.4.3. Alcance

Construcción, Operación y Mantenimiento del proyecto.

5.4.4.4. Actividades

Prevención de accidentes.

Prácticas adecuadas de trabajo con maquinarias, herramientas, combustibles, herramientas manuales, entre otros.

Uso de equipos de protección personal: respiradores, tapones de oídos, orejeras, trajes, guantes, gafas, botas de seguridad, chalecos reflectivos, etc.

Técnicas de primeros auxilios.

Procedimientos de acción ante emergencias y uso de equipos diseñados para contingencias: accidentes de tránsito.

Señales características y especificaciones

Reporte de accidentes.

5.4.5. Plan de manejo y eliminación de desechos

5.4.5.1. Objetivo

Establecer las medidas para controlar la generación, transporte y disposición final o tratamiento de los desechos generados por el proyecto.

5.4.5.2. Meta

Cumplir con el 100% de las actividades dentro del plazo establecido.

5.4.5.3. Alcance

Construcción del proyecto.

5.4.5.4. Actividades

Utilizar insumos que sean envasados en recipientes de mayor capacidad para no generar mayor volumen de desechos con envases pequeños y de preferencia que sea reutilizables o que se pueda retomar al fabricante.

El material inerte de la construcción será utilizado como relleno durante el cierre de la obra.

Para el almacenamiento temporal de desechos en los diferentes frentes de trabajo deberán proveerse contenedores claramente diferenciados por color y con rotulación. Se dispondrán de contenedores diferenciados por color y con rotulación para residuos orgánicos, plásticos y chatarra de menores dimensiones (reciclables), papel y cartón (reciclables).

Para los desechos peligrosos se dispondrán de contenedores con su respectiva rotulación para residuos especiales (baterías, pilas, fluorescentes} y peligrosos (aceites y lubricantes usados, entre otros).

Los contenedores se ubicarán en áreas no inundables, alejados de cuerpos hídricos superficiales, el sitio de ubicación deberá estar protegido de lluvia para evitar lixiviaciones y del viento para impedir que se dispersen. Para el caso de los desechos orgánicos domésticos los contenedores deberán estar provistos además de tapas para evitar la proliferación de vectores.

5.4.6. Plan de cierre y abandono

5.4.6.1. Objetivo

Entregar el área de ocupación de campamentos del proyecto, de ser posible, en similares condiciones iniciales recibidas antes de la utilización

5.4.6.2. Meta

Cumplir con el 100% de las actividades dentro del plazo establecido.

5.4.6.3. Alcance

Fase de abandono del proyecto.

5.4.6.4. Actividades

Una vez terminados los trabajos y antes de la recepción provisional de una obra o de una parte de la misma, el sitio de obras, los campamentos, las vías y todo espacio ocupado temporalmente por las actividades del proyecto deberán quedar en perfecto estado de presentación.

Se deberá retirar todo elemento superfluo, como chatarra, escombros, cercos, divisiones y estructuras provisionales, que no esté destinado a un uso específico posterior.

De manera similar, la cubierta vegetal que hayan sido deteriorados serán repuestos por el Contratista, antes de la recepción provisional de las obras.

Todas las depresiones serán rellenadas y la superficie reconstruida para que los contornos y el sistema de drenaje sea compatible con las áreas aledañas.

Los taludes serán estabilizados y revegetados hasta garantizar que estos no serán afectados en el futuro por fenómenos de erosión.

5.4.7. Programa de relaciones comunitarias

5.4.7.1. Objetivo

Facilitar las buenas relaciones entre la comunidad y la empresa constructora con el fin de responder las posibles inquietudes que se generen durante la ejecución del proyecto.

5.4.7.2. Meta

Cumplir con el 100% de las actividades dentro del plazo establecido.

5.4.7.3. Alcance

Construcción, Operación y Mantenimiento del proyecto.

