



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Ambiental”

TÍTULO DE INVESTIGACIÓN:

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA CABECERA PARROQUIAL DE PUNÍN, DEL CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO, 2016.”

AUTORAS:

Lisbeth Pamela Calderón Machado

Silvia Sara Guamán Gualli

DIRECTOR:

Ing. Marco Pino Vallejo

Riobamba – Ecuador

2016

CERTIFICACIÓN

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA CABECERA PARROQUIAL DE PUNÍN, DEL CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO, 2016 presentado por: Lisbeth Pamela Calderón Machado y Silvia Sara Guamán Gualli y dirigida por: Ing. Marco Pino.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Iván Ríos, PHD
Presidente del Tribunal



Firma

Ing. Marco Pino
Director del Proyecto



Firma

Dra. Anita Mejía
Miembro del Tribunal



Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: **Lisbeth Pamela Calderón Machado** y **Silvia Sara Guamán Gualli**; y al **Ing. Marco Pino Vallejo** el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo”.



Lisbeth Pamela Calderón Machado

C.I. 060286638-6



Silvia Sara Guamán Gualli

C.I. 060518881-2

AGRADECIMIENTO.

Agradezco a mi familia, docentes, asesores de tesis y al GAD parroquial de Punín por brindarme su apoyo incondicional en el desarrollo de esta investigación.

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo, a todos aquellos que me brindaron su confianza para lograr mi meta, amigos cercanos y lejanos por sus palabras de ánimo.

Silvia S. Guamán S.

AGRADECIMIENTO.

Expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, en especial al GAD parroquial de Punín, al Ing. Marco Pino director tesis , al Ing. Iván Ríos y a la Dra. Anita Mejía por la orientación y el apoyo brindado.

Un especial reconocimiento merece la empresa TENSID-CHEMIE S.A. representada por el Ing. José Salinas y la Dra. Cecilia Avalos, que apoyaron mi crecimiento profesional.

A la Universidad Nacional de Chimborazo, a los docentes, familia y amigos por la enseñanza, comprensión, y paciencia en este andar académico.

Lisbeth Pamela

DEDICATORIA

A mi Dios por darme sabiduría y fuerza para alcanzar mis metas a lo largo de mi carrera, sobre todo salud y vida para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

Silvia S. Guamán G.

DEDICATORIA

A mis padres Gonzalo y Betty que son los cimientos de mi formación personal y ahora como profesional, mil gracias por el apoyo incondicional que me brindaron por todos los sacrificios que hicieron a lo largo de mi carrera, así como su comprensión y paciencia en los momentos difíciles que tuvimos en la vida, por inculcarme la tenacidad para alcanzar las metas que hoy en día les permite sonreír con cada logro que alcance en la vida.

A mis hermanos Jhonatan, Geshael y Guissepe que con su amor me han enseñado a salir adelante ustedes se encuentran siempre en mis pensamientos, gracias por su paciencia y su constante cariño en todo momento, además por ayudarme en los momentos que los necesitaba comprometiéndome a ser cada día mejor.

¡Los Amo!

Lisbeth Pamela

ÍNDICE GENERAL.

ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT	xx
CAPITULO I.....	3
1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	3
1.1 Aguas Residuales	3
1.1.1 Tipos de aguas residuales.	3
1.2 Caracterización física, química y microbiológica de las aguas residuales..	5
1.2.1 Características Físicas.....	5
1.2.2 Características Químicas.....	12
1.2.3 Características Microbiológicas.	20
1.3 Estimación de caudales	21
1.3.1 Población futura	21
1.3.2 Caudal de diseño	22
1.4 Métodos para medición de caudales	23
1.4.1 Método volumétrico.	23
1.4.2 Método del vertedero.	24
1.5 Muestreo de aguas residuales	25

1.5.1	Tipos de muestras.....	26
1.6	Tratamiento de aguas residuales.....	27
1.6.1	Operaciones Unitarias Físicas.....	27
1.6.2	Procesos Unitarios Químicos	39
1.6.3	Procesos Unitarios Biológicos	40
1.7	Importancia de los datos meteorológicos en una planta de tratamiento de aguas residuales.....	59
1.7.1	Precipitación.....	59
1.7.2	Temperatura.....	59
1.7.3	Dirección del viento.....	60
1.7.4	Nubosidad.....	60
1.8	Costo-eficiencia del diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales.....	60
1.9	Normativa Ambiental	61
1.9.1	Normativa para caracterización de aguas residuales.....	62
1.9.2	Normas para alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.....	62
CAPITULO II		62
2	METODOLOGÍA	62
2.1	Tipo de estudio	62
2.1.1	Diseño de la investigación.....	62
2.1.2	Métodos.....	63

2.1.3	Técnicas.....	64
2.2	Población y Muestra	65
2.2.1	Población.....	65
2.2.2	Muestra.....	65
2.3	Operacionalización de variables.....	65
2.3.1	Identificación de variables.	65
2.4	Procedimientos	66
2.5	Procesamiento y análisis	67
2.5.1	Reconocimiento del área de estudio.....	67
2.5.2	Levantamiento de la Línea Base.	67
2.5.3	Caracterización de las aguas residuales.....	82
2.5.4	Análisis físicos-químicos y microbiológicos de las aguas residuales.	82
2.5.5	Selección de los métodos de tratamiento.	84
2.5.6	Dimensionamiento.	84
2.5.7	Elección del lugar de implantación de la planta de tratamiento.....	108
CAPITULO III.....		110
3	RESULTADOS.....	110
3.1	Reconocimiento del área de estudio	110
3.2	Caracterización de las aguas residuales	112
3.2.1	Aforamiento.	112
3.2.2	Muestreo.....	114

3.3	Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el laboratorio de Servicios Ambientales UNACH.....	114
3.4	Selección de los métodos de tratamiento.....	116
3.4.1	Población futura.	116
3.4.2	Cálculos del caudal.	116
3.4.3	Caudal de precipitación.	117
3.4.4	Canal de llegada.	117
3.4.5	Rejillas.....	118
3.4.6	Desarenador.....	119
3.4.7	Sedimentador.....	120
3.4.8	Humedales Artificiales de Flujo Subsuperficial.....	122
3.4.9	Laguna de maduración.	123
3.4.10	Área de secado de lodos.	124
3.4.11	Elección del lugar de implantación de la planta de tratamiento.....	125
3.4.12	Análisis de costo- eficiencia.....	126
	CAPITULO IV.....	128
4	DISCUSIÓN.....	128
	CAPITULO V.....	131
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	131
5.1	Conclusiones.....	131
5.2	Recomendación.....	132

CAPITULO VI.....	133
6 PROPUESTA	133
6.1 Título de la propuesta	133
6.1.1 Introducción	133
6.1.2 Fundamentación Científico –Técnica.....	134
6.1.3 Descripción de la propuesta	134
CAPITULO VII	203
7 BIBLIOGRAFIA.....	203
CAPITULO VIII	210
8 ANEXOS	210

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Olores característicos del agua y su origen.....	10
Tabla 2: Dureza del agua.....	13
Tabla 3: Efectos causados por diferentes especies de nitrógeno.....	14
Tabla 4: Tipos de vertederos	25
Tabla 5: Información para las rejillas de limpieza manual y mecánica	29
Tabla 6: Clasificación de las Rejillas	30
Tabla 7: Coeficiente de pérdida para rejillas.....	30
Tabla 8: Procesos biológicos unitarios.....	41
Tabla 9: Mecanismo de remoción y eficiencia de los humedales de flujo sub- superficial.....	47
Tabla 10: Especies emergentes más utilizadas en la depuración de aguas residuales	50
Tabla 11: Materiales empleados para los humedales artificiales	53
Tabla 12: Tratamientos englobados en la línea de lodos	57
Tabla 13: Digestión de lodos	57
Tabla 14. Límites permisibles de descargas a un cuerpo de agua dulce.....	62
Tabla 15. Especies vegetales. Datos de la investigación	74
Tabla 16: Especies animales. Datos de la investigación	75
Tabla 17. Población zona de estudio.....	77
Tabla 18: Disponibilidad de servicios de salud en las comunidades de la parroquia.....	79
Tabla 19. Técnicas y metodologías de ensayo y parámetros Físico-Químicos y microbiológicos analizados en laboratorio	83
Tabla 20: Datos para el cálculo de la población futura.....	85

Tabla 21: Criterios para el diseño de rejillas.....	88
Tabla 22: Criterio para el diseño del Desarenador.....	90
Tabla 23: Criterio del diseño del Sedimentador.....	93
Tabla 24: Lista de los materiales a usar en los humedales.....	99
Tabla 25: Parámetros de diseño del humedal artificial	100
Tabla 26: Parámetros de diseño para la laguna de maduración	104
Tabla 27: Criterio de diseño del lecho de lodos.....	106
Tabla 28: Categorización para costos por metros cuadrados.....	109
Tabla 29: Resultado del caudal promedio de un mes.....	112
Tabla 30: Resultados de los análisis de laboratorios.....	115
Tabla 31: Resumen de los Caudales obtenidos en la zona de estudio	116
Tabla 32: Resultado de Caudales para el diseño.....	117
Tabla 33: Resumen del diseño de rejillas finas y medianas.....	118
Tabla 34: Resumen del diseño del Desarenador.....	119
Tabla 35: Resumen del diseño del Sedimentador	120
Tabla 36: Resumen del humedal artificial	122
Tabla 37: Resumen del diseño de la laguna de maduración	123
Tabla 38: Resumen del diseño de lecho de lodos	124
Tabla 39: Materiales de construcción	126
Tabla 40: Análisis de inversión.....	127
Tabla 41: Datos de la estación meteorológica.....	143
Tabla 42: Servicios básicos.....	146
Tabla 43: Primera semana de aforamiento.....	220
Tabla 44: Segunda semana de aforamiento.....	221
Tabla 45: Tercera semana de aforamiento	222

Tabla 46: Cuarta semana de aforamiento.....	223
Tabla 47: Quinta semana de aforamiento	224
Tabla 48: Primera semana.....	225
Tabla 49: Segundo aforamiento	226
Tabla 50: Tercera semana de aforamiento	227
Tabla 51: Cuarta semana de aforamiento.....	228
Tabla 52: Quinta semana.....	229

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de tamaño de las partículas en el agua.....	7
Figura 2. Demanda bioquímica carbonácea y nitrogenada ejercida por una muestra de agua residual.....	18
Figura 3. Diferentes formas de rejillas	31
Figura 4. Esquema del proceso de aireación de las rizosfera de las	45
Figura 5. Esquema del diseño de un humedal de flujo superficial.....	46
Figura 6. Esquema del diseño de un humedal de flujo sub-superficial.....	47
Figura 7. Esquema del proceso de lagunaje	55
Figura 8. Registro de temperatura medias mensuales.....	70
Figura 9. Registro de Precipitación Medias Mensuales	71
Figura 10. Registro de humedad relativa media mensual	71
Figura 11. Registro de dirección del viento medias mensuales	72
Figura 12. Clasificación de ecosistemas	76
Figura 13. Distribución de la población de Punín.....	77
Figura 14. Cobertura servicios básicos	80
Figura 15. Zona de estudio de la cabecera parroquial de Punín.....	111
Figura 16. Comportamiento de las aguas residuales.....	113
Figura 17. Canal de llegada.....	117
Figura 18. Rejilla fina y mediana.....	118
Figura 19. Desarenador.	120
Figura 20. Sedimentador	121
Figura 21. Detalle de la Tolva.....	122
Figura 22. Humedal Artificial.....	123

Figura 23. Detalle del Humedal Artificial.....	123
Figura 24. Laguna de maduración.....	124
Figura 25. Detalle del Área de secado de lodos.....	125
Figura 26. Primera semana.....	220
Figura 27. Segunda semana	221
Figura 28. Tercera semana	222
Figura 29. Cuarta semana.....	223
Figura 30. Quinta semana	224
Figura 31. Primera semana.....	225
Figura 32. Segunda semana	226
Figura 33. Tercera semana	227
Figura 34. Cuarta semana.....	228
Figura 35. Quinta semana de aforamiento	229

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Ubicación de la zona de estudio.....	69
Mapa 2: Mapa de implantación para la planta de tratamiento de aguas residuales.....	137
Mapa 3: Puntos de descarga	218

RESUMEN

Las descargas de las aguas residuales domésticas es una problemática presente en la cabecera parroquial de Punín causando impactos negativos en el recurso hídrico y edáfico, una planta de tratamientos de aguas residuales es la opción más eficiente para eliminar la contaminación, por lo que el presente documento contiene el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales provenientes de la cabecera parroquial de Punín considerando las características demográficas, socioeconómicas y la caracterización de las aguas residuales domésticas y conforme a los resultados obtenidos en el laboratorio indica que los parámetros físico-químico y microbiológico exceden los límites permisibles de acuerdo al libro VI, Calidad del Agua TULSMA, la misma que brindará un servicio a 470 habitantes.

El diseño consta de operaciones unitarias físicas como: rejillas que servirá para eliminar todos los sólidos gruesos que lleva el agua residual, se diseñó una rejilla fina de 22 barrotes con un diámetro de 0,6 cm, una rejilla mediana de 12 barrotes con un diámetro de 1,3 cm y una separación entre barrotes de 1,5 cm y 2,5 cm respectivamente.

El desarenador servirá para remover partículas de arena, las dimensiones son largo de 2,8 m, ancho de 0,5 m, una altura de 0,5 m, posee un tiempo de retención de 292,88 s, el sedimentador tiene como finalidad remover partículas inferiores a 0,2 mm posee un largo de 6 m, ancho de 2,30 m, altura de 1,20 m y un tiempo de retención de 2,35 h.

Los procesos unitarios biológicas son: dos humedales artificiales de flujo subsuperficial con pasto alemán tiene la capacidad de absorber nutrientes (nitrógeno y fósforo), elimina contaminantes asimilándolos directamente en sus tejidos, filtración de los sólidos a través del entramado que forma su sistema radicular, posee un largo de 14,14 m, ancho de 12,38 m, profundidad de 1 m, un

tiempo de retención de 1,17 días, con una área de 175,05 m² por humedal, encuentra constituido de una capa de arena gravosa de un espesor de 70 cm, arena fina con un espesor de 10 cm, posee un sistema de tuberías por la cual circula el agua residual a tratarse constituido por 1296 orificios distribuidos en forma horizontal, se considera un sistema de depuración natural.

La laguna de maduración elimina los microorganismos patógenos, tiene un largo de 10,26 m, ancho de 3,42 m, una profundidad de 0,80 m y un tiempo de retención de 7,85 días, el sistema de tratamiento propuesto es respetuoso con el entorno y el ambiente producirá efluentes de buena calidad al mismo tiempo que presentan bajos costos de inversión operación, mantenimiento y no requieren personal altamente capacitado.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CENTRO DE IDIOMAS



Dp.S Doris Valle

19 de Agosto de 2016

ABSTRACT

Discharges of domestic wastewater is a current problem in the parochial head of Punín causing negative impacts on water and edaphic resource, plant wastewater treatment is the most efficient way to eliminate pollution option, so this document contains the design of a treatment plant wastewater from the parochial head of Punín considering the demographic, socioeconomic and characterization of domestic wastewater and in accordance with the results obtained in the laboratory that indicates that the physico-chemical and microbiological parameters exceed the permissible limits according to the book VI, Water Quality TULSMA, the same that will provide a service to 470 inhabitants.

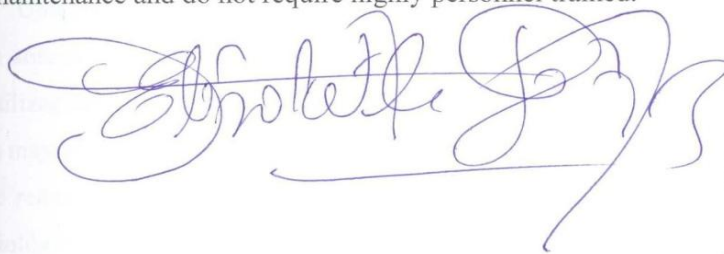
The design consists of physical unit operations such as grids serve to remove all coarse solids bearing wastewater, a fine grid bars 22 was designed with a diameter of 0.6 cm, a median grid bars 12 with a diameter 1.3 cm and a separation between bars of 1.5 cm and 2.5 cm respectively.

The desander serve to remove sand particles, the dimensions are 2.8 m long, 0.5 cm width, a height of 0.5 m, has a retention time of 292.88 s, the settler is intended remove particles less than 0.2 mm has a length of 6 m, width 2.30 m, height of 1.20 m and a retention time of 2.35 h.

The biological unit processes are two artificial wetlands of subsurface flow with German grass has the ability to absorb nutrients (nitrogen and

phosphorus),removes contaminants assimilating them directly in their tissues, filtration of solids through the fabric that forms its root system has a length of 14.14 m, 12.38 m width, depth of 1 m, a retention time of 1.17 days, an area of 175.05 m² wetland is constituted of a layer of sand burdensome a thickness of 70 cm, fine sand with a thickness of 10 cm, has a system of pipes through which circulates the wastewatet be treated composed of 1296 holes distributed horizontally, it is considered a natural purification system.

The maturation pond eliminates pathogenic microorganisms, has a length of 10.26 m, width 3.42 m, a depth of 0.80 m and a retention time of 7.85 days, the proposed treatment system is respectful the surroundings and the environment produce good quality effluent while investment costs have low operating, maintenance and do not require highly personnel trained.



INTRODUCCIÓN

La normativa y registro ambiental vigente en el Ecuador, acerca de la Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas, en su capítulo VI, adquiere nuevas medidas para prevenir la contaminación de los recursos hídricos, se establece que queda negado descargar aguas residuales a la red de alcantarillado, quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en aguas marítimas, sin atenerse a las normativas técnicas; de igual manera infiltrar aguas negras y grises en terrenos que provoquen impactos ambientales en el ecosistema y en la vida humana.

Una planta de tratamiento de aguas residuales es un instrumento adoptado para la solución del problema causado por aguas residuales que son productos de la utilización del agua en distintas actividades diarias en cada uno de las viviendas, en la mayoría de pequeñas y grandes poblaciones el tratamiento de las aguas residuales se realiza a través de operaciones y procesos unitarias de tipo físico, químico y biológico con la finalidad de que cumplan con los parámetros establecidos en normas vigentes, logrando que el impacto que causen éstas en el medio receptor (agua y suelo) sea mínimo y aceptable.

La cabecera parroquial de Punín se encuentra ubicada en el cantón Riobamba, jurisdicción de la Provincia de Chimborazo, posee 470 habitantes distribuidas en 130 viviendas que descargan sus aguas residuales a las quebradas “Chuiپی” y “Calli-Siqui” sin ningún tratamiento previo, generando un gran deterioro ambiental.

Cabe mencionar que en la cabecera parroquial no existe una recolección total de las aguas residuales debido a la distribución demográfica de la parroquia de Punín, además las descargas en las quebradas se realizan conjuntamente con agua lluvia esto quiere decir que actualmente no posee un sistema de alcantarillado separado de las aguas lluvias, adicionalmente, no existen estudios preliminares sobre aguas residuales de la parroquia de Punín

El propósito de la presente investigación es contribuir con el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para la cabecera parroquial de Punín, para conocer el tipo de agua residual que genera la población, se procedió a la caracterización de las aguas residuales para determinar el caudal de diseño y los parámetros físicos químicos y microbiológicos, para dimensionar y modelar la planta de tratamiento se delimitó el diseño de la planta para aguas domésticas al ser las actividades industriales y recreativas inexistentes, y por ende no pudieran alterar la condiciones físicas, químicas y microbiológicas de las aguas residuales, además de establecer el costo- eficiencia para analizar la viabilidad del mismo, calculando valores económicos de la posible construcción y operación del proyecto, la planta de tratamiento de aguas residuales es una alternativa tecnológica muy importante para la conservación del ambiente evitando la afectación del recurso hídrico en términos de calidad y cantidad, el presente documento trata de proveer al Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia de Punín, un mecanismo optimo, sencillo y económico para el tratamiento de aguas residuales de la cabecera parroquial de Punín.

En este documento, se abordan los siguientes capítulos: en el capítulo I se considera la fundamentación teórico donde se albergan los distintos conceptos concebidos por diferentes autores, que manejan y han estudiado acerca del tema, además de contener una fuente bibliográfica que respalda el estudio del tema de investigación, el capítulo II está constituido por la metodología que se realizó durante la investigación partiendo del tipo de estudio, población y muestra de la parroquia, el procedimiento describe las actividades realizadas durante la ejecución de la investigación de forma sistematizada para el cumplimiento del diseño de la planta, el capítulo III aborda cada uno de los resultados que se obtuvieron para el cumplimiento de los objetivos de la investigación, el capítulo IV es la discusión de los resultados obtenidos durante la investigación realizada, el capítulo V presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación , el capítulo VI se plantea la propuesta de la investigación , el capítulo VII consta de la bibliografía que hace referencia de los diferentes autores citados que sustenta la investigación realizada.

CAPITULO I

1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Aguas Residuales

Las aguas residuales se pueden definir como aquellas que por uso del hombre, representan un peligro y deben ser desechadas, porque contienen gran cantidad de sustancias y/o microorganismos.

Las aguas residuales son los restos de las actividades diarias del uso humano, que terminan representando como un potencial riesgo, por lo mismo deben ser apartadas del hombre, porque pueden influir en el entorno y la salud de la población.

1.1.1 Tipos de aguas residuales.

a) Aguas residuales domésticas o aguas negras.

Proceden de las heces y orina humanas, del aseo personal y de la cocina y de la limpieza de la casa. Suelen contener gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de jabones, detergentes, lejía y grasas (Lopez, 1985). Se puede encontrar en objetos que son utilizados en la cotidianidad, ya sea en el ámbito del aseo personal y de los hogares. Además de ser desechos fisiológicos, que contienen una cantidad considerable de materia orgánica y de microorganismos, son las provenientes de las actividades domésticas de la vida diaria como lavado de ropa, baño, preparación de alimentos, limpieza, etc, estos desechos presentan un alto contenido de materia orgánica, detergentes y grasa su composición varía según los hábitos de la población que los genera (Martinez, 2012). Las aguas negras son aquellas que proceden directamente de hogares ya sea

estos productos de cocinas, lavado de ropa, limpieza y/o otras actividades por parte de las personas que lo realizan.

b) Agua de lluvia y lixiviados.

Pueden ser de procedencia atmosférica (lluvia, nieve o hielo) o del riego y limpieza de calles, parques y lugares públicos. En aquellos lugares en que las precipitaciones atmosféricas son muy abundantes, éstas pueden de evacuarse por separado para que no saturen los sistemas de depuración (Lopez, 1985).

Son las originadas por el escurrimiento superficial de las lluvias que fluyen desde los techos, calles, jardines y demás superficies del terreno. Los primeros flujos de agua lluvia son generalmente muy contaminados debido al arrastre de basura y demás materiales acumulados en la superficie (Martinez, 2012).

El punto de origen de la lluvia puede partir de la precipitación del tiempo, deshielo o cambio climático. Se focalizan en los sitios donde se pueden ver afectados los cambios climáticos. Las mismas deben ser liberadas en distintos caminos para que no colapsen los sistemas de depuración.

Son aquellas aguas generadas por las lluvias que van arrastrando residuos de las calle y terminan en la alcantarillados juntándose así con las aguas residuales domésticas.

c) Aguas residuales industriales.

Proceden de los procesamientos realizados en fábricas y establecimientos industriales y contienen aceites, detergentes, antibióticos, ácidos y grasas y otros productos y subproductos de origen mineral, químico, vegetal o animal. Su composición es muy variable, dependiendo de las diferentes actividades industriales (Lopez, 1985). Las aguas residuales industriales son las que proceden de cualquier actividad industrial en cuyo proceso de producción, transformación o

manipulación se utilice el agua, incluyéndose los líquidos residuales, aguas de proceso y aguas de drenaje (Hernandez, 2013).

Las aguas industriales son generadas por industrias variando en su composición de acuerdo a la actividad industrial.

d) Aguas residuales agrícolas.

Son las que provienen de la escorrentía superficial de las zonas agrícolas. Se caracterizan por la presencia de pesticidas, sales y un alto contenido de sólidos en suspensión. La descarga de esta agua es recibida directamente por los ríos o por los alcantarillados (Martinez, 2012).

Las aguas residuales agrícolas proceden de las labores agrícolas en las zonas rurales. Suelen formar parte, en numerosos lugares, de las aguas residuales urbanas, las cuales, son utilizadas para riego con o sin un tratamiento previo (Rivas, 2016).

1.2 Caracterización física, química y microbiológica de las aguas residuales

La continua contaminación provoca un desgaste ambiental en zonas vulnerables, debido a esto las diferentes instituciones han tomado carta, dando importancia a las aguas residuales, siendo necesario un tratamiento previo a su descarga. Para un tratamiento adecuado es necesario llevar a cabo una caracterización de aguas residuales que implica un programa adecuado de muestreo apropiado para asegurar representatividad de la muestra y un análisis de laboratorio de conformidad con normas estándar que asegure precisión y exactitud en los resultados.

1.2.1 Características Físicas.

Las características físicas del agua, llamadas así porque pueden impresionar a los sentidos (vista, olfato, etcétera), tienen directa incidencia sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua (Martel, 2010).

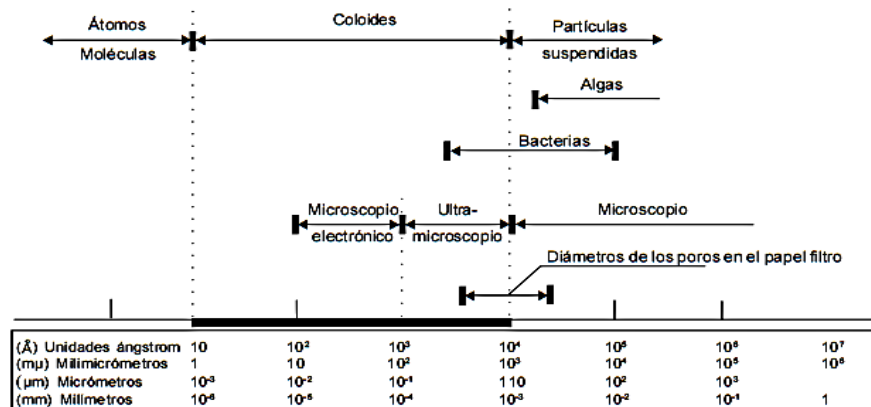
Se consideran importantes las siguientes:

- turbiedad;
- sólidos
- color;
- olor y sabor;
- temperatura

a) Turbiedad.

Es una medida de la propiedad de dispersión de la luz de las aguas naturales o residuales debido a la presencia de material residual coloidal en suspensión. La unidad de medida de turbiedad son las unidades nefelométricas NTU. Este parámetro sirve para indicar la calidad de las aguas naturales o residuales. (Ambientum, 2015).

La turbiedad es originada por las partículas en suspensión o coloidales (arcillas, limo, tierra finamente dividida, etcétera). La figura 1 muestra la distribución de las partículas en el agua de acuerdo con su tamaño, la turbiedad es causada por las partículas que forman los sistemas coloidales; es decir, aquellas que por su tamaño, se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua en



menor o mayor grado (Martel, 2010).

Figura 1. Distribución de tamaño de las partículas en el agua

Fuente: Adaptado del manual de análisis de aguas.

La turbiedad en las aguas residuales representa la presencia de arcilla, sílice, materia orgánica, sustancia mineral y en general material causada por desechos industriales y domésticos.

b) Sólidos.

Los sólidos que se presentan en el agua residual pueden ser de tipo orgánico y/o inorgánico y provienen de las diferentes actividades industriales. Los sólidos se clasifican como: sólidos totales, sólidos en suspensión, sólidos totales disueltos, sólidos totales volátiles y sólidos volátiles en suspensión.

✓ ***Sólidos totales.***

Corresponden al residuo remanente después de secar una muestra de agua. Equivalen a la suma del residuo disuelto y suspendido. El residuo total del agua se determina a 103–105 °C (Rojas, 1999).

Equivalencias:

- Sólidos totales = sólidos suspendidos + sólidos disueltos.
- Sólidos totales = sólidos fijos + sólidos volátiles.

Se define como sólidos la materia que permanece como residuo después de evaporación y secado a 103°C. El valor de los sólidos totales incluye material disuelto y no disuelto (sólidos suspendidos) (Russell, 2012).

Los sólidos totales son aquellos residuos que quedan luego de una evaporación y secado realizado en un papel filtro

✓ *Sólidos disueltos o residuos disueltos.*

Representa el material soluble y coloidal ambos con partículas inferiores a un micrómetro (1,2 μm) el cual requiere usualmente para su remoción, oxidación biológica o coagulación y sedimentación (Rojas, Tratamiento de aguas residuales, 1999).

Son determinados directamente o por diferencia entre sólidos totales y los sólidos suspendidos. Si la determinación es directa y el residuo de la evaporación se seca a 103-105°C; el incremento de peso sobre el de la cazuela vacía representa los sólidos disueltos o residuo filtrable (Russell, 2012).

Los sólidos disueltos son la diferencia entre los sólidos totales y suspendidos, de la cazuela vacía y del incremento de peso representa los sólidos disueltos.

✓ *Sólidos en suspensión.*

Constituyen la diferencia entre sólidos totales de la muestra no filtrada y los sólidos de la muestra filtrada poseen un tamaño mayor de 1.2 μm , tamaños nominal de poros correspondiente a los filtros de fibra de vidrio usados para hacer la separación (Rojas, Tratamiento de aguas residuales, 1999).

Son determinados por filtración a través de un filtro de asbesto o de fibra de vidrio, en un crisol Gooch previamente pesado. El crisol con su contenido se seca a 103-105°C; el incremento de peso, sobre el peso inicial, representa el contenido de sólidos suspendidos o residuo no filtrable (Russell, 2012).

Los sólidos en suspensión es la diferencia entre sólidos totales de la muestra no filtrada y la filtrada mediante un filtro.

✓ *Sólidos volátiles y fijos.*

Son básicamente la fracción orgánica de los sólidos o porción de los sólidos que se volatilizan a temperatura de 50°C. Su determinación es muy importante en lodos activados, lodos crudos, lodos dirigidos (Rojas, Tratamiento de aguas residuales, 1999). Esta determinación se suele hacer en aguas residuales y lodos con el fin de obtener una medida de la cantidad de materia orgánica presente. El contenido de sólidos volátiles se interpreta en términos de materia orgánica, teniendo en cuenta que a 550± 50°C la materia orgánica se oxida a una velocidad razonable (Russell, 2012).

Son, básicamente, la fracción orgánica de los sólidos o porción de los sólidos que se volatilizan a temperaturas de 550 - 550 °C.

✓ *Sólidos sedimentables.*

Son una medida del volumen de sólidos asentados al fondo de un cono Imhoff, en un periodo de una hora, y representa la cantidad de lodo removible por sedimentación simple; se expresa comúnmente en ml/l (Rojas, Tratamiento de aguas residuales, 1999).

La denominación se aplica a los sólidos en suspensión que se sedimentarán, en condiciones tranquilas, por acción de la gravedad. La determinación se hace llenando en un cono Imhoff de un litro de volumen y registrando el volumen de material sedimentado en el cono, al cabo de una hora, en ml/l (Russell, 2012).

Los sólidos sedimentables son aquellos residuos que se precipitan en el fondo del cono Imhoff durante un periodo de una hora.

c) Color.

Las aguas residuales domésticas frescas son generalmente de color gris y a medida que el agua envejece cambia a color gris oscuro y luego a negro. El color negro de las aguas residuales sépticas es producido principalmente por la formación de sulfuros metálicos. El color en aguas residuales industriales puede

indicar el origen de la polución, así como el buen estado o deterioro de los procesos de tratamiento (Rojas, Tratamiento de aguas residuales, 1999).

El color es uno de los aspectos importantes ya que mediante este parámetro se conoce la edad del agua por así decirlo.

d) Olor.

Las aguas residuales frescas tienen un olor característico desagradable, mientras que las aguas residuales sépticas tienen un olor muy ofensivo, generalmente producidos por H₂S proveniente de la descomposición anaerobia de los sulfuros (Rojas, Tratamiento de aguas residuales, 1999).

Por otra parte, la presencia de olor a sulfuro de hidrógeno puede indicar una acción séptica de compuestos orgánicos en el agua. La tabla 1 presenta un resumen de algunos olores característicos del agua, de acuerdo con su origen (Martel, 2010):

Tabla 1.

Olores característicos del agua y su origen

Naturaleza	Origen
Olor balsámico	Flores
Dulzor	<i>CoelospHaerium</i>
Olor químico	Aguas residuales industriales
Olor a cloro	Cloro libre
Olor a hidrocarburo	Refinería de petróleo
Olor medicamentoso	Fenol, yodoformo
Olor azufre	Ácido sulfhídrico
Olor a pescado	Pescado, mariscos
Olor séptico	Alcantarilla
Olor a tierra	Arcilla húmedas
Olor fecaloide	Retrete, alcantarilla
Olor a moho	Cueva húmeda
Olor a legumbres	Hierbas, hojas en descomposición

Fuente.
Eddy.

Metcalf &

e) Temperatura.

La determinación exacta de la temperatura es importante para diferentes procesos de tratamiento y análisis de laboratorio, puesto que, el grado de saturación OD, la actividad biológica y el valor de saturación con carbonato de calcio se relacionan con la temperatura. Para obtener buenos resultados, la temperatura debe tomarse en el sitio de muestreo (Russell, 2012).

Es un parámetro importante en aguas residuales por su efecto sobre las características del agua, sobre las operaciones y procesos de tratamiento, así como sobre el método de disposición final. En general, las aguas residuales son más cálidas que las de abastecimiento y, en aguas de enfriamiento, la polución térmica

es significativa (Rojas, Tratamiento de aguas residuales, 1999). La temperatura es esencial para el diseño de una planta de tratamiento en las diferentes operaciones.

1.2.2 Características Químicas.

Las características químicas de las aguas residuales puede ser agrupadas por su naturaleza en tres grupos: materia orgánica, compuestos inorgánicos y compuestos gaseosos (Metcalf & Eddy, 1996).

a) Características Químicas Inorgánicas.

Las aguas residuales, salvo ciertos residuos industriales, no se suelen tratar con el objetivo específico de eliminar los constituyentes inorgánicos que se incorporan durante el ciclo de uso (Metcalf & Eddy, 1996).

Los constituyentes inorgánicos de mayor interés son los nutrientes, los constituyentes no metálicos y los gases. Entre los nutrientes tenemos el amoníaco libre, nitrógeno, nitritos, nitratos y fósforo (Hernández, 2011).

✓ pH.

La escala de pH tiene un rango de (0 a 14) pH, con 7 como valor neutro. El pH es importante para las reacciones químicas que toman lugar dentro de agua. El intervalo de pH adecuado para la existencia de la mayor parte de la vida biológica va de (5 a 9) pH. Las aguas residuales con valores fuera de este rango son de difícil tratamiento mediante procesos biológicos. El pH de las aguas tratadas debe ser ajustado a los límites exigidos antes de ser vertido a los receptores (Hernández, 2011).

Medida de la concentración de ion de hidrogeno en el agua, expresada como logaritmo negativo de la concentración molar de ion hidrogeno. Aguas residuales en concentración adversa del ion hidrogeno son difíciles de tratar biológicamente,

alteran la biota de las fuentes receptoras y eventualmente son faltas para los microorganismos (Rojas, 1999).

El pH de una aguas es de gran utilidad ya que mediante este parámetro se podrá saber cuan dificultoso puede ser el tratamiento o si es óptimo un tratamiento biológico.

✓ *Dureza.*

La dureza representa la concentración total de iones de calcio y magnesio, expresada como carbonato de calcio. La dureza no es considerada un riesgo para la salud; sin embargo, el agua que contiene dureza debe ablandarse. Una baja dureza contribuye a la tendencia corrosiva de agua. La dureza y la alcalinidad a menudo ocurren juntas (Hernández, 2011).

Tabla 2:

Dureza del agua	
Clasificación	mg/l CaCO₃
Suave	0-75
Moderadamente dura	75-150
Dura	150-300
Muy dura	Sobre 300

Fuente. Metcalf & Eddy

La dureza se entiende en el agua como el contenido de metales alcalinotérreos, especialmente Calcio y Magnesio. Su importancia está concentrada en el hecho de que estos metales inhiben la acción de algunos agentes de tratamiento, impidiendo que el proceso de depuración de las aguas se lleve a cabo de manera apropiada (Unad, 2000).

El conocimiento de la dureza en las aguas residuales es importante para evitar la corrosión de los equipos de una planta de tratamiento.

✓ *Nitrógeno.*

Nutriente esencial para el crecimiento de protistas y plantas. Las formas de interés en aguas residuales son las de nitrógeno orgánico, nitrógeno amoniacal, nitrógeno de nitritos y nitratos. Los datos de nitrógeno son necesarios para evaluar la tratabilidad de las aguas residuales por tratamientos biológicos (Rojas, 1999).

El nitrógeno es un elemento importante en las aguas residuales ya que es necesario para el crecimiento de los microorganismos. Si el agua residual no contiene suficiente nitrógeno pueden ocurrir problemas por deficiencia de nutrientes durante el tratamiento secundario. Pero también el nitrógeno es un contribuyente especial para el agotamiento del oxígeno y la eutrofización de las aguas cuando se encuentra en elevadas concentraciones (Damián, 2005)

La tabla 3 presenta algunos de los efectos que pueden ocasionar los diferentes tipos de nitrógeno.

Tabla 3:

Efectos causados por diferentes especies de nitrógeno	
Forma de nitrógeno	Impacto
NH ₃	La oxidación de nitrógeno amoniacal en un curso receptor produce disminución de oxígeno disuelto. El nitrógeno amoniacal no ionizado puede causar toxicidad en varios organismos acuáticos.
NO ₃	El nitrógeno en forma de nitrato en aguas de consumo humano puede causar metahomoglobinemia en niños pequeños.
Nitrógeno total	El nitrógeno como nutriente es causa de crecimiento excesivo de organismos acuáticos que consumen oxígeno durante la noche y excretan sustancias que producen olor y sabor.

Fuente. Metcalf & Eddy

El nitrógeno es un elemento incondicional para los microorganismos en caso que exista un déficit del elemento existirá problemas en nutrientes, y en elevadas concentraciones provoca el agotamiento de oxígeno.

✓ *Fósforo.*

Como el nitrógeno, es esencial para el crecimiento de protistas y plantas. Debido a los crecimientos indeseables de algas que ocurren en aguas superficiales, existe marcado interés en removerlo de las aguas residuales. En aguas residuales domestica oscila entre 6 y 20 mg/L (Rojas, 1999).

Otro componente del agua residual importante para los microorganismos es el fósforo. El fósforo, como el nitrógeno, es un elemento esencial para el crecimiento biológico. En el agua residual el fósforo se encuentra en 3 formas: ortofosfatos solubles, polifosfatos inorgánicos y fosfatos orgánicos. El ortofosfato es la forma más fácilmente asimilable por los microorganismos y se utiliza como un parámetro de control en los procesos biológicos de eliminación de fósforo. (Damián, 2005).

✓ *Alcalinidad.*

La alcalinidad es un parámetro importante de la calidad del agua, porque mide la capacidad del agua de neutralizar ácidos. La alcalinidad es debida a la presencia de sales, principalmente en forma de bicarbonatos y sales de ácidos débiles.

Los compuestos que aportan alcalinidad a las agua naturales son bicarbonato, carbonatos, principalmente los iones hidroxilo, y los carbonatos y bicarbonatos de sodio, potasio, magnesio, y calcio. La concentración de alcalinidad es 10 importante en tratamientos químicos, remoción biológica de nutrientes o eliminación de amoniaco por arrastre con aire. (Russell D. , 2006).

La alcalinidad del agua es una medida de su capacidad de neutralizar ácidos. Las aguas residuales domésticas son generalmente alcalinas, concentraciones de 50-200 mg/L- CaCO_3 son comunes. La alcalinidad puede generarse por hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de elementos como el calcio, magnesio, sodio, potasio o de amonio, siendo la causa más común los bicarbonatos de calcio y magnesio (Rojas, 1999).

✓ *Cloruros.*

Las aguas naturales tienen contenidos muy variables en cloruros dependiendo de las características de los terrenos que atraviesen pero, en cualquier caso, esta cantidad siempre es menor que las que se encuentran en las aguas residuales, ya que el cloruro es común en la dieta y pasa inalterado a través del aparato digestivo (Ambientum, 2016). Son comunes en aguas residuales pues la contribución diaria por persona es de 6 a 9 gramos. Concentraciones altas pueden causar problemas de calidad de aguas para riego y de sabor de agua para reúso (Rojas, 1999).

Los cloruros en aguas residuales causa un problema de calidad si esta es usada en riego, si se piensa en utilizar un tratamiento biológico convencional resulta tóxico los cloruros.

✓ *Azufre.*

El azufre también es un compuesto muy importante en el agua, este se presenta principalmente como sulfato o HSO_3 y forma compuestos como la sal de ácido sulfúrico. Cuando las condiciones anaeróbicas están presentes, el sulfato es reducido a sulfuro de hidrógeno H_2S que es tóxico y volátil. El sulfuro de hidrógeno liberado a la atmósfera en redes de alcantarillado que no circulan a presión tiende a acumularse en la corona de las tuberías. El sulfuro de hidrógeno acumulado puede oxidarse biológicamente y convertirse en ácido sulfúrico, el cual es corrosivo para el alcantarillado. “Los sulfatos se reducen a sulfuros en los digestores de lodos y pueden alterar el desarrollo de los procesos biológicos si la concentración excede los 200 mg/l”. (Russell D. , 2006).

El azufre es un elemento requerido para la síntesis de proteínas y se libera cuando estas se descomponen. Prácticamente todos los microorganismos pueden utilizar el sulfato como fuente de azufre. Las bacterias pueden realizar la reducción de sulfatos a sulfuros y a sulfuros de hidrógeno en condiciones anaerobias (Martinez, 2012). Al igual que la dureza el azufre tiende a ser corrosivo para el alcantarillado y/o equipos.