5.4.7.4. Actividades

El contratista deberá designar una persona capacitada para suministrar a la comunidad, verbalmente o por escrito, información básica relacionada con el proyecto, considerando los siguientes:

- ✓ Descripción básica de los trabajos y plazo de ejecución.
- ✓ Metodología que se utilizará
- ✓ Interferencias y molestias que puede ocasionar la ejecución de los trabajos.
- ✓ Soluciones para los problemas de tránsito vehicular o peatonal
- ✓ Demarcación de las áreas afectadas por la ejecución del proyecto
- ✓ Información sobre riesgos y medidas de prevención.
- ✓ Información sobre impactos ambientales y medidas para prevenir y mitigarlos.

5.4.8. Plan de monitoreo y seguimiento

5.4.8.1. Objetivo

Comprobar a través de muestreos, mediciones e inspecciones la implementación y eficacia de las medidas ambientales.

5.4.8.2. Meta

Cumplir con el 100% de las actividades dentro del plazo establecido.

5.4.8.3. Alcance

Construcción, Operación y Mantenimiento del proyecto

5.4.8.4. Actividades

Elaborar registros para disponer de información y documentación que permita conocer el estado en que se encuentra la implementación de las medidas ambientales, además de servir como una evidencia legal de que las mismas han sido ejecutadas.

Registros internos

Actividades de monitoreo

CAPÍTULO 6

CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LA CAPTACIÓN

6.1 Captación de 1l/s para proyectos de hasta 720 hab.

a) Calculo del caudal máximo diario en la zona del proyecto

$$Q \text{ max diario} = \frac{\text{Dotacion} * \# \text{ hab}}{86400 \text{ seg/dia}} * 1,5$$

$$Q \text{ max diario} = \frac{80 \frac{\text{lt}}{\text{hab}} * 720 \text{ hab}}{86400 \frac{\text{seg}}{\text{dia}}} * 1,5$$

$$Q \text{ max diario} = 1,00 \text{ lt/seg}$$

b) Calculo de la viscosidad cinemática considerando una temperatura media del agua de 10 °C

$$Vc = \frac{1,78 * 10^{-6} \text{ m}^2/\text{seg}}{1 + 0,00337 * \text{temperatura}}$$

$$Vc = \frac{1,78 * 10^{-6} \text{ m}^2/\text{seg}}{1 + 0,00337 * 10 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$Vc = 1,33 * 10^{-6} \text{ m}^2/\text{seg}$$

c) Para la captación en la primera iteración consideramos una tubería de $1 \frac{1}{2}$ pulgadas de diámetro

$$\varphi = 1 \frac{1}{2} \text{ ''}$$

$$\varphi = 3,81 \text{ cm}$$

$$\varphi = 0,0381 \text{ m}$$

$$A = \frac{\pi * \varphi^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi * (0,0381 \text{ m})^2}{4}$$

$$A = 1,1400 * 10^{-3} \text{ m}^2$$

d) Comprobamos la velocidad de flujo dentro de la tubería

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{1,00 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{seg}}{1,1400 * 10^{-3} \text{ m}^2}$$

$$V = 0,87 \text{ m/seg}$$

e) Calculamos el número de Reynolds que se tiene en el flujo dentro de la tubería; su resultado es adimensional

$$Re = \frac{\bar{v} * \text{diámetro}}{Vc}$$

$$Re = \frac{0,87 \frac{m}{seg} * 0,0381 m}{1,33 * 10^{-6} m^2/seg}$$

$$Re = 25128,6$$

f) Calculamos el factor de perdidas de Darcy con la finalidad de considerar las perdidas en la tubería de ingreso que alcanza una longitud de 6 metros; este valor también es adimensional. “E” es las perdidas por el tipo de material que se tiene en la tubería de entrada su valor es de 2mm.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left[\frac{“E”}{3,71 * \varphi} + \frac{5,1286}{Re^{0,89}} \right]$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left[\frac{0,2 \text{ mm}}{3,71 * 38,1 \text{ mm}} + \frac{5,1286}{25128,6^{0,89}} \right]$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left[1,414 * 10^{-3} + \frac{5,1286}{8244,22} \right]$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log [1,414 * 10^{-3} + 6,2208 * 10^{-4}]$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 5,3820$$