✓ *Oxígeno disuelto (OD).*

La presencia de oxígeno disuelto en el agua cruda depende de la temperatura, la presión y la mineralización del agua. La ley de Henry y Dalton dice: “La solubilidad de un gas en un líquido es directamente proporcional a la presión parcial e inversamente proporcional a la temperatura”. El agua destilada es capaz de disolver más oxígeno que el agua cruda. No es posible establecer un contenido ideal de oxígeno en el agua, ya que hay aspectos positivos y negativos de su presencia. Sin embargo, si el agua contiene amoníaco o hierro y manganeso en sus formas reducidas, es preferible que el OD esté cercano al punto de saturación.

Las aguas superficiales no contaminadas, si son corrientes, suelen estar saturadas de oxígeno y a veces incluso sobresaturadas; su contenido depende de la aeración, de las plantas verdes presentes en el agua, de la temperatura y de la hora del día (mañana o tarde) (Martel, 2010).

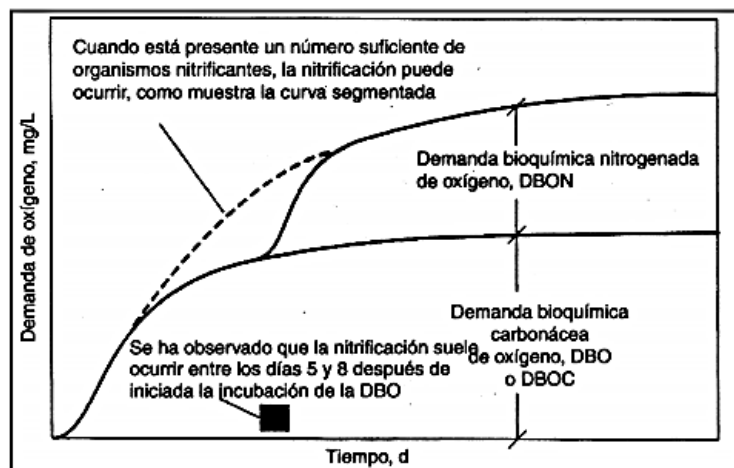
Gas de baja solubilidad en el agua, requerido para la vida acuática aerobia. La baja disponibilidad de oxígeno disuelto (OD) limita la capacidad auto purificadora de los cuerpos de agua y hace necesario el tratamiento de las aguas residuales para su disposición en los embalses. La concentración de saturación de OD es función de la temperatura, de la presión atmosférica y de la salinidad del agua (Rojas, 1999).

b) Características químicas orgánicas.

Los compuestos orgánicos están formados por combinaciones de carbono, hidrógeno y oxígeno, con la presencia, en algunos casos de nitrógeno; también pueden estar presentes otros elementos como azufre, fósforo o hierro (Ortiz, 2011).

✓ *Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).*

La DBO es uno de los parámetros más utilizados en la caracterización de los contaminantes orgánicos. Este parámetro brinda un estimado del oxígeno disuelto requerido por los microorganismos en la degradación de los compuestos



biodegradables (Tchobanoglous, 2000).

Figura 2. Demanda bioquímica carbonácea y nitrogenada ejercida por una muestra de agua residual
Fuente. Metcalf & Eddy

La demanda bioquímica de oxígeno es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para oxidar (estabilizar) la materia orgánica biodegradable en condiciones aerobias.

La DBO es el parámetro más usado para medir la calidad de aguas residuales y superficiales, para determinar la cantidad de oxígeno requerido para estabilizar biológicamente la materia orgánica del agua (Rojas, Tratamiento de aguas residuales, 1999).

✓ *Demanda química de oxígeno (DQO).*

La DQO brinda una medida más real de la cantidad de oxígeno requerida para la oxidación de los compuestos orgánicos a CO₂ y H₂O, cuando se utiliza un oxidante fuerte. El mejor método para determinar la DQO es aquel que arroja valores iguales o cercanos a la DTO, que es el del dicromato. Se define como DTO (demanda teórica de oxígeno) a la cantidad de oxígeno necesaria para la descomposición de cualquier compuesto orgánico que teóricamente puede ser oxidado hasta la obtención final de productos estables como H₂O, CO₂, NH₃ y SO₄²⁻ (Tchobanoglous, 2000).

La demanda química de oxígeno se usa para medir el oxígeno equivalente a la materia orgánica oxidable químicamente mediante un agente químico oxidante fuerte, por lo general dicromato de potasio, en un medio ácido y alta temperatura (Rojas, 1999).

✓ *Aceites y Grasas.*

Son compuestos orgánicos de gran importancia para analizar específicamente la presencia de grasas y aceites en las aguas residuales ya que pueden provocar problemas en determinadas partes del tratamiento provocando mal olor formación de espumas e inhiben la vida de los microorganismos además provocan problemas de mantenimiento y pueden obstruir los conductos de las tuberías (Martel, 2010).

Se define sustancia soluble en hexano, cuando el ensayo se realiza por extracción con hexano. Los aceites y grasas de origen mineral pueden ser no biodegradables y requieren pre tratamiento para ser removido antes del tratamiento biológico. Sin embargo, no existe un método que permita distinguir las grasas y aceites vegetales o animales de las de origen mineral, aunque existe el procedimiento para diferenciar entre grasas y aceites polares y no polares (Rojas, 1999).

1.2.3 Características Microbiológicas.

Es muy importante en el tratamiento de aguas residuales, tener un conocimiento exhaustivo sobre las características biológicas y además estar familiarizado con los siguientes aspectos (Tchobanoglous, 2000).

- Principales grupos de microorganismos biológicos, incluidos los que intervienen en tratamientos biológicos.
- Organismos patógenos presentes en aguas residuales.
- Organismos usados como indicadores de contaminación y su importancia.
- Métodos empleados para determinar los organismos indicadores.
- Métodos empleados para determinar la toxicidad de aguas residuales.

a) Coliformes.

Los organismos patógenos que pueden existir en las aguas residuales son, generalmente, pocos y difíciles de aislar e identificar. Por esta razón se prefiere utilizar a los Coliformes como organismo indicador de contaminación, en otras palabras, como indicador de la existencia de organismos productores de enfermedad (Rojas, 1999).

- Bacterias coliformes totales: se encuentran comúnmente en el medio ambiente (por ejemplo, en el suelo y las plantas) y generalmente no causan problemas.
- Bacterias coliformes Fecales: es un subgrupo de bacterias coliformes totales que se encuentran en grandes cantidades en los intestinos y excremento de los humanos y animales. Su presencia indica que el agua está contaminado.

- *Escherichia coli*: es un subgrupo de bacterias fecales coliformes. Este tipo de bacteria se encuentra en grandes cantidades en los intestinos de las personas y los animales de sangre caliente.

1.3 Estimación de caudales

El volumen de aguas residuales aportadas a un sistema de recolección y evacuación está integrado por las aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales y el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales normalmente se estima con base en el caudal diario promedio, pero; como este varía con el tiempo, los sistemas deben ser diseñadas teniendo en cuenta periodos críticos de operación causadas por variación de caudal, (caudal punta o pico) concentración de contaminantes y carga contaminante (carga másica) (Eddy, 1996).

1.3.1 Población futura

El método que se utilizara para el cálculo de la población futura es el aritmético el cual es el más utilizado para zonas rurales, debido a que en este método se considera que la población va cambiando en forma de una progresión aritmética.

La fórmula de crecimiento aritmético es:

$$Pf = Pa \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

Pf: Población futura (hab.)

Pa: Población actual (hab.)

r: Índice de crecimiento anual por 100 hab.

n: Tiempo en años.

1.3.2 Caudal de diseño

a) *Caudal máximo de diseño.*

Corresponde al consumo registrado durante un periodo de tiempo se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{max} = Pa \frac{Q_{med} * M}{86400} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

Pa: Población aportante (hab)

Q_{med}: Caudal medio (l/hab*día)

M: Factor de simultaneidad o Mayoración

b) *Caudal medio.*

Es el caudal medio calculado para la población proyectada teniendo en cuenta la dotación de agua se calcula mediante la ecuación:

$$Q_{med} = k * D \quad \text{Ec.3}$$

Donde:

Q_{med}: Caudal medio

D: Dotación de agua por habitante (l/hab.día)

k : Constante (0,70)

c) *Factor de Mayoración.*

El factor de mayoración tiene en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población, disminuye en la medida en que el número de habitantes considerado aumenta.

Sin embargo, esto no es factible en muchos casos, por lo cual es necesario estimarlo con base en relaciones aproximadas como la de Harmon válida para poblaciones menores a 1 000 habitantes, rango dentro del cual se encuentra la población del área en estudio por lo que se aplica la siguiente ecuación:

$$M = \frac{2,228}{Q_{med}^{0,073325}} \quad \text{Ec. 4}$$

Donde:

Q_{med} : Caudal medio

1.4 Métodos para medición de caudales

El método para realizar el aforo depende de si el vertimiento se presenta a través de una tubería o de un canal abierto. Entre las posibilidades para realizar el aforo están: método volumétrico, vertedero, flotadores, molinete o micro molinete.

1.4.1 Método volumétrico.

Para este tipo de medición se requiere de un cronómetro y un recipiente aforado. El procedimiento a seguir es tomar un volumen de muestra cualquiera y medir el tiempo transcurrido desde que se introduce a la descarga hasta que se retira de ella; la relación de estos dos valores permite conocer el caudal en ese instante de tiempo (Fajardo, 2010).

Para hallar su valor se aplica la fórmula:

$$Q = \frac{V}{t} \quad \text{Ec. 5}$$

Donde:

Q: Caudal (m^3/s)

V: Volumen (m^3)

t: Tiempo (s)

El método volumétrico tiene la ventaja de ser el más sencillo y confiable, siempre y cuando el lugar donde se realice el aforo garantice que al recipiente llegue todo el volumen de agua que sale por la descarga; se debe evitar la pérdida de muestra en el momento de aforar, así como represamientos que permitan la acumulación de sólidos y grasas.

Este método es de fácil utilización en el caso de que el suelo donde se disponga la caneca sea firme y no permite que esta se hunda o se mueva. Dentro de los principales problemas que se pueden presentar es la manipulación de las canecas por su peso exagerado (Fuquene, 2013).

Es un método apropiado en caudales considerables siempre y cuando el recipiente pueda recoger todo el volumen del fluente a ser aforado.

1.4.2 Método del vertedero.

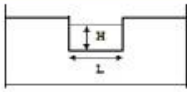
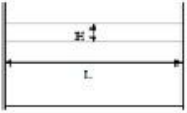
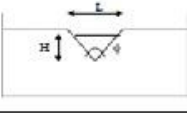
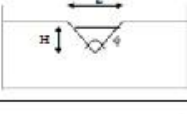
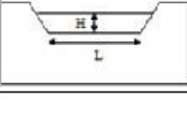
Este método aplica para plantas de tratamiento o grandes industrias, según las características físicas (geometría) de la salida del efluente, y en el caso de que el método volumétrico sea inoperante, este método consiste en una obstrucción hecha en el canal para que el líquido retroceda un poco atrás de ella y fluya sobre o a través de ella. Si se mide la altura de la superficie líquida corriente arriba es posible determinar el flujo (Fuquene, 2013).

El vertedero es un canal en el que se coloca una represa cuyo rebosadero puede adoptar distintas formas; el líquido represado alcanzará distintas alturas en función del caudal, relacionadas por ecuaciones dependientes del tipo de vertedero, que puede ser rectangular, triangular o trapezoidal.

Los vertederos son de fácil construcción, bajo costo, y buen rango de precisión en líquidos que no contengan sólidos (Fajardo, 2010).

Tabla 4:

Tipos de vertederos

Tipo de vertedero	Diagrama	Ecuación
Rectangular con contracción		$Q = 1,83 \cdot L \cdot H^{1,5}$ Q = Caudal, m ³ /s L = Longitud de la cresta, m H = Cabeza, m
Rectangular sin contracción (cuando cae por una pared)		$Q = 3,3 \cdot L \cdot H^{1,5}$ Q = Caudal, m ³ /s L = Longitud de la cresta, m H = Cabeza, m
Triangular de 90°		$Q = 1,4 \cdot H^{5/2}$ Q = Caudal, m ³ /s H = Cabeza, m
Triangular de 60°		$Q = 0,775 \cdot H^{2,47}$ Q = Caudal, m ³ /s H = Cabeza, m
Trapezoidal*		$Q = 1,859 \cdot L \cdot H^{1,5}$ Q = Caudal, m ³ /s L = Longitud de la cresta, m H = Cabeza, m
Cresta gruesa		$Q = 1,67 \cdot L \cdot H^{1,5}$ Q = Caudal, m ³ /s L = Longitud de la cresta, m H = Cabeza, m

Fuente. IDEAM. 2007

Existen diferentes tipos de vertederos para la aplicación de medida en cuanto a caudales pequeños, siendo eficientes los vertederos triangulares por su fácil construcción, costos bajos consta de una simple observación de las alturas, con la altura obtenida reemplazar en la fórmula de Thomson:

$$Q = 1,40H^{5/2} \quad \text{Ec. 6}$$

Donde:

Q = Caudal (l/s)

H= Altura del vertedero (cm)

k= Constante (1,40)

1.5 Muestreo de aguas residuales

En general, para que la muestra sea representativa, se prefieren sitios de muestreo con flujo muy turbulento donde el agua residual este bien mezclada; sin embargo, el sitio de muestreo debe seleccionarse de acuerdo con cada problema individual de estudio (Rojas, 1999).

1.5.1 Tipos de muestras.

a) *Muestra simple.*

La que se tome en día normal de operación durante el tiempo necesario para completar un volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento del muestreo (Comision Nacional Del Agua, 2008).

Muestra recolectada en un lugar y tiempo específico y que refleja las circunstancias particulares del cuerpo de agua para el momento y sitio de su recolección (Lucas, 2012).

b) *Muestra compuesta*

La que resulta de mezclar el número de muestras simples. Para conformarla, el volumen de cada una de las muestras simples deberá ser proporcional al caudal de la descarga en el momento de su toma (Comision Nacional Del Agua, 2008).

Para una muestra compuesta se debe realizar la mezcla de varias alícuotas de una muestras instantáneas recolectadas en el mismo punto de muestreo en diferentes tiempos (Lucas, 2012).

$$V_n = \frac{V_{mc}}{Q_p * N_m} \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

V_n : Volumen necesario

V_{mc} : Volumen total de muestra compuesta

Q_p : Caudal promedio

N_m : Número de muestras

1.6 Tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y microbiológicos presentes en el agua.

El tratamiento de las aguas residuales domiciliarias debe ser entendido, como una necesidad, a fin de mantener condiciones adecuadas de salud e higiene para la población, conservar la calidad de las fuentes de agua y propender a un uso racional y sustentable de los recursos acuáticos. (Marsilli, 2005).

Una operación unitaria es un proceso químico, físico o biológico mediante el cual las sustancias objetables que contiene el agua son removidas o transformadas en sustancias inocuas (Vargas, 2006).

Entre algunas de los procesos unitarios tenemos:

- Procesos Unitarios Físicos
- Procesos Unitarios Químicos
- Procesos Unitarios Biológicos

1.6.1 Operaciones Unitarias Físicas.

Incluye métodos de tratamiento en los que predomina la acción de las fuerzas físicas que permiten la remoción de la materia en suspensión presente en el agua a tratar. Los sólidos en suspensión generalmente están formados por partículas de diversos tamaños y formas; la eliminación de materia se suele hacer mediante operaciones mecánicas. Las operaciones para eliminar este tipo de contaminación suele ser las primeras en efectuarse dado que la presencia de partículas en suspensión obstaculiza otros procesos de tratamiento. La utilización de cualquier operación está en función de las características de las partículas (tamaño, densidad, forma) y de concentración de las mismas (Valencia, 2013). Son los primeros métodos empleados en el tratamiento del agua residual; en ellos predomina la acción de las fuerzas físicas, siendo el desbaste, la floculación, la

sedimentación, la filtración, la flotación y la transferencia de gases operaciones físicas unitarias típicas. Medición de caudales. Desbaste. Homogeneización de caudales. Mezclado. Sedimentación. Sedimentación acelerada. Flotación. Filtración en medio granular (Escobar, 2006).

Las operaciones unitarias físicas implican una remoción de partículas gruesas, materias en suspensión mediante mallas, flotación u otro método que sirva a la eliminación de estas presentes en las aguas residuales.

Entre las operaciones unitarias físicas más importantes tenemos:

- Medición de caudales: control y seguimiento de procesos, informes de descargas.
- Desbaste: Eliminación de sólidos gruesos y sedimentables por intercepción (retención en superficie).
- Dilaceración: Trituración de sólidos gruesos hasta conseguir un tamaño más o menos uniforme.
- Homogenización del caudal: Homogenización del caudal y de las descargas de DBO y de sólidos en suspensión.
- Mezclado: Mezclado de productos químicos y gases con la agua residual, mantenimiento de los sólidos en suspensión.
- Floculación: Provoca la agregación de pequeñas partículas aumentando el tamaño de las mismas, para mejor su eliminación por sedimentación por gravedad.
- Sedimentación: Eliminación de sólidos sedimentables y espesados de fangos.
- Filtración: eliminación de los sólidos en suspensión residuales presentes después del tratamiento químico o biológico.
- Microtamizado: Misma funciones que la filtración. También la eliminación de las algas de los efluentes de las lagunas de estabilización.
- Transferencia de gases: Adición y eliminación de gases.
- Volatilización y arrastres de gases: Emisión de compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles del agua residual (Metcalf & Eddy, 1996).

Para la siguiente investigación se priorizo los siguientes procesos unitarias.

a) Rejillas.

El cribado, es utilizado para excluir los sólidos suspendidos de gran tamaño presentes en el agua residual, es decir elimina materias flotantes > 5mm. Además contribuyen a dar una mejor apariencia a la planta y reducen el volumen de espuma. Y de esta manera aumentar la eficiencia de los tratamientos posteriores.

Las rejillas finas en la mayoría de los casos se fabrican en mallas metálicas de acero, o chapas de acero perforado que muchas veces se utilizan en tanques de sedimentación. Con este proceso se puede eliminar entre un 5% a 20 % de sólidos en suspensión, de un 40% a un 60% se eliminan por sedimentación (Guzman, 2015).

Tabla 5:

Información para las rejillas de limpieza manual y mecánica		
Características	Limpieza manual	Limpieza mecánica
Tamaño de la Barra		
Anchura, mm	5-15	5-15
Profundidad, mm	25-37,5	25-37,5
Pendiente en relación a la vertical, grados	25-50	15-75
Velocidad de aproximación, m/s	25-50	50-82,5
Velocidad de aproximación, m/s	150	150
Pérdida de carga admisible, m/m	150	150

Fuente: METCALF & EDDY, 1996

✓ *Clasificación de las rejillas.*

La distancia entre las barras de las rejillas depende del tamaño de partículas que se desea retener. El canal en donde se encuentran las rejillas debe diseñarse de tal manera que la velocidad del agua no se reduzca a menos de 0.60 m/s, esto

con el fin de evitar la sedimentación de materiales pétreos retenidos en el mismo. En base a este dato se puede encontrar la siguiente clasificación:

Tabla 6:

Clasificación de las Rejillas	
De acuerdo al método de limpieza	Limpieza Manual
	Limpieza Mecánica (Automática)
Según el tamaño de las aberturas	Rejillas Gruesas: Aberturas iguales o mayores de 0,64 cm (1/4 pulgada).
	Rejillas finas: Aberturas menores de 0,64 cm.
De acuerdo a su colocación	Rejillas Fijas
	Rejillas Móviles
Según la sección transversal de sus barras	Cuadradas, Rectangulares, Circulares aerodinámicas.
Dependiendo del tamaño de materia que se desea remover	Finas (0,1-1,5 cm).
	Medianas (1,5-2,5 cm).
	Gruesas (2,5- 5,0 cm).

Fuente. Tratamiento de aguas residuales, 2008.

✓ Rejas de Limpieza Manual

Las rejas van inclinadas sobre la horizontal con ángulos entre 60-80°. Estas rejas están formadas por barrotes rectos los mismos que están soldados a unas barras de separación, la longitud entre estas debe permitir ser limpiadas con la mano.

✓ Ubicación de las rejillas

El emparrillado de las rejillas debe estar inclinado con respecto al piso del canal donde se instalan. El canal debe preferiblemente ser horizontal, recto y perpendicular a la rejilla, para promover una distribución uniforme de los sólidos retenidos por ella. Para diseñar las rejillas, debemos relacionar la velocidad media del agua residual con la abertura de las rejas sugeridas.

✓ Coeficiente de pérdida para rejilla

Tabla 7:

Coeficiente de pérdida para rejillas
Sección transversal

Forma	A	B	C	D	E	F	G
β	2,42	183	1,67	1,035	0,92	0,76	1,79

Fuente. RAS 2000 TITULO E.

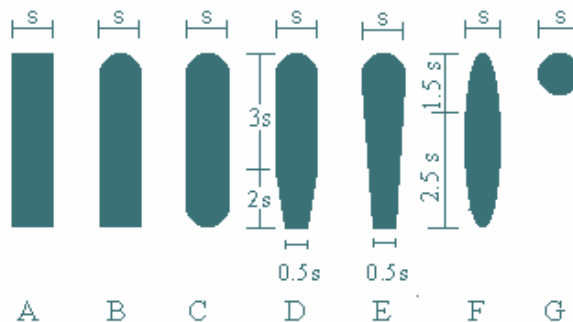


Figura 3. Diferentes formas de rejillas

Fuente: RAS 2000 TITULO E.

✓ *Fórmulas para el cálculo de rejillas.*

– Número de Barrotes

$$Nb = \frac{b}{e+s} - 1 \quad \text{Ec.8}$$

Donde:

Nb: Número de barrotes

b: Ancho de la zona de rejilla, canal de llegada (m)

e: Diámetro de barrotes (m)

s: Separación entre barrotes media y gruesa (m)

– Longitud de barrotes

$$L = \frac{hT}{\text{Sen}\alpha} \quad \text{Ec.9}$$

Donde:

L: Longitud de barrotes (m)

hT: Altura del canal de llegada (m)

α : Angulo de inclinación de los barrotes respecto a la horizontal

– Pérdida de carga en las rejillas

$$hf = \beta \left(\frac{s}{e}\right)^{4/3} \frac{V^2}{2g} \sin \alpha$$

Ec.10

Donde:

hf: Pérdida de carga,(m)

β : Coeficiente de forma

s: Separación entre barrotes, (m)

e: Diámetro de los barrotes, (m)

V: Velocidad del agua entre barrotes

b) Desarenador.

Tiene por objetivo la eliminación de materias pesadas de tamaño superior a 0,2 mm, para evitar que sedimenten en canales y conducciones y para proteger a las bombas y otros elementos de la abrasión. Aparte de las arenas propiamente dichas, en esta operación se eliminan también gravas y partículas minerales, así como elementos de origen orgánico, no putrescibles (granos de café, semillas, huesos, cáscaras de frutas y huevos, etc.). Los canales desarenadores pueden ser de flujo variable o de flujo constante (Centa, 2000).

Para una mayor eficiencia en los desarenadores es necesario cumplir con el tiempo de retención para la acumulación de las arenas estas deben ser de 100 a 300s (RAS, 2000).

✓ *Fórmulas para el cálculo del desarenador.*

– Área superficial

$$As = B * L$$

Ec.11

Donde:

As: Área superficial

B: Ancho (m)

L: Longitud del desarenador (m)

Volumen efectivo del canal de Desarenador

$$V = As * P$$

Ec.12

Donde:

□: Volumen efectivo (m³)

As: Área superficial (m²)

P: Profundidad efectiva (m)

– Área transversal

$$AT = \frac{Q}{V_H} \quad \text{Ec.13}$$

Donde:

A_T: Área transversal (m²)

Q: Caudal (m³/h)

V_H: Velocidad horizontal (m/s)

– Tiempo de retención hidráulica

$$TRH = \frac{V}{Q} \quad \text{Ec.14}$$

Donde:

TRH: Tiempo de retención (s)

V : Volumen efectivo (m^3)

Q: Caudal (m^3/s)

c) Sedimentador.

La sedimentación consiste en la separación por acción de gravedad de las partículas suspendidas cuyo peso específico es mayor que el agua. Esta operación se emplea para la eliminación de arenas, materia en suspensión y flóculos que van sedimentando y se eliminan del fondo del tanque de sedimentación con un rascador automático (Ladreda, 2008)

✓ *Tipos de sedimentadores.*

– Tanques rectangulares.

Pueden ser implementados como una sola unidad o varias con una pared común entre todas ellas, lo que requiere de un área disponible menor (Pulido, 2015).

Las relaciones geométricas comunes para las unidades rectangulares son:

Longitud: ancho	3:1 o más
Ancho: profundidad	1:1 a 2.25:1

Las profundidades típicas cuando se emplean estos tanques son de 2.4 a 3 m. Los sedimentadores remueven partículas en suspensión usando la fuerza de gravedad permitiendo reducir los sólidos sedimentables el tanque sedimentador está constituido de cuatro zonas:

✓ *Zona de entrada.*

Es la transición suave de flujo de entrada con un tipo de flujo permanente.

✓ Zona de sedimentación.

Esta es la zona donde ocurre la sedimentación de las partículas que consta de un canal rectangular con volumen y longitud con las condiciones adecuadas para que se cumpla con la sedimentación.

✓ *Fórmula para el cálculo del sedimentador.*

– Área superficial de la zona de sedimentación

$$A_s = B * L \quad \text{Ec.15}$$

Donde:

A_s : Área superficial (m^2)

B: Ancho del Sedimentador (m)

L: Longitud del Sedimentador (m)

– Longitud de sedimentación

$$L_2 = \frac{A_s}{B} \quad \text{Ec. 16}$$

Donde:

L_2 : Longitud de sedimentación (m)

A_s : Área superficial (m^2)

B: Ancho del Sedimentador (m)

✓ Longitud total del Sedimentador

Se considera que la pantalla difusora está a 1 m

$$L = 1 + L_2 \quad \text{Ec. 17}$$

Donde:

L: Longitud total del Sedimentador (m)

L₂: Longitud de sedimentación (m)

– Relación largo-ancho del sedimentador

$$3 < \frac{L}{B} < 6 \quad \text{Ec.}$$

18

– Relación largo - profundidad del Sedimentador

$$5 < \frac{L}{H} < 20 \quad \text{Ec.}$$

19

Donde:

L: Largo del sedimentador (m)

H: Altura del sedimentador (m)

– Velocidad horizontal

$$V_H = \frac{100*Q}{B*H} \quad \text{Ec.20}$$

Donde:

B: ancho del sedimentado (m)

H: altura del sedimentador (m)

Q: Caudal (m³/s)

– Tiempo de retención

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

Ec.21

Donde:

V: Volumen

Q: Caudal (m³/s)

✓ *Fórmula de la pared de tolva.*

– Área total de orificios

$$A_o = \frac{Q}{V_o} \quad \text{Ec.22}$$

Donde:

A_o: Área total de orificios

Q: Caudal de diseño (m³/s)

V_o: Velocidad de paso entre orificios (m/s)

– Área de sección circular

El diámetro es de 0,025 m.

$$a_o = \frac{\pi D^2}{4} \quad \text{Ec.23}$$

Donde:

a_o = Área de sección circular (m²)

D = Diámetro del orificio (m)

– Número de orificios

$$n_o = \frac{A_o}{a_o} \quad \text{Ec.24}$$

Donde:

n_o = Número de orificios

A_o = Área total de orificios (m^2)

a_o = Área de sección circular (m^2)

– Altura de la pantalla difusora

$$h = H - \frac{2}{5} * H$$

Ec.25

Donde:

H: Altura (m)

– Ubicación de los orificios (filas y columnas)

$$a_1 = \frac{h}{nf} \quad \text{Ec. 26}$$

Donde:

a_1 : Espaciamiento entre filas

h: Altura de la pantalla difusora (m)

nf: Número de filas

$$a_2 = \frac{B - a_1 * (n_c - 1)}{nf} \quad \text{Ec. 27}$$

Donde:

a_2 : Espaciamiento entre columnas

B: Ancho del sedimentador (m)

n_c : Número de columnas

a_1 : Espaciamiento entre filas

– Altura máxima

El fondo del Sedimentador tendrá una pendiente del 10% con la finalidad de evacuar los fangos para limpiar dicha unidad.

$$H_{max} = H + 0,1 * L_2$$

Ec.28

Donde:

H: Altura del sedimentador (m)

L₂: Longitud de sedimentación (m)

H_{max}: Altura máxima (m)

– Pelo del agua en la salida del vertedero

$$H_2 = \left(\frac{Q}{1,84*B}\right)^{2/3} \quad \text{Ec.29}$$

Donde:

H₂: Altura del agua sobre la cresta del vertedero (m)

Q: Caudal (m³/s)

B: Ancho del Sedimentador

1.6.2 Procesos Unitarios Químicos

Los métodos de tratamiento en los cuales la eliminación o conversión de los contaminantes se consigue con la adición de productos químicos o gracias al desarrollo de ciertas reacciones químicas, fenómeno como la precipitación, absorción y la desinfección son ejemplos de los procesos de aplicación más comunes en los tratamientos de aguas residuales (Metcalf & Eddy, 1996).

Entre los más principales tenemos:

- Precipitación química: Eliminación de fósforo y mejora de la eliminación de sólidos en suspensión en las instalaciones de sedimentación primaria empleadas en los tratamientos físico-químicos.

- Adsorción: Eliminación de materia orgánica no eliminada con métodos convencionales de tratamiento químico y biológico. También se emplea para decolorar el agua residual antes de su vertido final.
- Desinfección: Destrucción selectiva de organismo causantes de enfermedades.
- Desinfección con cloro: Destrucción selectiva de organismo causante de enfermedades. El cloro es el producto químico más utilizado.
- Declaración: Eliminación del cloro combinado residual total, remanente después de la cloración.
- Desinfección con dióxido de cloro: Destrucción selectiva de organismo causante de enfermedades.
- Desinfección con ozono: Destrucción selectiva de organismo causante de enfermedades.
- Desinfección con luz ultravioleta: Destrucción selectiva de organismo causante de enfermedades (Metcalf & Eddy, 1996).

1.6.3 Procesos Unitarios Biológicos

En el metabolismo bacteriano juega un papel fundamental el elemento aceptor de electrones en los procesos de oxidación de la materia orgánica.

Este aspecto tiene una importante incidencia en las posibilidades de aplicación al tratamiento de aguas. En función del elemento aceptor de electrones se distinguen tres casos de sistemas biológicos: Sistemas aerobios, anaerobios y anóxicos (Valencia, 2013).

Los procesos biológicos es la eliminación de las sustancias orgánicas biodegradables presentes en el agua residual, las cuales, se convierten

básicamente en gases, que se liberan a la atmósfera, y en tejido celular biológico, eliminable por sedimentación (Jiménez, 2016).

La aplicación de un proceso biológico consiste en la eliminación de la materia orgánica biodegradable tanto soluble como coloidal, ya que esta constituye la fuente de energía: de carbono, oxígeno disuelto y nutrientes: Nitrógeno y Fosforo, necesarios para el crecimiento de los microorganismos.

Tabla 8:

Procesos biológicos unitarios

Tipo de Sistema	Elemento Aceptor	Fundamento
Sistemas aerobios	Oxígeno disuelto	Este compuesto hace que el rendimiento energético del tratamiento sea elevado provocando una generación de fangos debido al alto crecimiento de bacterias aerobias. Su aplicación a aguas residuales puede estar muy condicionada por la baja solubilidad del oxígeno en el agua
Sistemas anaerobios	CO ₂ o parte de la propia materia orgánica obteniéndose como producto de esta reducción el carbono es su estimado más reducido el metano (CH ₄)	Este sistema tiene como ventaja la obtención de un gas combustible. Posee un bajo consumo de energía, produce poca cantidad de fango y por lo tanto un menor requerimiento de nutriente, y permite la posibilidad de periodos de parada en el proceso sin alterar la población bacteriana.

Fuente: Adaptado de tratamientos avanzados de aguas residuales

Los procesos biológicos unitarios consiste en la eliminación del contaminante presente en las agua residuales entre los mas importantes tenemos:

- **Lodos activados:** Fundamentada en la producción de una masa activada de microorganismos capaz de estabilizar un residuo por vía aerobia logrando el ambiente aeróbico por el uso de aeración a travez de difusores o sistemas mecánicos.

- **Lagunas aerobicas:** Este tipo de lagunas reduce el DBO un 70-90%, pero requiere un tratamiento ulterior previo a su vertido a un cuerpo receptor, las lagunas aerobicas logran un proceso de oxidacion que completa la degradacion de la materia orgánica.
- **Humedales:** Consiste en la reproduccion controlada, efectuando la purificacion del agua. Esta purificacion involucra una mezcla de procesos bacterianas aerobio-anaerobios que sucede en el entorno de las raices de la planta hidrofila las cuales a la vez que aportan oxigeno consumen los elementos aportados por el metabolismo bacterial y lo transforma en follaje, existen dos tipos de humedales, naturales y artificiales.
- **Lagunas anaerobicas:** desarrollan un proceso de degradacion en un ambiente carente de oxigeno donde predomina los procesos reductores lo que conlleva a la formacion de gases como proceso final de la reduccion (metano, amonio, sulfhidro, etc) (PNFSCA, 2014).

Para la siguiente investigación se priorizo las siguientes operaciones unitarias biológicas:

a) Humedales (Hidrofiltración).

Los humedales pueden ser naturales o artificiales que funcionan como un hidrosistema de depuración natural y, son sistemas de tratamientos naturales por medios acuáticos, en los cuales las plantas y animales son los principales medios que intervienen en el tratamiento de aguas residuales municipales, eliminando grandes cantidades de materia orgánica, sólidos, nitrógeno, fósforo. Los humedales artificiales son de superficie libre de agua con espejo de agua, o de flujo subsuperficial (sin espejo de agua) (Universidad Particular de Loja, 2010).

Los humedales proveen sumideros efectivos de nutrientes y sitios amortiguadores para contaminantes orgánicos e inorgánicos. Esta capacidad es el mecanismo detrás de los humedales artificiales, para simular un humedal natural con el propósito de tratar las aguas residuales de empresas y municipios.

La solución biotecnológica consiste en la instalación de humedales artificiales que actúan como filtros naturales (Hidrofiltración), estos sistemas, además de no necesitar mantenimiento ni consumir energía eléctrica, cuestan menos que la cuarta parte de un sistema de tratamiento tradicional. Los humedales se construyen utilizando diferentes especies de plantas que tienen la capacidad de adaptación al lugar de tratamiento (Vetircol servicios y consultorias S.A.S, 2015).

✓ *Humedales naturales.*

Los humedales son medios semiterrestres con un elevado grado de humedad y una profusa vegetación, que reúnen ciertas características biológicas, físicas y químicas, los humedales naturales ocupan el espacio que hay entre los medios húmedos y los medios, generalmente, secos y poseen características de ambos, por lo que no pueden ser clasificados categóricamente como acuáticos ni terrestres. Una de las características de un humedal es la presencia de agua durante periodos lo bastante prolongados como para alterar el suelo (Chafloque, 2006).

✓ *Humedales artificiales.*

Los humedales artificiales consisten normalmente en un monocultivo o policultivo de plantas superiores (macrofitas) dispuestas en lagunas, tanques o canales poco profundos. El efluente, normalmente después de recibir un pretratamiento, pasa a través del humedal durante el tiempo de retención. El efluente es tratado a través de varios procesos físico-químicos y bacteriológicos. El oxígeno necesario para estos procesos es suministrado por las propias plantas, que forman por fotosíntesis o toman del aire e inyectan hasta la zona radicular.

La transferencia de oxígeno hacia la zona radicular por parte de estas plantas acuáticas es un requisito imprescindible para que la eliminación microbiana de algunos contaminantes se realice con eficacia, estimulando además la degradación de materia orgánica y el crecimiento de bacterias nitrificantes. Los mecanismos que tienen lugar para la depuración de contaminantes constituyen una gran variedad de procesos físicos, químicos y biológicos.

Las plantas juegan un papel fundamental en estos sistemas siendo sus principales funciones:

- Airear el sistema radicular y facilitar oxígeno a los microorganismos que viven en la rizosfera.
- Absorción de nutrientes (nitrógeno y fósforo).
- Eliminación de contaminantes asimilándolos directamente en sus tejidos.
- Filtración de los sólidos a través del entramado que forma su sistema radicular.

La selección de las especies vegetales se debe realizar de acuerdo a la adaptabilidad de las mismas al clima local, su capacidad de transportar oxígeno desde las hojas hasta la raíz, su tolerancia a concentraciones elevadas de contaminantes, su capacidad asimiladora de los mismos, su tolerancia a condiciones climáticas diversas, su resistencia a insectos y enfermedades y su facilidad de manejo.

✓ *Tipos de humedales artificiales.*

Se han propuesto diversos diseños de humedales artificiales a lo largo de su desarrollo tecnológico. Las variables de diferenciación pueden hacer referencia al sistema de flujo del agua residual, sustrato o lecho utilizado, vegetación y sucesión de unidades de tratamiento. En cuanto a la dirección del movimiento del agua a través del humedal se consideran los siguientes tipos: horizontal, vertical, flujo superficial y flujo subsuperficial (González, 2013).

En esencia, hay tres líneas de desarrollo tecnológico de humedales artificiales, cuyo modo de actuación, aun basándose en los mismos principios biológicos, es diferente. Se trata de los denominados humedales de flujo superficial (en inglés, Surface Flow Wetlands o Free Water Surface wetlands, FWS), los humedales de flujo sub-superficial (en inglés, Sub-surface Flow Wetlands o Vegetated Submerged Bed, VSB, o también Subsurface Flow, SsF) y los humedales con las plantas flotando sobre la superficie del agua (González, 2013).

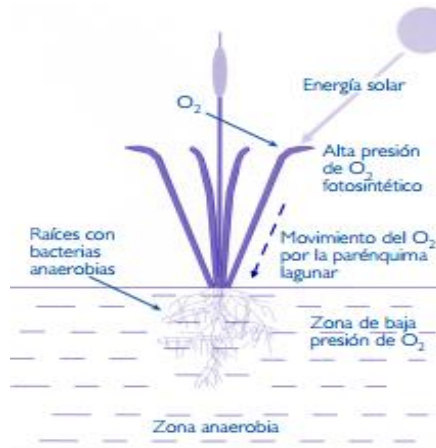


Figura 4. Esquema del proceso de aireación de las rizosfera de las macrofitas emergentes de los humedales.

Fuente: Gonzales J. F., 2013

– Humedales de flujo superficial (FWS)

En estos sistemas el flujo de agua es de tipo horizontal superficial. El agua se hace discurrir por la superficie un canal o estanque que contiene una capa de agua no muy profunda, generalmente de unos 30 cm, aunque puede llegar a ser más de 1 m.

Los sistemas FWS se configuran con una apariencia similar a los humedales naturales. Se diseñan a modo de canales o estanques con paredes ataludadas, en donde éstas y el recubrimiento inferior son estancos (materiales impermeables), canalizaciones de entrada y salida del agua residual, estructuras o dispositivos de control del flujo, y alternancia de áreas con y sin vegetación acuática (González, 2013).

Como ocurre en los humedales naturales, hay una combinación de espacios con la lámina de agua a la vista y otros con cobertura total por vegetación acuática (hidrofitos), generalmente con dominancia de macrofitas emergentes (helofitas) enraizadas en el sustrato que se haya dispuesto en el fondo del canal o estanque; también pueden incorporar especies acuáticas flotantes, y especies vegetales sumergidas (González, 2013).

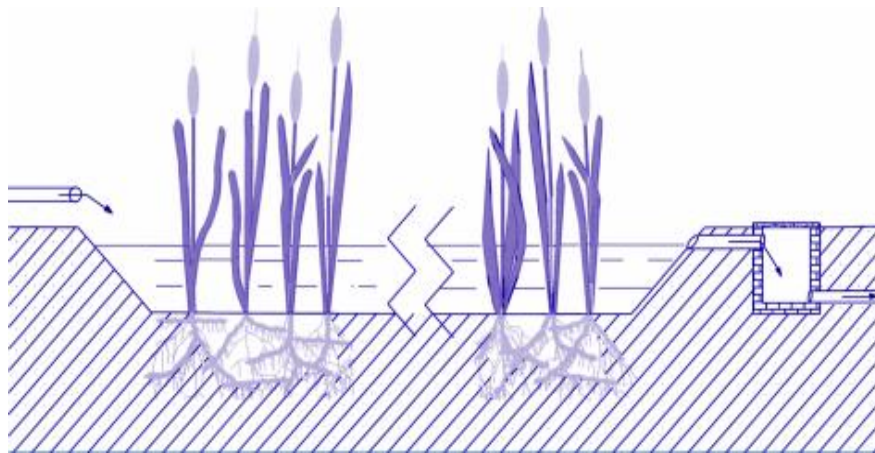


Figura 5. Esquema del diseño de un humedal de flujo superficial.

Fuente: González J. F., 2013.

– Humedales de flujo sub-superficial (SsF)

Los sistemas de humedales subsuperficiales utilizan una capa de suelo o grava como sustrato para el crecimiento de las plantas. Los flujos de agua atraviesan por gravedad y horizontalmente el sustrato y las raíces de las plantas. Durante el paso del agua residual a través del sistema radicular de las plantas, la materia orgánica se descompone biológicamente, el nitrógeno puede ser desnitrificado y el fósforo y los metales pesados son fijados en el suelo.

Las plantas tienen dos importantes funciones en este proceso: suministrar oxígeno a los microorganismos en la rizosfera e incrementar y estabilizar la conductividad hidráulica del suelo (González, 2013).

Este lecho se diseña de modo que permita la circulación del agua residual a través del sistema radicular de las macrofitas acuáticas. El agua se puede mover tanto de forma horizontal como verticalmente a través de la zona radicular de las macrofitas.