$$f = \left(\frac{1}{5,3820} \right)^2$$

$$f = 0,034$$

g) Usando la ecuación de la energía determinamos la velocidad al interior de la tubería; si esta velocidad es similar a la ya calculada significa que la tubería adoptada en la captación es correcta. Se considera que la diferencia de nivel entre el río y el sedimentador es de 60cm. Las pérdidas hidráulicas generadas en la rejilla, en la válvula, en el codo y en la descarga han sido obtenidas de ábacos hidráulicos.

$$K_{rejilla} = 0,80$$

$$K_{válvula} = 0,25$$

$$K_{codo} = 0,80$$

$$K_{descarga} = 1,00$$

$$\Delta \square = \frac{v^2}{2g} \left[K_{rejilla} + K_{válvula} + K_{codo} + K_{descarga} + \frac{f * L}{\varphi} \right]$$

$$0,30 \text{ m} = \frac{v^2}{2g} \left[0,80 + 0,25 + 0,80 + 1,0 + \frac{0,034 * 6 \text{ m}}{0,0381 \text{ m}} \right]$$

$$0,30 \text{ m} = \frac{v^2}{2 * 9,81 \text{ m/s}^2} * 8,286$$

$$V = \sqrt{\frac{0,30 \text{ m} * 2 * 9,81 \text{ m/s}^2}{8,286}}$$

$$V = 0,85 \text{ m/seg}$$

Nota: Si comparamos esta velocidad con la velocidad obtenida en el literal d nos damos cuenta que es prácticamente el mismo valor lo que ratifica que la tubería de $1 \frac{1}{2}$ pulgadas ha sido correctamente seleccionada.

h) Determinamos las dimensiones del sedimentador considerando que el tiempo de llenado es de 30min que equivale a 1800seg; adicionalmente se presenta el dimensionamiento de este tanque.

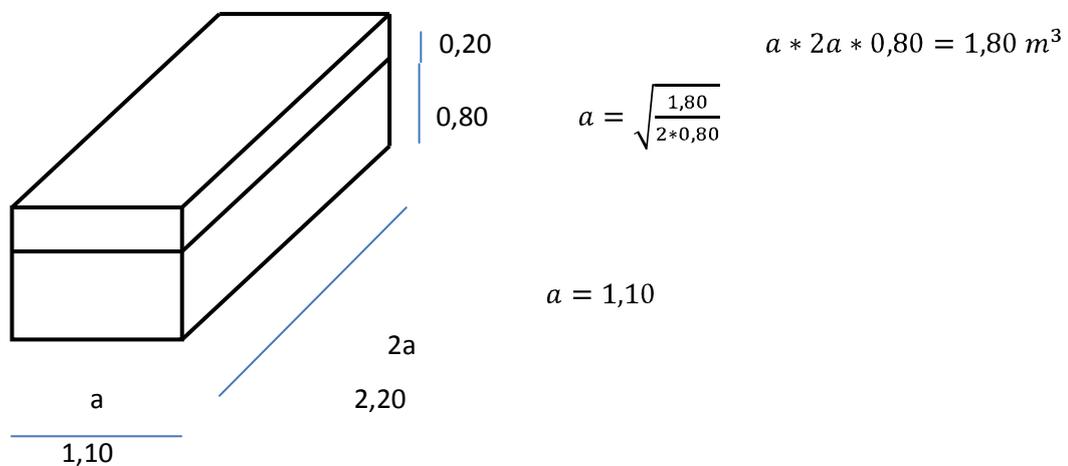
$$Q = \frac{v}{t}$$

$$V = Q * tiempo$$

$$V = 1,00 \frac{lt}{seg} * 1800 seg$$

$$V = 1800 lt$$

$$V = 1,80 m^3$$



6.2 Captación de 2l/s para proyectos de hasta 1440 hab.

Considerando que el caudal necesario es el doble que en la alternativa anterior se deberá colocar dos tuberías para la captación lateral.

a) Calculo del caudal maximo diario en la zona del proyecto

$$Q \text{ max diario} = \frac{\text{Dotacion} * \# \text{ hab}}{86400 \text{ seg/dia}} * 1,5$$

$$Q \text{ max diario} = \frac{80 \frac{\text{lt}}{\text{hab}} * 1440 \text{ hab}}{86400 \frac{\text{seg}}{\text{dia}}} * 1,5$$

$$Q \text{ max diario} = 2,0 \text{ lt/seg}$$

b) Determinamos las dimensiones del sedimentador considerando que el tiempo de llenado es de 30min que equivale a 1800seg; adicionalmente se presenta el dimensionamiento de este tanque.

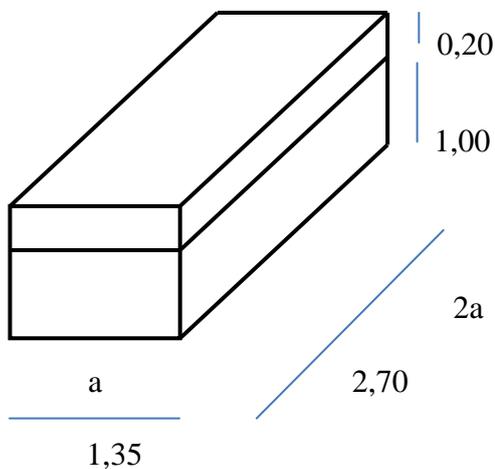
$$Q = \frac{v}{t}$$

$$V = Q * \text{tiempo}$$

$$V = 2,0 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} * 1800 \text{ seg}$$

$$V = 3600 \text{ lt}$$

$$V = 3,6 \text{ m}^3$$



$$a * 2a * 1 = 3,6 \text{ m}^3$$

$$a = \sqrt{\frac{3,6}{2*1}}$$

$$a = 1,35$$

6.3 Captación de 3l/s para proyectos de hasta 2160 hab.

a) Cálculo del caudal máximo diario en la zona del proyecto

$$Q \text{ max diario} = \frac{\text{Dotacion} * \# \text{ hab}}{86400 \text{ seg/dia}} * 1,5$$

$$Q \text{ max diario} = \frac{80 \frac{\text{lt}}{\text{hab}} * 2160 \text{ hab}}{86400 \frac{\text{seg}}{\text{dia}}} * 1,5$$

$$Q \text{ max diario} = 3,0 \text{ lt/seg}$$

b) Determinamos las dimensiones del sedimentador considerando que el tiempo de llenado es de 30min que equivale a 1800seg; adicionalmente se presenta el dimensionamiento de este tanque.

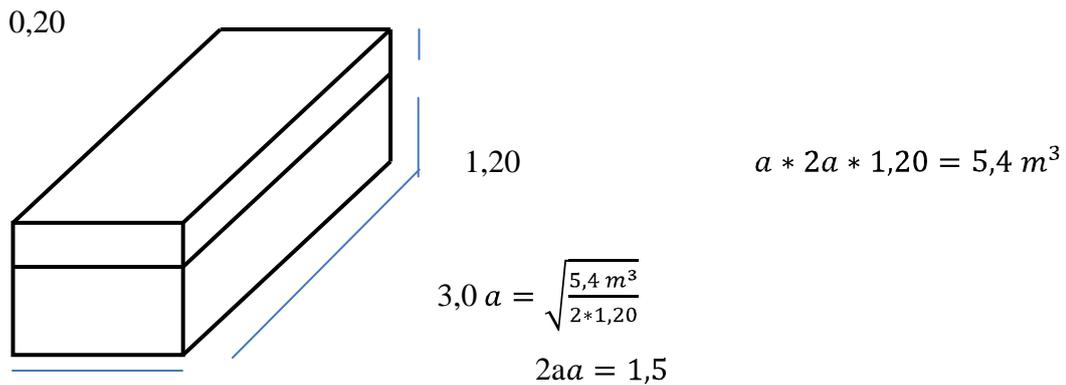
$$Q = \frac{v}{t}$$

$$V = Q * \text{tiempo}$$

$$V = 3,0 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} * 1800 \text{ seg}$$