En definitiva, en los sistemas de flujo sub-superficial no existe lámina de agua a la vista del observador, y el conjunto sólo recuerda vagamente a los humedales naturales por el tipo de vegetación. Por esta razón a estos sistemas se les

denomina alternativamente ‘lechos vegetados sumergidos’, o sistemas SsF (González, 2013).

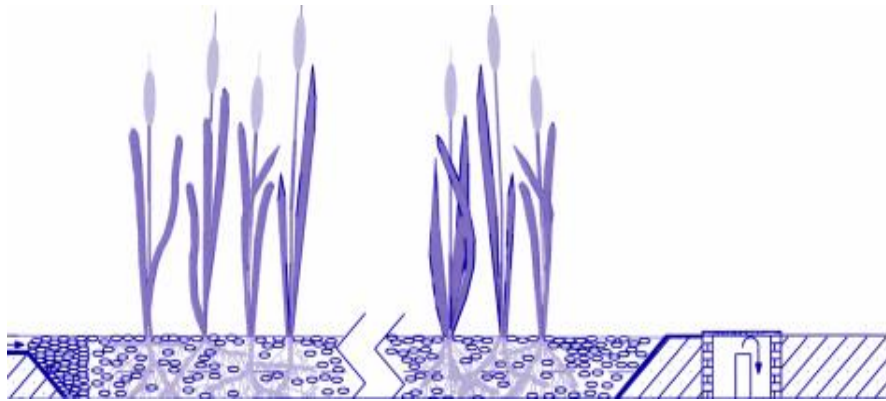


Figura 6. Esquema del diseño de un humedal de flujo sub-superficial.

Fuente: González J. F., 2013.

Los humedales de flujo sub superficial son eficientes en la remoción de los principales contaminantes presentes en las aguas residuales como se muestra a continuación:

Tabla 9:

Mecanismo de remoción y eficiencia de los humedales de flujo sub-superficial

Componente	Mecanismos principales de remoción	Eficiencia de remoción
Materia orgánica	Degradación microbiológica, sedimentación, floculación, filtración, absorción.	80%-90% (Alta)
Sólidos suspendidos	Sedimentación ,floculación , filtración ,absorción	80%-90% (Alta)
Nitrógeno	Degradación microbiológicas, nitrificación desnitrificación , plantas	20%-40% (Baja)
Fósforo	Absorción en la biomasa	20% (Baja)
Microorganismos patógenos	Depredación biológica, decaimiento natural, sedimentación, filtración	1-3 Unid. Log (Media)

Fuente. Delgadillo O., 2010.

✓ *Fórmulas para el cálculo de los humedales artificiales.*

- Temperatura del humedal

Calculamos la constante de temperatura en el humedal es:

$$k_T = 1,10(1,06^{T-20})$$

Ec.30

Donde:

K_T : Temperatura del humedal

T: Temperatura del humedal (°C)

- Cálculo del área superficial del humedal

Se toma en consideración el valor obtenido del DBO_5 en laboratorio, para determinar el área superficial de remoción considerando la concentración de 100 mg/l de acuerdo con el límite máximo permisible de DBO_5 , para descargas a un cuerpo de agua dulce.

$$A_S = \frac{Q[\ln DBO_5 afluyente - \ln(DBO_5 efluyente)]}{K_T(y)(n)}$$

Ec.31

Donde:

K_T : Temperatura del humedal

y: Profundidad del humedal (m)

n: Porosidad del medio filtrante

Q: Caudal (m^3/s)

- Periodo de retención hidráulico

$$TRH = \frac{V}{Q} \quad \text{Ec.32}$$

Donde:

V: Volumen (m^3)

Q: Caudal (m³/día)

– Cálculo del área vertical del humedal

$$A_c = \frac{Q}{K_s * S} \quad \text{Ec.33}$$

Donde:

A_c: Área vertical del humedal (m²)

Q: Caudal (m³/s)

K_s: Conductividad hidráulica (m/día)

S: Pendiente

– Cálculo del ancho del humedal

$$W = \frac{A_c}{y} \quad \text{Ec.}$$

34

Donde:

A_c: Área vertical del humedal (m²)

W: Ancho del humedal (m)

y: Profundidad del humedal (m)

– Cálculo de la longitud de humedal

$$L = \frac{A_s}{W} \quad \text{Ec.35}$$

Donde:

A_s: Área superficial del humedal

W: Ancho del humedal

– Cálculo de metros de tuberías y orificios

$$\text{Metros de tuberías} = \frac{A-2a}{b} + y \quad \text{Ec. 36}$$

$$\text{Número de orificios} = \frac{L-2a}{b}$$

Ec. 37

Donde:

A y L: Ancho y el largo del filtro respectivamente, m.

a: Separación entre la tubería y el borde del filtro, m.

b: Espaciamiento entre orificios, m.

y: Altura del humedal.

✓ *Especies vegetales para humedales.*

La vegetación cumple en este tipo de tratamiento un papel fundamental tanto en la eliminación de contaminantes como en la creación de las condiciones y ambiente idóneo para su desarrollo y regulación.

– Pasto alemán.

La *Echinochloa polystachya* pertenece a la familia de las Gramíneas; es conocida como pasto alemán, hierba de río entre otros. Es una gramínea perenne, muy robusta con tallos erectos cuando son jóvenes y decumbentes cuando es adulta alcanza una altura de 90 cm, con contenido de proteína de 13,8% a las cuatro semanas, está distribuida en: América del Norte, Mesoamérica, Caribe, América del Sur, esta es una especie nativa de pantanos, lagos y costas de las tierras húmedas.

Esta especie es permanente en humedales naturales y crecen en el agua a 30 cm de profundidad, tolera un amplio rango de la fertilidad del suelo, y pH que oscilan entre 4,0-8,0; este pasto suele plantarse de tallo o estolón esquejes (1-2 t/ha) (León, 1995).

Tabla 10:

Especies emergentes más utilizadas en la depuración de aguas residuales

Familia	Nombres comunes más usuales	Temperatura ° C		Rango efectivo de pH
		Deseable	Germinación de las semillas	
Ciperáceas	Junco de lagunas	18-27		4-9
Gramíneas	Hierba del maná	12-23	10-30	2-8
	Carrizo			
Iridáceas	Pasto alemán			
	Lirio amarillo			
	Espadaña fina			
Juncáceas	Juncos	16-26		5-7,5
Tifáceas	Eneas, ancas espadañas	10-30	12-24	4-10
	Totora	16-27		4-9

Fuente: Lara B., 1999.

– Pasto elefante

El *Pennisetum purpureum Schum* o conocido también como pasto elefante es una planta perenne que produce pastizal abierto en forma de macollas, de tallos erectos, recubiertos por las vainas de las hojas en forma parcial o total. Las hojas son lanceoladas y pueden alcanzar una longitud de un metro, variando su ancho entre 3 y 5 centímetros.

La inflorescencia se forma en los ápices de los tallos y es sostenida por un largo pedúnculo. La panícula es dorada, de forma cilíndrica, compuesta de espiguillas aisladas o reunidas en grupos de 2 a 7. La altura varía según la estación y la fertilidad del suelo puede alcanzar una altura promedio durante el período de invierno de 1,67 metros a los 60 días después del corte. En plantaciones más viejas se han encontrado alturas superiores a los 4,5 metros.

La producción de masa verde cultivar Camerún es de 69% en el verano y 31% en el invierno. El cultivar pasto elefante rinde 1.800 kilogramos de masa verde por hectárea por año en el verano y 300 kilogramos de materia seca en el invierno. Esto demuestra que el frío actúa en forma negativa sobre la especie; en todo caso, la temperatura óptima para el buen comportamiento del pasto elefante es de 30 a 35° C (Rodríguez S. , 1983).

– Totora

La *Scirpus californicus* o conocido también como totora, y las helófitas en general son ancestros directos de los denominados “vegetales vasculares” y por tanto, muy similares tienen epidermis muy delgadas a fin de reducir la resistencia al paso de gases, agua y nutrientes y tejidos; grandes espacios intercelulares que forman una red de conductos huecos en los que se almacena y circula aire con oxígeno. Esto permite la transferencia de oxígeno desde el aire y órganos fotosintéticos, y desde ahí hacia las raíces (Oscar, 2010).

Son plantas de climas templados que prosperan en posiciones soleadas, tolerando un amplio rango de pH (4 - 9). La temperatura media óptima para su desarrollo está dentro del intervalo de 16 °C a 27 °C.

Se utilizan principalmente en humedales artificiales de flujo sub-superficial (lecho de grava/arena), ya que su tolerancia a la inundación permanente es poca cuando la capa de agua es profunda prospera muy bien en medios acuáticos de profundidad somera como lagunas o zonas de inundación (Oscar, 2010).

✓ *Componentes del humedal.*

Porosidad de los materiales más utilizados en la construcción de los humedales artificiales:

– *Sustratos.*

En los humedales artificiales los sustratos puede estar formado de arena, grava, roca, sedimentos y restos de vegetación, estos restos se aculan debido al aumento de la masa vegetal y el crecimiento biológico (bacteriano o microbiológico).

La principal característica de este medio es que debe ser lo suficientemente permeable para permitir el paso del agua. La elección de un medio de soporte adecuado es muy importante, este es el responsable directo de la extracción de

algunos contaminantes por medio de interacciones que se llevan a cabo en él y de eso depende la depuración del agua residual como: filtración y sedimentación.

Por otro lado el tamaño de partícula es muy importante, mientras más pequeño sea puede albergar mayor cantidad de biopelícula, a pesar de que existe mayores probabilidades que se produzca obstrucciones en el lecho o inundaciones. En general se recomienda que el material que se va a utilizar sea de la zona (Burciaga, 2008).

El tamaño del medio granular es un condicionante que afecta directamente la hidráulica del humedal y la superficie de contacto con el agua residual.

Si el lecho tiene grandes cantidades de arcilla y limo se lograría mayor capacidad de adsorción y filtración, ya que la adsorción es alta y el diámetro de los huecos es pequeños no obstante este tipo de medio presenta una resistencia hidráulica alta y por ende requerirá de velocidades de flujo muy bajas, limitando el caudal a ser tratados.

Mientras tanto si el lecho está formado mayormente por grava y arenas la capacidad de adsorción y filtración del sustrato será menor pero se incrementa la conductividad hidráulica, lo que altera el tipo de flujo de agua residual en el humedal (Vymazal, 2008).

La elección del sustrato depende del tipo de afluente a tratar, la calidad requerida del afluente y sus facilidades del afluente.

Tabla 11:

Materiales empleados para los humedales artificiales			
Tipo de material	Tamaño efectivo (mm)	Conductividad hidráulica (m³/m²/d)	Porosidad, n (%)
Arena gruesa	2	100-1000	38-32
Arena gravosa	8	500-5000	30-35
Grava fina	16	1000-10000	35-38
Grava media	32	10000-50000	36-40
Roca gruesa	128	50000-250000	38-35

b) *Lagunas de Estabilización.*

Un tratamiento por lagunaje consiste en varias lagunas conectadas en serie, donde se dan distintos procesos de depuración en función de las características constructivas de cada una de ellas y las del efluente que van tratando.

- Laguna anaerobia: La laguna anaerobia es la que recibe el agua más cargada, no existiendo oxígeno disuelto en su interior.
- Laguna facultativa: en la laguna facultativa se degrada biológicamente la contaminación en condiciones aerobias, gracias al aporte de oxígeno que producen las micro algas.
- Laguna de maduración: la laguna de maduración constituye la etapa final del tratamiento, cuyo principal objetivo es la eliminación de organismos patógenos (Comisión Nacional del Agua, 2007).

Se priorizó para la investigación la laguna de maduración por su eficiencia en la remoción de coliformes fecales.

✓ *Lagunas de Maduración.*

Las lagunas de maduración son también llamadas aerobias o de oxidación al operar con bajas cargas orgánicas y darse condiciones propicias para la penetración de la radiación solar, predominan las condiciones de suficiencia de oxígeno y, en consecuencia, habitan microorganismos aerobios. Su profundidad suele estar comprendida entre 0,8-1 m y los tiempos de retención alcanzan los 5 días, como mínimo. Debido a que el agua que llega a estos estanques presenta un alto grado de mineralización de la materia orgánica, la demanda de oxígeno disuelto es mucho menor que en los facultativos, y la fotosíntesis y la aireación superficial permiten obtener un ambiente aerobio en toda la columna de agua.

Las lagunas de maduración logran la eliminación de microorganismos patógenos, y también provocan cierta eliminación de nutrientes, clarificación del efluente y consecución de un efluente bien oxigenado (Beltran, 1998).

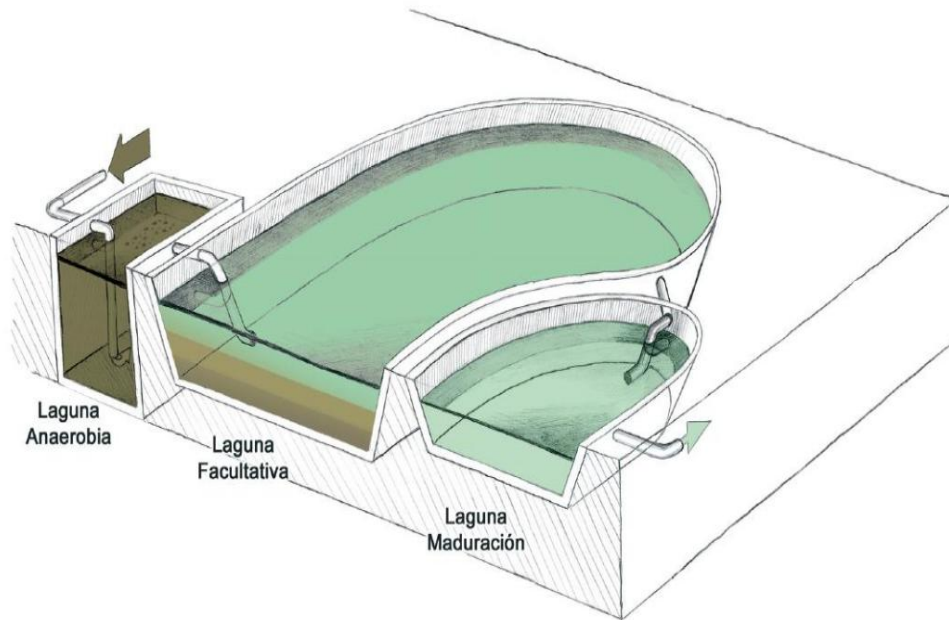


Figura 7. Esquema del proceso de lagunaje
Fuente: ITC, Instituto Tecnológico de Canarias

✓ Fórmulas para los cálculos de la Laguna de Maduración.

– Cálculo de la carga orgánica superficial

$$\lambda_s = 100(1,085)^{T-20} \quad \text{Ec.}$$

38

Donde:

λ_s : Carga orgánica

T: Temperatura del agua, °C

– Área requerida

$$A = \frac{10S_i Q_m}{\lambda_s} \quad \text{Ec.}$$

39

Donde:

A: Área de la laguna

λ_s : Carga orgánica

S_i : Concentración de la DBO en el influente, mg/l.

Q_m : Gasto medio ($m^3/día$)

– Tiempo de retención hidráulica

$$t = \frac{Q}{V} \quad \text{Ec. 40}$$

Donde:

Q: Caudal ($m^3/día$)

V: Volumen de la laguna (m^3)

– Ancho de la laguna

$$W = \frac{A}{X} \quad \text{Ec.}$$

41

Donde:

W: Ancho de la laguna

A: Área de la laguna

X: Relación largo/ancho =L/W

c) *Lecho de secado de lodos.*

El tratamiento de las aguas residuales conduce a la producción de unos subproductos conocidos como lodos o fangos. Cabe distinguir entre «lodos primarios» (sólidos decantados en el tratamiento primario) y «lodos secundarios o biológicos» (sólidos decantados en el clarificador tras el paso de las aguas por el reactor biológico) (Centa, 2000).

Tabla 12:

Tratamientos englobados en la línea de lodos			
ESPEZAMIENTO	ESTABILIZACIÓN	ACONDICIONAMIENTO	DESHIDRATACIÓN
Procesos físicos	Procesos físicos químicos y biológicos	Procesos biológicos	Procesos físicos
Objetivo	Objetivo	Objetivo	Objetivo
Incrementar la concentración de sólidos	Reducir la fracción biodegradable de los lodos	Mejorar las características del lodo para facilitar su deshidratación	Reducir el contenido en agua
Operaciones Básicas	Operaciones Básicas	Operaciones Básicas	Operaciones Básicas
Espesado por gravedad	Estabilización aerobia	Adición de floculantes	Secado mecánico
Espesado por flotación	Estabilización anaerobia		Secado térmico
Centrifugación	Estabilización química		Eras de secado

Fuente: Adaptado del manual de depuración de aguas residuales urbanas.

El tiempo requerido para la digestión de los lodos varía con la temperatura de acuerdo a la siguiente tabla 13.

Tabla 13:

Digestión de lodos	
Temperatura ° C	Tiempo de digestión en días
5	110
10	76
15	55
20	40
>25	30

Fuente: Martín Gauss, WSP-LAC

El volumen de lodo depende en su mayoría del contenido de humedad. Un lodo primario tiene del 91 al 95% de humedad, con un valor típico del 94%. En cambio, un lodo secundario, tiene del 98.5 al 99.5% de humedad, con un valor típico del 99.2% (Eddy, 1996).

✓ *Fórmulas para el cálculo del lecho de secado de lodos.*

- Contribución per capita de Sólidos Suspendidos

Para este cálculo se parte del valor promedio de los sólidos suspendidos obtenidos en la caracterización del agua residual y la población futura.

- Carga de sólidos que ingresan al Sedimentador

$$C = \frac{Pf * CpSS}{1000}$$

Ec.42

Donde:

C: Carga de sólidos que ingresan al Sedimentador (KgSS/día)

Pf: Población futura (hab.)

CpSS: Contribución per cápita de SS (gSS/hab*día)

- Volumen de lodos a extraerse del tanque

$$Vle = \frac{Vld * Td}{1000} \quad \text{Ec.}$$

43

Donde:

Vle: Volumen de lodos a extraer (m³)

Vld: Volumen de lodos digeridos (l/día)

Td: Tiempo de digestión de lodos (días)

- Área del lecho secado

$$Als = \frac{Vle}{Ha} \quad \text{Ec. 44}$$

Donde:

Als: Área del lecho de secado (m²)

Vle: Volumen de lodos a extraerse (m³)

Ha: Profundidad de aplicación

– Cálculo de la longitud de los lechos de secado (Lls)

$$Lls = \frac{Als}{B} \quad \text{Ec.45}$$

Donde:

Als: Área del lecho de secado (m)

B: Ancho del lecho de secado (m)

1.7 Importancia de los datos meteorológicos en una planta de tratamiento de aguas residuales

Los datos meteorológicos son de gran importancia principalmente en proyectos donde influyen posibles riesgos a factores bióticos, entre algunas de las variables que influyen directamente en una planta de tratamiento tenemos: precipitación, dirección del viento, temperatura, nubosidad.

1.7.1 Precipitación.

Se llama precipitación a aquellos procesos mediante los cuales el agua cae de la atmósfera a la superficie de la tierra, en forma de lluvia (precipitación pluvial), nieve o granizo (Comision Nacional del Agua, 2007).

La precipitación es de gran importancia por el aporte que se puede dar al caudal durante la recolección de las aguas residuales y en las diferentes unidades de tratamientos.

1.7.2 Temperatura.

Es la condición que determina la dirección del flujo neto de calor entre dos cuerpos. Esta magnitud permite expresar el grado de calentamiento o enfriamiento de los cuerpos, la medición de la temperatura del aire se debe realizar a 1.50 m del nivel del suelo y el termómetro de máximas y mínimas instalado dentro de la garita meteorológica (Tristán, 1996). La variable de la temperatura implica en el crecimiento óptimo de las plantas durante los humedales artificiales (hidrosistema de depuración).

1.7.3 Dirección del viento.

Cantidad vectorial de dos dimensiones establecidas por los números que representan su velocidad y dirección en un tiempo dado, dirección es desde donde viene el viento la velocidad horizontal del aire en metros por segundo la altura estándar de los anemómetros utilizados sobre un terreno llano y abierto es de 10 metros (Tristán, 1996).

La dirección del viento, enlaza el transporte de los olores producidos durante un tratamiento, la cual afectara a la población de la cabecera parroquial.

1.7.4 Nubosidad.

Fracción de cielo que, en un momento dado, aparece cubierta de nubes: al cielo completamente despejado corresponde el 0 de la escala; al cielo cubierto totalmente corresponde el grado 10 (Tristán, 1996).La nubosidad es considerada importante para la eliminación de los patógenos presentes en los tratamientos de aguas residuales domésticas.

1.8 Costo-eficiencia del diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales

En este apartado se debe tener en cuenta dos tipos de costos: el costo de la construcción y el costo que tiene hacia los beneficiarios.

Los costes del tratamiento, transporte y evacuación de los lodos generados en el proceso de depuración, constituyen una partida importante de los costes de

explotación de una estación depuradora (García, 2006). Permite saber cuan beneficioso puede ser el proyecto para la población en el área de estudio y el costo que tiene una infraestructura.

Los beneficios sociales de las redes de alcantarillado y de las plantas depuradoras pueden también evaluarse a partir de la demanda potencial de evacuación de aguas residuales que la inversión permitirá satisfacer, calculada en función de un precio sombra apropiado del agua. De forma alternativa, cabe considerar la posibilidad de evaluar directamente beneficios tales como (Europea, 2003).

- El valor de las enfermedades y muertes evitadas gracias a un servicio eficaz de evacuación de aguas residuales;
- Los daños evitados en los terrenos, bienes inmuebles y demás estructuras, y que podrían derivarse de las inundaciones potenciales o la falta de regulación de las Aguas pluviales, evaluados en función del coste de reparación y mantenimiento.
- En relación con el vertido de aguas depuradas en los ríos, lagos y terrenos, el valor de los recursos hídricos en los medios receptores no contaminados, que se calculará con arreglo a los métodos presentados para los acueductos.

$$\text{Costo – Eficiencia} = \frac{\text{Costos en términos actuales}}{\text{numero de beneficiarios}} \quad \text{Ec. 46}$$

1.9 Normativa Ambiental

El propósito de las normas de calidad ambiental es establecer los límites a aquellos elementos que presentan algún grado de peligro para las personas o el ambiente.

Las normativas ambientales siempre partirán desde la Constitución:

- ✓ *Ley del Estado con respecto al Ambiente.*

- La Constitución de la República del Ecuador 2008, nos menciona en el Capítulo segundo, Derechos del buen vivir, Sección segunda, en los art. 14,15 el “derecho a vivir en un ambiente sano que garantice la sostenibilidad del buen vivir previniendo el daño ambiental.”

1.9.1 Normativa para caracterización de aguas residuales.

- Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua nos menciona en el art. 68 donde cita “sobre la conservación del agua, sus propiedades, la restauración y recuperación por efectos de los desequilibrios producidos por la contaminación de la aguas.
- Norma técnica Ecuatoriana, calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras, nos menciona como se debe llevar a cabo un muestreo, etiquetas, frascos en la cual se debe tomar la muestra, su transporte a los laboratorios.
- Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000 sección II Título E tratamiento de aguas residuales, en la cual da mención con respecto a la caracterización de aguas residuales, metodología de aforamiento, tipos de muestras.

1.9.2 Normas para alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.

Para el tratamiento de aguas residuales descargas consta de las siguientes normas técnicas:

- Texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente TULSMA, Libro VI, Anexo 1 de la normativa de calidad ambiental y de descarga de efluente.
- Del libro VI, Anexo 1 se priorizó los parámetros usados en la planta de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 14.

Límites permisibles de descargas a un cuerpo de agua dulce.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O	mg/l	250
Fósforo Total	P	mg/l	10
Nitrógeno Kjeldahl total	N	mg/l	15
Coliformes fecales	NMP/100 ml		Remoción > al 99,9%
Potencial de hidrogeno	pH		5-9
Sólidos Suspendidos		mg/l	100
Sólidos Sedimentables		mg/l	1
Sólidos Totales		mg/l	1600
Temperatura	° C		< 35

Fuente: TULSMA

- Ley de prevención y control de contaminación ambiental Cap. IV, art.16.
- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS – 2000, Sección II Títulos E, Tratamiento De Aguas Residuales, República de Colombia Ministerio de Desarrollo Económico Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. Bogotá D.C. Noviembre de 2000 (RAS, 2000).
- Normas para Estudio y Diseño de sistemas de agua potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. Décima Parte (X). República del Ecuador. Subsecretaria de Saneamiento Ambiental, Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias.1992 (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 1992).
- CPE INEN 005-9-2 (1997): Código Ecuatoriano de la construcción. (C.E.C) diseño de instalaciones sanitarias: Código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural.

✓ *Entre las normas para alcantarillado tenemos las siguientes:*

- Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS-2000, sección II Título B, Sistema de Acueducto, republica del Colombia

Ministerio de Desarrollo Económico Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS, 2000).

- Normas de Diseños de Sistema de alcantarillado de EPM (EPM, 2009)

CAPITULO II

2 METODOLOGÍA

2.1 Tipo de estudio

El tipo de estudio aplicado en esta investigación fue: descriptivo, documental, de campo y experimental llevada a cabo durante seis meses en la cabecera parroquial de Punín.

2.1.1 Diseño de la investigación.

Se utilizó el diseño de la investigación como una herramienta para el método científico y así lograr los objetivos del estudio utilizando diferentes fuentes y datos en la recolección de evidencias cualitativas, cuantitativas y dar las soluciones correctas de los problemas encontradas en la zona de estudio.

a) Investigación Documental.

Para la presente investigación se obtuvo mediante el tipo de investigación secundaria ya que se realizó una revisión exhaustiva de fuentes bibliográficas y/o documentales existentes, que sirvieron como base fundamental en la elaboración de la línea base de la investigación.

Las principales fuentes de tipo documental obtenidas se citan a continuación:

- Plan de ordenamiento territorial Punín 2019.
- Tesis relacionada con el tema de investigación (Dimensionamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales para la cabecera parroquial de Licán) Libro de ingeniería de aguas residuales de Metcalf & Eddy.

- Libro de diseño de planta de Jairo Alberto Romero Rojas.
- La investigación documental se utilizó en el dimensionamiento y modelación de la planta de tratamientos de aguas residuales tomando en cuenta la bibliografía relacionada a la investigación la misma que permitió la selección de los métodos de tratamiento de aguas y lodos conjuntamente con el análisis de costo eficiencia.

b) Investigación de campo.

Esta investigación fue in-situ, se llevó a cabo en el lugar de estudio para conocer la realidad de los aspectos ambientales que es afectado por las actividades antropogénicas, situación actual de las quebradas, toma de muestras, aforamientos, entre otras.

Las actividades realizadas se detallan a continuación:

- Reconocimiento del área de estudio, georeferenciación de las quebradas para la representación en un mapa.
- Se realizó el levantamiento de información necesaria para la elaboración de la línea base de la investigación (flora, fauna, características socioeconómicas) mediante recorridos de campo.
- Se tomó muestras para determinar los parámetros físicos-químicos y microbiológicos en el laboratorio.
- Se midió los caudales en los puntos de descargas.

2.1.2 Métodos.

a) Método descriptivo.

Este método ayudó a recopilar información para conocer las costumbres, actividades de la población, así también la relación que existe con el desarrollo socio económico y socio-ambiental de la población de Punín, personas que

intervienen en el desarrollo del trabajo, y permitió la respectiva identificación del problema en el área de estudio, la investigación descriptiva se utilizó durante la caracterización de las aguas residuales, se comparó con los límites permisibles del TULSMA Anexo 6, Recurso de Agua, con el muestreo se verificó el caudal real sobre el caudal calculado durante la investigación. Se logró comprobar los parámetros físicos químicos y microbiológicos de las aguas residuales y realizar un diseño de la planta de tratamiento idóneo de acuerdo a las necesidades de la parroquia.

b) Método inductivo.

Se partió del conocimiento general de la situación de la parroquia para acometer al problema de las aguas residuales específicamente en las dos quebradas otorgando una solución adecuada al número de la población de la cabecera parroquial.

2.1.3 Técnicas.

a) Observación.

Esta técnica se aplicó durante la visita de la zona de estudio en la toma de muestras, aforamientos, puntos de muestreo y para el levantamiento de la línea base obteniendo información del estado actual de la cabecera parroquial de Punín.

b) Cuestionario.

Se aplicó la lista de chequeo obteniendo información primaria que sirvió en el levantamiento de la línea base.

c) Experimental.

La necesidad de mejorar las condiciones de sanidad ambiental en la parroquia Punín permitió desarrollar la investigación experimental para la caracterización de las aguas residuales y el muestreo físico, químico y microbiológico luego se

procedió a realizar el dimensionamiento y modelación de la planta de tratamientos de aguas residuales.

2.2 Población y Muestra

2.2.1 Población

La población y muestra estará constituido por los 470 moradores de la cabecera parroquial de Punín, la presente investigación se centra en el estudio de las aguas residuales que son generadas por las actividades diarias.

2.2.2 Muestra

Para la investigación se realizó muestras simples cada 5 horas para obtener 1 muestra compuesta de 2 litros para determinar los parámetros físico, químico y microbiológico.

2.3 Operacionalización de variables

2.3.1 Identificación de variables.

Variable Independiente: Aguas residuales de la parroquia Punín.

Identificación de la variable independiente.

Independiente	Definición conceptual	Categorías	Indicadores	Técnicas e instrumentos
Aguas residuales de la parroquia Punín.	El gasto o agua usada por una casa, una comunidad, una granja, o industria que contiene materia orgánica disuelta o suspendida.	Condiciones Ambientales	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de biodiversidad. • Generación de vectores. • Descargas en quebradas. • Parámetros físicos-químicos y microorganismos. • Caudales de aguas residuales de descargas. • Normativa ambiental vigente. • Características de las aguas 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación • Pruebas in-situ • Análisis de laboratorio. • Parámetros ambientales.

residuales.

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016

Variable Dependiente: Diseño de una planta de tratamiento.

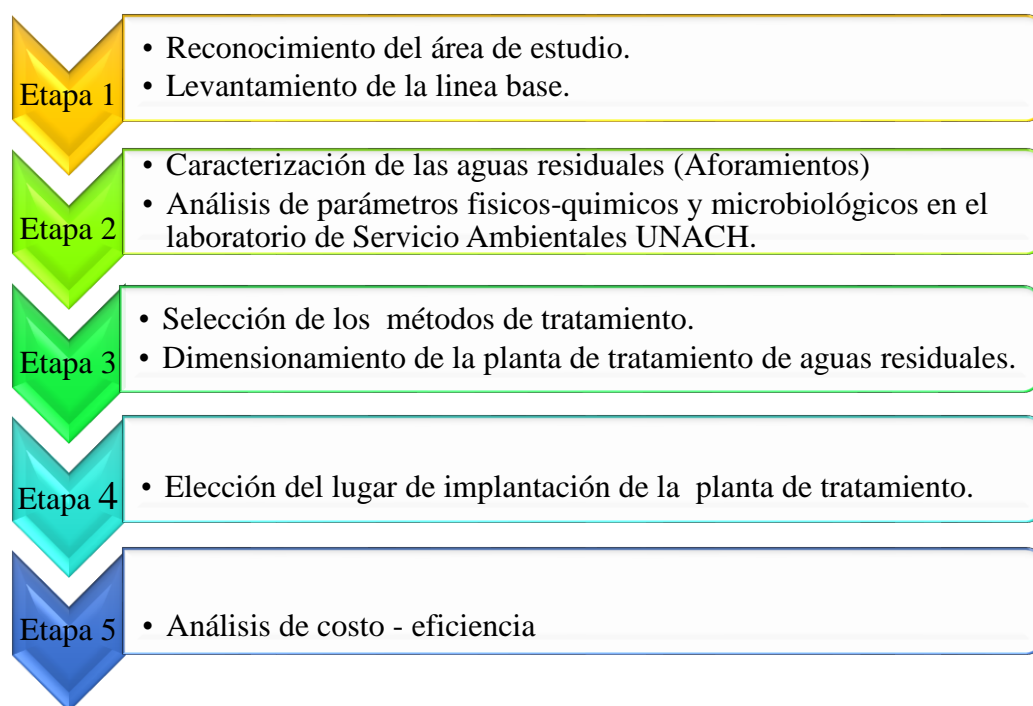
Identificación de la variable dependiente.

Dependiente	Definición conceptual	Categorías	Indicadores	Técnicas e instrumentos
Diseño de una planta de tratamiento.	Es un estudio de determinación de los caudales de las descargas con la finalidad de conocer el volumen para la selección de operaciones y procesos unitarios a utilizarse en la descontaminación.	Social Cultural	•Cálculos matemáticos. •Análisis físicos-químicos y microbiológicos.	•Ecuaciones para el diseño •Muestras •Medición de caudales. •Dimensionamiento de la planta de tratamiento aguas residuales.

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016

2.4 Procedimientos

El presente trabajo de tesis se realizó mediante cinco etapas:



2.5 Procesamiento y análisis

2.5.1 Reconocimiento del área de estudio.

En esta etapa está comprendido la localización exacta del estudio así como el reconocimiento de las dos quebradas que es el sitio de muestreo, mediante visitas a la parroquia donde se identificó el área de influencia directa e indirecta, ubicación geográfica.

La elaboración de la línea base, se realizó con levantamiento de información primaria y secundaria, a través de la aplicación la lista de chequeo (*Anexo 1*) y el Plan de Ordenamiento Territorial de Punín 2015-2019.

2.5.2 Levantamiento de la Línea Base.

La línea base se levantó con la finalidad de conocer los aspectos sociales y ambientales de la zona de estudio. Para esta etapa se contó con el apoyo del presidente de la Junta Parroquial de Punín quien facilitó el ingreso a la toma de datos e interacción con las personas del sector. Esta etapa está articulada de la

siguiente manera:

Generación de información primaria: El levantamiento de información primaria se realizó a través de herramientas encaminadas a conocer la demografía de la población, número de viviendas que poseen un sistema de evacuación de aguas residuales, las actividades de las mismas y la percepción de la población sobre la contaminación de las quebradas “Chuiipi” y “Calli-Siqui”. Adicionalmente, se levantó muestreos de caudales y parámetros ambientales con las respectivas coordenadas y se generó mapas de los puntos de muestreo.

Recolección de información secundaria. Se basó en fuentes de datos nacionales como INEC y la Junta parroquial de Punín, con el objetivo de complementar la información generada y conocer particularidades de la zona como por ejemplo: número de habitantes, factores bióticos, flora fauna, etc.

A partir de la recolección de esta información se generó las proyecciones poblacionales y un check list de los principales factores ambientales de la zona de estudio.

a) Ubicación geográfica.

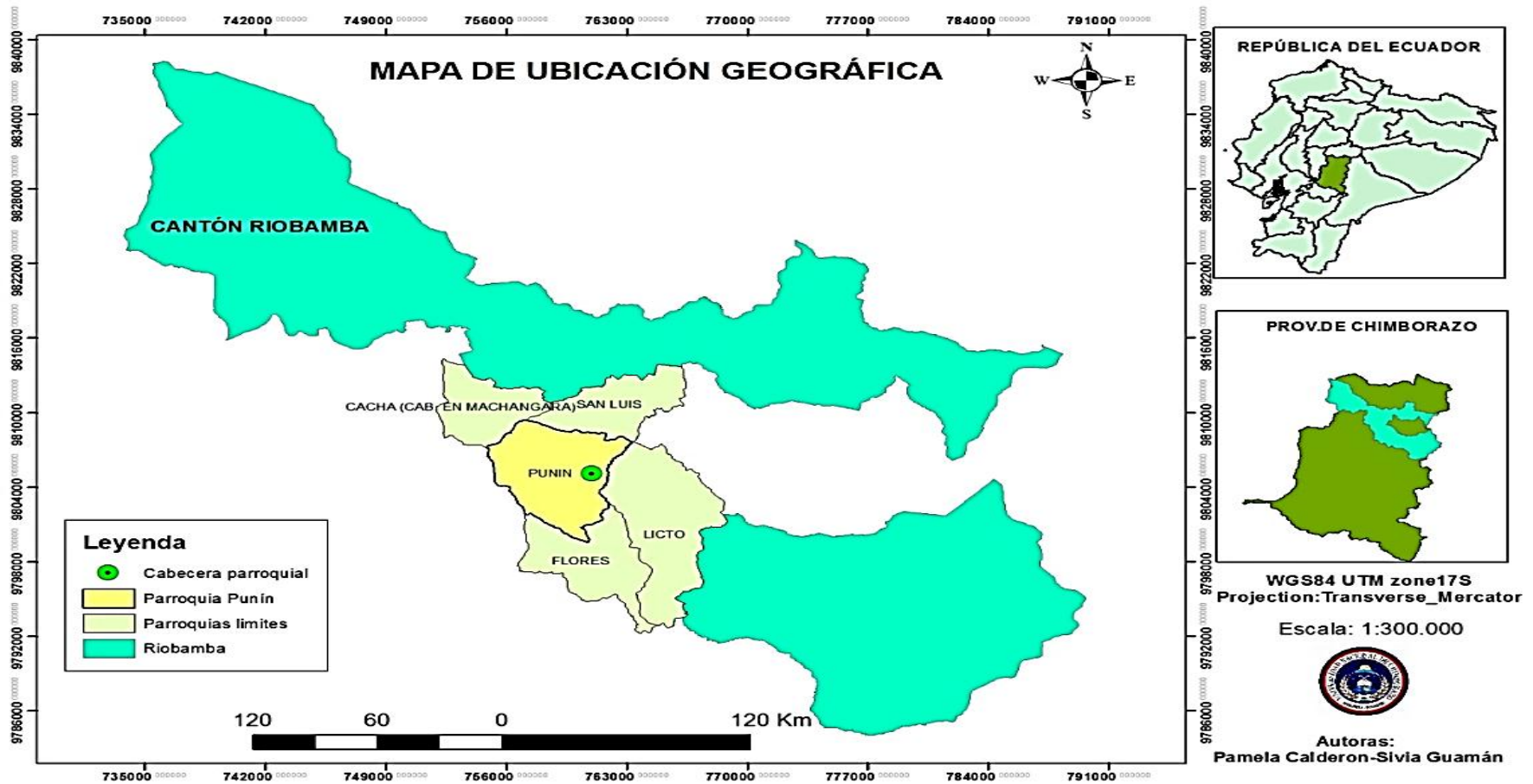
Punín es una parroquia rural del Cantón Riobamba, se encuentra a aproximadamente a 12 km al sur de la ciudad de Riobamba en la vía a Macas.

La población total de Punín de acuerdo al último Censo de Población y Vivienda, 2010 es de 5976 habitantes, y de 470 habitantes en la cabecera parroquial donde se desarrolló la investigación, posee una extensión de 55,82 km², lo que corresponde al 34,82 % del área cantonal.

Limita al norte con la parroquia San Luis, al sur la parroquia Flores; al este con la Parroquia Licto, y al oeste con la parroquia Cacha y el Cantón Colta, cuenta con una superficie 55.82 Km². La investigación se desarrolla en el centro poblado.

Mapa 1.

Ubicación de la zona de estudio



Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016

b) Clima.

Los datos meteorológicos de la estación de Guaslán es proporcionada por el INSTITUTO NACIONAL DE METEREOLÓGÍA E HIDROLOGÍA –INAMHI, se tomaron los últimos 5 años.

✓ *Temperatura.*

La estación meteorológica de la GUASLÁN, ubicada aproximadamente a 8 Km cerca al área de estudio y que se encuentra en la misma zona climática, durante los cinco años establece una temperatura media de 13,87 °C, con temperaturas mínimas y máximas promedio de 13.5 °C y 15.3 °C, respectivamente.

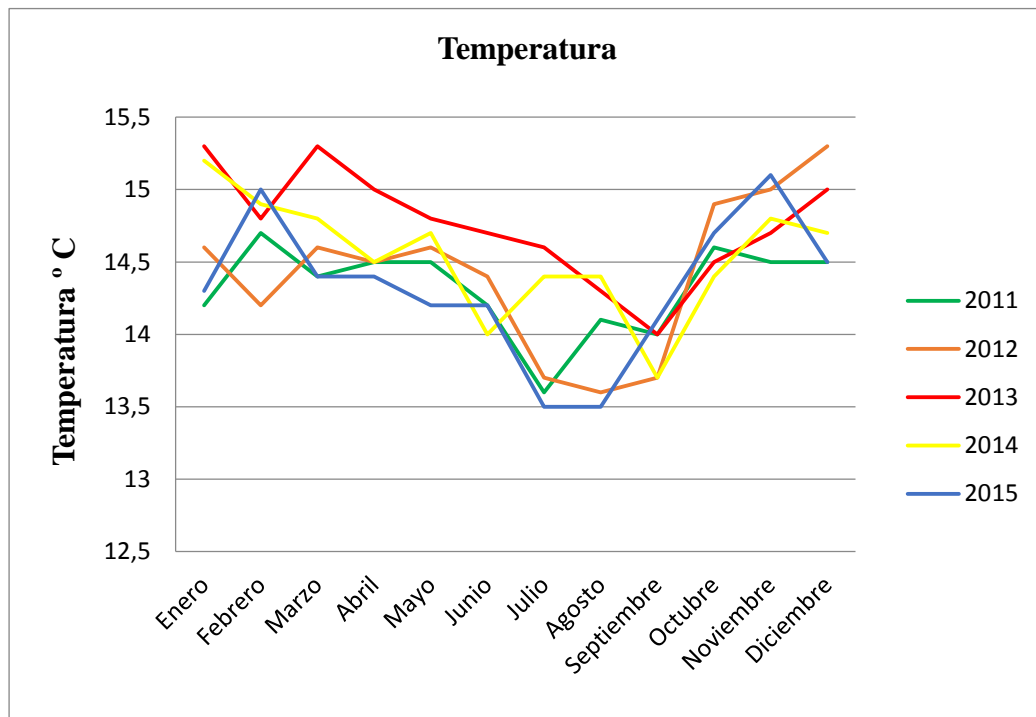


Figura 8. Registro de temperatura medias mensuales
Fuente: INAMHI Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016

✓ *Precipitación.*

Los datos de precipitación de la estación meteorológica de Guaslán establecen una precipitación media anual de 42,85 mm.