$$V = 5400 \text{ lt}$$

$$V = 5,4 \text{ m}^3$$



a

1,5

Nota: Consideramos que el tiempo de 30 min para los tres casos antes descritos son suficientes para que los posibles ripsos que puedan ingresar a esta unidad deban sedimentarse; adicionalmente con esta consideración obtendremos una unidad eficiente y económica.

6.4 Cálculos presupuestarios

6.4.1 Captación lateral de 3 litros/segundo

a) Cerramiento de la planta

$$\text{longitud} = 17m + 25m + 7,5m + 5,5m$$

$$\text{longitud} = 55m$$

$$\text{costo por metro lineal} = 50 \text{ dolares}$$

$$\text{precio} = \$ 50 \text{ dolares}$$

$$\text{precio} = \$2750 \text{ dolares}$$

a) Luminarias exteriores de la planta

$$\text{cantidad} = 6 \text{ luminarias}$$

$$\text{costo por cada unidad es } \$140 \text{ dolares}$$

$$\text{precio} = \$140 \text{ dolares} * 6 \text{ unidades}$$

$$\text{precio} = \$840 \text{ dolares}$$

b) Edificio administrativo

$$\text{area} = 7m * 4m + 3m * 4m + \frac{3m * 3m}{2}$$

$$\text{area} = 44,5 m^2$$

costo de cada m² de construccion \$1300 dolares

$$\text{precio} = 1300 \frac{\$}{m^2} * 44,5 m^2$$

$$\text{precio} = \$ 57830 \text{ dolares}$$

c) Encementado de parqueaderos

$$\text{volumen} = [(9,5m * 8m) + (3,5m * 3m)] * 0,18m$$

$$\text{volumen} = 15,6 m^3$$

costo de cada m³ de hormigon es \$220 dolares

$$\text{precio} = \$220 \text{ dolares} * 15,6 m^3$$

$$\text{precio} = \$ 3432 \text{ dolares}$$

d) Losa de fondo

$$\text{volumen} = 6,25m * 2m * 0,20m$$

$$\text{volumen} = 2,6 m^3$$

costo del m³ de hormigon es \$220 dolares

$$\text{precio} = \frac{\$220 \text{ dolares}}{m^3} * 2,6 m^3$$

$$\text{precio} = \$572 \text{ dolares}$$

e) Muro frontal de hormigón

$$\text{volumen} = 2,5m * 2m * 4m$$

$$\text{volumen} = 20 m^3$$

costo del m^3 de hormigón es \$220 dolares

$$\text{precio} = \frac{\$220 \text{ dolares}}{m^3 * 20 m^3}$$

$$\text{precio} = \$440 \text{ dolares}$$

f) Costo de muros laterales

$$\text{volumen} = [(3,5 + 5 + 13 + 3,5 + 8 + 4 + 3 + 13 + 3) * 0,40m * 4m]$$

$$\text{volumen} = 89,6 m^3$$

costo del m^3 del hormigón es \$ 220 dolares

$$\text{precio} = \frac{\$220 \text{ dolares}}{m^3 * 89,6 m^3}$$

$$\text{precio} = \$ 19712 \text{ dolares}$$

g) Pasamanos

$$\text{longitud} = [(13m + 20m)]$$

$$\text{longitud} = 33m$$

costo por metro lineal de paramuros es \$ 100 dolares

$$\text{precio} = 33\text{m} * \frac{\$100 \text{ dolares}}{\text{m}}$$

$$\text{precio} = \$3300 \text{ dolares}$$

h) Tuberías de P.V.C.