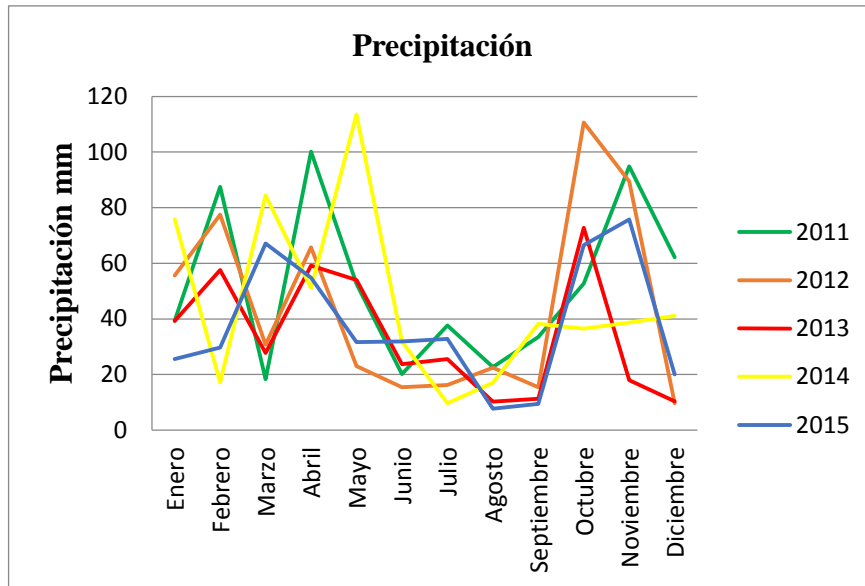


Figura 9. Registro de Precipitación Medias Mensuales
 Fuente: INAMHI Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016

✓ *Humedad Absoluta (Atmosférica).*

La humedad absoluta establece un valor medio total de 83 % de humedad, valor máximo de 89 % y una mínima de 77% respectivamente.

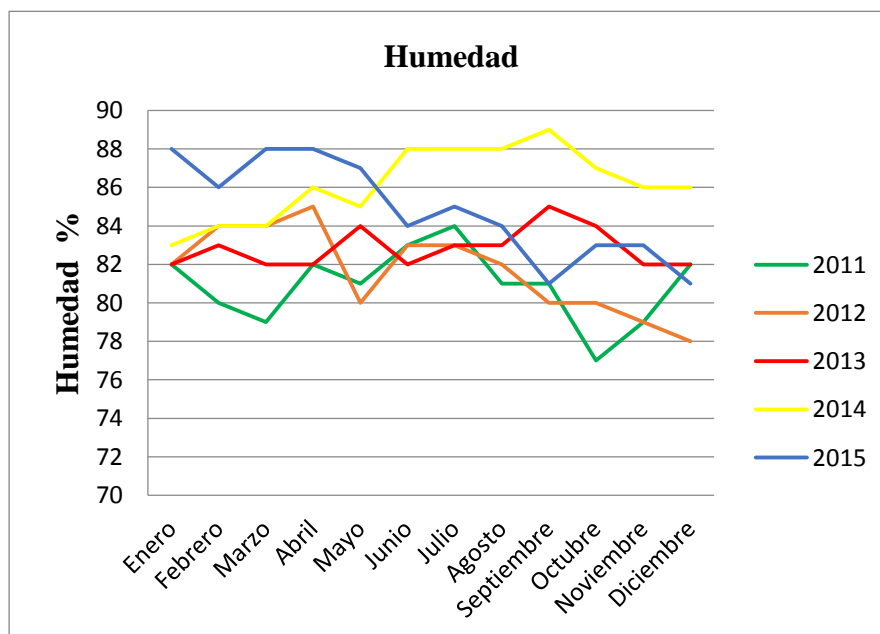


Figura 10. Registro de humedad relativa media mensual
 Fuente: INAMHI Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016

✓ *Dirección y velocidad del viento.*

De acuerdo a los datos de la estación meteorológica de la GUASLÁN la dirección predominante es hacia el norte con intensidades promedios de 4,7 m/s este por falta de datos se utiliza la información del año 2015.

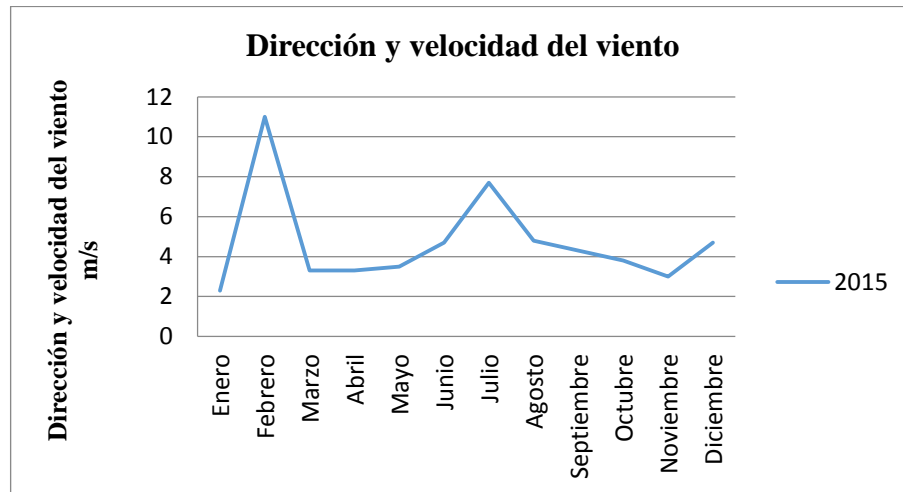


Figura 11. Registro de dirección del viento medias mensuales

Fuente: INAMHI Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016

c) Geología.

La geología de la parroquia Punín en la zona alta, caracterizadas por estar constituidas por cuarcitas y lutitas en pocas cantidades de color oscuro; además cantidades menores de limonitas y brechas detríticas; la formación de Cangagua, con una proporción de tobas meteorizadas de color café amarillento, propias de la parte media de la parroquia.

En la parte baja de la parroquia, se encuentra constituida principalmente de grava moderadamente gruesa y arenas sueltas en un mismo conglomerado; la formación de Cisan caracterizada por contener areniscas tobaceas.

✓ *Geomorfología.*

En el área de influencia indirecta se identifica una topografía irregular, constituida por suelos de origen volcánico y también zonas de superficies planas y zonas erosionadas.

✓ *Suelos.*

La tipografía del suelo que corresponde a la parroquia Punín son, arcillosos llamados también suelos pesados ya que tiende a compactarse y deshacerse cuando se cultiva y cuando está húmedo, además existe suelos arenosos que son de gran utilidad para la producción agrícola , también posee suelos rocosos.

La parroquia posee los suelos negros, en algunas partes profundos, de textura limo – arenosa, con contenidos de materia orgánica entre 2 – 3%. Existen en menor cantidad, suelo negro – arcilloso, sobre la cangagua suelta, poco dura de 20 a 80 cm. de profundidad.

d) Hidrología.

No existen ríos, sólo en invierno el agua baja de las montañas por las profundas quebradas, las principales vertientes tanto para riego como para consumo humano se encuentran administradas por el Agua Potable Junta de Agua Potable y Alcantarillado de la parroquia Punín.

Uso: Riego y consumo humano.

Quebradas: Se observan dos quebradas Calli Siqui y Chuipi, (*Anexo 2*), la mayor parte son secas, se evidencio dos puntos de descarga de aguas residuales generando impactos ambientales negativos para la zona.

e) Paisaje.

El paisaje es una manifestación espacial que da cuenta de una imagen del estado del territorio, por lo tanto, es un indicador para relacionar los procesos que existen en el en el área de estudio ya sea en el ámbito natural, humano o interacción de ambos.

Al ser el paisaje un componente ambiental que debe ser percibido por el ser humano a través de su sentido visual para lo cual se efectuó recorridos por la zona de estudio.

✓ *Componente biótico.*

– Flora y Fauna

La variedad de características geográficas, geológicas y climáticas son las condiciones que influyen en la fisonomía de la fauna y vegetación, lo que permite el crecimiento de diferentes tipos de formas de vida. Es necesario señalar que de una u otra manera la parroquia de Punín se encuentra intervenida en sus condiciones naturales por tal razón no se espera encontrar características realmente propias de la zona en cuanto aspectos bióticos.

Para la caracterización de la flora y fauna se realizó varios recorridos en el campo, posteriormente la determinación de puntos de observación estratégicos y finalmente la identificación de las especies vegetales y animales más representativas del sector.

– Flora

Las especies vegetales identificadas en la zona de estudio tabla 15 son especies endémicas e introducidas, debido a que es una zona intervenida.

Tabla 15.

Especies vegetales. Datos de la investigación		
Familia	Nombre científico	Nombre común
SOLANACEAE POACEA	<i>Cortadeira sp</i>	Sigse
CAPTACEAE	<i>Trichocereus pachanoi</i>	Captus San Pedro.
SOLANACEAE	<i>Nicotiana Glauca</i>	Palán, tabaco silvestre
ASTERACEAE	<i>Baccharis polyanth</i>	Chilca
ASTERACEAE	<i>Ambrosia persiana</i>	Altamisa
ASTERACEAE	<i>Bidens ferulifolia</i>	Verbena amarilla
COMPUESTAS	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león
LABIADAS	<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa
ROSÁCEAS	<i>Prunus serótina subsp. capuli</i>	Capulí
MYRTACEAE	<i>Eucaliptus sp.</i>	Eucalipto
CUPRESSACEA	<i>Cupressus serpenvirens</i>	Ciprés
AMARANTHACEAE	<i>hybridus</i>	Amaranto
GRAMINEAS O PÓACEAS	<i>PHalaris Canariensis</i>	Alpiste

APIACEAE	<i>Azorella</i>	Asarina
ARALIACEAE	<i>Hydrocotyle</i>	Paraguaita
APIACEAE	<i>Hydrocotyle humboldtii</i>	Paraguit
BORAGINOCEAE	<i>Borago officinalis</i>	Borraja
EQUISETACEAE	<i>Equisetum Bogotense</i>	Cola de Cabello
POACEAE	<i>Calamagrostis effusa</i>	Paja
BROMELIACEAE	<i>Tillandsia sp.</i>	Musgo blanco
ROSACEAE	<i>Polylepis incana</i>	Árbol de papel o yagual
APIACEAE	<i>Azorella cf. Pedunculata (Spreng)</i>	Almohadilla
<i>M&C</i>		
BUDLEJACEAE	<i>Buddleja incana</i>	Quishuar

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016

– Fauna

Las especies animales encontradas en la zona de estudio son descritas en la tabla 16, al igual que las especies vegetales son especies endémicas e introducidas.

Tabla 16:

Especies animales. Datos de la investigación

Familia	Nombre científico	Nombre común
MURIDAE	<i>Rattus norvegicus</i>	Rata silvestre
CANIDAE	<i>Dusicyon culpaeus</i>	Lobo
CERVIDAE	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado
MARMOSA	<i>Robinsoni</i>	Raposa
	<i>Mustela frenata</i>	Chucuri
FALCONIDAE	<i>Phlacoboenus carunculatus</i>	Curiqueque
TROMBICULIDAE	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola
CARDINALIDAE	<i>Phœucticus chrysopeplus</i>	Huirac-churo
ACCIPITRIDAE	<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilán

TROCHILIDAE	<i>Lesbia victorae</i>	Picaflor
EMBERIZIDAE	<i>Zonotrichia capensis</i>	Copetón, Gorrión
HEMIPHRACTIDAE	<i>Gastrotheca riobambae</i>	Rana marsupial de páramo
RINIDAE	<i>PelopHylax perezii</i>	Rana común
BUFONIDAE	<i>Bufo marinus</i>	Sapo común
LACERTIDOS	<i>Podarcis Muralis</i>	Lagartija común
SALMÓNIMOS	<i>Oncorhynchus</i>	Trucha

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016

d) Caracterización ecológica.

De acuerdo a la clasificación establecida por Holdridge se establece que la zona de estudio pertenece a la zona de vida bosque seco Bosque montano húmedo.

Ubicada en cotas alrededor de 2813 m.s.n.m.

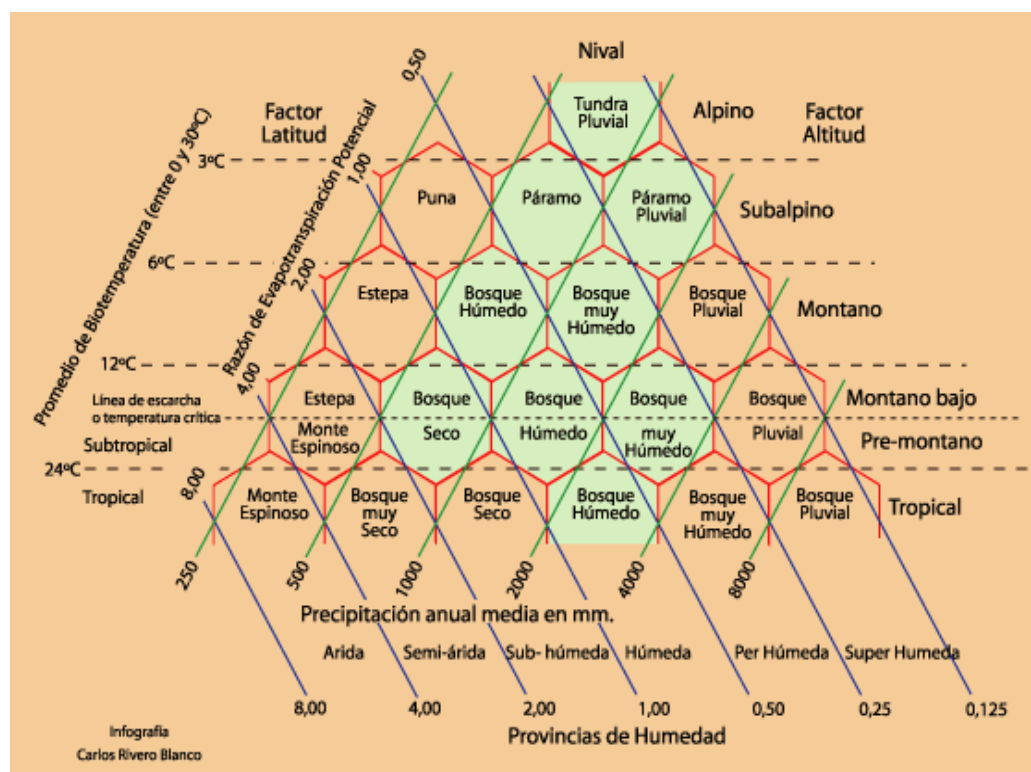


Figura 12. Clasificación de ecosistemas

Fuente: aulaverde.wordpress.com

e) *Componentes socio –económico.*

✓ *Población.*

En base al Censo del INEC 2010, con proyecciones publicadas en 2010, la población de la parroquia rural de Punín tiene una población total de 5.976 habitantes distribuidos en las diferentes comunidades y barrios que conforman la parroquia. En la cabecera parroquial existen 470 habitantes.

Tabla 17.

Población zona de estudio	
Población	INEC 2010
5.980	5.976
Cabecera parroquial	470

Fuente: PDOT Punín

En la parroquia de Punín la población se concentra mayoritariamente en la zona rural .en un 92%, el 8% restante se encuentra en la cabecera parroquial.

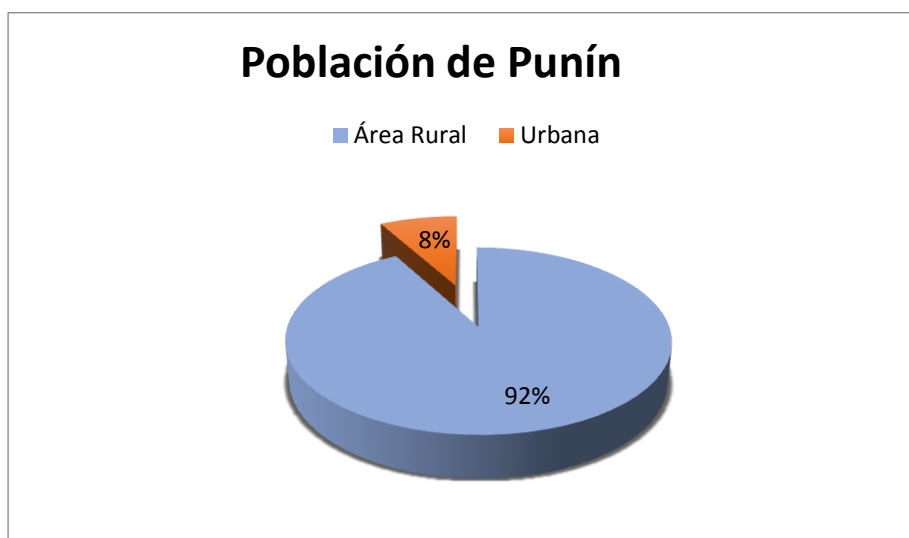


Figura 13. Distribución de la población de Punín

Fuente: PDOT Punín Elaborado por: Calderón L, Guamán S, 2016.

✓ *Educación.*

En Punín, las personas adultas en su mayoría no han terminado la de educación básica. Según los datos del INEC 2010, la cobertura y distribución educativa en la parroquia es la siguiente:

Jardín de infantes “Bolívar Bonilla Abarca”

Esta institución Pre-Primaria antes, hoy primer año de Educación Básica, se fundó paralelamente al Colegio "Condorazo" (PDOT Punín, 2015).

Centro de desarrollo infantil C.D.I. “Bella Flor” (Sumag Sisa)

Vista la necesidad de que los niños/as menores de 6 años, mientras sus padres salen a cumplir con sus labores cotidianas en el campo y otros en la ciudad sean atendidos y cuidados en lo más indispensable para su crecimiento normal, bajo la dirección y administración de tres Madres Comunitarias que atienden de lunes a viernes con un horario de 08:00 a 16:00. En la actualidad asisten 20 infantes, quienes reciben becas alimenticias, asistencia en salud preventiva y nutrición (PDOT Punín, 2015-2019).

Colegio Técnico Industrial “Condorazo”

Mediante Acuerdo Ministerial No. 007961 de fecha 15 de Diciembre de 1981, se crea como colegio "Ciclo Básico Fisco - Comunitario" con Acuerdo Ministerial No. 003420, de fecha 17 de Junio de 1982, es reconocido como plantel fiscal (PDOT Punín, 2015).

Escuela “Javier Sáenz”

Desde principios del siglo XX, la parroquia Punín contaba con dos escuelas. La escuela "Javier Sáenz" de varones y la escuela "Juan Félix Proaño" de mujeres. En el año 1975, estas escuelas fueron fusionadas por orden superior llegándose a conformar la escuela fiscal mixta "Javier Sáenz" que pasó a funcionar en un local de construcción moderna, gracias al apoyo de un convenio internacional de los EE. UU (PDOT, Punín 2015.).

✓ *Salud.*

Los servicios de salud corresponden al Ministerio de Salud Pública y al Seguro Social Campesino del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS). La

parroquia de Punín cuenta con sub centros de salud en las principales comunidades brindando atención médica a los pobladores del sector y a las personas aledañas a estas comunidades (PDOT Punín, 2015).

Tabla 18:

Disponibilidad de servicios de salud en las comunidades de la parroquia

Comunidad	Nombre de la Institución	Tipo de Institución									
		Pública MSP	IESS	Privado	ONG	GAD Municipal	GAD Provincial	Sub centro de salud	Centro d Salud	Hospital Público	Dispensario público
Tzalarón	Puesto de Salud de Tzalarón	✓						✓			
Santa Bárbara	Puesto de Salud Guaslán	✓						✓			
Gulalag	Puesto de Salud Gulalag	✓							✓		
Nauteq	Dispensario Seguro social Campesino de Nauteq		✓								✓
San Antonio de Bashalán	Puesto de Salud San Antonio de Bashalán	✓							✓		
Cabecera Parroquial	Puesto de Salud de Punín	✓						✓			

Fuente: PDOT Punín, 2015

En parroquia existen 6 centros de salud, de las cuales 5 son de administración pública MSP y 1 de IESS. De los 6, 3 son sub centros de salud y 2 centros de salud y 1 dispensario público.

✓ *Servicios básicos.*

En la Parroquia los servicios básicos se presentan de la siguiente manera:

El 6,17% de viviendas con abastecimiento de agua por red pública en su interior, el 88,49% cuentan con servicios eléctricos de la empresa pública, el 8,15% de viviendas cuentan con la eliminación de aguas servidas por red pública de alcantarillado y solo un 2,64% de viviendas eliminan la basura por carro recolector.

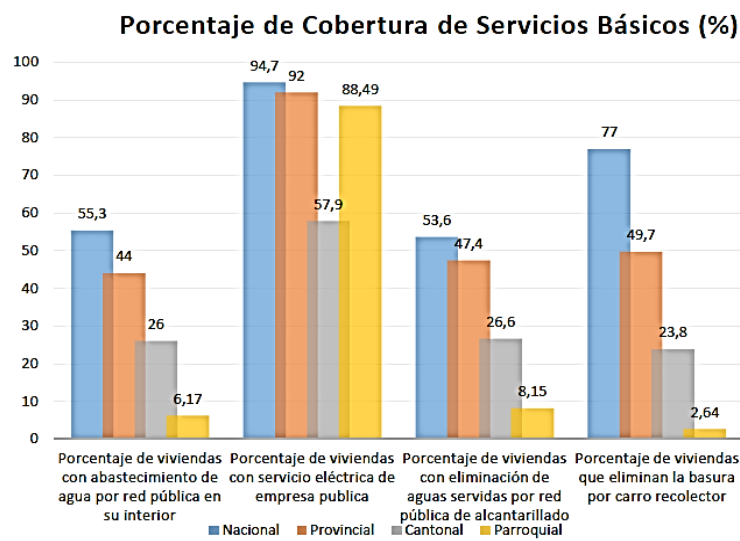


Figura 14. Cobertura servicios básicos

Fuente: PDOT Punín

✓ *Migración.*

Los índices de migración comparados con el total de la población, se ubica en la cabecera parroquial emigran son los hombres con el 0,33% y con el 0,2% mujeres lo que en total nos da el 0,61% de personas que emigran de la parroquia, el lugar de destino de estas personas es España ya que es el país que cuentan con emigrantes mayoritarios de la parroquia Punín.

Pero también contamos con un número de inmigración a Quito, Guayaquil y Riobamba los pobladores manifiestan que éstos índices podrían reducirse si existiera al interior la posibilidad de generar alternativas de empleo sustentable y

si se fortaleciese las actividades productivas propias de la zona, sin embargo si las circunstancias especialmente económicas y productivas siguen igual los índices tiende a incrementarse.

f) Aspectos Organizativos.

✓ *Actores sociales.*

Las organizaciones han participado en la consecución de importantes obras en beneficio de los habitantes de la cabecera parroquial conjuntamente con el apoyo del presidente de la junta parroquial el Sr. Juan Manya, el Lic. Luis Escobar presidente de la Junta de agua potable y alcantarillado.

g) Aspectos Económicos.

✓ *Población Económicamente Activa.*

Pertenecen a la Población Económicamente Activa el aporte de las mujeres al desarrollo económico de la Parroquia es importante y se vinculan a múltiples actividades generalmente de producción agrícola y ganadera.

✓ *Pobreza.*

En la parroquia de Punín según INEC censo del 2010 la pobreza por NBI (Necesidades Básicas Insatisfechas) se presenta en porcentajes grande ya que la pobreza por NBI Hogares es de 97,74 y la pobreza por persona es que 97,82% por la falta de fuentes de empleo, por discapacidad y por edades avanzadas.

h) Actividades Productivas.

Las principales actividades a la que se dedican los habitantes de esta parroquia son la agricultura, ganadería se lo ha dividido en tres zonas alta ,media y baja, los productos que se cultivan en las zonas alta y media son: el maíz ,cebada, quinua, mellocos, habas, ocas ,chochos las mismas que se dan en diferentes épocas del año, mientras en la zona baja cultivan hortalizas, frutillas , tomate riñón ,pimiento ,mora estos se cosechan durante todo el año de producción.

2.5.3 Caracterización de las aguas residuales.

El análisis de las características físico, químicos, microbiológicas y la medición de los caudales, es de gran importancia, donde se conoció el estado actual de las aguas residuales. Los parámetros determinados en la caracterización fueron comparados con los límites máximos permisibles y sirvieron para la modelación y dimensionamiento de la planta.

a) Medición de caudales (Aforamientos).

Al realizar los aforamientos de las aguas residuales se tomó en cuenta los dos puntos de descarga, durante un periodo de un mes en horarios de 7:00 am a 6:00 pm por hora, en la quebrada 1 “Calli-Siqui” se utilizó el método volumétrico mediante un recipiente de 9 litros y un cronómetro y en la quebrada 2 “Chuiipi” se utilizó el método del vertedero triangular, en este método se observó las alturas a las que llegó el nivel de agua residual y se reemplazó en la Ec.6 indicado en el capítulo I.

Para obtener el caudal de diseño se sumó los caudales de las dos quebradas siendo este un valor de importancia para el diseño y dimensionamiento de la planta.

b) Muestreo.

El muestreo de las aguas residuales se realizó in-situ se recolectaron 8 muestras compuestas las mismas que se llevaron al laboratorio de Servicios Ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo.

2.5.4 Análisis físicos-químicos y microbiológicos de las aguas residuales.

Se basó en métodos analíticos cuantitativos en los análisis de los parámetros como: DBO, DQO, Aceites y grasas, sólidos suspendidos, sólidos sedimentables,

Temperatura, pH, Conductividad, Fosfatos, Nitratos, Coliformes Fecales se aplicó las técnicas utilizadas en la tabla 19.

	Parámetros	Unidades	Métodos / Norma de referencia
	Aceites y Grasas	mg/l	STANDARD METHODS 5220-C
	Demanda Química de oxígeno	mg/l	STANDARD METHODS 5220-C
19.	Demanda Bioquímica de oxígeno	mg/l	STANDARD METHODS 5210-B
	Sólidos Sedimentables	ml/l	STANDARD METHODS 2540-C
	Sólidos Suspendidos	mg/l	STANDARD METHODS 2540-B
	pH-Temperatura		STANDARD METHODS 4500-H B
	Conductividad	µs/cm	STANDARD METHODS 2510-B
	Coliformes Fecales	NMP/100ml	STANDARD METHODS 9221-B
	Nitratos-N	mg/l	STANDARD METHODS 4500-NO ₃ -E mod
	Fosfatos	mg/l	STANDARD METHODS 4500-P-E

Tabla

Técnicas y metodologías de ensayo y parámetros Físico-Químicos y microbiológicos analizados en laboratorio

Fuente: Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales APHA, AWWA,

2.5.5 Selección de los métodos de tratamiento.

Teniendo como referencia los aforamientos realizados en la cabecera parroquial y los datos de los análisis de laboratorio, se procedió a la selección de los métodos de tratamiento de las aguas residuales.

El tratamiento del sistema de aguas residuales a diseñar está constituido de una serie de operaciones y procesos unitarias físicas y biológicas, de acuerdo a las características de la población de Punín se buscó un método adecuado en la cual cubra una necesidad de los pobladores y un beneficio ambiental optando así por el diseño de una rejilla fina, mediana, un desarenador, un sedimentador, dos humedales artificiales, una laguna de maduración y una área de secado de lodos ofrece un beneficios como: mejorar la calidad ambiental, pueden ser fuente de agua en procesos de reutilización de aguas residuales para riego, bajo costo de inversión, mantenimiento, operación y no se requiere un personal altamente calificado; no solo cubre un aspecto ambiental sino que también beneficia a los habitantes.

2.5.6 Dimensionamiento.

En cuanto al diseño de las unidades de tratamiento se utiliza los criterios y ecuaciones sugeridas en: Normas Para Estudio y Diseño Sistemas De Agua Potable y Disposición Aguas Residuales Para Poblaciones Mayores A 1000 Habitantes. Décima Parte (X) República del Ecuador. Subsecretaria de Saneamiento Ambiental, Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias.1992, Norma Técnica RAS 2000, Títulos E, B; así como la Norma OS.90 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Guía para el Diseño Desarenadores y Sedimentadores., OPS/CEPIS/Lima – Perú 2005.

Para la elaboración de los planos se manejó herramientas informáticas, concretamente el software AUTOCAD, utilizando escala de 1:25.

a) Cálculo de la población futura.

La vida útil de la planta de tratamiento de aguas es de 20 años, sabiendo esto se procederá a la realización de los siguientes cálculos:

Tabla 20:

Datos para el cálculo de la población futura.		
Parámetro	Unidad	Datos
Pa	Hab.	470
r	%	1.5
n	Años	20

Fuente. PDOT. de Punín

$$Pf = Pa (1 + r/100)^n \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

Pf: Población futura

Pa: Población actual

r: Índice de crecimiento anual por 100 hab.

n: Tiempo en años.

$$Pf = 470(1+1.5/100)^{20}$$

$$Pf = 634 \text{ hab.}$$

Para el dimensionamiento y diseño de la planta de tratamiento se realizó una base de datos obtenidos in-situ de los caudales (mínimos, medios y máximos).

b) Caudal mínimo.

El caudal mínimo es aquel valor menor de los datos de aforamiento, este dato es de gran utilidad para el dimensionamiento y el diseño de algunas unidades de tratamiento siendo su valor de 1,35 l/s.

c) Caudal máximo de diseño.

El caudal máximo de diseño será de ayuda en el diseño de la planta de tratamiento.

$$Q_{max} = Pa \left(\frac{Q_{med} \cdot M}{86400} \right) \quad \text{Ec.2}$$

Donde:

Pa: Población aportante (hab)

Q_{med}: Caudal medio (l/hab*día)

M: Factor de simultaneidad o Mayoración

$$Q_{max} = 634 \text{ hab} \left(\frac{84 \frac{l}{\text{hab}} * \text{dia} * 3,70 \text{ l/s}}{86400} \right)$$

$$Q_{max} = 2,28 \text{ l/s}$$

d) Caudal medio.

Corresponde a la media entre los caudales determinados en los muestreos realizados.

$$Q_{med} = 0,70 * D \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

D: Dotación de agua por habitante (l/hab.día)

$$Q_{med} = 0,70 * 120 \frac{l}{hab*dia}$$

$$Q_{med} = 84 l/s$$

e) **Coefficiente de Simultaneidad o Mayoración.**

$$M = \frac{2,228}{Q_{med}^{0,073325}} \quad \text{Ec. 4}$$

Donde:

Q_{med} : Caudal medio

$$M = \frac{2,228}{(0,000972)^{0,073325}}$$

$$M = 3,70 l/s$$

f) **Cálculo de precipitación.**

La cabecera parroquial de Punín tiene una área de 5250 m², el promedio mensual de precipitación es de 47mm con un caudal de 0,00156m³/día*m² o 8,19 m³/día durante época de precipitación más alta, se considera la lluvia porque es un aporte de caudal al sistema de alcantarillado.

g) **Canal de llegada.**

El canal de llegada tendrá una medida de 50 cm x 40 cm respectivamente, incluyendo así el porcentaje de seguridad 10 cm con la finalidad de impedir el desbordamiento de las aguas residuales.

h) **Rejillas.**

El tipo de rejillas seleccionado para el tratamiento de aguas son: medianas y finas de limpieza manual, según Jairo Romero Rojas la separación entre barras es de (0,1-1,5 mm) para rejillas finas, para rejillas medianas (1,5 – 2,5 mm). Se emplearan barras circulares en forma de G según la figura 3. El ángulo de inclinación de 60 ° con respecto a su inclinación horizontal.

Tabla 21:

Criterios para el diseño de rejillas.			
Parámetro	Abreviatura	Valor	Unidad
Ancho del canal (Propuesto)	b	0,5	m
Separación entre barrotes:			
Finas (0.1-1,5 cm),	Finas (s)	1,5	cm
Medianas (1,5-2,5 cm)	Medianas (s)	2,5	cm
Diámetro de barrotes:			
Finas (0.6 cm),	Finas (e)	0,6	cm
Medianas (1,3 cm)	Medianas(e)	1,3	cm
Ángulo de inclinación	α	60	
Coefficiente de forma	β	1,79	
Velocidad	V	0,6	m/s
Altura de canal de llegada	hT	0,4	m

Fuente: RAS, 2010

✓ *Número de Barrotes para rejillas finas.*

$$Nb = \frac{b}{e+s} - 1 \quad \text{Ec.8}$$

Donde:

Nb: Número de barrotes

b: Ancho de la zona de rejilla, canal de llegada (m)

e: Diámetro de barrotes (m)

s: Separación entre barrotes media y gruesa (m)

$$Nb = \left(\frac{0,5m}{0,006+0,015} \right) - 1$$

$$Nb = 22$$

✓ *Longitud de barrotes.*

$$L = \frac{hT}{\text{Sen}\alpha} \quad \text{Ec. 9}$$

Donde:

L: Longitud de barrotes (m)

hT: Altura del canal de llegada (m)

α : Ángulo de inclinación de los barrotes respecto a la horizontal

$$L = \frac{0,4m}{\text{Sen } 60^\circ}$$

$$L = 0,46 \text{ m}$$

✓ *Pérdida de carga en las rejillas.*

$$hf = \beta \left(\frac{s}{e}\right)^{4/3} \frac{(V)^2}{2g} \sin \alpha \quad \text{Ec. 10}$$

Donde:

hf: Pérdida de carga,(m)

β : Coeficiente de forma

s: Separación entre barrotes, (m)

e: Diámetro de los barrotes, (m)

$$hf = 1,79 \left(\frac{0,015}{0,006}\right)^{4/3} \frac{(0,6m/s)^2}{2(9,8 \frac{m}{s^2})} \sin \alpha$$

$$hf = 0,10m$$

✓ *Número de Barrotes para rejillas medianas.*

$$Nb = \frac{b}{e+s} - 1 \quad \text{Ec. 8}$$

$$Nb = \frac{0,5m}{0,013+0,025} - 1$$

$$Nb = 12$$

✓ *Longitud de barrotes.*

$$L = \frac{hT}{\text{Sen}\alpha} \quad \text{Ec. 9}$$

$$L = \frac{0,4m}{\text{Sen } 60^\circ}$$

$$L = 0,46 \text{ m}$$

✓ *Pérdida de carga en las rejillas.*

$$hf = \beta \left(\frac{s}{e}\right)^{4/3} \frac{(V)^2}{2g} \sin \alpha \quad \text{Ec. 10}$$

$$hf = 1,79 \left(\frac{0,025}{0,013}\right)^{4/3} \frac{(0,6m/s)^2}{2(9,8 \frac{m}{s^2})} \sin \alpha$$

$$hf = 0,068m$$

i) Desarenador.

Se considera un ancho de 0,5 m, una altura de 0,5m y un largo de 2,8 m los parámetros propuestos para el diseño del Desarenador se basa en criterios técnicos tomando en cuenta el tiempo de retención, que cumpla de acuerdo a las normas RAS 2000 en la que menciona un tiempo de retención hidráulica de 100 a 300 s.

Tabla 22:

Criterio para el diseño del Desarenador			
Parámetro	Abreviatura	Valor	Unidad

Ancho (Propuesto)	B	0,5	m
Largo (Propuesto)	L	2,8	m
Altura (Propuesto)	H	0,5	m
Velocidad de sedimentación	V_s	0,0033	m/s
Caudal	Q	0,00239	m ³ /s
Volumen	V	0,7	m ³

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016

✓ *Área superficial.*

$$As = B * L \quad \text{Ec.11}$$

Donde:

As: Área superficial

B: Ancho (m)

L: Longitud del desarenador (m)

$$As = 0,5m * 2,8m$$

$$As = 1,4 m^2$$

✓ *Volumen efectivo del canal de Desarenador.*

$$V = As * P \quad \text{Ec. 12}$$

Donde:

□: Volumen efectivo (m³)

As: Área superficial (m²)

P: Profundidad efectiva (m)

$$V = 0,72m^2 * 0,5m$$

$$V = 0,36m^3$$

✓ *Área transversal.*

$$AT = \frac{Q}{V_H} \quad \text{Ec.13}$$

Donde:

A_T : Área transversal (m^2)

Q: Caudal (m^3/h)

V_H : Velocidad horizontal (m/s)

$$AT = \frac{0,00239m^3/s}{0,30 m/s}$$

$$AT = 0,000796 m^2$$

✓ *Tiempo de retención hidráulica.*

$$TRH = \frac{V}{Q} \quad \text{Ec. 14}$$

Donde:

TRH: Tiempo de retención (s)

V : Volumen efectivo (m^3)

Q: Caudal (m^3/s)

$$TRH = \frac{0,7 m^3}{0,00239m^3/s}$$

$$TRH = 292,88 s$$

j) Sedimentador.

Para una distribución uniforme de todas las partículas en el Sedimentador, de acuerdo a los criterios de diseño la pantalla difusora en la zona de entrada debe estar ubicada entre 0.7- 1m de distancia de la pared de entrada, los orificios más altos de la pared difusora deben estar a 1/5 o 1/6 de la altura a partir de la superficie del agua y lo más bajos entre 1/4 o 1/5 de la altura a partir de la superficie del fondo, en la zona de sedimentación la velocidad en los orificios no deben ser mayor a 0,15 m/s (Organización Panamericana de la Salud, 2005).

Tabla 23:

Criterio del diseño del Sedimentador			
<i>Parámetro</i>	<i>Abreviatura</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
Largo del sedimentador	L	6	m
Ancho del sedimentador	B	2,30	m
Altura del sedimentador	H	1,20	m
Caudal	Q	0,00239	m ³ /s
Velocidad de sedimentación	V _s	0,0033	m/s
Distancia de la pared a la pantalla difusora (sugerido)	----	1	m
Velocidad en los orificios	V _o	0,10	m/s
Volumen del sedimentador	V	16,56	m ³

Elaborado por: Calderón, L, Guaman, S. 2016.

ZONA DE SEDIMENTACIÓN

✓ *Área superficial de la zona de sedimentación.*

$$A_s = B * L \quad \text{Ec. 15}$$

Donde:

A_s: Área superficial (m²)

B: Ancho del Sedimentador (m)

L: Longitud del Sedimentador (m)

$$A_s = 2,30m * 6m$$

$$A_s = 13,8 m^2$$

✓ *Longitud de sedimentación.*

$$L_2 = \frac{A_s}{B} \quad \text{Ec. 16}$$

Donde:

L_2 : Longitud de sedimentación (m)

A_s : Área superficial (m^2)

B: Ancho del Sedimentador (m)

$$L_2 = \frac{13,8 m^2}{2,30 m}$$

$$L_2 = 6 m$$

✓ *Longitud total del Sedimentador.*

Se considera que la pantalla difusora está a 1 m

$$L = 1 + L_2 \quad \text{Ec. 17}$$

Donde:

L: Longitud total del Sedimentador (m)

L_2 : Longitud de sedimentación (m)

$$L = 1m + 6m$$

$$L = 7m$$

– Relación largo - ancho del Sedimentador

$$3 < \frac{L}{B} < 6 \quad \text{Ec. 18}$$

$$3 < \frac{7m}{2,30m} < 6$$

$$3,04m$$

Se cumple

– Relación largo - profundidad del Sedimentador

$$5 < \frac{L}{H} < 20 \quad \text{Ec. 19}$$

$$5 < \frac{7m}{1,20m} < 20$$

5,83 m

Se cumple

✓ *Velocidad horizontal.*

$$V_H = \frac{100*Q}{B*H} \quad \text{Ec. 20}$$

Donde:

V_H : Velocidad horizontal (m/s)

Q: Caudal (m^3/s)

B: Base del sedimentador (m)

H: Altura del sedimentador (m)

$$V_H = \frac{0,00239m^3/s}{2,30m*1,20m}$$

$$V_H = 0,00124m/s$$

✓ *Tiempo de retención.*

$$T_O = \frac{V}{Q} \quad \text{Ec. 21}$$

Donde:

V: Volumen (m^3)

Q: Caudal (m^3/s)

$$T_O = \frac{16,56m^3}{0,00195m^3/s}$$

$$T_O = 8492,30s = 2,35 h$$

PARED DE TOLVA

✓ *Área total de orificios.*

$$A_o = \frac{Q}{v_o} \quad \text{Ec.22}$$

Donde:

A_o: Área total de orificios

Q: Caudal de diseño (m³/s)

V_o: Velocidad de paso entre orificios (m/s)

$$A_o = \frac{0,00239 \text{ m}^3/\text{s}}{0,10 \text{ m/s}}$$

$$A_o = 0,0239 \text{ m}^2$$

✓ *Área de sección circular.*

$$a_o = \frac{\pi D^2}{4} \quad \text{Ec.23}$$

Donde:

a_o = Área de sección circular (m²)

D = Diámetro del orificio (m)

$$a_o = \frac{\pi(0,025 \text{ m})^2}{4}$$

$$a_o = 0,0005 \text{ m}^2$$

✓ *Número de orificios.*

$$n_o = \frac{A_o}{a_o} \quad \text{Ec.24}$$

Donde:

n_o = Número de orificios

A_o = Área total de orificios (m^2)

a_o = Área de sección circular (m^2)

$$n_o = \frac{0.0239m^2}{0,0005m^2}$$

$$n_o = 48 \text{ orificios}$$

✓ *Altura de la pantalla difusora.*

Asumimos una distancia 2/5 desde el fondo del Sedimentador hasta la primera fila de los orificios.

$$h = H - \frac{2}{5} * H \quad \text{Ec.25}$$

Donde:

H: Altura (m)

$$h = 1,20m - \frac{2}{5} * 1,20m$$

$$h = 0,72 \text{ m}$$

Ahora se procederá a la realización del cálculo de distancia entre columnas y filas. Asumimos $n_f=4$ y $N_c=6$

$$a_1 = \frac{h}{n_f} \quad \text{Ec. 26}$$

Donde:

a_1 : Espaciamiento entre filas

h: Altura de la pantalla difusora

n_f : Número de filas

$$a_1 = \frac{0,72m}{4}$$

$$a_1 = 0,18m$$

$$a_2 = \frac{B - a_1 * (n_c - 1)}{n_f} \quad \text{Ec. 27}$$

Donde:

a_2 : Espaciamiento entre columnas

B: Ancho del sedimentador (m)

n_c : Número de columnas

n_f : Número de filas

a_1 : Espaciamiento entre filas

$$a_2 = \frac{2,30m - 0,18m * (6m - 1)}{4m}$$

$$a_2 = 0,35m$$

✓ *Altura máxima.*

El fondo del Sedimentador tendrá una pendiente del 10% con la finalidad de evacuar los fangos para limpiar dicha unidad.

$$H_{max} = H + 0,1 * L_2 \quad \text{Ec.28}$$

$$H_{max} = 1,20 + 0,1 * 6m$$

$$H_{max} = 1,8 m$$

✓ *Pelo del agua en la salida del vertedero.*

$$H_2 = \left(\frac{Q}{1,84 * B} \right)^{2/3} \quad \text{Ec. 29}$$

Donde:

H_2 : Altura del agua sobre la cresta del vertedero (m)

Q: Caudal (m³/s)

B: Ancho del Sedimentador

$$H_2 = \left(\frac{0.001195 \text{ m}^3/\text{s}}{1,84 * 2,30\text{m}} \right)^{2/3}$$

$$H_2 = 0,00430\text{m}$$

✓ *Generación de lodos en los sedimentadores.*

Teniendo una altura de 1,5m del sedimentador, se divide en cuatro partes de la cual se toma 0,375 m de la altura total del sedimentador como referencia de llenado de lodo para luego proceder a la limpieza manual cada vez que se cumpla con la condición, esto representa un volumen de 6,75 m³.