$$\text{longitud} = 56\text{m}$$

costo por metro lineal es \$ 65 dolares

$$\text{precio} = 56\text{m} * 65 \frac{\$}{\text{m}}$$

$$\text{precio} = \$3640 \text{ dolares}$$

i) Unidad de desrripiador

$$\text{volumen} = [(2,25 + 2,25 + 4 + 4) * 1,8\text{m} * 0,20]$$

$$+ [2,25\text{m} * 4\text{m} * 0,40\text{m}]$$

$$\text{volumen} = 4,5 \text{ m}^3 + 3,6\text{m}$$

$$\text{volumen} = 8,1 \text{ m}^3$$

costo por metro cubico es \$ 220 dolares

$$\text{precio} = \$1782 \text{ dolares}$$

j) Unidad de sedimentación

$$\text{volumen} = 17\text{m}^3$$

costo por metro cubico = \$ 220 dolares

$$\text{precio} = 17 \text{ m}^3 * \$ 220 \text{ dolares}$$

$$\text{precio} = \$ 3740 \text{ dolares}$$

k) Áreas verdes

$$\text{area} = 14\text{m} * 23\text{m}$$

$$\text{area} = 322 \text{ m}^2$$

$$\text{costo por metro cuadrado} = 5$$

$$\text{precio} = 322 \text{ m}^2 * 5 \frac{\$}{\text{m}^2}$$

$$\text{precio} = \$ 1610 \text{ dolares}$$

l) Puerta de ingreso a la planta

$$\text{puerta} = 3,5\text{m lineales}$$

$$\text{costo por metro lineal es } \$175 \text{ dolares}$$

$$\text{precio} = \$ 175 \text{ dolares} * 3,5\text{m}$$

$$\text{precio} = \$ 612,5 \text{ dolares}$$

Tabla 7: Presupuesto referencial para captación lateral de 3litros/segundo para poblaciones de 2160 habitantes aproximadamente.

RUBRO	PRECIO
Cerramiento de la planta	1800
Luminarias exteriores	840
Edificio administrativo	48950

Encementado de parqueaderos	830
Losa de fondo	572
Muro frontal de hormigón	4400
Muros laterales de hormigón	19712
Pasamanos	3300
Tuberías de PVC	3640
Unidad de desrripiador	1782
Unidad de sedimentación	3740
Áreas verdes	600
Puerta de ingreso a la planta	612,5
	Total = 90778,5

Elaborado por:Dayana Morillo

6.4.2 Captación lateral de 2litros/segundo

Tabla 8: Presupuesto referencial para captación lateral de 2litros/segundo para poblaciones de 1440 habitantes aproximadamente.

RUBRO	PRECIO
--------------	---------------

Cerramiento de la planta	1608
Luminarias exteriores	630
Edificio administrativo	31680
Encementado de parqueaderos	400
Losa de fondo	572
Muro frontal de hormigón	4400
Muros laterales de hormigón	19712
Pasamanos	3300
Tuberías de PVC	3276
Unidad de desrripiador	1515
Unidad de sedimentación	3179
Áreas verdes	250
Puerta de ingreso a la planta	612,5
	Total = 71134,5

Elaborado por:Dayana Morillo

6.4.3 Captación lateral de 1litro/segundo

Tabla 9: Presupuesto referencial para captación lateral de 1litro/segundo para poblaciones de 720 habitantes aproximadamente.

RUBRO	PRECIO
Cerramiento de la planta	1230
Luminarias exteriores	420
Edificio administrativo	22253
Encementado de parqueaderos	150
Losa de fondo	572
Muro frontal de hormigón	4400
Muros laterales de hormigón	19712
Pasamanos	1200
Tuberías de PVC	650

Unidad de desrripiador	1287
Unidad de sedimentación	2702
Áreas verdes	100
Puerta de ingreso a la planta	510
	Total = 55186,00

Elaborado por:Dayana Morillo

CONCLUSIONES

✓ Con el desarrollo de este tema de tesis la Universidad Politécnica Salesiana puede vincularse de una manera más efectiva con la comunidad al entregar diseños para captaciones de agua dulce en causes naturales de 1.0 litros/segundo, 2.0 litros/segundo y 3.0 litros/segundo; que pueden ser utilizados para el abastecimiento de agua potable o en sistemas de riego comunitario.