✓ *Tiempo de limpieza de lodo.*

En 0,001m³ de agua residual existe una sedimentación de 6ml, en un volumen de 6,75 m³ existe una sedimentación de 40500ml, esto quiere decir que 6 ml se sedimenta en una hora aproximadamente, 40500ml se sedimentará en 6750 horas teniendo una equivalencia de 9 meses para su limpieza.

La limpieza se lo realiza en épocas de verano.

k) Humedal artificial de flujo subsuperficial.

El humedal poseerá los siguientes medios porosos:

Tabla 24:

Lista de los materiales a usar en los humedales			
Material	Conductividad		
	Hidráulica (m³/m².d)	Porosidad %	Espesor (cm)
Grava Fina	1000-10000	35-38	10
Arena gravosa	500-5000	30-35	45-75

Fuente: Borrero, J, 1999.

Las profundidades para un humedal artificial varían de 0,45 - 1 metro. (Oscar, 2010) y con una pendiente de 5 %, con la finalidad de eliminar el DBO₅ el tiempo de retención es de aproximadamente 2 días.

La especie vegetal más utilizada para el humedal será el pasto alemán, para el drenaje y la distribución de las aguas servidas se utilizará tuberías de PVC de 4 in las perforación tendrán un diámetro de 6 mm y estarán alineados a los costados de la tubería para una adecuada circulación de las aguas residuales con una distancia entre orificios de 4cm.

A continuación se presenta los criterios de diseño:

Tabla 25:

Parámetros de diseño del humedal artificial			
<i>Parámetro</i>	<i>Abreviatura</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
DBO del afluente	DBO afluente	200,25	mg/l
DBO del efluente	DBO efluente	100	mg/l
Profundidad del humedal	y	1	m
Porosidad	n	35%
Temperatura del agua	°T	20	°C
Temperatura del humedal	°T ₂	19	°C
Pendiente	s	0,5%
Conductividad hidráulica	ks	10000	m/día
Caudal	Q	206,496	m ³ /día
Volumen del humedal	V	175	m ³

Elaborado por: Calderón, L, Guaman, S. 2016

✓ *Temperatura del humedal.*

Se debe conocer la temperatura del agua residual que ingresará a los humedales, según (Lara, 1999) la temperatura obtenida en los aforamientos, por lo general tiende a bajar 1°C en los humedales.

Partimos de la Ecuación:

$$k_T = 1,10(1,06^{19-20}) \quad \text{Ec. 30}$$

Donde:

K_T: Temperatura del humedal

T: Temperatura del humedal (°C)

$$k_T = 1,10(1,06^T)$$

$$k_T = 1,17$$

✓ *Cálculo del área superficial del humedal.*

Con la ecuación procedemos a realizar el cálculo:

$$A_S = \frac{Q[\ln DBO_5 \text{ afluente} - \ln(DBO_5 \text{ efluente})]}{K_T(y)(n)} \quad \text{Ec. 31}$$

Donde:

K_T : Temperatura del humedal

y: Profundidad del humedal (m)

n: Porosidad del medio filtrante

Q: Caudal (m³/s)

$$A_S = \frac{206,496 \text{ m}^3/\text{día} [\ln 200,25 \text{ mg/l} - \ln(100 \text{ mg/l})]}{1,17(1\text{m})(0,35)}$$

$$A_S = 350,15 \text{ m}^2$$

✓ *Periodo de retención hidráulico.*

$$TRH = \frac{Q}{V} \quad \text{Ec. 32}$$

Donde:

V: Volumen (m³)

Q: Caudal (m³/día)

$$TRH = \frac{206,496 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}}{175 \text{ m}^3}$$

$$TRH = 1,17 \text{ dia}$$

✓ *Cálculo del área vertical del humedal.*

$$A_c = \frac{Q}{K_s * S} \quad \text{Ec. 33}$$

Donde:

A_c : Área vertical del humedal (m^2)

Q: Caudal (m^3/s)

K_s : Conductividad hidráulica (m/día)

S: Pendiente

$$A_c = \frac{206,496 m^3 / dia}{10000 * \frac{1}{3} * \left(\frac{0,005 m}{m}\right)}$$

$$A_c = 12,38 m^2$$

✓ *Cálculo del ancho del humedal*

$$W = \frac{A_c}{y} \quad \text{Ec. 34}$$

Donde:

A_c : Área vertical del humedal (m^2)

W: Ancho del humedal (m)

y: Profundidad del humedal (m)

$$W = \frac{12,38 m^2}{1 m}$$

$$W = 12,38 m$$

✓ *Cálculo de la longitud de humedal.*

$$L = \frac{A_s}{W} \quad \text{Ec. 35}$$

Donde:

A_s : Área superficial del humedal

W : Ancho del humedal

$$L = \frac{350,15m^2}{12,38 m}$$

$$L = 28,28 m$$

✓ *Cálculo de metros de tuberías y orificios.*

$$\text{Metros de tuberías} = \frac{A-2a}{b} + y \quad \text{Ec. 36}$$

Donde:

A : Ancho del humedal, m.

a : Separación entre la tubería y el borde del filtro, m.

b : Espaciamiento entre orificios, m.

y : Altura del humedal.

$$\text{Metros de tuberías} = \frac{12,38 m - 2(3,83m)}{0,04m} + 1m$$

$$\text{Metros de tuberías} = 119 m$$

$$\text{Número de orificios} = \frac{L-2a}{b} \quad \text{Ec. 37}$$

Donde:

L : Largo del humedal, m.

a : Separación entre la tubería y el borde del filtro, m.

b : Espaciamiento entre orificios, m.

y : Altura del humedal.

$$\text{Número de orificios} = \frac{14,14m - 2(3,83m)}{0,04m}$$

Número de orificios = 162 *orificios*

l) Laguna de Maduración.

El tiempo de retención es el parámetro más importante en la determinación de coliformes fecales en una laguna y por lo tanto la eliminación de organismos patógenos del agua residual.

Las lagunas de maduración se construyen generalmente con tiempos de retención de 3-10 días y profundidades de 1-1.5 m (Rojas, 2005).

Tabla 26:

Parámetros de diseño para la laguna de maduración			
Parámetro	Abreviatura	Valor	Unidad
Altura de la laguna	h	1	m
DBO del afluente	DBO afluente	200,25	mg/l
Temperatura más fría	°T	13,5	°C
Caudal	Q	206,496	m ³ /día
Volumen	V	28,07	m ³
Tiempo de retención	t	3-10	días

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016

✓ *Cálculo de la carga orgánica superficial.*

$$\lambda_s = 100(1,085)^{T-20} \quad \text{Ec. 38}$$

Donde:

λ_s : Carga orgánica

T: Temperatura, °C

$$\lambda_s = 100(1,085)^{13,5-20}$$

$$\lambda_s = 58,84$$

✓ Área requerida

$$A = \frac{10S_i Q_m}{\lambda_s} \quad \text{Ec. 39}$$

Donde:

A: Área de la laguna

λ_s : Carga orgánica

S_i : Concentración de la DBO en el influente, mg/l.

Q_m : Gasto medio (m^3 /día)

$$A = \frac{10\left(\frac{200,25mg}{l}\right)(0,05m)\left(\frac{206,496m^3}{s}\right)}{58,84 \frac{kg}{hab * dia}}$$

$$A = 35,15 m^2$$

✓ Tiempo de retención

$$t = \frac{Q}{V} \quad \text{Ec. 40}$$

Donde:

Q: Caudal (m^3 /día)

V: Volumen de la laguna (m^3)

$$t = \frac{206,496m^3/dia}{28,07m^3}$$

$$t = 7,85 dias$$

✓ Ancho de la laguna

$$W = \frac{\bar{A}}{X} \quad \text{Ec. 41}$$

Donde:

W: Ancho de la laguna

A: Área de la laguna

X: Relación largo/ancho =L/W

$$X = 3m$$

$$W = \frac{35,15m^2}{3m}$$

$$W = 3,42 m$$

$$L = 10,26 m$$

m) Área de secado de lodos.

Para el diseño de lechos de secado se toma generalmente una medida de 3 a 6m, con una profundidad de aplicación (Ha) de 0,20 a 0,40 m el tiempo de digestión esta dado de acuerdo a la temperatura la cual es de 40 días.

Tabla 27:

Criterio de diseño del lecho de lodos.			
PARÁMETRO	ABREVIATURA	VALOR	UNIDAD
Sólidos suspendidos	SS	207.25	mg/l
Población futura	Pf	634	hab.
Densidad del lodo	lodo	1,03	kg/l
Porcentaje de lodos	%	13%	
Tiempo de digestión	Td	40	días
Profundidad de aplicación	Ha	0,80	m

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2106

✓ *Contribución per capita de Sólidos Suspendidos.*

$$207,25 \text{ mg/l} = 72,86 \text{ gSS/día}$$

✓ *Carga de sólidos que ingresan al Sedimentador.*

$$C = \frac{Pf * CpSS}{1000} \quad \text{Ec.42}$$

Donde:

C: Carga de sólidos que ingresan al Sedimentador (KgSS/día)

Pf: Población futura (hab.)

CpSS: Contribución per cápita de SS (gSS/hab*día)

$$C = \frac{634 \text{ hab.} * 72,86 \text{ gSS/día}}{1000}$$

$$C = 46,19 \text{ KgSS/día}$$

✓ *Volumen de lodos a extraerse del tanque.*

$$Vle = \frac{Vld * Td}{1000} \quad \text{Ec.43}$$

$$Vle = \frac{112,09 \frac{\text{l}}{\text{día}} * 40 \text{ días}}{1000}$$

$$Vle = 4,49 \text{ m}^3$$

✓ *Área del lecho secado.*

$$Als = \frac{Vle}{Ha} \quad \text{Ec. 44}$$

Donde:

Als: Área del lecho de secado (m²)

Vle: Volumen de lodos a extraerse (m³)

Ha: Profundidad de aplicación

$$Als = \frac{4,49 \text{ m}^3}{0,80 \text{ m}}$$

$$Als = 5,61m^2$$

✓ *Cálculo de la longitud de los lechos de secado (Lls).*

$$Lls = \frac{Als}{B} \quad \text{Ec. 45}$$

Donde:

Als: Área del lecho de secado

B: Ancho del lecho de secado (m)

$$Lls = \frac{5,61m^2}{1,5m}$$

$$Lls = 3,74 m$$

2.5.7 Elección del lugar de implantación de la planta de tratamiento.

Previa la implementación de la planta de tratamiento se tiene que considerar dos aspectos fundamentales.

- Recolección y conducción total de las aguas servidas generadas.
- Espacio suficiente y condiciones de terreno adecuados.

En este sentido, dentro de los estudios que se realizarán se tomará en cuenta: uso del suelo, actividad económica, número de habitantes, caracterización de las aguas residuales, caudal y costo de inversión que se desarrollara en beneficio del estudio.

a) Análisis de costo –eficiencia.

- ✓ Costos de Construcción

Para el análisis de costos hay que tener en cuenta el costo de inversión inicial y el tiempo de vida útil de la planta de tratamiento de aguas residuales así como:

Costos directos. Los costos directos son gastos generales fijos, que se presentan en un inicio de la inversión y son de valor constante y que dentro de la inversión de adquisición e implementación de la planta de tratamientos como:

- Costos de materiales y equipos.
- Costos de construcción
- Costos operativos
- Costos Financieros

Costos indirectos. Son todos los gastos variable que se tienen y se consideran a continuación:

- Costo Ingenieril
- Imprevistos

Costos totales. El costo total de la planta de tratamiento de aguas residuales vendrá dado por la suma del costo directo e indirecto.

✓ *Costo –Eficiencia.*

El análisis de costo-eficiencia es un instrumento para determinar si los costos de una actividad pueden estar o no justificados por los resultados de un proyecto en términos de eficiencia, la principal diferencia con el costo-beneficio es que el análisis de la eficiencia en función de los costos estimados en términos monetarios y los resultado en términos cualitativos no monetarios.

De acuerdo al Colegio Nacional De Arquitectos del Ecuador Secretaria Ejecutiva Nacional Codificación del Reglamento Nacional de Aranceles Del Colegio de Arquitectos del Ecuador los precios por cada metro cuadrado de construcción para una nueva obra se categoriza de la siguiente manera:

Tabla 28:

Categorización para costos por metros cuadrados			
Categoría A	Categoría B	Categoría C	Categoría D
Vivienda de interés	Vivienda individual o colectiva, media,	Vivienda individual o	Diseño interior,

Social Individual o Diseño de Programas Colectivos y Masivos. 180 dólares/m ²	bodega, depósitos, comercios, oficinas, talleres y fábricas. Construcciones escolares, instalaciones deportivas abiertas, edificios de administración.	colectiva de lujo, Salas de espectáculos, bancos, locales de exposiciones, hospitales, asilos y similares, Edificios militares, museos, Edificios, porte (aéreos, terrestres, fluviales o marítimos), Edificios culturales, Instituciones Deportivas cubiertas, Industrias Especializadas, Edificios poli funcionales, otras tipologías. 350 dólares/m ²	monumentos, mausoleos, grupos escultóricos al interior o exterior, mobiliario urbano y trabajos varios de arte similares. 350 dólares/m ²			
Elaborado	por:	Calderón,	L,	Guamán,	S.	2106

CAPITULO III

3 RESULTADOS

3.1 Reconocimiento del área de estudio

De acuerdo a la figura 15. Se establece la situación actual de los componentes demográficos, sobre los cuales el proyecto va a repercutir dentro del área de influencia directa e indirecta, y como estos factores pueden incidir sobre el proyecto, para el estudio se identificaron dos puntos de descargas que se encuentran a una distancia de 580 m desde la quebrada uno hacia la zona de implantación, la quebrada dos con 97 m hacia la zona de implantación siendo estas conectadas 10 m antes del ingreso a las primeras operaciones unitarias físicas, por gestión del presidente de la Cabecera parroquial de Punín Sr. Juan Manyá existe una área de terreno de 1050 m² el mismo que fue destinado para la construcción y funcionamiento de la planta de tratamiento.



Figura 15: Zona de estudio de la cabecera parroquial de Punín.

Fuente: Google Earth. Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016.

3.2 Caracterización de las aguas residuales

3.2.1 Aforamiento.

La medición de caudales se realizó en dos puntos de descargas de las aguas residuales en la cabecera parroquial de Punín, de acuerdo al sistema de coordenadas UTM WGS 84 Zona 17S, el punto 1 se encuentra ubicado al Este (X) 0761057, Norte (Y) 9805064, el punto 2 ubicado al Este (X) 0760866, Norte (Y) 9804403m.

Tabla 29:

Resultado del caudal promedio de un mes

Días	Fecha	Caudal promedio (l/s)		Caudal total Q ₁ +Q ₂ (l/s)	Caudal Total (m ³ / día)
		Descarga Quebrada “Calli-Siqui” Caudal (Q ₁)l/s	Descarga Quebrada “Chuipi” Caudal (Q ₂) l/s		
Miércoles	11/05/2016	1,07	0,48	1,55	133,9
Jueves	12/05/2016	1,08	0,53	1,61	139,1
Viernes	13/05/2016	1,11	0,39	1,5	129,6
Sábado	14/05/2016	1,57	0,87	2,44	210,8
Domingo	15/05/2016	0,99	0,69	1,68	145,2
Lunes	16/05/2016	1,01	0,46	1,47	127,0
Martes	17/05/2016	1,03	0,44	1,47	127,0
Miércoles	18/05/2016	1,11	0,56	1,67	144,3
Jueves	19/05/2016	1,06	0,52	1,58	136,5
Viernes	20/05/2016	1,05	0,42	1,47	127,0
Sábado	21/05/2016	1,42	0,58	2	172,8
Domingo	22/05/2016	0,98	0,52	1,5	129,6
Lunes	23/05/2016	1,03	0,48	1,51	130,5
Martes	24/05/2016	1,23	0,53	1,76	152,1
Miércoles	25/05/2016	1,13	0,4	1,53	132,2
Jueves	26/05/2016	1,07	0,31	1,38	119,2
Viernes	27/05/2016	1,38	0,43	1,81	156,4
Sábado	28/05/2016	2,25	0,69	2,94	254,0
Domingo	29/05/2016	1,04	0,42	1,46	126,1
Lunes	30/05/2016	1,01	0,38	1,39	120,2
Martes	31/05/2016	1,21	0,43	1,65	142,2
Miércoles	01/06/2016	1,09	0,41	1,49	129,1
Jueves	02/06/2016	1,03	0,33	1,35	117,0
Viernes	03/06/2016	1,10	0,45	1,55	133,9

Sábado	04/06/2016	1,54	0,71	2,25	194,4
Domingo	05/06/2016	1,00	0,46	1,46	126,6
Lunes	06/06/2016	1,00	0,40	1,40	121,0
Martes	07/06/2016	1,07	0,32	1,39	120,4
Miércoles	08/06/2016	1,09	0,27	1,36	117,5
Jueves	09/06/2016	1,06	0,31	1,37	118,4
Promedio del caudal				1,63	141,1
Caudal máximo				2,94	254,0
Caudal mínimo				1,35	117,0

Elaborado por: Calderón, L, Guaman, S. 2016.

Analizando la tabla 29. Se presenta un promedio de caudal de 1,63 l/s, un caudal máximo de 2,94 l/s el día sábado 28/05/2016 y un mínimo de 1,35 l/s el día 02/06/2016.

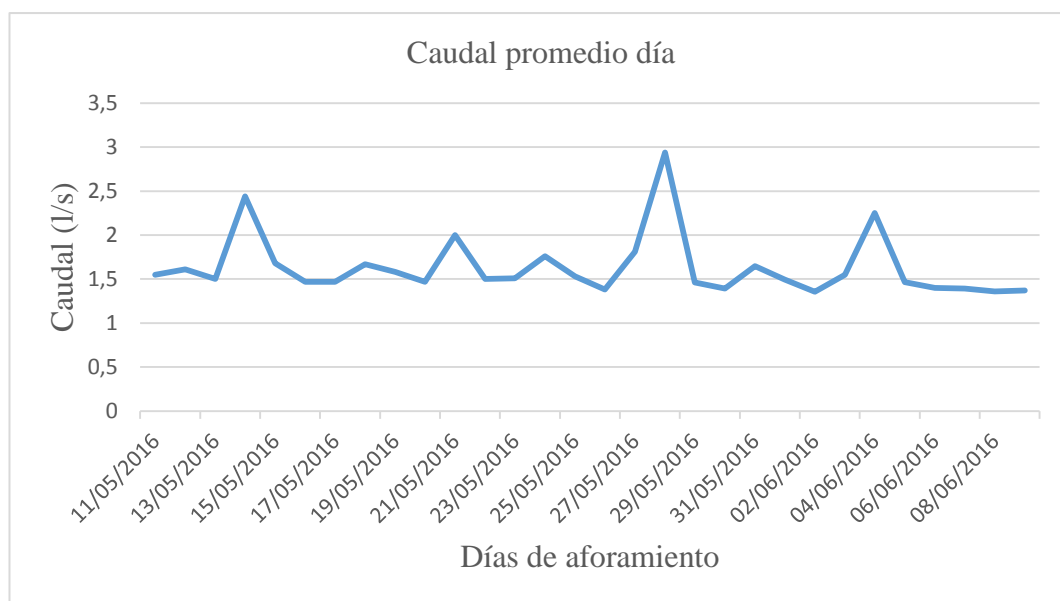


Figura 16. Comportamiento de las aguas residuales

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016

En el (Anexo 4) se muestra los resultados de la medición del caudal de las dos descargas semanal.

3.2.2 Muestreo.

Los periodos de muestreo dependieron de la variación de los caudales, para el estudio se realizó tres muestras simples de 1 litro en horas donde existe un mayor incremento de caudal en horarios de 8:00 a.m., 13:00 p.m. y 6:00 p.m., para obtener una muestra compuesta de 2 litros se aplica la Ec. 5.

La muestra compuesta servirá para los análisis físicos – químicos y microbiológicos, el cálculo de las alícuotas para obtener la muestra compuesta se encuentra en el (*Anexo 5*), el muestreo se realizará en un periodo de 8 días generando una muestra por día.

3.3 Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el laboratorio de Servicio Ambientales UNACH

Las muestras obtenidas se llevaron mediante un cooler con la finalidad de preservar las características físicos-químicas y microbiológicas hasta su respectivo análisis de parámetros de: DQO, DBO, pH, aceites y grasas, conductividad, temperatura, sólidos suspendidos, sólidos sedimentables y Coliformes; realizados en los laboratorios de Servicios Ambientales ubicado en la Universidad Nacional de Chimborazo.

Con los resultados obtenidos de pruebas de laboratorio se realizó una tabla donde se relaciona con los límites permisibles de Acuerdo al texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULSMA) libro VI de esta forma se verifica cuáles son los parámetros que no cumplen lo establecido en la Norma.

Análisis de aguas residuales de la cabecera parroquial Punín.

Tabla 30:

Resultados de los análisis de laboratorios

		<i>Días de análisis de laboratorio</i>								Promedio	Limite permisible TULSMA	Cumplimiento de TULSMA
		Lunes	Jueves	Martes	Viernes	Miércoles	Viernes	Martes	Jueves			
Parámetro	Unid	16/05/2016	19/05/2016	24/05/2016	27/05/2016	01/06/2016	03/06/2016	07/06/2016	09/06/2016			
Aceites y Grasas	mg/l	344,5	347,5	87,5	90,69	97,5	156	289,5	298,5	213,96	0,3	No cumple
Temperatura	°C	20,35	20,5	20,32	20,79	20,56	20,42	20,45	20,25	20,46	< 35	Si cumple
Conductividad	µS/cm	1114	1111	1119	1153	1042	1089	1126	1145	1112	—————	S/N
Coliformes Fecales	UFC/100ml	187	176	190	187	199	180	152	157	178,5	Remoción > al 99,9 %	No cumple
Fosfatos	mg/l	4,21	4,56	3,98	4,10	4,29	4,13	4,47	4,35	4,26	10	Si cumple
Nitratos	mg/l	7,7	7,3	7,1	7,7	7,2	7,8	7,2	7,6	7,45	15	Si cumple
DBO5	mgO2/l	120	130	228	250	198	162	267	247	200,25	100	No cumple
DQO	mg/l	236	286	534	504	208	389	526	498	397,63	250	No cumple
pH	H ⁺	7,44	7,5	7,48	7,47	7,35	7,52	7,38	7,46	7,45	5 a 9	Si cumple
Sólidos Sedimentables	ml/l	4	6	5,5	5,5	5	5	5,5	5,9	5,3	1	No cumple
Sólidos Suspendidos	mg/l	156	163	279	204	153	189	258	256	207,25	100	No cumple

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016

3.4 Selección de los métodos de tratamiento

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 30 indican que las aguas residuales no cumplen con los límites permisibles de acuerdo al TULSMA, se necesita un tratamiento previo antes de su descarga a las quebradas “Calli-Siqui” y “Chuipi”, se dimensionó la planta de tratamiento con los siguientes componentes:

- 1 Canal de llegada
- 1 Rejilla fina y 1 mediana
- 1 Desarenador
- 1 Sedimentador
- 2 Humedales artificiales de flujo horizontal
- 1 Laguna de maduración
- 1 Zona de secado de lodos

Conociendo esto se propone un sistema de tratamiento adecuado mediante operaciones unitarias y humedales artificiales constituyéndose de la siguiente manera:

3.4.1 Población futura.

Para el año 2036 existirá una población futura de 634 habitantes en la cabecera parroquial de Punín que corresponde al área de estudio.

3.4.2 Cálculos del caudal.

De acuerdo a los aforamientos realizados en la cabecera parroquial, se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 31:

Resumen de los Caudales obtenidos en la zona de estudio			
Caudales	Abreviatura	Caudal (l/s)	Caudal (m³/día)
Caudal promedio	Q promedio	1,63	141.1
Caudal máximo	Q máximo	2,94	254
Caudal mínimo	Q mínimo	1,35	117

Elaborado por: Calderón, L, Guaman, S. 2016

3.4.3 Caudal de precipitación.

La precipitación aportante al sistema de alcantarillado es de $8,19 \text{ m}^3/\text{día}$.

Tabla 32:

Resultado de caudales para el diseño	
Caudales	Valor
Caudal medio	84 l/s.
Coefficiente de simultaneidad o Mayoración	3,70 l/s
Caudal máximo de diseño	2,28 l/s

Elaborado por: Calderón, L, Guaman, S. 2016

Sumados la precipitación aportantes y caudal máximo obtenemos $206.496 \text{ m}^3/\text{día}$.

3.4.4 Canal de llegada.

Para dimensionar el canal de llegada asumir una medida de 50 cm x 40 cm respectivamente, incluyendo así el porcentaje de seguridad 0,05% con la finalidad de impedir el desbordamiento de las aguas residuales.

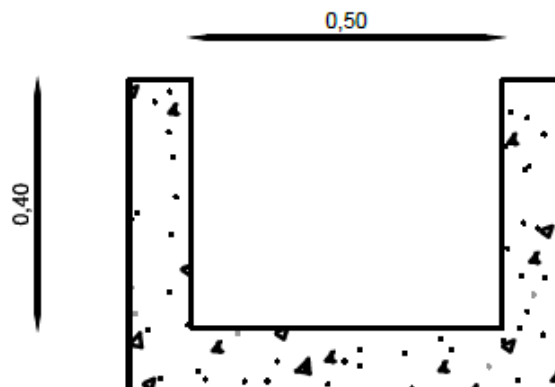


Figura 17. Canal de llegada.

Elaborado por: Calderón, L, Guaman, S. 2016

3.4.5 Rejillas.

De acuerdo a los cálculos obtenidos se presenta el resumen de diseño de la rejilla fina y mediana que servirá para eliminar material sólido grueso (retener basuras) que puede afectar el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 33:

Resumen del diseño de rejillas finas y medianas	
Diseño	Medidas
Ancho del canal	0,5 m
Alto del canal	0,4 m
Número de barrotes (finas)	22
Número de barrotes (medianas)	12
Diámetro de barrotes (finas)	0,6 cm
Diámetro de barrotes (medianas)	1,3 cm
Separación entre barrotes(finás)	1,5 cm
Separación entre barrotes (medianas)	2,5 cm
Longitud de barrotes	0,46m
Ángulo de inclinación	60°

Fuente. Calderón, L, Guamán, S.2016

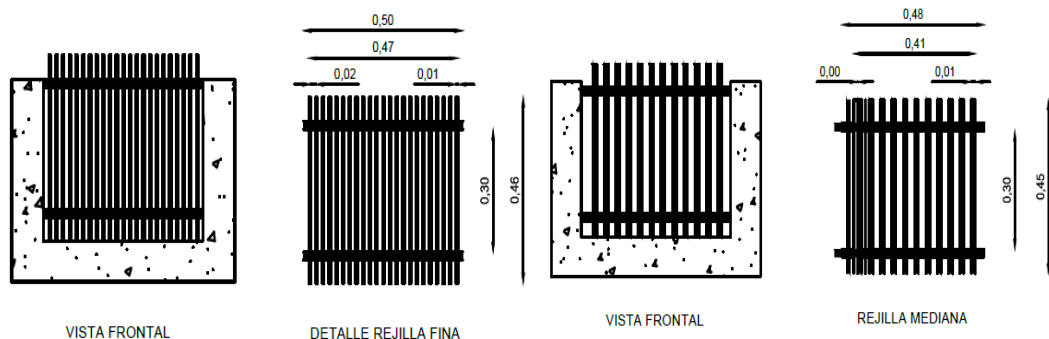


Figura 18. Rejilla fina y mediana
Elaborado por: Calderón, L, Guaman, S. 2016

3.4.6 Desarenador.

Considerando la cantidad de sólidos sedimentables de 6 ml/l, se diseñó el desarenador que tiene como objetivo remover partículas de arena, que ayudara a prevenir la obstrucción de tuberías para el posterior proceso de tratamiento.

A continuación se detallan los cálculos realizados para el diseño del desarenador.

Tabla 34:

Resumen del diseño del Desarenador.	
Diseño	Medidas
Largo	2,8 m
Ancho	0,5 m
Altura	0,5 m
Área superficial	1,4 m ²
Área transversal	0,000796 m ²
Tiempo de retención	292,88 s

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016

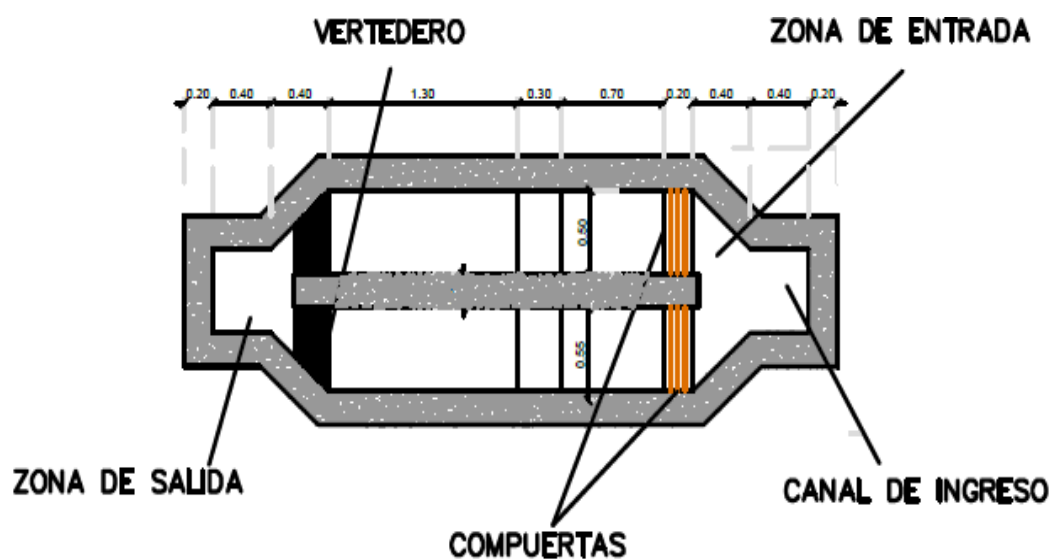


Figura 19. Desarenador.
Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016

3.4.7 Sedimentador.

Con los datos obtenidos de sólidos suspendidos de 207,25mg/l, se diseñó el sedimentador que tiene como objetivo remover partículas inferiores a 0,2 mm y superiores a 0,05 mm, que permitirá un funcionamiento adecuado en los hidrosistema de depuración, el sedimentador está constituido por una zona de entrada, zona de sedimentación y zona de salida.

Para el diseño del Sedimentador la velocidad de sedimentación es de $3,3 \times 10^{-3}$ m/s para partículas finas. Los cálculos del Sedimentador se basan en el caudal máximo de 206.496 m³/día.

Tabla 35:

Resumen del diseño del Sedimentador	
Diseño	Medidas
Zona de entrada	
Área total de orificios	0,0239m ²
Número de orificios	24
Distancia entre la pantalla difusora y la pared de entrada	1 m
Ancho de la pantalla	2,30m
Diámetro de orificio	2,5 cm
Altura de pantalla difusora	0,72 m

Número de filas	6
Número de columnas	4
Distancia entre orificios de filas	0,18 m
Distancia entre orificios entre columnas	0,35 m

Zona de sedimentación

Ancho del sedimentador	2,30 m
Largo del sedimentador	6 m
Altura del sedimentador	1,20 m
Largo total del tanque	7m
Volumen del sedimentador	16,56 m ³
Velocidad de sedimentación	0,0033 m/s
Área superficial	13,80m ²
Velocidad horizontal	0,00124 m/s
Pendiente en el fondo	10%
Altura máxima	1,80 m

Zona de Salida

Altura del agua del vertedero	0,00572 m
-------------------------------	-----------

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016 Nota: Los cálculos de la tabla 35 están diseñados para una sola fosa, para nuestra investigación este diseño se duplico.

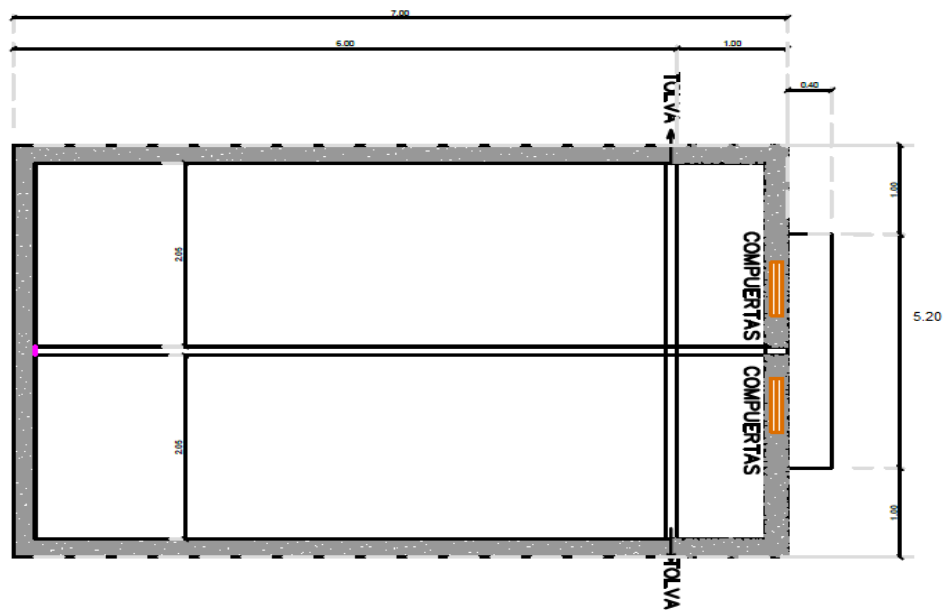


Figura 20. Sedimentador

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016

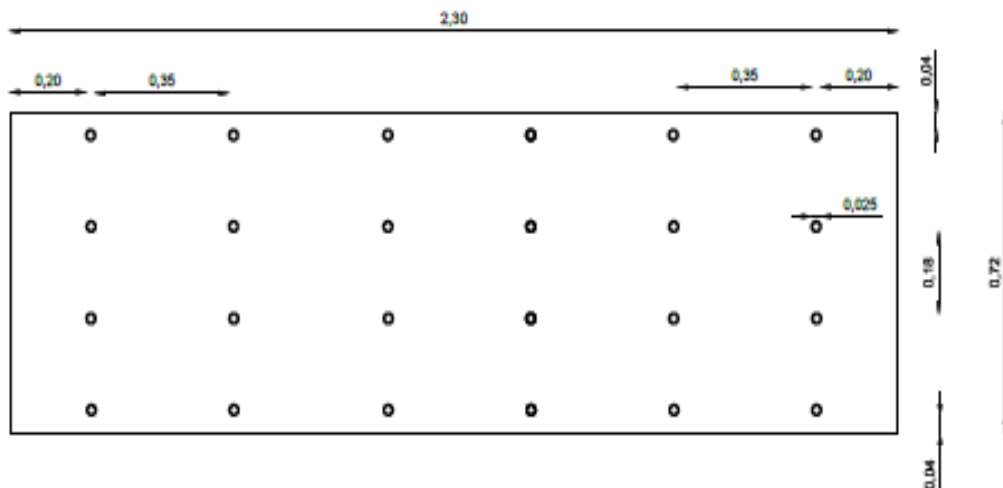


Figura 21. Detalle de la Tolva

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016

3.4.8 Humedales Artificiales de Flujo Subsuperficial.

Los humedales artificiales tienen como función la remoción de materia orgánica, nitrógeno, fosforo mediante medios de depuración como el pasto alemán.

Se encuentra constituido por tuberías perforadas en el fondo y a los costados del humedal.

Tabla 36:

Resumen del humedal artificial

Diseño		Medidas
Longitud del Humedal (L)		28,28 m
Ancho del Humedal (W)	Ancho base	12,38m
	Ancho superficial	13,86 m
Profundidad del Humedal (y)	Efectiva	1 m
	Altura de seguridad	0,20 m
Arena gravosa	Espesor	70 cm
Arena fina	Espesor	10 cm
Pendiente		5%
Porosidad		35%
Temperatura del Agua		20°C
Temperatura del Humedal		19°C
Caudal		206,496 m ³ /día
Zanja	Ancho	0,20 m
	Profundidad	0,10 m
Tubería PVC (4 in)		119
Accesorios PVC	Codo de 45°	8 unidades
	Cruz	4 unidades
Orificios	Diámetro	0,6 cm
	Distancia de orificio a orificio	4 cm
Número de orificios		1296
Geo membrana impermeable		400 m ²
Estalones de vegetación (Pasto alemán)		1459

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016.

Nota: Se realizará dos humedales por lo cual solo se dividirá el largo, se mantiene el ancho y la profundidad del humedal.

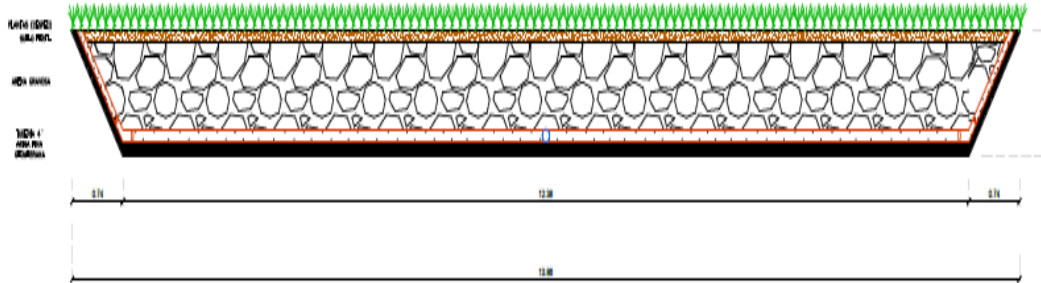


Figura 22. Humedal Artificial.

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016

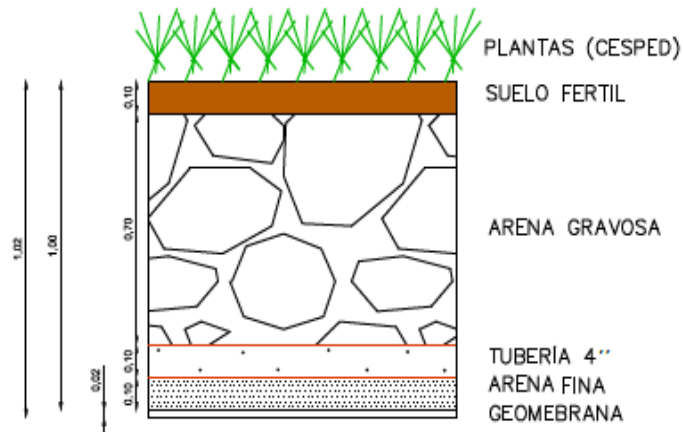


Figura 23. Detalle del Humedal Artificial.

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016

3.4.9 Laguna de maduración.

Una de las funciones de la laguna de maduración es la eliminación de organismos patógenos, se considera una etapa final de tratamiento de las aguas residuales.

Tabla 37:

Resumen del diseño de la laguna de maduración	
Diseño	Medidas
Longitud de la laguna	10,26 m
Ancho de la laguna	3,42m
Altura de la laguna	0,80 m
Área requerida	35,13 m ²
Tiempo de retención	3,75 días

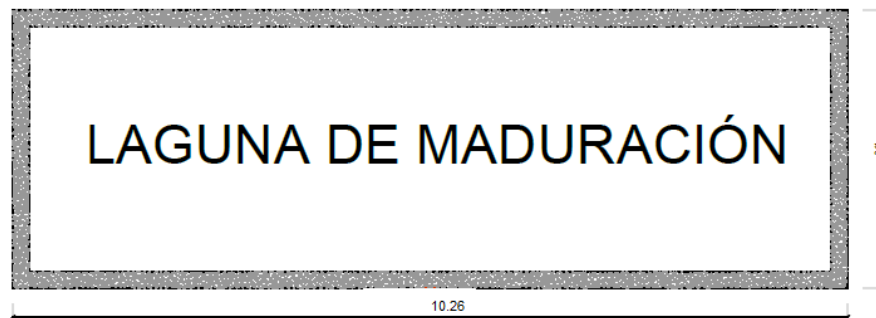


Figura 24. Laguna de maduración.

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016.

3.4.10 Área de secado de lodos.

Los lechos de secado de lodos es un método económico y simple de deshidratar los lodos estabilizados (lodos digeridos) lo cual resulta adecuado para comunidades pequeñas, estará constituido por geo membrana y tuberías perforadas internamente para evacuar el lixiviado hacia el humedal.

Tabla 38:

Resumen del diseño de lecho de lodos

Diseño	Medidas	
Longitud de lecho de secado	3,74 m	
Ancho del lecho de secado (propuesto)	1,5 m	
Altura del lecho	1 m	
Volúmenes de lodos a extraer	4,49m ³	
Área del lecho de secado	5,61 m ²	
Espesor de grava	0,40 m	
Orificios	Diámetro	6 mm
	Distancia de orificio a orificio	4 cm

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016

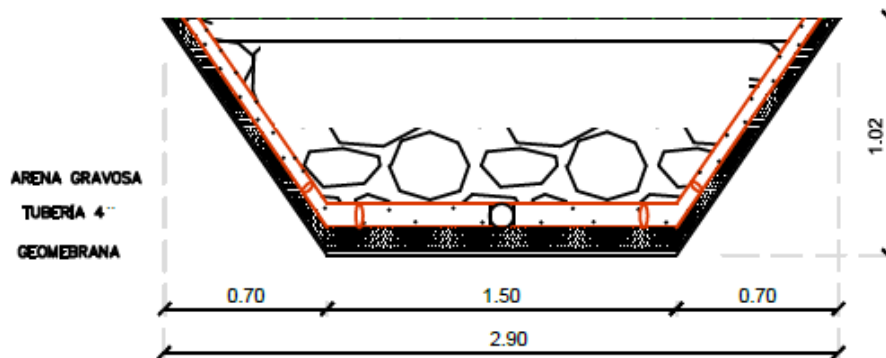


Figura 25. Detalle del Área de secado de lodos.

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016

3.4.11 Elección del lugar de implantación de la planta de tratamiento.

Los beneficiarios del proyecto son 470 habitantes quienes poseen el sistema de alcantarillado, los puntos de descargas están ubicadas a cierta distancia para los cuales se realizaran un sistema de recolección mediante tubos de PVC de 5" hacia la zona de implantación que fue otorgada por parte de la junta parroquial la cual posee una área de 1050 m², basados en el levantamiento de la línea base el tipo de suelo es arcilloso también posee suelos rocosos y suelos de canchagua, la topografía del suelo de implantación es ondulado ya que presenta una pendiente del 8% debido a la presencia de pequeñas colinas que son frutos de red fluvial que modela valles en una zona llana de manera suave.

Para la elección de la zona de implantación se consideró varias condiciones:

- Fácil acceso a la planta de tratamiento
- Mano de obra
- Terreno de la junta parroquial

Una vez analizados todos los aspectos anteriores y observando su cumplimiento, se eligió la ubicación en la quebrada chuipi para la implantación de la planta de tratamiento.

3.4.12 Análisis de costo- eficiencia

a) Costos de Construcción.

Para conocer los gastos totales de la implantación futura se suma los subtotales del recurso humano y el recurso físico material obteniendo un total de USD 17133,96.

A continuación se detallara cada uno de los recursos en la siguiente tabla:

Tabla 39:

Materiales de construcción					
Concepto	Unidad	días /semana	Cantidad	Costo unitario USD	Costo total USD
Recurso Humano					
Mano de obra	albañil principal	16 semanas	1	150	2400
	ayudantes	17 semanas	4	100	6800
Excavación	jornales	5 horas	2	20	200
Preparación del terreno	jornales	4 horas	1	2,54	10,16
Siembra de especies	jornales	5 horas	5	10	250
Subtotal					9660,16
Recurso físico material					
Cemento	unidad		90	7,4	666
Hierro	quintal		25	40	1000
Arena gravosa	m ³		7	15	105
Arena fina	m ³		3	12	36
Macadán	m ³		20	14	280
Ripio	m ³		15	15	225
Codos de 4"	unidades		10	3,5	35
codos 45°	unidades		18	2,5	45
Tubos de 6"	unidades		95	25	2375
Tubos de 4"	unidades		23	17	391
Cruz E/C	unidades		18	5,5	93

Geomembrana impermeabilizante	m ²	400	3,4	1360
Pistón vibrante	horas	8	2	16
Motosierra a gasolina	Horas	5	1	5
Tractor tipo Gallineta	horas	4 horas	1	25
Volqueta	horas	9 horas	1	35
Estolones de vegetación	unidades	1459	0,2	291,8
Subtotal				7478,8

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016

✓ *Costo- eficiencia.*

El análisis del costo- eficiencia ayuda a la toma de decisiones en cuanto a la rentabilidad de un proyecto, se realizará mediante la comparación de los costos previstos con los beneficios esperados en la realización de las mismas.

Tabla 40:
Análisis de inversión

ANÁLISIS DE INVERSIÓN			
ACTIVO FIJO			
TERRENO			
Detalle	Unidad	C/U	Total
Terreno	1050m ²	25	26250
EDIFICACIÓN			
Detalle	Unidad	C/U	Total
Canal de llegada	3	180	540
Desarenador	1,4	180	252
Sedimentador	32,2	180	5796
Caja de revisión	1,92	180	345,6
Total de activos fijo			6933,6
ACTIVOS DIFERIDOS			
Detalle	Unidad	C/U	Total
Permiso de construcción	1	200	200
Registro Ambiental	1	180	180
Total de activos diferidos			380
CAPITAL NETO DE TRABAJO			
Detalle	Unidad	C/U	Total

Mano de obra directa	1	20	20
Mantenimiento	1	20	20
Materia prima (Estalones de pasto alemán)	1470	0,2	294
Total neto de trabajo			334
Total de inversión			7647,6

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016

El financiamiento del proyecto será mediante autogestión con un total de USD 24786,56.

Costo-eficiencia =costos en términos actuales/ número de beneficiarios.

$$\text{Costo – eficiencia} = \frac{24786,56}{470}$$

$$\text{Costo – eficiencia} = 52,73 \text{ dólares}$$

CAPITULO IV

4 DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados presentados en el capítulo anterior se realiza la siguiente discusión:

Se analizó la dinámica de las descargas de aguas residuales en base a observaciones de campo y aforamientos. Las mediciones de caudales se realizaron durante un mes que permite formular una idea clara del comportamiento, con un caudal máximo de 254 m³/día, un mínimo de 117 m³/día y un promedio de 141,10 m³/día determinando que los caudales producidos son constantes, en la actualidad, Punín cuenta con una población de 470 hab en la cabecera parroquial, para una vida útil de la planta de tratamiento de 20 años, la población futura será de 634 hab, con un caudal aproximado de 206,496 m³/ día.

Las aguas residuales son netamente domésticas por la inexistencia de industrias y lugares de recreación, las descargas son evacuadas en dos puntos diferentes con una distancia de 580 m provocando un impacto al recurso suelo y agua lo que justifica que el sistema de recolección es primordial antes del ingreso a las operaciones de depuración.

Los parámetros analizados de acuerdo a la tabla 30 son:

El DBO₅, indica una cuantificación alta, al situarse en los 200,25 mg/l, comparando con 100mg/l de la tabla 14 del Anexo VI, para descargas de aguas residuales, perteneciente al TULSMA deducimos que, está por encima de lo establecido en la normativa anteriormente mencionada este parámetro consiste en la medición del oxígeno disuelto utilizado por los microorganismo para la oxidación bioquímica de la materia orgánica; se debe realizar un tratamiento biológicos a fin de recuperar su facultad de degradación.

Los sólidos suspendidos indica una cuantificación alta, al situarse en los 207,25 mg/l, comparándolo con los 100 mg/l de la tabla 14 del Anexo VI, para descargas de aguas residuales, perteneciente al TULSMA deducimos que, está por encima de lo establecido en la normativa anteriormente mencionada este parámetro hace referencia a la acumulación de sólidos generados a partir de alguna actividad antropogénicas para su eliminación se realizará mediante operaciones unitarias físicas.

Los coliformes se determinó una cuantificación alta, al situarse en 178,5 UFC/100ml, comparándolo con (remoción $\geq 99,9$ %) de la tabla 14 del Anexo VI, para descargas de aguas residuales, perteneciente al TULSMA deducimos que, está por encima de lo establecido en la normativa anteriormente mencionada, este parámetro podrá ser eliminado para llevar a cabo el cumplimiento de la normativa mediante tratamiento de lagunaje (laguna de maduración).

El nitrato, fosfato, temperatura y pH están dentro de los límites permisibles de acuerdo a la tabla 14 del Anexo VI, para descargas de aguas residuales, perteneciente al TULSMA.

En relación a los resultados obtenidos en los aforamientos y análisis de laboratorio de las aguas residuales de la cabecera parroquial de Punín, se establece el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales con las siguientes operaciones unitarias físicas y biológicas:

Se diseñó una rejilla mediana de 12 barrotes y una rejilla fina de 22 barrotes con un ancho de 0,50 m una inclinación del 60% se encuentra ubicada dentro del canal de llegada con el fin de eliminar desechos sólidos que pueden afectar el sistema de tratamiento, la limpieza será de tipo manual.

El desarenador se diseñó de acuerdo al caudal futuro con la finalidad de retener las arenas en épocas de lluvia, consta de dos fosas, cada una trabajara con la mitad del caudal, tendrá una área de implantación de 1.4 m².

El sedimentador tiene el objetivo de retener los sedimentos, consta de dos compartimentos cada uno posee una zona de entrada, constituido de una tolva de 1,65 m² de superficie con una altura de 2/5 a partir del fondo del sedimentador, se encuentran 24 orificios distribuidos uniformemente.

Los hidrosistema de depuración también conocidos como humedales artificiales de flujo subsuperficial son los más ideales para tratar aguas residuales domésticas en poblaciones pequeñas, elimina materia orgánica presentes en el humedal, está constituido por una geo-membrana para impermeabilizar el suelo, seguido de una capa de sustrato de arena fina con un volumen de 17,50m³ que da soporte al sistema de tuberías perforadas con el objetivo de distribuir el agua residual, la capa de arena gravosa posee un volumen de 122,53 m³ que actúa como una barrera primaria de tamizado, suelo fértil con un volumen de 17,50 m³ que brinda soporte al pasto alemán (*Echinochloa polystachya*) donde se desarrolla las interacciones biológicas del humedal.

La laguna de maduración tiene como objetivo reducir la concentración de microorganismos patógenos presentes en el agua residual sin necesidad de compuestos químicos, ocupa un área de 35,08 m², se encuentra cubierto por geo-membrana en todo el área.

El área de secado de lodos es de 5,61 m², constituido por una cubierta de geo-membrana con la finalidad de evitar la infiltración de lixiviados, los subproductos generados por el desarenador y sedimentador, serán recolectados hacia la caja de revisión que conecta al primer humedal para su posterior tratamiento.

El costo de construcción e inversión de la planta de tratamiento tiene un valor de USD 24786,56, genera un costo-eficiencia de USD 52,73 por habitante siendo más económico que las plantas de tratamiento convencionales, al ser un sistema de tratamiento de aguas residuales no va a contrastar con el ambiente de fácil operación y mantenimiento.

CAPITULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Los análisis físico-químico y microbiológico del agua residual proveniente de la parroquia de Punín, se encuentran fuera del límite permisible de acuerdo a la tabla 15 del Anexo VI, para descargas de aguas residuales, perteneciente al TULSMA siendo estas: Coliformes fecales con un exceso de 178,5 UFC/100ml, DBO₅ con 100,25 mg/l, DQO con 147,63mg/l, Sólidos sedimentables con 4,3 ml/l, Sólidos suspendidos con 107,25 mg/l, a excepción de los nitrato, fosfatos, pH y temperatura que cumplen los límites permisibles.

Los parámetros que influyen en el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales fueron: Coliformes fecales, DBO₅, Sólidos sedimentables, Sólidos suspendidos y temperatura.

El diseño final de la planta de tratamiento está constituido por las siguientes operaciones físicas y procesos unitarios biológicos: canal de llegada para la recolección de las aguas residuales; rejilla mediana y fina para retener materiales como (basura, plásticos, etc); desarenador de doble fosa para retener arenas de diámetros mayor a 0,02 mm; sedimentador de doble fosa para retener sólidos sedimentables con diámetros menores de 0,02 mm, estas dos unidades sirven para realizar una limpieza mecánica; dos humedales artificiales de flujo subsuperficial para la eliminación de DBO₅; laguna de maduración en la eliminación de patógenos y un área de secado de lodos, con un área total de diseño aproximadamente de 600 m².

Con el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales se benefician 470 habitantes, con una proyección de vida útil de 20 años.

La planta de tratamiento de aguas residuales para la cabecera parroquial de Punín se diseñó bajo los criterios de diseño de acuerdo a la investigación realizada, cumpliendo así con los requerimientos ambientales y de obra civil, generando un presupuesto referencial para la implementación de USD 24786,56, los mismos que serán autogestionados por parte del GAD parroquial de Punín.

5.2 Recomendación

Impermeabilizar la zona de lodos, humedales y la laguna de maduración con el fin de evitar posibles infiltraciones de líquidos que pueden contaminar el suelo y las fuentes de agua produciendo impactos ambientales.

Retirar los lodos del sedimentador y desarenador, colocar en el área de secado de lodos en épocas de verano, para que el agua remanente se evapore por efecto combinado de la radiación solar y la acción de la velocidad del viento, el secado de lodos depende principalmente de las condiciones meteorológicas (precipitación, temperatura y humedad relativa).

Se recomienda tener un control en el crecimiento del pasto alemán mediante podas cada 45 días con la finalidad de aumentar la eficiencia de depuración de las aguas residuales, en cada uno de los orificios del sistema de tuberías es necesario cubrir mediante una malla plástica de 2mm, para evitar obstrucciones y por ende mantener un flujo constante en toda la área del humedal artificial.

Al implementar el proyecto de la planta de tratamiento de aguas residuales por parte del GAD parroquial de Punín, se recomienda utilizar el plan de manejo ambiental generado en la propuesta para la obtención del Registro Ambiental en el que se certifica que se ha cumplido con el proceso de regularización ambiental del proyecto, que otorga el Ministerio del Ambiente de Chimborazo.

CAPITULO VI

6 PROPUESTA

6.1 Título de la propuesta

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES DE LA CABECERA PARROQUIAL DE PUNIN.

6.1.1 Introducción

El uso de un recurso natural suele guardar relación con la alteración que puede sufrir el mismo en un periodo de tiempo bajo condiciones antrópicas, perjudicando así a las personas que se benefician de este, es por dicho antecedente, que en la actualidad se define al; uso racional, eficiente y ahorro del agua, como una herramienta de trabajo, para que las autoridades centren sus políticas de desarrollo para garantizar el manejo y control el sistema hídrico de una comunidad específica.

Como resultado, las instituciones públicas, aceptan el compromiso de administrar los recursos que poseen, comprendiendo la responsabilidad del manejo ambiental de los mismos, de esta forma aseguran el uso sustentable de los bienes públicos, y además estimulan a los individuos que conforman la comunidad en la protección del ambiente.

a) Objetivo.

Cumplir con el 100% de la normativa ambiental vigente, que regula las actividades de construcción y operación de la planta de tratamiento de aguas residuales, mediante la elaboración de la ficha y plan de manejo ambiental. Por lo expuesto anteriormente, el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Punín, a través del comité de ambiente, aplicará el Plan de Manejo Ambiental, como herramienta de cumplimiento ambiental durante la construcción y operación de la planta de tratamiento, la misma

que consta de un responsable de la ejecución y operación de la obra, medidas a realizar para mitigar los impactos ambientales y medio de verificación para comprobar el cumplimiento del plan de manejo ambiental.

6.1.2 Fundamentación Científico –Técnica

En el Acuerdo Ministerial No. 061 reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, indica que toda obra o actividad antes de su implantación debe cumplir con la normativa ambiental vigente, obteniendo un permiso ambiental obligatorio que es otorgado por la autoridad ambiental en el que indica que se ha cumplido con una información sistematizada que permite identificar los impactos socio-ambientales que el proyecto, obra o actividad genera y permite realizar medias preventivas, correctivas y de mejoras.

Para garantizar el cumplimiento de dicho decreto se ingresó al Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) del ministerio del ambiente (MAE), para conocer la actividad ambiental a la que pertenece la planta de tratamiento de aguas residuales que fue diseñada anteriormente, por su población de 470 habitantes y por el caudal generado de 206.496m³/día, el catálogo ambiental establece que es un registro ambiental siendo su actividad construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales (incluye sistemas de alcantarillado), por lo cual es necesario la aplicación de una ficha ambiental, y poniendo a consideración para el Gobierno autónomo descentralizado de Punín tome la decisión de continuar con el proceso de regularización ambiental para la construcción y funcionamiento de la planta de tratamiento, el permiso emitirá el Ministerio del Ambiente de Chimborazo así se cumplirá con la normativa ambiental vigente.

6.1.3 Descripción de la propuesta

Al regularizar un proyecto, se da a conocer las actividades que se realizarán para su futura ejecución, los impactos positivos y negativos que conlleva cada una de las actividades para la construcción y funcionamiento, el plan de manejo tiene como fin mitigar, reducir o compensar el efecto de cada acción, y con ello poder alcanzar la protección ambiental.

La propuesta consta de un plan de manejo ambiental (PMA) para las fases de construcción y operación de la planta de tratamiento, donde se establece y detalla las acciones que se requieren realizar para prevenir, mitigar, controlar, corregir y compensar los posibles impactos ya sean negativos o positivos el plan de manejo ambiental contiene los siguientes planes:

- Plan de prevención y mitigación de impactos (PPM)
- Plan de manejo de desechos (PMD)
- Plan de comunicación y capacitación (PCC)
- Plan de relaciones comunitarias (PRC)
- Plan de contingencia (PC)
- Plan de seguridad y salud ocupacional (PSS)
- Plan de monitoreo y seguimiento (PMS)
- Plan de rehabilitación (PR)
- Plan de cierre, abandono y entrega del área (PAE)

a) FICHA AMBIENTAL

1 PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD.
GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL DE PUNIN PLANTA DE TRATAMIENTOS PARA LA CABERA PARROQUIAL DE PUNIN

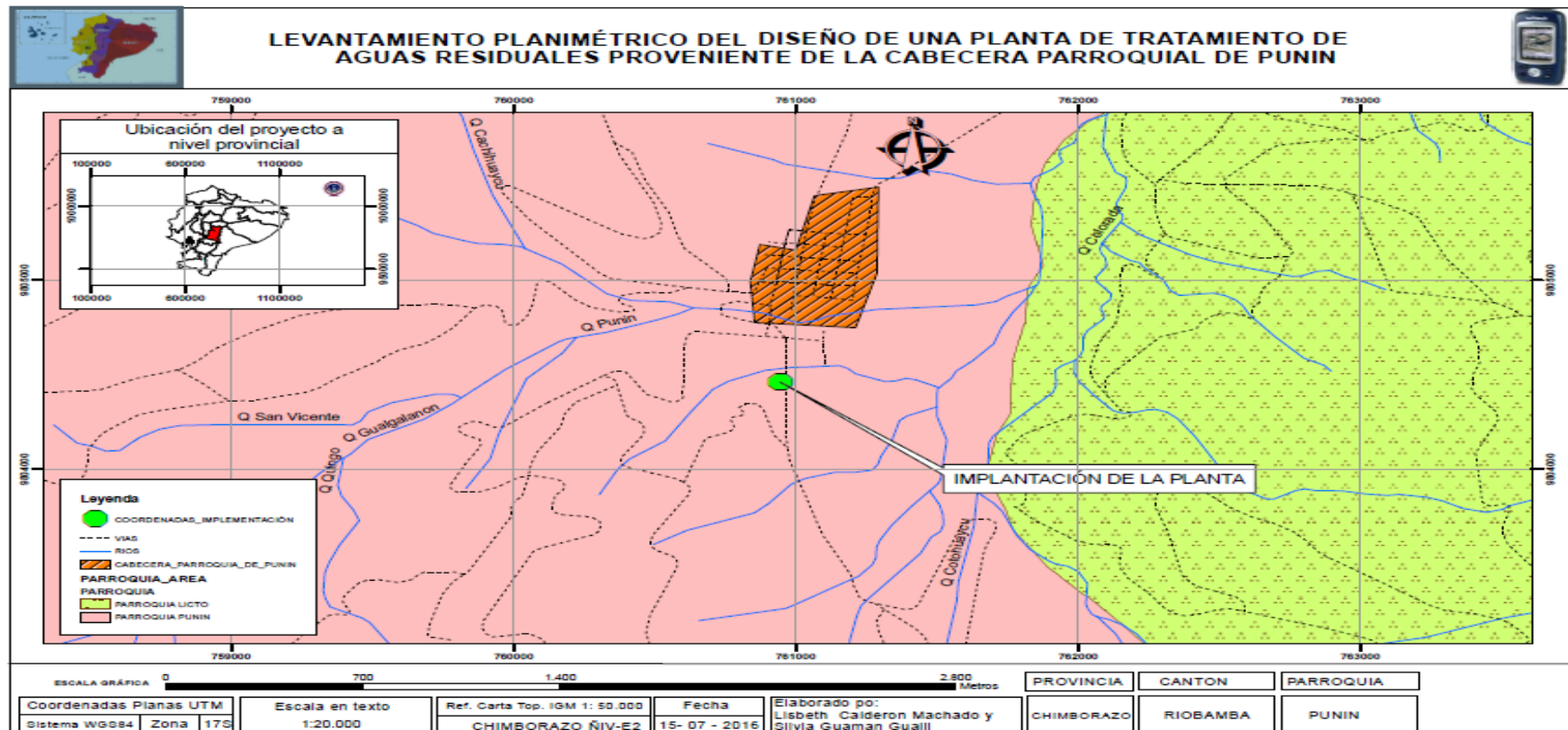
2 ACTIVIDAD ECONÓMICA.
CCAN. CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (INCLUYE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO)

3 DATOS GENERALES.				
Sistema de coordenadas UTM WGS84, Zona (correspondiente al Huso Horario) :				
(X): 0760945	(Y): 9804460		(msnm):2788	
Estado del proyecto, ora o actividad:	Construcción: <input checked="" type="checkbox"/>	Operación: <input checked="" type="checkbox"/>	Cierre: <input type="checkbox"/>	Abandono: <input type="checkbox"/>
Dirección del proyecto, obra o actividad: Cabecera Parroquial de Punín.				
Cantón: RIOBAMBA	Ciudad: RIOBAMBA		Provincia: CHIMBORAZO	
Parroquia: Punín Urbana: Rural: x	Zona no delimitada:		Periférico:	
Datos del Promotor: Sr. Juan Manya Iglón (Presidente del GAD)				
Domicilio del promotor:				
Correo electrónico del promotor: jp_punin@hotmail.com			Teléfono: 03 2 337-084	
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA.				
Área del proyecto (ha o m²): 1050 m ²	Infraestructura (residencial, industrial, u otros): Planta de tratamiento de aguas residuales.			

Mapa de ubicación: SIG (Arcgis).

Mapa 2:

Mapa de implantación para la planta de tratamiento de aguas residuales



Elaborado por: Calderón L., Guamán S. 2016

EQUIPOS Y ACCESORIOS PRINCIPALES		
1.-Canal de llegada	2.-Desarenadores (1)	3.-Sedimentadores (1)
4.- Humedales artificiales con Pasto alemán (<i>Echinochloa polystachya</i>). (2)	5.- Laguna de maduración. (1)	6.- Área de secado de lodos. (1)
Observaciones: No se requiere equipos adicionales ya que es todo por gravedad.		
REQUERIMIENTO DE PERSONAL.		
Fase de construcción: 20 personas		Fase de operación : 3 personas
ESPACIO FÍSICO DEL PROYECTO.		
Área Total (m ² , ha): 1050 m ²	Área de Implantación (m ² , ha): 600m ²	
Agua Potable: SI () NO(x)	Consumo de agua (m ³): 206.496 m ³ /día	
Energía Eléctrica: SI () NO(x)	Consumo de energía eléctrica (Kwh): N/A	
Acceso Vehicular: SI (x) NO ()	Facilidades de transporte para acceso: Si	
Topografía del terreno: Ondulado con una pendiente 2-8%.	Tipo de Vía: Caminos vecinales	
Alcantarillado: SI (x) NO ()	Telefonía: Móvil(x) Fija () Otra ()	
Observaciones: Existen viviendas que no se encuentran conectadas al sistema de alcantarillado		
SITUACIÓN DEL PREDIO		
Alquiler:	Compra:	
Comunitarias: x	Zonas restringidas:	
Observaciones: Forma parte del Gobierno autónomo descentralizado de Punín		
UBICACIÓN COORDENADAS DE LA ZONA DEL PROYECTO.		
Sistema de coordenadas UTM WGS84 Zona (correspondiente al Huso Horario) para la creación de un polígono de implantación. (mínimo cuatro puntos)		
Este (X): 076086	Norte (Y): 9804396	Altitud (msnm):2795
Este (X): 0760866	Norte (Y): 9804404	Altitud (msnm):2791
Este (X): 07600910	Norte (Y): 9804430	Altitud (msnm):2790
Este (X): 0760945	Norte (Y): 9804460	Altitud (msnm):2788
Este (X): 0761057	Norte (Y): 9805064	Altitud (msnm):2737

4. MARCO LEGAL REFERENCIAL.

MARCO LEGAL	
<p>CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR</p>	<p>Art. 87 establece que la Ley tipificará las infracciones y determinará los procedimientos para establecer responsabilidades administrativas civiles y penales que correspondan a las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, por las acciones u omisiones en contra de las normas de protección al medio ambiente.</p> <p>De igual forma en el Capítulo Séptimo, Derechos de la Naturaleza, se manifiesta una restauración, independiente de la obligación que tiene el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados. En los casos de impacto ambiental grave o permanente, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas</p> <p>(Art. 72, Derechos de la Naturaleza, Título II)</p> <p>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;</p> <p>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;</p> <p>1. 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;</p> <p>2.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.</p> <p>Art. 396 del Capítulo Segundo, destaca la participación del estado y responsabilidades para prevenir impactos o remediarlos además que “Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso</p>

	<p>de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente. Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.</p>
<p>EL MINISTERIO DE AMBIENTE, MEDIANTE ACUERDO MINISTERIAL NO. 006, CON FECHA 18 DE FEBRERO DE 2014, EXPIDIÓ LA DEROGATORIA AL CATÁLOGO DE CATEGORIZACIÓN AMBIENTAL NACIONAL, EXPEDIDO MEDIANTE ACUERDO MINISTERIAL NO. 68, PULICADO EN EL SUPLEMENTO DEL REGISTRO OFICIAL NO. 33 DEL 31 DE JULIO DE 2013 Y AL ACUERDO MINISTERIAL NO. 74 DEL 21 DE AGOSTO DEL 2013.</p>	<p>Art. 25.- Del registro del promotor,- Previamente a registrar cualquier proyecto, ora o actividad, el promotor deberá contar con un nombre de usuario y contraseña que le asignará el sistema SUIA, para lo cual deberá cumplir con todo el proceso de registro, en la página WE del Ministerio del Ambiente.</p> <p>Una vez culminado el proceso de registro el sistema SUIA notificará al proponente en su dirección de correo electrónico si el proceso fue exitoso, y le asignará un nombre de usuario y contraseña.... El proponente deberá registrarse en el SUIA por una sola vez, independientemente de los proyectos, obras o actividades que presente en el futuro.</p> <p>Art. 26.- Del registro del proyecto, ora o actividad.- Todos los proyectos, oras o actividades, que generen impactos y riesgos ambientales, deberán regularizarse mediante el SUIA.</p> <p>Art. 28.- Del certificado de intersección.- El certificado de intersección, es un documento electrónico, generado por el SUIA, a partir de coordenadas UTM datum: WGS-84,17S, en el que se indica que el proyecto, ora o actividad propuesto por el promotor interseca o no, con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, bosques y Vegetación Protectora, Patrimonio Forestal del Estado, Zona Intangible Cuyabeno Imbuya, Núcleo del Parque Nacional Yasuní y Zona de Amortiguamiento Núcleo Parque Nacional Yasuní y otras de alta prioridad.</p> <p>El certificado de intersección es un documento necesario y obligatorio para continuar con el proceso de registro de un proyecto, obra o actividad: sin la obtención del mismo, no se podrá continuar con el proceso de regularización ambiental.</p> <p>Art. 39.- De la categoría II (licencia ambiental categoría II).- Dentro de ésta categoría se encuentran catalogados los proyectos, oras o actividades cuyos impactos ambientales y/o riesgo ambiental, son considerados de ajo impacto. Todos los proyectos, oras o actividades catalogados dentro de ésta categoría, deberán regularizarse ambientalmente a través de la obtención de una licencia ambiental, que será otorgada por la autoridad ambiental competente, mediante el SUIA.</p>

<p>TULSMA LIRO VI ANEXO 6:</p> <p>ACUERDO MINISTERIAL NO. 066 PULICADO EN EL REGISTRO OFICIAL 036 DEL 15 DE JULIO DE 2013 O NORMATIVA VIGENTE.</p> <p>PROCESO DE PARTICIPACIÓN SOCIAL PARA</p> <p>PROYECTOS CATEGORÍA II</p>	<p>Art. 44.- De los objetivos de la ficha ambiental.- La ficha ambiental permite describir de manera general, el marco legal aplicable, las principales actividades de los proyectos, oras o actividades que según la categorización ambiental nacional, son consideradas de bajo impacto; además se describe su entorno en los aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos y propone medidas a través de un plan de manejo ambiental para prevenir, mitigar y minimizar los posibles impactos ambientales.</p> <p>Este acuerdo entrará en vigencia a partir de su suscripción, dado el 18 de febrero de 2014; sin perjuicio de su publicación en el Registro Oficial.</p> <p>Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos. Esta Norma establece los criterios para el manejo de los desechos sólidos no peligrosos, desde su generación hasta su disposición final. La presente Norma Técnica no regula a los desechos sólidos peligrosos.</p> <p>Art. 31.- En el caso de proyectos que requieren de Licencia Ambiental Categoría II, el Proceso de Participación Social (PPS) consistirá en la organización y realización de una reunión informativa (RI) a la que se convocará a los actores sociales que tienen relación con el proyecto. La convocatoria para la Reunión Informativa se realizará a través de los siguientes medios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Invitaciones colectivas con carteles informativos y/o perifoneo en sitios públicos cercanos al lugar del proyecto, y en el lugar de la Reunión Informativa, dicha convocatoria deberá realizarse con cinco días de anticipación. • Invitaciones Personales entregadas por lo menos con cinco días de anticipación a los actores sociales identificados. • Otro tipo de convocatoria mediante la cual se asegure la asistencia de la comunidad a la reunión informativa. <p>Art. 32.- El proponente deberá incluir en la documentación de la Ficha Ambiental, los respaldos que permitan verificar la aplicación de los Mecanismos de Participación Social establecidos.</p> <p>En caso de ser necesario, y a criterio de la Autoridad Ambiental Competente, ésta podrá disponer la aplicación de mecanismos de Participación Social complementarios y/o ampliatorios con la presencia de uno o varios Facilitadores Socio ambientales acreditados.</p>
--	---

--	--

5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD

Descripción del Proyecto
<p>La planta de tratamiento de aguas residuales con humedales artificiales o hidrosistema de depuración para la parroquia de Punín, en la actualidad el gobierno autónomo descentralizado de Punín con el compromiso ambiental cree necesario optar por una tecnología alternativa que permita reutilizar los caudales de las aguas residuales y regresar a los recursos naturales mejorando así su composición física, química y microbiológica a fin de mejorar la calidad de vida de la población</p>

6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

INTERACCIÓN EN EL PROCESO		
MATERIALES, INSUMOS, EQUIPOS	FASE DEL PROCESO	IMPACTOS POTENCIALES
Remoción de vegetación. Compactación del suelo Limpieza del terreno Construcción de los componentes de la planta de tratamientos	Construcción	Pérdida de biodiversidad Generación de residuos sólidos (escombros) Impacto visual Generación de gases y material particulado. Accidentes laborales
Ingreso de agua residual. Rejilla Desarenador Sedimentador Humedales artificial Lagunas de maduración Descarga de agua tratada Zona de secado de lodos. (Disposición de lodos)	Operación	Generación de residuos: Sólidos Líquidos, lixiviados Generación de lodos Emisiones gaseosas de vehículos (Transporte).

7. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN.

a) Físico.

✓ Área de Implantación del Proyecto.

El área de implementación del proyecto es de 600 m²

✓ Altitud.

La planta de tratamiento de aguas residuales para la cabecera parroquial de Punín se encuentra a una altitud de 2737msnm.

✓ Clima.

Los datos del clima se obtuvieron del INHAMI, de la estación meteorológica de Guaslan reportado de los últimos cinco años obteniendo el siguiente resultado.

Tabla 41:

Datos de la estación meteorológica.			
Estación meteorológica Guaslán			
Parámetro	Valor Medio	Valor Mínimo	Valor Máximo
Temperatura.	13.87°C.	13.5 °C	15.3 °C
Precipitación.	42.8mm	9.4 mm	113.5mm
Humedad relativa.	83%	77%	89%
Presión barométrica.	730.5m	728.06m	735.91m
Velocidad del viento.	7.7 m/s	2.3 m/s	11m/s

Fuente: INAMHI

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016.

De acuerdo con los datos meteorológicos anteriormente expuestos, que corroboran la información histórica de la región, se puede concluir que se definen dos estaciones climáticas bastante definidas.

La época seca o verano, comprende los meses de julio a septiembre, aproximadamente, en los cuales se presenta la menor cantidad de precipitación del año. Durante este periodo, los vientos se aceleran, la cantidad de radiación solar aumenta, la nubosidad y la humedad relativa disminuyen.

La época lluviosa comprende los meses de octubre a diciembre. Esta época se caracteriza por la mayor cantidad de precipitación anual, la disminución en la intensidad del viento, el incremento en la cantidad de nubosidad y la disminución de radiación solar.

b) Geología, geomorfología, suelos.

En las vertientes de la Sierra, entre las cotas entre 2000 y 3000 msnm y en pendientes variadas, se desarrollan suelos a partir de materiales volcánicos, compuesto por depósitos de ceniza dura cementada o cangahua, que actualmente se encuentra erosionada por factores ambientales (viento y agua), formando grandes grietas en la cangahua, que se encuentra a menos de 1 metro de profundidad, donde hay muy poco suelo (Cañadas, 1983).

La geología de la parroquia Punín en la zona alta, caracterizadas por estar constituidas por cuarcitas y lutitas en pocas cantidades de color oscuro; además cantidades menores de limonitas y brechas detríticas; la formación de Cangagua, con una proporción de tobas meteorizadas de color café amarillento, propias de la parte media de la parroquia.

En la parte baja de la parroquia, se encuentra constituida principalmente de grava moderadamente gruesa y arenas sueltas en un mismo conglomerado; la formación de Cisan caracterizada por contener areniscas tobaceas.

✓ *Ocupación actual del suelo.*

El área de implantación del proyecto es terreno baldío pertenece al GAD parroquial de Punín.

✓ *Pendiente del suelo.*

Ondulado con una pendiente 2-8%.

✓ *Condiciones de drenaje.*

La región donde se asentará la PTAR posee un buen drenaje natural.

✓ *Hidrología.*

No existen ríos, sólo en invierno el agua baja de las montañas por las profundas quebradas, las principales vertientes tanto para riego como para consumo humano se encuentran administradas por el Agua Potable Junta de Agua Potable y Alcantarillado de la parroquia Punín.

✓ *Ruido.*

Las no existen fuentes generadoras de ruido de los alrededores del área de implantación del proyecto.

c) *Biótico.*

✓ *Ecosistema.*

De acuerdo a la clasificación establecida por Holdridge se establece que la zona de estudio pertenece a la zona de vida bosque seco Bosque montano húmedo.

✓ *Cobertura vegetal.*

Ralo: Formaciones vegetales naturales o provocadas con árboles muy dispersos, en donde se puede apreciar claramente la presencia de suelo o en algunos casos, vegetación de tipo herbácea o matorrales con individuos también dispersos.

✓ *Flora y Fauna básica asociada.*

Las especies vegetales identificadas en la zona de estudio tabla 15 son especies endémicas e introducidas, debido a que es una zona intervenida.

Las especies animales encontradas en la zona de estudio son descritas en la tabla 16, al igual que las especies vegetales son especies endémicas e introducidas.

d) Social.

✓ *Demografía.*

Según el Censo de Población y vivienda del 2010 en el Punín posee una densidad poblacional de 5976 y un total de viviendas de 130 el número de habitantes del en la cabecera parroquial de 470.

✓ *Descripción de los principales servicios.*

En la cabecera parroquial de Punín donde se encuentra localizada la PTAR posee los siguientes servicios básicos según el último censo poblacional y vivienda 2010.

Tabla 42:

Servicios básicos	
Servicios básicos	
Red pública de agua potable	6.17 %
Red pública de alcantarillado	8.15 %
Energía eléctrica	88.49 %
Recolección de basura	2.65 %

Fuente.- Censo de Población y Vivienda 2010, INEC

✓ *Actividades socio-económicas.*

Pertenecen a la Población Económicamente Activa el aporte de las mujeres al desarrollo económico de la Parroquia es importante y se vinculan a múltiples actividades generalmente de producción agrícola y ganadera.

✓ *Organización social.*

Las organizaciones han participado en la consecución de importantes obras en beneficio de los habitantes de la cabecera parroquial conjuntamente con el apoyo del presidente de la junta parroquial el Sr. Juan Manyá, el Lic. Luis Escobar presidente de la Junta de agua potable y alcantarillado.

✓ *Aspectos culturales.*

La mayoría de los habitantes de la parroquia son mestizos, existe un pequeño porcentaje de indígenas, la lengua de la mayoría de la población de la parroquia es el castellano, religión católica.

Las principales festividades son las siguientes:

- Fin de año
- Año nuevo
- Carnaval
- Viernes santo
- Día de difuntos (02 de noviembre)
- Navidad (25 de diciembre)

8. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES

PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES			
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	POSITIVO / NEGATIVO	ETAPA DEL PROYECTO
Generación de material particulado.	Afectación a la calidad del suelo	Negativo	Operación, abandono y mantenimiento
Generación de desechos sólidos		Negativo	
Cambio de uso de suelo.	Cambios a nivel paisajístico.	Negativo	Operación y abandono

Afectación a la salud	Riesgos a la salud.	Negativo	Operación, abandono y mantenimiento
Generación de accidentes	Riesgos de accidentes.	Negativo	Operación, abandono y mantenimiento
Población.	Mejorar la disposición final de las aguas residuales	Positivo	Operación
Población	Pasto alemán como alimento para los animales después de la poda	Positivo	Operación.

9. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El presente plan de manejo ambiental consta de ocho planes con medidas de compensación, mitigación y prevención con el fin de precautelar y evitar impactos ambientales, durante la construcción y operación de la planta de tratamientos de aguas residuales para la cabera parroquial de Punín.