✓ En los diseños hidráulicos de las captaciones se llegó a determinar que la captación lateral es la más recomendable, debido a que el volumen de los embalses que se forma aguas arriba del dique transversal necesita tan solo una altura media de 1.5 metros. Con esta altura se garantiza suficiente carga hidráulica para que el caudal de diseño ingrese a la toma

✓ Para el proyecto de captación lateral se seleccionó los gaviones como material de construcción debido a la facilidad de transporte, armado, relleno y su factibilidad económica lo que reduce considerablemente los probables impactos ambientales preservando el paisaje característico de la zona

✓ En la disertación de grado luego de proponer la metodología para la evaluación del impacto ambiental pude darme cuenta que los impactos ambientales generados al construir estas obras son fácilmente mitigables con un adecuado plan de manejo ambiental lo cual garantiza la factibilidad de este proyecto desde el punto de vista de la conservación ambiental

✓ Las poblaciones que se beneficiaran de este proyecto podrán contar con la cantidad de agua dulce suficiente para el desarrollo socioeconómico es decir en proyectos de agua potable y riego a mediano y largo plazo tomando en cuenta que la vida útil del proyecto se ha considerado de 25 años y si es necesario la ampliación del proyecto podría incrementar su vida útil hasta los 50 años.

✓ De acuerdo al cálculo del presupuesto referencial se ha determinado que la captación de tres litros/segundo tiene un costo final de 90778.50 dólares; para dos litros/segundo tiene un costo final de 71134.50 dólares y para un litro/segundo tiene un costo final de 55186.00 dólares

RECOMENDACIONES

✓ Se recomienda que el departamento de vinculación de la Universidad Politécnica Salesiana tenga conocimiento de esta tesis para que por su intermedio pueda llegar a conglomerados sociales que requieran este tipo de obras para el desarrollo socioeconómico de su entorno.

✓ Con la finalidad de obtener los permisos ambientales necesarios para la ejecución del proyecto se recomienda tomar en cuenta la normativa ambiental expuesta en el marco legal relacionada al cuidado, aprovechamiento y uso del recurso agua.

✓ Es necesario que se realice el levantamiento de la línea base ambiental en la zona donde se vaya implementar el proyecto para tener la certeza que la evaluación ambiental acoge todos los parámetros para prevenir el deterioro de la flora y fauna endémica de la zona garantizando la calidad del medio ambiente para futuras generaciones.

✓ Recomiendo que el plan de manejo ambiental expuesto en mi tesis se cumpla y se amplíe debido a las necesidades ambientales encontradas en la zona donde se vaya a implementar la captación lateral tanto en la fase de construcción y operación para poder prevenir posibles impactos ambientales y de la misma manera asegurar la vida útil del proyecto.

✓ Recomiendo que antes de definir el sitio exacto de la obra de captación se realicen monitoreos físicos, químicos y bacteriológicos con la finalidad de conocer la calidad de agua que se pretende captar.

✓ El estudio definitivo considerando la ubicación en donde se vaya implantar deberá estar conformado por ingenieros ambientales, civiles, hidrólogos, geólogos con lo cual se garantiza la sustentabilidad del proyecto.

✓ Dejo constancia de mi agradecimiento a las autoridades de la universidad y de la carrera por el apoyo brindado para el desarrollo de este tema de tesis.