- Plan de Prevención y Mitigación de Impactos
- Plan de Manejo de Desechos
- Plan de Comunicación y Capacitación
- Plan de Relaciones Comunitarias
- Plan de Contingencia
- Plan de seguridad y salud ocupacional
- Plan de cierre, abandono y entrega del área
- Plan de Abandono y Entrega del Área

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

El propósito es seleccionar, diseñar, ejecutar y controlar la aplicación de medidas que permitan minimizar los impactos ambientales negativos significativos.

a) Plan de Prevención y Mitigación de Impactos PPM

Plan de Prevención y Mitigación de Impactos PPM

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS									
FASE DE CONSTRUCCION – CONTROL DE LA EROSION							PPM-01		
OBJETIVO	Reducir los riesgos de arrastre de material excavado o de la apertura de las zanjas en el área de tratamiento especialmente								
LUGAR DE APLICACIÓN	Área de Influencia Directa								
RESPONSABLE	Contratista								
ASPECTO AMBIENTAL	CALIDAD DE AGUA, FLORA Y FAUNA								
IMPACTO IDENTIFICADO	POTENCIAL CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS POTENCIAL AFECTACION A LA FLORA Y FAUNA								
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCION				COSTO USD
					1	2	3	4	
<p align="center">PPM-01</p> <p>MEDIDA : CONTROL DE LA EROSIÓN</p> <p>Desalojo rápido y oportuno de material de excavación de los sitios de instalación dentro de la obra y de los materiales sobrantes de construcción y excavación al sitio de disposición final autorizado</p> <p>Se debe mantener la tierra de excavación en el sitio dentro del área delimitada de construcción y de acuerdo a las especificaciones técnicas y ambientales.</p> <p>Limpieza continua de la obra</p> <p>El contratista está obligado a realizar en forma permanente la limpieza de tierra o lodo, que proviniendo de la construcción de la obra provocaren un deterioro de las condiciones de circulación vehicular o peatonal en la zona.</p> <p>Escombreras para depósito final Los materiales producto de las excavaciones, que no serán aprovechados en los rellenos y deben ser retirados y desalojados desde el sitio de obra a los lugares de libre colocación</p>	<p>Volumen de tierra de excavación frente a volumen de tierra desalojada semanal-mente</p> <p>Número de viajes para desalojo de material</p>	<p>Informe técnico.</p> <p>Registros,</p> <p>Fotografías.</p>	<p>Contratista/</p> <p>GAD Parroquial Punín</p>	<p>Semanal /</p> <p>Quincenal</p>					<p>Incluido en Indirecto de Obra</p>

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS									
FASE DE CONSTRUCCION – CONTROL DEL POLVO y RUIDO							PPM-01		
OBJETIVO	Prevenir contra la contaminación del recurso aire por el empleo de maquinaria en la construcción de las obras								
LUGAR DE APLICACIÓN	Área de Influencia Directa								
RESPONSABLE	Contratista								
ASPECTO AMBIENTAL	CALIDAD DEL AIRE								
IMPACTO IDENTIFICADO	POTENCIAL CONTAMINACIÓN DEL RECURSO AIRE								
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCION				COSTO USD
					1	2	3	4	
PPM-01 MEDIDA : CONTROL DEL POLVO El control del polvo se lo realizará mediante el empleo de agua. <ul style="list-style-type: none"> Se recomienda hacerlo por lo menos dos veces al día y la frecuencia de este procedimiento variará dependiendo de la actividad que se esté ejecutando. Utilización de lona de protección en las volquetas para transporte de material de construcción y material de desalojo 	Frecuencia de humedecimiento de zonas de trabajo	Informe técnico. Fotografías.	Contratista/ GAD Parroquial Punín	Semanal / Quincenal					Incluido en Indirecto de Obra
MEDIDA : CONTROL DEL RUIDO <ul style="list-style-type: none"> Realizar el mantenimiento adecuado de la maquinaria, equipos y vehículos Exigir la utilización de silenciadores en los escapes de los vehículos, maquinaria y equipo. No se permitirá la utilización de bocinas o pitos. El horario de trabajo en lo posible deberá ser entre las 6h00 y las 20h00; si se requiriese trabajos nocturnos, la modificación del horario de trabajo deberá ser notificada a los habitantes del área. 	Certificados de revisión y mantenimiento de equipos	Informe Técnico. Fotografías.	Contratista/ GAD Parroquial Punín	Semanal / Quincenal					Incluido en Indirecto de Obra

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS									
FASE DE CONSTRUCCION – CONTROL DE LA FLORA Y FAUNA						PPM-01			
OBJETIVO	Proteger la flora y fauna del área del proyecto								
LUGAR DE APLICACIÓN	Área de Influencia Directa								
RESPONSABLE	Contratista								
ASPECTO AMBIENTAL	FLORA Y FAUNA								
IMPACTO IDENTIFICADO	POTENCIAL AFECTACION A LA FLORA Y FAUNA								
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN / MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN / MONITOREO	PLAZO DE EJECUCION				COSTO USD
					1	2	3	4	
PPM-01 MEDIDA : CONTROL DE FLORA Y FAUNA <ul style="list-style-type: none"> El material vegetal resultante de la limpieza y desbroce de las áreas constructivas deberá ser dispuesto en un sitio adecuado de modo que se descomponga naturalmente. Está prohibido el corte de árboles para abastecer la necesidad de material adicional de construcción. Toda la madera requerida para encofrados y otras actividades, deberá ser comercializada en puntos de venta calificados. La fauna, queda expresamente prohibida la caza y pesca de cualquier especie ya sea en los frentes de obra y centros poblados. También estará expresamente prohibido capturar, molestar o maltratar a los animales 	Área afectada por la remoción vegetal Material dispuesto en zonas designadas	Informe técnico. Fotografías.	Contratista/ GAD Parroquial Punín	Semanal / Quincenal					Incluido en Indirecto de Obra

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS									
FASE DE CONSTRUCCION – CONTROL DE EXCAVACION Y MOVIMIENTO DE TIERRA						PPM-01			
OBJETIVO	<p>Establecer las medidas tendientes a controlar los efectos ambientales ocasionados por el movimiento de tierra y excavaciones de zanjas durante el desarrollo de la obra.</p> <p>Minimizar riesgos para trabajadores y habitantes en los sitios donde se desarrolla la obra</p>								
LUGAR DE APLICACIÓN	Área de Influencia Directa								
RESPONSABLE	Contratista								
ASPECTO AMBIENTAL	CALIDAD DE VIDA EN ZONAS ALEDAÑAS, RIESGOS PARA LA SALUD Y SEGURIDAD, PAISAJE, TRANSITO VEHICULAR Y PEATONAL								
IMPACTO IDENTIFICADO	POTENCIAL RIESGO PARA LA SALUD Y SEGURIDAD DE TRABAJADORES Y MORADORES, AFECTACION A LA CALIDAD DE VIDA DE ZONAS ALEDAÑAS								
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCION				COSTO USD
					1	2	3	4	
MEDIDA : PREVENTIVA/CORRECTIVA El control del polvo se lo realizará mediante el empleo de agua. <ul style="list-style-type: none"> • Delimitar el área de trabajo y no permitir el acceso a personas no autorizadas • Desde el inicio de la excavación hasta cuando se instala y se cubre la tubería no deben transcurrir más de 7 días. • Esta medida se aplica a las tareas que se realizan en los sitios de implantación cajas revisión, desarenador, sedimentador humedales artificiales, lagunas de maduración. • GAD parroquial de Punín vigila para que se mantenga una adecuada protección de todas las superficies expuestas por las excavaciones, hasta la conclusión de los trabajos. • Cumplimiento de Especificaciones Técnicas de Construcción. 	Frecuencia de humedecimiento de zonas de trabajo	Informe técnico. Fotografías.	Contratista/ GAD Parroquial Punín	Semanal / Quincenal					Incluido en Indirecto de Obra

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS									
FASE DE CONSTRUCCION – TRANSPORTE DE MATERIALES DE CONSTRUCCION						PPM-01			
OBJETIVO	Evitar daños a las personas, propiedad pública y privada, al momento de transportar materiales de construcción, desechos y escombros que se necesiten o se generen del proyecto.								
LUGAR DE APLICACIÓN	Área de Influencia Directa								
RESPONSABLE	Contratista								
ASPECTO AMBIENTAL	CALIDAD DE VIDA EN ZONAS ALEDAÑAS, RIESGOS PARA LA SALUD Y SEGURIDAD, TRANSITO VEHICULAR Y PEATONAL, INFRAESTRUCTURA EXISTENTE								
IMPACTO IDENTIFICADO	POTENCIAL RIESGO PARA LA SALUD Y SEGURIDAD DE TRABAJADORES Y MORADORES, AFECTACIÓN A LA CALIDAD DE VIDA DE ZONAS ALEDAÑAS,								
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCION				COSTO USD
					1	2	3	4	
PPM-01 MEDIDA: TRANSPORTE DE MATERIALES DE CONSTRUCCION <ul style="list-style-type: none"> El transporte de materiales e insumos de obra debe respetar la normatividad vigente. La velocidad máxima de circulación para los camiones, que transporten materiales para la ejecución de la obra será de 40 km/hora. La carga dentro de las volquetas de los vehículos debe protegerse con la ayuda de lonas o carpas, debidamente aseguradas con ganchos. La vía a utilizar así como vías alternas y desvíos, deben ser programados con anterioridad y en coordinación con el GAD parroquial de Punín. 	Registro de infracciones o quejas de la comunidad	Informe técnico. Fotografías.	Contratista/ GAD Parroquial Punín	Semanal / Quincenal					Incluido en Indirecto de Obra

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS									
FASE DE CONSTRUCCION – DEMARCACION DE SITIOS DE OBRA E INSTALACIONES DE OBRA							PPM-01		
OBJETIVO	Prevenir accidentes laborales y de terceros								
LUGAR DE APLICACIÓN	Área de Influencia Directa								
RESPONSABLE	Contratista								
ASPECTO AMBIENTAL	CALIDAD DE VIDA EN ZONAS ALEDAÑAS, RIESGOS PARA LA SALUD Y SEGURIDAD								
IMPACTO IDENTIFICADO	POTENCIAL RIESGO PARA LA SALUD Y SEGURIDAD DE TRABAJADORES Y MORADORES, AFECTACIÓN A LA CALIDAD DE VIDA DE ZONAS ALEDAÑAS,								
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCION				COSTO USD
					1	2	3	4	
PPM-01 MEDIDA: CONTROL DE EXCAVACION Y MOVIMIENTO DE TIERRA <ul style="list-style-type: none"> • Instalación y adecuación de campamento • El campamento deberá ubicarse en un área que brinde condiciones de estabilidad a las instalaciones con las debidas señalizaciones. • La ubicación del campamento no deberá interferir la ejecución de la obra y preferentemente deberá instalarse en lo posible en lugares abiertos. • No se deberá descargar las aguas servidas del campamento a los cuerpos de agua próximos o distantes. Para la disposición de excretas del campamento se deberán emplear baterías sanitarias. • Los desechos sólidos generados en el campamento serán manejados de acuerdo con el Plan de manejo de desechos sólidos 	Sitios de obra e instalaciones señalizadas	Informe técnico. Fotografías.	Contratista/ GAD Parroquial Punín	Semanal / Quincenal					Incluido en Indirecto de Obra

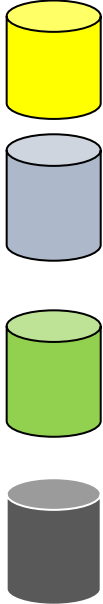
b) Plan de Manejo de Desechos PMD

Este Programa tiene como objetivo garantizar la adecuada recolección y disposición de los desechos que son generados en función del proyecto cumpliendo con la legislación pertinente.

El contenido del plan es el siguiente:

- Programa Desechos Sólidos
- Programa de Desechos Líquidos
- Programa de Disposición de Material de Desalojo y Materiales de Construcción (Escombros)

PLAN DE MANEJO DE DESECHOS									
PROGRAMA DE DESECHOS SÓLIDOS							PMD-02		
OBJETIVO	Minimizar las afectaciones al suelo y agua por los residuos de tipo orgánico e inorgánico durante la ejecución del proyecto								
LUGAR DE APLICACIÓN	Área de Influencia Directa								
RESPONSABLE	Contratista								
ASPECTO AMBIENTAL	CALIDAD DEL AGUA, CALIDAD DEL SUELO								
IMPACTO IDENTIFICADO	POTENCIAL CONTAMINACIÓN DEL AGUA / POTENCIAL DETERIORO DEL SUELO								
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCION				COSTO USD
					1	2	3	4	
PMD-02									
MEDIDA : MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS COMUNES <ul style="list-style-type: none"> Recolectar los desechos generados en contenedores tapas o fundas plásticas específicos según su tipo de residuo. Implantación y mantenimiento de un Área de Almacenamiento Temporal para los desechos Sólidos, Entrega de los desechos al servicio de recolección. 	Volumen de desechos que se generan por día Número de recipiente para desechos	Informe técnico. Fotografías.	Contratista/ GAD Parroquial Punín	Semanal / Quincenal					Incluido en Indirecto de Obra presupuesto
MEDIDA: DESECHOS SÓLIDOS NO COMUNES <ul style="list-style-type: none"> Control en la generación de desechos peligrosos y manejo de acuerdo al Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Peligrosos, Capítulo II, de la gestión, almacenamiento, transporte y, de los registros (Libro VI, Título V, del TULSMA) Una vez generados estos deben ser acumulados en tanques. Entrega de los desechos a los gestores ambientales 	Cantidad de desechos que se generan por día Número de recipiente para desechos	Informe técnico. Fotografías.	Contratista/ GAD Parroquial Punín	Semanal / Quincenal					Incluido en Indirecto de Obra presupuesto

PLAN DE MANEJO DE DESECHOS			
PROGRAMA DE DESECHOS SÓLIDOS			PMD-02
INFORMACIÓN PARA EL MANEJO DESECHOS SÓLIDOS			
<p>SEPARACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reciclables: papeles, cartón, plásticos limpios, envases de vidrio enteros, metales como latas de embutidos, de gaseosas, de alimentos y otros • Reciclables inorgánicos: varillas de hierro, alambres, latas • No reciclables: desechos sólidos orgánicos, frutas, y otros; • No reciclables inorgánicos y tóxicos: filtros de aceite, textiles sucios, grasas combustibles, restos de aceite quemado 		<p>Los recipientes destinados para los residuos orgánicos no reciclables deberán contar con cubierta (tapa) con la finalidad de evitar el ingreso de agua y minimizar la proliferación de lixiviados y vectores.</p> <p>Los residuos orgánicos que no son reutilizables ni reciclables deben ser enviados en una volqueta debidamente tapados con lona para evitar el desbordamiento de los residuos a lugares o escombreras autorizados por el Gobierno Autónomo Parroquial</p>	<p>Proceso para desechos hasta su disposición final</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Al momento de generarlos se debe mantener las normas de higiene para proteger la salud del operador además del contenedor, debe existir una funda plástica gruesa, que evite el contacto con el ambiente. 2.- La persona encargada del manejo, transporte y disposición final debe utilizar normas mínimas de seguridad higiénica, como guantes, mascarilla, y un mandil evitando el contacto directo. 3.- Se debe evitar que su volumen sobrepase el recipiente. 4.- Estos desechos deben ser cuidadosamente transportados, las fundas deben ir amarradas. 5.- Se entregará estos desechos en el Relleno Sanitario más cercano

PLAN DE MANEJO DE DESECHOS										
PROYECTO	PROGRAMA DE DESECHOS LÍQUIDOS									PMD-02
OBJETIVO	Implementar medidas y proveer sistemas de gestión apropiados para el manejo y la correcta disposición final de los residuos de construcción y escombros.									
OBJETIVO	Minimizar las afectaciones al suelo y agua por los residuos de tipo orgánico e inorgánico durante la ejecución del proyecto									
LUGAR DE APLICACIÓN	Área de Influencia Directa									
LUGAR DE APLICACIÓN	Área de Influencia Directa									
RESPONSABLE	Contratista									
RESPONSABLE	Contratista									
ASPECTO AMBIENTAL	CALIDAD DEL AGUA,									
ASPECTO AMBIENTAL	CALIDAD DEL AGUA.									
IMPACTO IDENTIFICADO	POTENCIAL CONTAMINACIÓN DEL AGUA / POTENCIAL DETERIORO DEL SUELO									
IMPACTO IDENTIFICADO	POTENCIAL CONTAMINACIÓN DEL AGUA / POTENCIAL DETERIORO DEL SUELO									
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA	PLAZO DE EJECUCIÓN	COSTO				
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA	PLAZO DE EJECUCIÓN	COSTO				
						1	2	3	4	USD
						1	2	3	4	USD
MEDIDA: MANEJO DE DESECHOS DE CONSTRUCCIÓN										
MEDIDA : MANEJO DE DESECHOS LÍQUIDOS	Volumen de residuos para el tratamiento y reciclaje de aceites usados, y otros líquidos reciclables debidamente etiquetados y ordenados.	Informe técnico. Fotografías. Observaciones directas.	Contratista/ GAD Parroquial Punín	Permanente / Quincenal	Quincenal					Incluido en Presupuesto de Obra
<ul style="list-style-type: none"> La disposición del material de desalojo será en el lugar autorizado por el GAD Parroquial. No se deberá votar los aceites, grasas, aditivos en el suelo. Los sitios de disposición final de material de desalojo deberán ser planos y alejados de cañales, arroyos, ríos y quebradas. Los residuos deberán ser recolectados en recipientes debidamente etiquetados y almacenados hasta su respectiva gestión ambiental. Está totalmente prohibido disponer el material de desalojo y los desechos de la construcción o escombros en los sistemas de drenaje de las aguas lluvias o cuerpos de agua. 										Incluido en Presupuesto de Obra
MEDIDA: MANEJO DE DESECHOS LÍQUIDOS GENERADOS POR TRABAJADORES DE LA CONSTRUCCIÓN	Baterías sanitarias en funcionamiento	Observaciones directas, fotografías, videos	Contratista/ GAD Parroquial Punín	Permanente / Quincenal	Quincenal					Incluido en Presupuesto de Obra
<ul style="list-style-type: none"> Se dispondrá de un sitio adecuado para la instalación de batería sanitaria para uso de los trabajadores de la construcción. 										Incluido en Presupuesto de Obra

c) Plan de Comunicación y Capacitación PCC

El objetivo del plan es poner en conocimiento las acciones y actividades del proyecto al personal que trabajará en la construcción.

Los programas de este plan son:

- Programa de educación ambiental
- Programa de Inducción ambiental

PLAN DE COMUNICACIÓN Y CAPACITACIÓN									
PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL							PCC-03		
OBJETIVO	Crear conciencia y responsabilidad laboral y ambiental en los trabajadores relacionados con la ejecución del proyecto.								
LUGAR DE APLICACIÓN	El programa es de aplicación a todos los trabajadores del contratista involucrados en cualquier actividad de campo asociada con el proyecto.								
RESPONSABLE	Contratista								
ASPECTO AMBIENTAL	CALIDAD DE VIDA EN ZONAS ALEDAÑAS / RIESGOS PARA LA SALUD Y SEGURIDAD DE TRABAJADORES Y MORADORES								
IMPACTO IDENTIFICADO	AFECTACIÓN A LA CALIDAD DE VIDA EN ZONAS ALEDAÑAS / RIESGOS PARA LA SALUD Y SEGURIDAD DE TRABAJADORES Y MORADORES								
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCION				COSTO USD
					1	2	3	4	
MEDIDA : COMUNICACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL Impartir charlas semanales de 30 minutos de duración a todo el personal sobre la siguiente temática: SEGURIDAD E HIGIENE LABORAL <ul style="list-style-type: none"> • Condiciones ambientales del puesto de trabajo. • Riesgos de trabajo. • Manejo de residuos sólidos y líquidos generados. • Manejo de equipos y materiales. • Equipos de protección personal. • Reporte de accidentes. • Higiene personal AMBIENTE <ul style="list-style-type: none"> • Gestión de residuos, enfocados a recolección, tratamiento y disposición final. • Contaminación de agua, aire y suelo. • Uso y cuidado del agua. PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIAS <ul style="list-style-type: none"> • Incendios. • Sismos. • Derrumbes o Deslizamientos 	El 80 % de los temas de la capacitación. Registros N° de asistentes a la capacitación	Informe técnico. Fotografías.	Contratista/ GAD Parroquial Punín	Semanal/ Quincenal					Incluido en costos Indirectos de Obra presupuestada

PLAN DE COMUNICACIÓN Y CAPACITACIÓN									
PROGRAMA DE INDUCCIÓN AMBIENTAL						PCC-03			
OBJETIVO	Facilitar procesos y experiencias para un mejor cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades técnicas y ambientales								
LUGAR DE APLICACIÓN	El programa es de aplicación a todos los trabajadores del contratista involucrados en cualquier actividad de campo asociada con el proyecto.								
RESPONSABLE	Contratista								
ASPECTO AMBIENTAL	CALIDAD DE VIDA EN ZONAS ALEDAÑAS / RIESGOS PARA LA SALUD Y SEGURIDAD DE TRABAJADORES Y MORADORES								
IMPACTO IDENTIFICADO	AFECTACIÓN A LA CALIDAD DE VIDA EN ZONAS ALEDAÑAS / RIESGOS PARA LA SALUD Y SEGURIDAD DE TRABAJADORES Y MORADORES								
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCIÓN				COSTO USD
					1	2	3	4	
PCC-03									
MEDIDA : COMUNICACIÓN E INDUCCIÓN AMBIENTAL Realizar el proceso de inducción a los trabajadores sobre los siguientes temas: Sobre los componentes del proyecto se enfatizará en aquellos componentes que generan impactos de significación en el entorno Especificaciones técnicas de construcción	El 80 % de los temas de la capacitación. Registros N° de asistentes a la capacitación	N° de capacitaciones realizadas Registros del evento informes de capacitación Registro fotográfico.	Contratista/ GAD Parroquial Punín	Quincenal /Mensual					Incluido en costos Indirectos de Obra presupuesto

d) Plan de Relaciones Comunitarias PRC

Comprende un programa de actividades a ser desarrolladas con la comunidad, la autoridad local o promotor del proyecto.

Los objetivos de este Plan que se desarrollará con la comunidad, la autoridad y el promotor del proyecto son:

Garantizar una permanente y oportuna comunicación entre los actores sociales e institucionales.

Promover la participación ciudadana de la población y la educación ambiental.

- Programa de Difusión Ambiental
- Programa de Participación Ciudadana

PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS									
PROGRAMA DE DIFUSION AMBIENTAL							PRC-04		
OBJETIVO	Informar sobre las actividades y los componentes del proyecto. Establecer canales de comunicación y Responder a inquietudes y preguntas de la comunidad en la etapa de construcción								
UGAR DE APLICACIÓN	Área de Influencia Directa								
RESPONSABLE	GAD Parroquial								
ASPECTO AMBIENTAL	CALIDAD DE VIDA EN ZONAS ALEDAÑAS /RIESGOS PARA LA SALUD Y SEGURIDAD DE TRABAJADORES Y MORADORES								
IMPACTO IDENTIFICADO	AFECTACIÓN A LA CALIDAD DE VIDA EN ZONAS ALEDAÑAS / RIESGOS PARA LA SALUD Y SEGURIDAD DE TRABAJADORES Y MORADORES								
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCION				COSTO USD
					1	2	3	4	
MEDIDA : DIFUSION DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL <ul style="list-style-type: none"> • Información pública de inicio de las obras por etapas o componentes del proyecto. • Realizar Charlas de difusión sobre el funcionamiento de la planta de tratamiento aguas residuales orientadas a la población beneficiaria. 	El 70 % de los potenciales usuarios de los servicios informados antes de que entren en funcionamiento los sistemas	Reportes de cada evento Observaciones directas. Fotos, videos.	GAD Parroquial Punín	Tres reuniones que se efectuaran antes, durante y finalizado el proyecto / Después de cada evento de socialización					Incluido en Presupuesto de Ejecución del Proyecto
MEDIDA : ESTRATEGIA DE INFORMACIÓN Establecer un ambiente físico en las oficinas del GAD Parroquial, en el cual la población pueda acceder a la información del proyecto. <ul style="list-style-type: none"> • Esta Oficina de Información, Consulta y Comunicación será permanente a lo largo del proyecto y atenderá en horario de oficina estará a cargo del GAD Parroquial. 	El 70 % de los potenciales usuarios de los servicios informados antes de que entren en funcionamiento los sistemas	Registro de visitantes Registro de inquietudes	GAD Parroquial	Permanente/ bimensual					Incluido en Presupuesto de Ejecución del Proyecto

PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS									
PROGRAMA DE DIFUSION AMBIENTAL							PRC-04		
OBJETIVO	Informar sobre las actividades y los componentes del proyecto. Establecer canales de comunicación y Responder a inquietudes y preguntas de la comunidad en la etapa de construcción								
LUGAR DE APLICACIÓN	Área de Influencia Directa								
RESPONSABLE	GAD Parroquial								
ASPECTO AMBIENTAL	ALIDAD DE VIDA EN ZONAS ALEDAÑAS /RIESGOS PARA LA SALUD Y SEGURIDAD DE TRABAJADORES Y MORADORES								
IMPACTO IDENTIFICADO	AFECTACIÓN A LA CALIDAD DE VIDA EN ZONAS ALEDAÑAS / RIESGOS PARA LA SALUD Y SEGURIDAD DE TRABAJADORES Y MORADORES								
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCION				COSTO USD
					1	2	3	4	
MEDIDA: FORTALECIMIENTO DE LA PARTICIPACIÓN COMUNITARIA <ul style="list-style-type: none"> Talleres de participación comunitaria sobre los componentes del proyecto y los aspectos ambientales involucrados. Uso de esta información en la toma de decisiones y en el proceso de retroalimentación del proyecto. 	El 70 % de los potenciales usuarios de los servicios informados antes de que entren en funcionamiento los sistemas	Reportes de cada evento Observaciones directas. Fotos, videos.	GAD Parroquial Punín	Tres reuniones que se efectuaran antes, durante y finalizado el proyecto / Después de cada evento de socialización					Incluido en Presupuesto de Ejecución del Proyecto
MEDIDA : EDUCACIÓN AMBIENTAL	El 70 % de los	Registros del	GAD	Tres reuniones					Incluido

<ul style="list-style-type: none"> Realizar talleres participativos sobre los temas de educación, sanitaria y ambiental. 	potenciales usuarios de los servicios informados antes de que entren en funcionamiento los sistemas	evento Informes de capacitación Registro de participantes Material impreso la materia de capacitación.	Parroquial Punín	que se efectuaran antes, durante y finalizado el proyecto / Después de cada evento de socialización					en Presupuesto de Ejecución del Proyecto
---	---	--	------------------	---	--	--	--	--	--

e) Plan de Contingencias PC

El Plan de Contingencia contiene las acciones propuestas para enfrentar los eventuales accidentes y emergencias durante la construcción del proyecto.

Este programa abarca las medidas frente a la contingencia, los responsables del manejo, y el flujograma de los pasos de decisión y acciones frente a la contingencia.

PLAN DE CONTINGENCIAS									
FASE DE CONSTRUCCIÓN, FUNCIONAMIENTO Y CIERRE							PC-04		
OBJETIVO	Brindar un alto nivel de protección contra posibles eventos de efectos negativos sobre calidad ambiental, la población local								
LUGAR DE APLICACIÓN	Área de Influencia Directa								
RESPONSABLE	GAD Parroquial								
ASPECTO AMBIENTAL	CALIDAD DE VIDA EN ZONAS ALEDAÑAS / RIESGOS PARA LA SALUD Y SEGURIDAD DE TRABAJADORES Y MORADORES								
IMPACTO IDENTIFICADO	ACCIDENTES, EVENTUALIDADES, DESTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA.								
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCIÓN				COSTO USD
					1	2	3	4	
MEDIDA : Capacitación en Eventos Peligrosos Medida de Prevención <ul style="list-style-type: none"> Capacitar a los trabajadores en manejo de desastres naturales o artificiales, primeros auxilios e incendios. 	El 70 % de los potenciales usuarios de los servicios informados antes de que entren en funcionamiento los sistemas	Reportes de cada evento Observaciones directas. Fotos, videos.	GAD Parroquial Punín	Inicio construcción Después de cada evento de socialización					En indirectos de obra para los trabajadores.
MEDIDA : Mantener señalización en buen estado <ul style="list-style-type: none"> Adecuada Señalización. 	Señalética en buen estado	Registros de equipos disponibles	Contratista GAD Parroquial Punín	permanente/ mensual					En indirectos de obra.

PLAN DE CONTINGENCIAS	
FASE DE CONSTRUCCIÓN, FUNCIONAMIENTO Y CIERRE	
ESPECIFICACIONES PARA EL MANEJO DE LA CONTINGENCIA	
FLUJOGRAMA DE CONTINGENCIA	CONFORMACION DE COMITÉ DE CONTINGENCIA
<pre> graph TD A([1. Detección de la Contingencia]) --> B[2. Alerta de la Contingencia] B --> C[3. Evaluación Rápida de la Magnitud de la Contingencia] C --> D{¿Se puede manejar la contingencia localmente?} D -- Si --> E[Activación del Plan de Contingencia] E -.-> F[Contratista maneja la Contingencia en fase de Construcción] D -- No --> G[4. Solicitar Apoyo Externo] G --> H[5. Control de la Contingencia] H --> I[6. Fin de la contingencia] I --> J[/Evaluación del plan de Contingencia/] </pre>	<p>Durante la construcción del proyecto, el Contratista, será el responsable de ejecutar las acciones para hacer frente a las distintas contingencias que pudieran presentarse (accidentes laborales, sismos, etc.).</p> <p>En la fase de Funcionamiento y Cierre el Presidente del GAD Parroquial o su delegado.</p> <p>Jefe de la contingencia: Presidente del GAD Parroquial</p> <p>Apoyo médico: Director centro de salud de Punín</p> <p>Fondo de Contingencia USD 500</p> <p>Instituciones de Apoyo:</p> <p>ECU 9-1-1 Secretaría de Nacional de Gestión de Riesgos Riobamba Policía Nacional Riobamba Cuerpo de Bomberos de Riobamba Centro de Salud de Punín Comunidad</p>

PLAN DE CONTINGENCIAS		
FASE DE CONSTRUCCIÓN,		
FUNCIONAMIENTO Y CIERRE		
PROCEDIMIENTO DE LA CONTINGENCIA EN CASO DE SISMOS		
ANTES	DURANTE	DESPUÉS
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar y señalar las zonas de seguridad y rutas de evacuación. • Dar capacitación o instruir a todos los trabajadores sobre la evacuación en casos de deslizamientos. • Preparar botiquín de primeros auxilios y equipos de emergencia (extintores, linternas, etc.). • Contar con las afiliaciones al Seguro Social • Dar a conocer a los trabajadores el plan de Contingencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Paralización de las actividades constructivas. • Poner en ejecución la evacuación del personal si fuere necesario. • Conservar la calma y no tratar de correr. • Los trabajadores deben desplazarse calmadamente y en orden hacia las zonas de seguridad por las rutas de evacuación más cercanas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener al personal en las áreas de seguridad por un tiempo prudencial para la evacuación final. • Atención inmediata de las personas accidentadas. • Comunicar a las autoridades respectivas según la secuencia de avisos. • Retorno del personal a las actividades normales si es que se pudiera. • Se revisarán las acciones tomadas durante el deslizamiento o inundación, • Además de elaborar el reporte de incidentes.
PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA EN CASO DE ACCIDENTES LABORALES		
<ul style="list-style-type: none"> • Se realizara una relación de centros de salud más cercanos. • Se comunicará el inicio de las obras a los centros de salud cercanos, para estar preparados frente a cualquier accidente que pudiera ocurrir • El mantenimiento de los vehículos, maquinarias y equipos debe realizarse constantemente. • El personal de obra está obligado a utilizar los equipos de protección personal y a cumplir los procedimientos de seguridad. • Señalizar las zonas de peligro. • En ausencia total o parcial de luz solar, se suministrará iluminación artificial suficiente en todos los sitios de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Paralización de las actividades constructivas en la zona del accidente. • Dar la voz de alarma, notificar al supervisor en forma inmediata y este a su vez al Jefe de Contingencias. • Realizar procedimientos de primeros auxilios en el área de la contingencia. • Evaluación de la situación y atención preliminar de los afectados. • Traslado del personal afectado a centros asistenciales 	<ul style="list-style-type: none"> • Retorno del personal a sus labores normales. • Realizar la investigación de Accidente • Informe de la emergencia, incluyendo causas, personas afectadas, manejo y consecuencias del evento al personal. • Tomar acción inmediata con medidas correctivas.

f) Plan de Seguridad y Salud Ocupacional PSS

El principal objetivo del Plan de Seguridad y Salud Ocupacional es proveer seguridad, protección y atención a los empleados y personal que laboren durante la ejecución de las actividades del proyecto.

La seguridad y salud ocupacional está en función del control de los riesgos y de los comportamientos inseguros, de manera que se disminuyan los daños, lesiones, y enfermedades en el lugar de trabajo. Sobre esta base se establecen las medidas de prevención, que incluyen la difusión de las mismas.

IDENTIFICACION DE RIESGOS LABORALES FASE DECONSTRUCCION

RIESGO	ACTIVIDADES RELACIONADAS	FUENTES	POSIBLES CONSECUENCIAS
FISICO	Remoción de vegetación, Excavaciones y movimientos de tierra Almacenamiento de materiales Transporte y desalojo de material y manejo de residuos	Herramientas manuales (cuchillo, hacha, pala), Maquinaria (retroexcavadora, volquetas) Medios de transporte (camiones, tractores) en malas condiciones. Fosas, zanjas y hoyos (Trabajos en espacios confinados) Trabajos en altura	Caída de personas a diferente nivel Golpes Fracturas Quemaduras Heridas abiertas Traumas en los diferentes partes del cuerpo Amputación de miembros. Muerte
RIESGOS QUIMICOS	Operación de maquinaria y equipos de construcción	Maquinaria y equipos	Intoxicación
RIESGOS MECÁNICOS	Manipulación de herramientas. Manipulación inadecuada de sedimentos, Carencia de uniformes adecuados y equipos individuales de protección.	Condiciones inseguras de trabajo Negligencia del propio trabajador	Cortes en las manos desgaste excesivo del trabajador desgarramiento por levantamiento excesivo de peso. fatiga de los trabajadores
RIESGOS BIOLÓGICOS	Condiciones en las que se desarrollen las Actividades de la construcción	Infecciones e infestaciones producidas por Virus, Bacterias Hongos Parásitos. Virus, bacterias (fuentes de contaminación: seres humanos, animales, etc.) Parásitos (vía ingestión de agua o alimentos contaminados o vectores) Hongos	Aumento de los casos con enfermedades.

PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL									
FASE DE CONSTRUCCION						PSS-05			
OBJETIVO	El principal objetivo del Plan de Salud y Seguridad Ambiental es proveer seguridad, protección y atención a los empleados en el proyecto								
LUGAR DE APLICACIÓN	Área de Influencia Directa								
RESPONSABLE	Contratista								
ASPECTO AMBIENTAL	CALIDAD DE VIDA EN ZONAS ALEDAÑAS / RIESGOS PARA LA SALUD Y SEGURIDAD DE TRABAJADORES Y MORADORES								
IMPACTO IDENTIFICADO	GENERACIÓN DE RIESGOS PARA LA SALUD Y SEGURIDAD DE TRABAJADORES Y MORADORES								
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCION				COSTO USD
					1	2	3	4	
PSS-05 MEDIDA : EVALUACIÓN MÉDICA DE TRABAJADORES E IMPLEMENTACIÓN DE BOTIQUÍN BÁSICO <ul style="list-style-type: none"> Durante la etapa de construcción se deberá revisar que todos los trabajadores se encuentren físicamente en buen estado de salud, para lo cual se exigirá que todos se realicen un chequeo médico general en el centro de salud más cercano. Adicionalmente se debe mantener en obra un botiquín con suministros básicos. 	Número de trabajadores evaluados con reportes médicos Provisión de suministros básicos para botiquín	<ul style="list-style-type: none"> Reportes médicos Registro fotográfico 	Contratista	Inicio construcción					Atención médica de Centros de Salud y/o Seguro Social.
MEDIDA: UTILIZACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL <ul style="list-style-type: none"> Debe dotarse a los trabajadores de elementos de protección como: cascos, guantes botas con puntas de acero, lentes para protección de polvos, orejeras, chalecos reflectores y mascarillas. Facilitar a los trabajadores de la protección necesaria contra caídas, así como formación adecuada en materia de seguridad. 	Número de trabajadores que mantienen los equipos de protección de empleados. Número de accidentes mensuales	Registros de equipos disponibles	Contratista	permanente/mensual					Incluido en costos indirectos de obra

MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCION				COSTO USD
					1	2	3	4	
PSS-05									
MEDIDA : SEÑALIZACIÓN <ul style="list-style-type: none"> Colocar señalización en las áreas de trabajo, con avisos explicativos y cintas de seguridad que inviten a tomar precauciones para prevenir accidentes y proteger el medio ambiente. 	Obra debidamente señalizada y libre de obstáculos para la libre circulación	<ul style="list-style-type: none"> Reportes médicos Registro fotográfico 	Contratista	permanente/ mensual					Incluido en costos indirectos de obra
MEDIDA : CHARLAS A PERSONAL DE OBRA <ul style="list-style-type: none"> Se dictarán charlas a los empleados de la construcción quincenalmente sobre el contenido del Plan de Salud y Seguridad 	Empleados debidamente informados sobre el Plan de Salud y Seguridad	Informes mensuales Registro fotográfico	Contratista	Quincenal/ mensual					Incluido en costos indirectos de obra

g) Plan de Monitoreo y Seguimiento PMS

El monitoreo es el seguimiento a las actividades propuestas en el Plan de Manejo Ambiental con el fin de que efectivamente se apliquen las medidas de mitigación de los impactos ambientales producidos por la ejecución del proyecto.

Las acciones del Plan de Monitoreo para el proyecto son la verificación periódica del cumplimiento de las acciones del Plan de Manejo, planes y programas, identificando posibles variaciones durante el tiempo de aplicación de las medidas establecidas.

En la elaboración de cada plan se especifica el monitoreo para cada medida establecida el responsable la frecuencia.

En la fase de construcción el control y seguimiento de las medidas es responsabilidad del contratista, quien debe aplicar las medidas preventivas y correctivas, ejecutar el monitoreo, emitir informes técnicos periódicos sobre el cumplimiento de las medidas propuestas en el Plan de Manejo Ambiental

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO									
FASE DE CONSTRUCCION								PMS-06	
OBJETIVO	El objetivo fundamental del monitoreo ambiental es controlar la implementación del plan de manejo ambiental.								
LUGAR DE APLICACIÓN	Área de Influencia Directa								
RESPONSABLE	Contratista								
ASPECTO AMBIENTAL	COMPONENTES AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO								
IMPACTO IDENTIFICADO	POTENCIAL CONTAMINACIÓN DEL AGUA , SUELO, AIRE Y DEMAS IMPACTOS IDENTIFICADOS								
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCION				COSTO USD
					1	2	3	4	
PMM-06 MEDIDA: MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE PLANES Y PROGRAMAS <ul style="list-style-type: none"> Monitoreo de los indicadores definidos para las medidas ambientales mediante el indicador, los medios de verificación, el responsable de la aplicación de la medida y del monitoreo, y la frecuencia del monitoreo Comprobar la eficacia de las medidas propuestas, objetivos y establecer los mecanismos de diagnóstico. Detectar posibles impactos no previstos y establecer las medidas adecuadas para reducirlos, compensarlos o eliminarlos. 	Cumplir el 80% de las medidas previstas para el período mensual en el plan de Manejo Ambiental	Informe Mensual de Monitoreo y Seguimiento Registros, Fotografías	Contratista GAD parroquial	Especificada para cada medida de Planes y Programas					Incluido en Presupuesto de Obra
MEDIDA : MONITOREO SOCIO AMBIENTAL <ul style="list-style-type: none"> Acompañar y evaluar durante la ejecución del Proyecto mediante un taller la recepción de la comunidad en relación con los valores, conceptos, información y prácticas participativas del proceso de educación y capacitación ambiental y sanitaria, la percepción social del significado del proyecto y su participación en el control de los impactos del proyecto 	Nivel de incidencia del aprendizaje en la comunidad	Informe técnico Resultados de encuesta a participantes Fotografías	Contratista GAD parroquial	bimensual/ bimensual					150.00

10) PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA FASE DE OPERACIÓN U FUNCIONAMIENTO

a) Plan de Prevención y Mitigación de Impacto para la Fase de Operación

El análisis y evaluación de los impactos del proyecto permitió definir las medidas de mitigación, que se resumen en el siguiente cuadro y desarrollan en el Plan de Prevención y Mitigación de Impactos para esta Fase de Funcionamiento del proyecto.

IMPACTOS GENERADOS EN LA FASE DE FUNCIONAMIENTO

PLANTA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) DE PUNÍN		
Nº	IMPACTO	MEDIDAS ASOCIADAS
1	Calidad de Agua	1,2,3
2	Uso del Suelo	1,2,3
3	Calidad del aire	2,3
4	Afectación al Paisaje natural	4
5	Riesgos para la Salud y Seguridad de trabajadores y moradores	5
6	Interferencia peatonal	6,3

MEDIDAS ASOCIADAS A LA FASE DE FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) DE PUNÍN	
Nº	MEDIDA
1	Controlar que los aspectos normativos de implantación de la planta de tratamiento aguas residuales que se mantengan en la fase de funcionamiento (distancias recomendadas a los cursos de agua y demás instalaciones, siembra de plantas en los humedales artificiales). Objetivo: Minimizar los riesgos de que el agua no depurada alcance límites permisible. Programa Relacionado: Plan de Prevención y Mitigación de Impactos
2	Aplicación del Manual de Operación y Mantenimiento de la PTAR Objetivo: Funcionamiento adecuado del sistema de tratamiento Programa Relacionado: Plan de Prevención y Mitigación de Impactos

3	<p>Implementación de acciones de educación ambiental Objetivo: permitir la disminución de efectos negativos y la optimización de las acciones positivas Programa Relacionado: Plan de comunicación y capacitación.</p>
4	<p>Mantenimiento adecuado del área de implantación de la PTAR Objetivo: Integrar el sistema al entorno paisajístico del área de implantación Programa Relacionado: Plan de Prevención y Mitigación de Impactos</p>
5	<p>Equipo de protección adecuada de operadores para las tareas de Operación y Mantenimiento del proyecto Objetivo: prevenir riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores Programa Relacionado: Plan de Seguridad y Salud Ocupacional</p>
6	<p>Medidas de Señalización adecuadas Objetivo: Prevenir interferencias para minimizarlos riesgos para trabajadores y moradores en los sitios de mantenimiento Programa Relacionado: Plan de Prevención y Mitigación de Impactos</p>

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS									
FASE DE OPERACIÓN							PPM-01 A		
OBJETIVO	Minimizar los riesgos de descarga de aguas residuales al ambiente.								
LUGAR DE APLICACIÓN	PTAR de PUNÍN								
RESPONSABLE	GAD parroquial								
ASPECTO AMBIENTAL	CALIDAD DE AGUA, CALIDAD DEL SUELO, CALIDAD DEL AIRE, SALUD								
IMPACTO IDENTIFICADO	POTENCIAL CONTAMINACIÓN DEL AGUA, POTENCIAL DETERIORO DEL SUELO, RIESGO PAR LA SALUD Y SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES								
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCION				COSTO USD
					1	2	3	4	
MEDIDA: Operación y mantenimiento de PTAR CALIDAD DEL AGUA Para asegurar un adecuado funcionamiento de la PTAR. En el aspecto de calidad de Agua es necesario verificar los siguientes aspectos: <ul style="list-style-type: none"> • Coloración de la vegetación sembrada sobre humedal artificial o hidrosistemas de depuración. • Si esta amarillenta puede que no llegue suficiente humedad a este por alguna obstrucción en el sistema de infiltración. • Verificar que en el sedimentador y desarenador no se acumule sedimentos, si esto ocurre hay que verificar el punto de una probable obstrucción • Verificar periódicamente el estado de las rejillas. • Eliminar la presencia de maleza sobre el humedal • Verificar que la escorrentía de agua superficial no se acumule ni arrastre sedimentos hacia el área de tratamiento. 	Visitas a etapas de tratamiento.	Reportes anuales	GAD Parroquial / Comisión de Ambiente de la Junta Parroquial	Semanal / Quincenal					Incluido en costos de Operación y Mantenimiento.