LISTA DE REFERENCIA

- ✓ Arboleda, J. Teoría y práctica de la purificación del agua, tercera edición. McGraw-hill interamericana, S.A. Santafé de Bogotá. 2000.
- ✓ Arocha A. – Abastecimiento de Aguas- Venezuela, 1987.
- ✓ Asociación Brasileña de Normas Técnicas. Proyecto de Captación de superficie para abastecimiento Público Brasil, 1990.
- ✓ Calarcá. Plan Básico de Ordenamiento Territorial. Municipio de Calarcá. 2000 – 2007.
- ✓ Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria – Serie, Filtración rápida - Manual I, Criterios de Selección – Lima, 1992
- ✓ Científica Latina Editores (1983) “Enciclopedia de las provincias del Ecuador: Tungurahua Volumen 2 de Enciclopedia de las provincias del Ecuador” Universidad de Virginia
- ✓ Corcho F y Duque J. Acueductos Teoría y diseño. Universidad de Medellín.
- ✓ Chow, V. T., et al. Hidrología Aplicada. Mc GRAW-HILL. Santafé de Bogotá. 1994.
- ✓ De Azevedo J.M & Acosta G., Manual de Hidráulica, Harper&Row Latinoamericana, México, 1981.
- ✓ García Flores M. y Maza Alvarez J. A. (1995) Cap. 7 del Manual de Ingeniería de Ríos “Origen y Propiedad de los Sedimentos”. Instituto de Ingeniería de la UNAM.

- ✓ García Sánchez J. y Maza Alvarez J. A. (1995) Cap. 11 del Manual de Ingeniería de Ríos “Morfología de Ríos”. Instituto de Ingeniería de la UNAM.
- ✓ García M. (1999) Cap. 6 en Hydraulic Design Handbook “Sedimentation and Erosión Hydraulic” University of Illinois.
- ✓ Hec-6, Hydrologic Engineering Center (1993) “Scour and Deposition in Rivers and Reservoirs”. US Army Corps of Engineers.
- ✓ Hec-Ras, Hydrologic Engineering Center – River Analysis Systems (1998) version 2.2. US Army Corps of Engineers.
- ✓ Hernández Muñoz, A. Abastecimiento y distribución de aguas. 4ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000. 914 p. Colección Seínor nº 6.
- ✓ López C. R. Elementos de Diseño para acueductos y alcantarillados. Escuela Colombiana de Ingeniería. Segunda edición. 2006.
- ✓ Materon, H. Obras Hidráulicas Rurales. Universidad del Valle. 1997
- ✓ Marco Castro Delgado “Diseño de captaciones (Derivaciones de caudal)” Escuela Politécnica Nacional
- ✓ Maza Alvarez J. A. y García Flores M. (1995) Cap. 12 del Manual de Ingeniería de Ríos “Estabilidad de Cauces”. Instituto de Ingeniería de la UNAM.
- ✓ Maza Alvarez J. A. y García Flores M. (1996) Cap. 10 del Manual de Ingeniería de Ríos “Transporte de Sedimentos”. Instituto de Ingeniería de la UNAM.
- ✓ Melville B. And Coleman S. (2000) “Bridge Scour” Water Resources Publications, LLC.

- ✓ Mejía Garcés, Francisco J. (2002) “Consideraciones para la realización de obras hidráulicas en laderas andinas” Escuela de Ingeniería de Antioquia.
- ✓ Ministerio de Salud Perú – Dirección General de Salud Ambiental – Proyectos de abastecimiento de agua potable de la localidad de Yauyos – Lima, 1977.
- ✓ Pérez P. Jorge. Acueductos y Alcantarillados. Primera edición 1995.
- ✓ Ras 2000. Reglamento Técnico del sector de agua potable y saneamiento básico Ministerio de Desarrollo. 2000.
- ✓ Vide J. P. (1997) “Ingeniería Fluvial” Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.
- ✓ Wahl, T. Design guidance for Coanda - effect screeners. Denver (USA): United States Bureau of Reclamation, 2003
- ✓ Weber J. F. (2000) “Hidráulica del Transporte de Sedimentos” Cap. en Hidrología y Procesos Hidráulicos. FCEFyN, UNC.