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS									
					1	2	3	4	
<p>CALIDAD Y USO DEL SUELO</p> <p>Los materiales productos de las limpieza y mantenimiento de la PTAR como cajas de revisión y rejillas, deben ser trasportados y dispuestos adecuadamente, preferiblemente hacia el relleno sanitario, para evitar que se conviertan en focos de contaminación. El lodo proveniente del sedimentador y desarenador, se debe eliminar cada 9 meses, debe obligatoriamente depositarse en la zona de secado de lodos ubicado en la PTAR. Estas operaciones deben realizarse aplicando en las precauciones y protecciones de seguridad personal.</p>	Cantidad aproximada de lodos manejados y dispuestos adecuadamente	Registro trimestrales ,de operación y mantenimiento	GAD Parroquial / Comisión de Ambiente de la Junta Parroquial	trimestral/ semestral					Incluido en costos de Operación y Mantenimiento.
<p>CALIDAD DEL AIRE</p> <p>En el aspecto de calidad de aire es necesario verificar los siguientes aspectos</p> <p>Para la limpieza de la caja de revisión dejar abrir 15 minutos antes de hacer el mantenimiento respectivo todas las labores de mantenimiento de rejillas , caja de revisión , lecho de lodos , desarenador y sedimentador realizarán con los equipos de protección: trajes, guantes botas cascos , mascarillas.</p>	Número de mantenimiento realizado con EPP. apropiado	Informes trimestrales de Operación y Mantenimiento de los sistemas Registro fotográfico	GAD Parroquial / Comisión de Ambiente de la Junta Parroquial	trimestral/ semestral					Incluido en costos de Operación y Mantenimiento.

FASE DE OPERACIÓN						PPM-01 A			
OBJETIVO	Integrar la PTAR al entorno paisajístico del área de implantación								
LUGAR DE APLICACIÓN	PTAR de PUNÍN								
RESPONSABLE	GAD parroquial								
ASPECTO AMBIENTAL	PAISAJE NATURAL								
IMPACTO IDENTIFICADO	POTENCIAL AFECTACIÓN AL PAISAJE								
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCIÓN				COSTO USD
PPM-01 A					1	2	3	4	
MEDIDA: MANTENIMIENTO ADECUADO DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN DEL TRATAMIENTO <ul style="list-style-type: none"> La planta de tratamiento propuesto facilita su integración al entorno natural de la zona, en consideración de que el humedal artificial ocupará un área de 350,15 m², laguna de maduración 35,13 m² y para el zona de secado de lodos 5.61 m², los humedales artificiales son sembrados con Pasto Alemán (<i>Echinochloa polystachya</i>). A esta área debe dársele los cuidados retirando maleza y plantas invasoras, manteniendo en buen estado las plantas. El pasto alemán sembrado debe podarse, y debe mantenerse en buen estado. 	Porcentaje del área sembrada que se mantiene en buen estado	Reportes anuales	GAD Parroquial / Comisión de Ambiente de la Junta Parroquial	semanal/ Mensual					Incluido en costos de Operación y Mantenimiento.

b) Plan de Manejo de Desechos Sólidos

Este Programa tiene como objetivo garantizar la adecuada recolección y disposición de los desechos que son generados en función del proyecto cumpliendo con la legislación pertinente.

PLAN DE MANEJO DE DESECHOS									
FASE DE OPERACIÓN							PMD-02 A		
OBJETIVO	Minimizar las afectaciones al suelo y agua por los residuos de tipo orgánico e inorgánico durante la ejecución del proyecto								
LUGAR DE APLICACIÓN	PTAR de PUNÍN								
RESPONSABLE	GAD parroquial								
ASPECTO AMBIENTAL	Manejo adecuado de los desechos generados								
IMPACTO IDENTIFICADO	POTENCIAL CONTAMINACION DEL AGUA, POTENCIAL DETERIORO DEL SUELO, RIESGO PAR LA SALUD Y SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES								
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA PMD-02 A	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCION				COSTO USD
					1	2	3	4	
MEDIDA: DESECHOS GENERADOS EN LAS TAREAS DE LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO <ul style="list-style-type: none"> Los desechos provenientes de la limpieza y mantenimiento de PTAR pueden ser dispuestos en un lugar adecuado que haya sido designado por el GAD Parroquial para desechos inertes. 	Volumen y características de los desechos desalojados	Reportes Trimestrales	GAD Parroquial / Comisión de Ambiente de la Junta Parroquial	trimestral / semestral					Incluido en costos de Operación y Mantenimiento. Transporte 100
MEDIDA : DESECHOS GENERADOS EN LAS TAREAS DE LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DEL SEDIMENTADOR Y DESARENADOR Y ZONA DE LECHOS DE LODOS <ul style="list-style-type: none"> Los lodos provenientes del sedimentador y desarenador serán dispuestos obligatoriamente en la zona de lechos de lodos ubicado cerca de los mismo para su limpieza se lo realizara cada 9 meses de acuerdo al volumen aproximadamente que se acumulara durante este periodo es de 6,75 m³. Los desechos de las tareas de operación y mantenimiento serán trasportados en tanques cerrados y dispuestos en el relleno sanitario 	Cantidad aproximada de lodos manejados y dispuestos adecuadamente	Registro trimestrales, de operación y mantenimiento	GAD Parroquial / Comisión de Ambiente de la Junta Parroquial	trimestral/ semestral					Incluido en costo de Operación y Mantenimiento

c) Plan de Comunicación y Capacitación

El objetivo de este Plan es crear conciencia y responsabilidad laboral y ambiental en los trabajadores relacionados a la ejecución del proyecto en su fase de funcionamiento.

El programa es de aplicación a todos los funcionarios y empleados del GAD Parroquial responsables de la Operación y Mantenimiento de la PTAR.

PLAN DE COMUNICACIÓN Y CAPACITACIÓN									
PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL						PCC-03 A			
OBJETIVO	Crear conciencia y responsabilidad laboral y ambiental en los trabajadores relacionados con la ejecución del proyecto.								
LUGAR DE APLICACIÓN	El programa es de aplicación a todos los funcionarios y empleados del GAD Parroquial responsables de la Operación y Mantenimiento de la PTAR.								
RESPONSABLE	GAD Parroquial								
ASPECTO AMBIENTAL	CALIDAD DE VIDA EN ZONAS ALEDAÑAS, RIESGOS PARA LA SALUD Y SEGURIDAD DE TRABAJADORES Y MORADORES								
IMPACTO IDENTIFICADO	AFECTACIÓN A LA CALIDAD DE VIDA EN ZONAS ALEDAÑAS, RIESGOS PARA LA SALUD Y SEGURIDAD DE TRABAJADORES Y MORADORES								
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA PCC-03 A	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCIÓN				COSTO USD
					1	2	3	4	
MEDIDA : EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN AMBIENTAL Realizar capacitaciones trimestrales en los siguientes temas: <ul style="list-style-type: none"> • Medidas de seguridad e higiene laboral en el trabajo para la prevención de accidentes (riesgos de trabajo). • 5 Uso de equipos de protección personal. • Buenas prácticas ambientales • Capacitación para la ejecución del Programa de Contingencias y el Programa de Prevención y/o Mitigación desarrollados en el Plan de Manejo Ambiental, como medidas y procedimientos de acción en caso de ocurrir alguna emergencia • Manejo de Desechos 	El 90 % de los temas planteados para la capacitación, han sido abordados y registrados	Nº de capacitaciones realizadas Registros del evento Informes de capacitación	GAD Parroquial / Comisión de Ambiente de la Junta Parroquial	Semestral/ Semestral					
MEDIDA : CAPACITACIÓN EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA Realizar capacitaciones antes de que el proyecto entre en funcionamiento <ul style="list-style-type: none"> • Componentes de la PTAR • Manuales de Operación y Mantenimiento PTAR. • Aplicación de los Manuales de Operación y Mantenimiento PTAR 	El 90 % de los temas planteados para la capacitación, han sido abordados y registrados	Registros del evento Informes de capacitación	GAD Parroquial / Comisión de Ambiente de la Junta Parroquial	En fase de ejecución/ Trimestral					Incluido en costos Indirectos de Obra presupuesto

d) Plan de Relaciones Comunitarias PRC

Comprende un programa de actividades a ser desarrolladas con la comunidad, la autoridad local o promotor del proyecto.

Los objetivos de este Plan que se desarrollará con la comunidad, la autoridad y el promotor del proyecto son promover la difusión del proyecto y su impacto en la calidad de vida de los beneficiarios.

PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS									
PROGRAMA DE DIFUSION AMBIENTAL							PRC-04		
OBJETIVO	El objetivo de las acciones de información es promover la divulgación del proyecto y su impacto en la calidad de vida de los beneficiarios								
LUGAR DE APLICACIÓN	PTAR de PUNÍN								
RESPONSABLE	GAD Parroquial								
ASPECTO AMBIENTAL	CALIDAD DE VIDA EN ZONAS ALEDAÑAS RIESGOS PARA LA SALUD Y SEGURIDAD DE TRABAJADORES Y MORADORES								
IMPACTO IDENTIFICADO	AFECTACIÓN A LA CALIDAD DE VIDA EN ZONAS ALEDAÑAS RIESGOS PARA LA SALUD Y SEGURIDAD DE TRABAJADORES Y MORADORES								
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCION				COSTO USD
					1	2	3	4	
PRC-04 MEDIDA : ESTRATEGIA DE INFORMACIÓN <ul style="list-style-type: none"> Establecer un ambiente físico en las oficinas del GAD Parroquial. en el cual la población pueda acceder a la información del Proyecto y al cumplimiento del plan de Manejo ambiental. Esta Oficina de Información, Consulta y Comunicación será permanente a lo largo del proyecto y atenderá en horario de oficina. Estará a cargo del Responsable de la Gestión Administrativa del GAD Parroquial. 	El 60 % de los potenciales usuarios de los servicios se mantienen informados de las actividades del proyecto	Registro de visitantes Registro de inquietudes .	GAD Parroquial Punín Comisión de Ambiente de la Junta Parroquial	Permanente / Trimestral					200

PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS									
PROGRAMA DE PARTICIPACION CIUDADANA							PRC-04 A		
OBJETIVO	El objetivo de las acciones de información es promover la divulgación del proyecto y su impacto en la calidad de vida de los beneficiarios Motivar la movilización social y sensibilización de la población involucrada para viabilizar el desarrollo de la corresponsabilidad que permita garantizar la sostenibilidad del Proyecto. Apoyar la ejecución del Plan de Manejo Ambiental y los Programas Ambientales Propuestos.								
LUGAR DE APLICACIÓN	PTAR de PUNÍN								
RESPONSABLE	GAD Parroquial								
ASPECTO AMBIENTAL	CALIDAD DE VIDA EN ZONAS ALEDAÑAS RIESGOS PARA LA SALUD Y SEGURIDAD DE TRABAJADORES Y MORADORES								
IMPACTO IDENTIFICADO	AFECTACIÓN A LA CALIDAD DE VIDA EN ZONAS ALEDAÑAS RIESGOS PARA LA SALUD Y SEGURIDAD DE TRABAJADORES Y MORADORES								
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCION				COSTO USD
					1	2	3	4	
MEDIDA : ESTRATEGIA DE INFORMACIÓN <ul style="list-style-type: none"> Establecer un ambiente físico en las oficinas del GAD Parroquial. en el cual la población pueda acceder a la información del Proyecto y al cumplimiento del pan de Manejo ambiental. Esta Oficina de Información, Consulta y Comunicación será permanente a lo largo del proyecto y atenderá en horario de oficina. Estará a cargo del Responsable de la Gestión Administrativa del GAD Parroquial. 	El 50 % de los potenciales usuarios de los servicios se mantiene informado del Proyecto.	Registro de visitantes Registro de inquietudes .	GAD Parroquial Punín Comisión de Ambiente de la Junta Parroquial	Permanente / Trimestral					200
MEDIDA : EDUCACIÓN AMBIENTAL Realizar talleres participativos sobre los temas de educación ambiental. <ul style="list-style-type: none"> Realizar talleres participativos sobre los temas de educación, sanitaria y ambiental. 	El 50 % de los potenciales usuarios de los servicios informados antes de que entren en funcionamiento la PTAR	Reporte del evento Informes de capacitación Registro de participantes Registro fotográfico.	GAD Parroquial Punín Comisión de Ambiente de la Junta Parroquial	Semestral/ Semestral					200

e) Plan de Seguridad y salud ocupacional

El principal objetivo del plan de seguridad y salud ocupacional es proveer seguridad, protección y atención a los empleados y personal que laboren durante la ejecución de las actividades del proyecto.

La seguridad y salud ocupacional está en función del control de los riesgos y de los comportamientos inseguros, de manera que se disminuyan los daños, lesiones, y enfermedades en el lugar de trabajo. Sobre esta base se establecen las medidas de prevención, que incluyen la difusión de las mismas.

IDENTIFICACION DE RIESGOS LABORALES

RIESGO	ACTIVIDADES RELACIONADAS	FUENTES	POSIBLES CONSECUENCIAS
FISICO	Remoción de vegetación, Excavaciones y movimientos de tierra Almacenamiento de materiales Transporte y desalojo de material y manejo de residuos	Herramientas manuales (cuchillo, hacha, pala), Maquinaria (retroexcavadora, volquetas) Medios de transporte (camiones, tractores) en malas condiciones. Fosas, zanjas y hoyos (Trabajos en espacios confinados) Trabajos en altura	Caída de personas a diferente nivel Golpes Fracturas Quemaduras Heridas abiertas Traumas en los diferentes partes del cuerpo Amputación de miembros. Muerte
RIESGOS MECÁNICOS	Manipulación de herramientas. Manipulación inadecuada de sedimentos, Carencia de uniformes adecuados y equipos individuales de protección.	Condiciones inseguras de trabajo Negligencia del propio trabajador	Cortes en las manos desgaste excesivo del trabajador Desgarramiento por levantamiento excesivo de peso. fatiga de los trabajadores
RIESGOS BIOLÓGICOS	Condiciones en las que se desarrollen las Actividades de la construcción	Infecciones e infestaciones producidas por Virus, Bacterias Hongos Parásitos. Virus, bacterias (fuentes de contaminación: seres humanos, animales, etc.) Parásitos (vía ingestión de agua o alimentos contaminados o vectores) Hongos	Aumento de los casos con enfermedades.

PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL									
FASE DE EJECUCIÓN								PSS-05 A	
OBJETIVO	El principal objetivo del Plan de Salud y Seguridad Ambiental es proveer seguridad, protección y atención a los empleados en el proyecto								
LUGAR DE APLICACIÓN	PTAR de PUNÍN								
RESPONSABLE	GAD Parroquial								
ASPECTO AMBIENTAL	CALIDAD DE VIDA EN ZONAS ALEDAÑAS / RIESGOS PARA LA SALUD Y SEGURIDAD DE TRABAJADORES Y MORADORES								
IMPACTO IDENTIFICADO	GENERACIÓN DE RIESGOS PARA LA SALUD Y SEGURIDAD DE TRABAJADORES Y MORADORES								
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCION				COSTO USD
					1	2	3	4	
MEDIDA : EVALUACIÓN MÉDICA DE TRABAJADORES <ul style="list-style-type: none"> Se exigirá que los empleados y trabajadores se realicen un chequeo médico general anualmente en el centro de salud más cercano. 	Número de trabajadores evaluados con reportes médicos	Reportes médicos	GAD Parroquial Punín Comisión de Ambiente de la Junta Parroquial	anual / anual					Atención médica de Centros de Salud y/o Seguro Social.
MEDIDA: UTILIZACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL <ul style="list-style-type: none"> Debe dotarse a los trabajadores de elementos de protección como: cascos, guantes botas, lentes para protección de polvos , chalecos reflectores y mascarillas. Facilitar a los trabajadores de la protección necesaria contra caídas, así como formación adecuada en materia de seguridad. 	Número de trabajadores que mantienen los equipos de protección de empleados. Número de accidentes mensuales	Registros de uso equipos Registro de accidentes e incidentes Registro de número de trabajadores que usan el equipo de protección	GAD Parroquial Punín Comisión de Ambiente de la Junta Parroquial	Permanente/ mensual					Incluido en costos indirectos de obra

MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA PSS-05	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCION				COSTO USD
					1	2	3	4	
MEDIDA : SEÑALIZACIÓN <ul style="list-style-type: none"> Colocar señalización en las áreas de trabajo, con avisos explicativos y cintas de seguridad que inviten a tomar precauciones para prevenir accidentes y proteger el medio ambiente. 	Obra debidamente señalizada y libre de obstáculos para la libre circulación	Reportes médicos Registro fotográfico	GAD Parroquial Punín Comisión de Ambiente de la Junta Parroquial	En tareas de operación y mantenimiento					100
MEDIDA : CHARLAS A PERSONAL DE OBRA <ul style="list-style-type: none"> Se dictarán charlas a los empleados de la construcción quincenalmente sobre el contenido del Plan de Salud y Seguridad 	Empleados debidamente informados sobre el Plan de Salud y Seguridad	Informes mensuales Registro fotográfico	GAD Parroquial Punín Comisión de Ambiente de la Junta Parroquial	Trimestral/semestral					Incluido operación

f) Plan de Monitoreo y Seguimiento

El Plan de Monitoreo en esta fase se enfoca en el seguimiento de los indicadores de las medidas planteadas en cada Programa para el manejo de los impactos generados por el proyecto en esta fase.

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO									
FASE DE OPERACIÓN						PMS-06 A			
OBJETIVO	Controlar la implementación del Plan de Manejo Ambiental. Determinar y obtener datos sobre la calidad del efluente de agua tratada								
LUGAR DE APLICACIÓN	PTAR de PUNÍN								
RESPONSABLE	GAD Parroquial								
ASPECTO AMBIENTAL	CALIDAD AMBIENTAL								
IMPACTO IDENTIFICADO	TODOS LOS IMPACTOS QUE GENERA EL PROYECTO								
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA PMM-06 A	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCION				COSTO USD
					1	2	3	4	
MEDIDA : MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD AMBIENTAL Los aspectos para realizar seguimiento en el sistema se refieren a: <ul style="list-style-type: none"> • Revisión de la impermeabilidad de humedales artificiales , laguna de maduración y zona de lecho de lodos, • Revisión del ingreso de aguas extrañas al tanque, • Revisión de las tuberías • Revisión de la acumulación del lodo. • Área de tratamiento libre de maleza o plantas invasoras • No presencia de empozamientos en la superficie del lecho • Presencia de malos olores. 	Muestras de calidad de agua efectuadas semestralmente	Informe semestral de Monitoreo y Seguimiento Registros, Fotografías	GAD Parroquial Punín Comisión de Ambiente de la Junta Parroquial	Especificada para cada medida Planes y Programas					Incluido parcialmente en Costos de Operación y Mantenimiento.
MEDIDA : MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE PLANES Y PROGRAMAS <ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de los indicadores definidos para las medidas ambientales. el responsable de la aplicación de la medida y del monitoreo, la frecuencia del monitoreo, • Comprobar la eficacia de las medidas propuestas, y en su defecto, determinar las causas de la desviación de los objetivos y establecer los mecanismos de diagnóstico y rectificación. 	Se ha cumplido el 80 por ciento de las medidas previstas para el período trimestral en el Plan de Manejo Ambiental	Informe Mensual de Monitoreo y Seguimiento Registros, Fotografías	Contratista GAD parroquial	Especificada para cada medida Planes y Programas					Incluidos en Costos Administrativos GAD Parroquial

MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA PMM-06 A	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCION				COSTO USD
					1	2	3	4	
MEDIDA : AJUSTE DE INDICADORES, LINEA BASE Y METAS <ul style="list-style-type: none"> Los procesos de control ambiental y de actualización de la información deben ser dinámicos, ajustando anualmente la línea base, los indicadores y las metas de ser el caso 	Revisados línea base, indicadores y metas	Informes anuales de seguimiento	GAD Parroquial Punín Comisión de Ambiente de la Junta Parroquial	Especificada para cada medida Planes y Programas					Incluido parcialmente en Costos de Operación y Mantenimiento.

g) Fase de cierre

La fase de cierre establece las actividades necesarias para el retiro de las instalaciones construidas temporalmente durante la etapa de construcción y para el cierre del Proyecto cuando haya cumplido con su vida útil.

Se debe tener en cuenta que toda área que ha sido intervenida por el proyecto debe ser restaurada, como una forma de evitar cualquier impacto negativo que pudiera ocurrir luego de esta actividad.

h) Plan de rehabilitación PR

Se deberá restaurar las áreas ocupadas por la infraestructura instalada, alcanzando en lo posible las condiciones originales del entorno y evitando la generación de nuevos pasivos ambientales.

Restauración total de los recursos afectados, tratando de devolverle la forma que tenía la zona antes de iniciarse el proyecto.

El desmontaje de las instalaciones, material utilizado en obras físicas, etc., se realizará de manera cuidadosa, procurando proteger al ambiente, la salud y la seguridad humana.

Los materiales resultantes serán depositados en áreas de disposición predeterminados y luego se procederá a la recuperación y reutilización del área afectada. Se aplicará los Programas previstos para manejo de materiales y escombros, Plan de Salud y seguridad para trabajadores, Transporte de Materiales, que constan en la Fase de Construcción.

PLAN DE REHABILITACIÓN									
PROGRAMA DE PARTICIPACION CIUDADANA							PR -07		
OBJETIVO	Restaurar las áreas ocupadas por las obras provisionales. Alcanzar en lo posible las condiciones originales del entorno. Evitar la generación de nuevos problemas ambientales								
LUGAR DE APLICACIÓN	PTAR de PUNÍN								
RESPONSABLE	Contratista y GAD Parroquial								
ASPECTO AMBIENTAL	RIESGOS PARA LA SALUD Y SEGURIDAD DE TRABAJADORES Y MORADORES, ORGANIZACIÓN Y MORADORES								
IMPACTO IDENTIFICADO	POTENCIAL RIESGO PARA LA SALUD Y SEGURIDAD, AFECTACION A LA ORGANIZACIÓN Y MORADORES								
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCION				COSTO USD
					1	2	3	4	
PR-07 MEDIDA : MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE PLANES Y PROGRAMAS <ul style="list-style-type: none"> Movilización de personal y maquinarias. Desmontaje del Campamento y Bodega de Materiales Transporte de desechos sólidos no peligrosos a un sitio autorizado por el MAE. Reacondicionamiento del área Deberán aplicarse las medidas previstas para la fase de construcción en cuanto a Plan de Salud y Seguridad, Manejo de Desechos, Plan de Contingencia, Manejo de Materiales de Desalojo y Escombros, Transporte de materiales. 	Retiradas instalaciones temporales de obra con área restaurada a su estado original	Informe de Cierre y Abandono del Área del Proyecto Informe de Fiscalización Registros, Fotografías	GAD Parroquial Punín Contratista	Final de Fase de Construcción					Incluido en Presupuesto de Obra

i) Plan de abandono y entrega del área PAE

Luego de la Fase de Funcionamiento como se mencionó en el análisis de impactos, después de la vida útil de la PTAR es de 20 años se tomará en cuenta el estado de la infraestructura existente, por lo que no se prevé abandono, sino ampliaciones y modernización del mismo, lo que implicaría cambio o remoción de elementos existentes, para lo cual, llegado el momento deben Planificarse en función de un nuevo proyecto de saneamiento ambiental. En todo caso si se cerrara parte de la infraestructura se presenta las medidas para estas acciones.

Una vez concluidas las obras de abandono, el constructor entregará a las autoridades ambientales competentes un informe detallado sobre las actividades descritas. El encargado de poner en marcha el Plan de Abandono al momento de su ocurrencia, será el constructor.

PLAN DE ABANDONO Y ENTREGA DEL AREA									
PROGRAMA DE ABANDONO DEL PROYECTO							PAE -08		
OBJETIVO	Restaurar las áreas ocupadas por las obras provisionales. Alcanzar en lo posible las condiciones originales del entorno. Evitar la generación de nuevos problemas ambientales								
LUGAR DE APLICACIÓN	PTAR de PUNÍN								
RESPONSABLE	Contratista								
ASPECTO AMBIENTAL									
IMPACTO IDENTIFICADO									
MEDIDA PROPUESTA/CLASE DE MEDIDA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE: APLICACIÓN/ MONITOREO	FRECUENCIA APLICACIÓN/ MONITOREO	PLAZO DE EJECUCION				COSTO USD
					1	2	3	4	
MEDIDA PCA1F: CIERRE Y ABANDONO DEL AREA DEL PROYECTO Medida de Monitoreo <ul style="list-style-type: none"> La fase de operación está prevista para 20 años, no se prevé abandono del sistema, sino ampliaciones y modernización del mismo, lo que implicaría cambio o remoción de elementos estructurales, para lo cual, llegado el momento deben Planificarse en función de un nuevo proyecto de saneamiento ambiental. En todo caso aquellos tramos que deban inutilizados pueden ser: Retirados y dispuestos en escombreras autorizadas por el GAD Municipal de RIOBAMBA Sellados las tuberías con tapones iniciales y finales de los tramos con hormigón Los humedales artificiales y zona de lecho de lodos pueden ser retirados o sellados con tierra compactada y en su acabado final 	Retiradas y/o sellada PTAR	Informe cierre de Proyecto Registros, Fotografías	GAD Parroquial Punín Comisión de Ambiente de la Junta Parroquial						

PLANES Y PROGRAMAS	FASE DE FUNCIONAMIENTO
---------------------------	-------------------------------

11) PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El presupuesto del Plan de Manejo Ambiental que se consigna en los cuadros siguientes corresponde a costos que no han sido considerados dentro de la elaboración del proyecto.

Adicionalmente, parte de los costos destinados al manejo general de las actividades de construcción son el manejo y transporte de desechos, y seguridad de trabajadores, que se consideran en los costos indirectos que se contemplan en el presupuesto de obra.

Por lo expuesto, el presupuesto del Plan de Manejo Ambiental contempla aquellos costos que no están incluidos en el Presupuesto de Obra o de Ejecución del Proyecto.

En el cuadro siguiente se presenta el resumen de los costos.

		(MESES)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Plan de Prevención y Mitigación de Impactos														
PM-01	Controlar que los aspectos normativos de implantación del sistema de tratamiento se mantengan en la fase de funcionamiento													
PM-01	Aplicación del Manual de Operación y mantenimiento													
PM-01	Mantenimiento adecuado del área de implantación del Tratamiento													
Plan de Manejo de Desechos														
PMD-02	Desechos Generados en las Tareas de Limpieza Y Mantenimiento de PTAR													
PMD-02	Desechos generados en las tareas de limpieza y mantenimiento del humedales y zona de lecho de lodos													
Plan de Comunicación y Capacitación														
PCC-03	Programa de Educación Ambiental	300												
Plan de Relaciones Comunitaria														
PRC-04	Programa de Difusión Ambiental	300												
PRC-04	Programa de Participación Ciudadana	600												
Plan de Contingencia		500												
Plan de Salud y Seguridad		1100												
Plan de Monitoreo y Seguimiento		300												
PRESUPUESTO		TOTAL 2800												

Nota.- No se ingresan al presupuesto el plan de rehabilitación y plan de abandono y entrega puesto que la PTAR tendrá una duración de 20 años y se estimaran costos para 2036.

CAPITULO VII

7 BIBLIOGRAFIA

Agropoyectos . (2009). *Relacion costo- eficiencia*. Obtenido de <http://www.agroproyectos.org/2013/08/relacion-beneficio-costo.html>

Alvarez, J. (2003). *Diseño de lagunas de estabilización*. Lima.

Ambientum. (16 de 12 de 2015). *El portal profesional del Medio Ambiente*. Obtenido de Enciclopedia medioambiental: http://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/Dureza_de_aguas.asp#

Ambientum. (6 de Junio de 2016). *Ambientum*. Obtenido de http://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/Determinacion_de_cloruro.asp

Beltran, R. F. (1998). *Tecnología para la depuración sostenible del agua residual*. Obtenido de <http://depuranatura.blogspot.com/2011/05/lagunas-de-maduracion-la-tecnologia-de.html>

Borrero, J. A. (1999). *Depuración de aguas residuales municipales con humedales artificiales*. Barcelona .

Burciaga. (18 de Septiembre de 2008). *Uso de humedales como alternativa de tratamiento de efluentes de la industrias lactea*. Obtenido de http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/3623/1/USO_HUMEDALES.pdf

Carrasco, C. C. (2005). *Diseño de un sistema unitario de aguas*. Obtenido de Diseño de un sistema unitario de aguas: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1737/1/3431.pdf>

- Centa. (2000). *Manual de depuración de aguas residuales urbanas*. Lima: Ideasmares.
- Comision Nacional del Agua. (2007). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. México: ISBN: 978-968-817-880-5 .
- Comisión para América Latina y el Caribe . (2000). *Diagnóstico de las estadísticas del agua en Ecuador*. Ecuador.
- Chafloque, W. A. (2006). Diseño de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales en la UNMSM. *Revista del instituto de investigacion FIGMMG*, 86.
- Damián, F. R. (2005). *Caracterización de las aguas residuales*. México.
- Delgadillo, A. (2005). *Web del profesor*. Obtenido de Web del profesor: <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCIQFjABahUKewiJ5JTW9PbHAhULXh4KHeLmAZ0&url=http%3A%2F%2Fwebdelprofesor.ula.ve%2Fingenieria%2Fadamoreno%2FHIDRO%2FMORFOMETR%25CDA%2520DE%2520CUENCAS.pdf&usg=AFQjCNFWFRJ>
- Eddy, M. &. (1996). *Ingeniería de aguas residuales*. Obtenido de <http://www.lecturaonline.net/libro/ingeniera+de+aguas+residuales+tratamiento+vertido+reutilizacion+metcalf+eddy+mc+graw+hill-pdf.html>
- EPM. (2009). *Normas de diseño de sistema de alcantarillado de EPM*. Medellín.
- Escobar, H. (2006). *Proceso físico unitario*. Colombia.
- Eumed. (15 de 01 de 2016). *Eumed*. Obtenido de www.eumed.net
- Europea, D. P. (2003). *Guía del análisis costo-eficiencia*. Obtenido de http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/guides/cost/guide02_es.pdf

- Fajardo, S. (2010). Protocolo para toma de muestras de aguas residuales. *Amazonia Sostenible*, 7.
- Fuquene, D. (2013). *Sistema de tratamiento de aguas residuales*. Obtenido de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358003/Residuales_Contentido_en_linea/leccin_17__medicin_de_caudales_de_descarga.html
- Garcia. (2006). *Guia sobre tratamiento de aguas residuales para pequeños nucleos de poblacion*. España: Daute,L.S.
- Guzman, A. (Abril de 22 de 2015). *Tratamientos preliminares*. Obtenido de [http://www.fch.cl/nuevo-sitio/?source-url=archivo_nombre_tratamientos_preliminares . pdf](http://www.fch.cl/nuevo-sitio/?source-url=archivo_nombre_tratamientos_preliminares.pdf)
- Hernandez. (2013). *Agua residuales industriales*. Mexico.
- Instituto Ecuatoriano de Normalizacion (INEN). (1992). *Normas para Estudio y Diseño de sistemas de agua potable y disposicion de Aguas Residuales para poblaciones a 1000 habitantes*. Quito.
- Iris, G. (2011). *ESTIMACIÓN DEL CAUDAL POR EL MÉTODO DE FLOTADORES*. Obtenido de GUÍA DE HIDROMETRÍA: http://www.senamhi.gob.pe/usr/cdc/AFORO_X_FLOTADORES.pdf
- Ladreda, F. (2008). Tratamiento de aguas residuales y legislacion aplicable. En F. Ladreda, *Manual para la formacion en medio ambiente* (págs. 222-225). España: LEX NOVA S.A.
- Lara, J. (1999). *Depuracion de aguas residuales Municipales con Humedales Artificiales*. Barcelona .
- León, R. (1995). *Pastos y Forrajes Producción y Manejo*. Ediciones científicas Agustín. Bogotá-Colombia .
- Lopez, M. E. (1985). *Aguas Residuales Composicion* . Universidad de Granada: Servicios de Publicaciones.

- Lucas, R. M. (2012). *Toma de muestras*. Mexico.
- Marsilli, A. (2005). *Tratamiento de aguas residuales*. Obtenido de <http://www.tierramor.org/Articulos/tratagua.htm>
- Martel, A. B. (2010). *ASPECTOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA*. Obtenido de ASPECTOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA: <http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualI/tomoI/uno.pdf>
- Martinez, A. (2012). Obtenido de <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/tratamientoresiduales/tratamientoresiduales.html>
- Merino, L. M. (2003). *La Depuración de aguas residuales Urbanas de Pequeñas poblaciones mediante infiltración directa en el terreno, Fundamentos y casos prácticos*. España: 1era Edición.
- OMS, O. m. (2004). *Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud*. Obtenido de Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/print.html
- Organización Panamericana de la Salud. (2005). *Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores*. Lima.
- Ortiz. (2011). *Manual de Tratamientos Biológicos de Aguas Residuales para poblaciones medianas de la Región Sur del Ecuador*. Obtenido de Manual de Tratamientos Biológicos de Aguas Residuales para poblaciones medianas de la Región Sur del Ecuador: <file:///C:/Users/Wilmer/Downloads/TRATAMIENTOS%20BIOLÓGICOS%20DE%20AGUAS%20RESIDUALES%20PARA%20POBLACIONES.pdf>
- Ortiz, C. E. (2014). *FACTIBILIDAD DEL DISEÑO DE UN HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL*. Bogotá D.C.

- Oscar, D. (2010). *Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales*. Cochabamba-Bolivia: ISBN: 978-99954-766-2-5.
- Pulido, D. G. (2015). *Sedimentación*. México.
- Ramalho. (2003). *Tratamiento de aguas residuales*. España: Reverté, S. A.
- RAS. (2000). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico*. Bogotá: Tratamiento de aguas residuales.
- RAS. (2000). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico*. Bogotá: Sistema de Acueducto.
- Rodríguez, S. (15 de Septiembre de 1983). *Pasto elefante*. Obtenido de http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd12/texto/pasto%20elefante.htm.
- Rodríguez, S. A. (2010). *La dureza del agua*. Obtenido de La dureza del agua: http://www.edutecne.utn.edu.ar/agua/dureza_agua.pdf
- Rojas, J. A. (1999). *Tratamiento de aguas residuales*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Rojas, J. A. (2005). *Lagunas de estabilización de aguas residuales*. Bogotá: Escuela Colombia de ingeniería.
- Romero, J. A. (2002). *Tratamiento de aguas residuales*. Obtenido de Tratamiento de aguas residuales: <http://www.librosyeditores.com/tiendalemoine/ingenieria-ambiental/425-tratamiento-de-aguas-residuales-teoria-y-principios-de-diseno-9588060133.html>
- Russell. (2012). *Tratamiento de Aguas Residuales un enfoque práctico*. EE.UU: Reverte S.A.
- SENAGUA. (2012). *Proyecto de Desarrollo de Capacidades para el Uso Seguro de Aguas*. Obtenido de Producción de Aguas Servidas, Tratamiento y Uso en el Ecuador: <http://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/378/>

mod_page/content/148/ECUADOR_producci%C3%B3n_de_aguas_servidas_tratamiento_y_uso.pdf

Sierra, R. (2009). *Propuesta preliminar de un Sistema de Clasificación de vegetación para Ecuador Continental*. Obtenido de Propuesta preliminar de un Sistema de Clasificación de vegetación para Ecuador Continental : http://www.ecociencia.org/archivos/RSierra_PropVegEcuador_1999-120103.pdf

Tchobanoglous. (2000). *Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones*. Obtenido de Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones: http://biblioteca.uea.edu.ec/index.php?lvl=author_see&id=842.

Tchobanoglous, C. y. (2000). *Department of Civil and Environmental Engineering University of California, Davis*. Obtenido de Department of Civil and Environmental Engineering University of California, Davis: <http://www.nwri-usa.org/pdfs/2003%20CP%20Lecture%20by%20Tchobanoglous.pdf>

Tristán, V. V. (1996). *Importancia de la información climatología*. México.

Unad. (2000). *Características de las aguas residuales*. Obtenido de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301332/contLinea/leccin_2_caracteristicas_de_las_aguas_residuales.html

Universidad Particular de Loja. (2010). *Guía para la selección de tecnologías de Depuración de Aguas Residuales por Métodos Naturales*. Loja: UTPL.

Valencia, A. (2013). *Diseño de un sistema de tratamiento para aguas residuales de la cabecera parroquial de San Luis, provincia de Chimborazo*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3118/1/236T0084.pdf>

Vargas, L. (2006). *Procesos unitarios y tratamientos de aguas residuales*. Lima.

- Vargas, L. d. (2010). *PROCESOS UNITARIOS Y PLANTAS DE TRATAMIENTO*.
Obtenido de PROCESOS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS.:
http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/marquezronald/wp-content/uploads/PROCESOS_PARA_EL_TRATAMIENTO_DE_AGUAS.pdf
- Vetircol servicios y consultorias S.A.S. (2015). Tratamiento de aguas residuales mediante filtros e hidrosistemas con pasto VETIBER.
- Vymazal. (5 de Diciembre de 2008). *Wastewater Treatment in constructed Wetlands with horizontal Suv-Surface Flow*. Obtenido de http://booksgoogle.com.ec/books?id=ifqerCqRuv8&printsec=fruntcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Zambrano, S. (04 de 5 de 2010). *Protocolo para toma de muestras de aguas residuales*. Obtenido de Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia: http://www.corpoamazonia.gov.com/files/Protocolo_para_Toma_de_Muestras_de_Aguas_Residuales.pdf

CAPITULO VIII


8 ANEXOS

ANEXO 1

Ficha Ambiental para el levantamiento de la línea base de la parroquia Punín.

Identificación Del Proyecto

Nombre del Proyecto:	Código:
	Fecha:
Localización del Proyecto: Provincia: Chimborazo Cantón: Riobamba Localidad:	
Auspiciado por: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ministerio de: <input type="checkbox"/> Gobierno Provincial: <input type="checkbox"/> Gobierno Municipal: <input type="checkbox"/> Org. de inversión/desarrollo: (especificar) <input type="checkbox"/> Otro: (especificar) 	
Tipo del Proyecto: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Agricultura y ganadería <input type="checkbox"/> Amparo y bienestar social <input type="checkbox"/> Protección áreas naturales <input type="checkbox"/> Educación <input type="checkbox"/> Electrificación <input type="checkbox"/> Hidrocarburos <input type="checkbox"/> Industria y comercio <input type="checkbox"/> Minería <input type="checkbox"/> Pesca <input type="checkbox"/> Salud <input type="checkbox"/> Saneamiento ambiental <input type="checkbox"/> Turismo <input type="checkbox"/> Vialidad y transporte Otros: (especificar). 	



TEMA: GESTIÓN INTEGRAL D
 PROVINCIA DE CHIMBORAZO
 RESPONSABLES: CRISTHIAN
 FIRMAS DE RESPALDO POR I
 FECHA: 4 DE ENERO DEL 201

Nº	NOMBRE
	Pedro Cujje
	Antonio Perez
	Carlos Quiza
	Juan Kauriza
	Francisco Quiza
	Abelardo Uchirbando

Nº	NOMBRE
	Pedro Cujje
	Antonio Perez
	Carlos Quiza
	Juan Kauriza
	Francisco Quiza
	Abelardo Uchirbando

Descripción resumida del proyecto:	
Nivel de los estudios	<input type="checkbox"/> Idea o pre factibilidad
Técnicos del proyecto:	<input type="checkbox"/> Factibilidad <input type="checkbox"/> Definitivo
Categoría del Proyecto	<input type="checkbox"/> Construcción <input type="checkbox"/> Rehabilitación <input type="checkbox"/> Ampliación o mejoramiento <input type="checkbox"/> Mantenimiento <input type="checkbox"/> Equipamiento <input type="checkbox"/> Capacitación <input type="checkbox"/> Apoyo <input type="checkbox"/> Otro (especificar):

Datos del Promotor/Auspiciante		
Nombre o Razón Social:		
Representante legal:		
Dirección:		
Barrio/Sector:	Ciudad:	Provincia:
Teléfono:	Fax	E-mail:

Características del Área de Influencia: Caracterización del Medio Físico Localización

Región geográfica:	<input type="checkbox"/> Costa <input type="checkbox"/> Sierra <input type="checkbox"/> Oriente <input type="checkbox"/> Insular																				
Coordenadas:	<input type="checkbox"/> Geográficas <input type="checkbox"/> UTM																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>shape</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Tipo</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		shape	X	Y	Tipo	Descripción															
shape	X	Y	Tipo	Descripción																	
Altitud:	<input type="checkbox"/> A nivel del mar <input type="checkbox"/> Entre 0 y 500 msnm <input type="checkbox"/> Entre 501 y 2.300 msnm <input type="checkbox"/> Entre 2.301 y 3.000 msnm																				
	<input type="checkbox"/> Entre 3.001 y 4.000 msnm <input type="checkbox"/> Más de 4000 msnm																				

Clima

Temperatura	<input type="checkbox"/>	Cálido-seco	Cálido-seco (0-500 msnm)
	<input type="checkbox"/>	Cálido-húmedo	Cálido-húmedo (0-500 msnm)
	<input type="checkbox"/>	Subtropical	Subtropical (500-2.300 msnm)
	<input type="checkbox"/>	Templado	Templado (2.300-3.000 msnm)
	<input type="checkbox"/>	Frío	Frío (3.000-4.500 msnm)
	<input type="checkbox"/>	Glacial	Menor a 0 °C en altitud (>4.500 msnm)

Geología, geomorfología y suelos

Ocupación actual del	<input type="checkbox"/>	Asentamientos humanos
Área de influencia:	<input type="checkbox"/>	Áreas agrícolas o ganaderas
	<input type="checkbox"/>	Áreas ecológicas protegidas
	<input type="checkbox"/>	Bosques naturales o artificiales
	<input type="checkbox"/>	Fuentes hidrológicas y cauces naturales
	<input type="checkbox"/>	Zonas arqueológicas
	<input type="checkbox"/>	Zonas con riqueza hidrocarburífera
	<input type="checkbox"/>	Zonas con riquezas minerales
	<input type="checkbox"/>	Zonas de potencial turístico
	<input type="checkbox"/>	Zonas de valor histórico, cultural o religioso
	<input type="checkbox"/>	Zonas inestables con riesgo sísmico
<input type="checkbox"/>	Zonas reservadas por seguridad nacional	
<input type="checkbox"/>	Otra: (especificar).	
Pendiente del suelo	<input type="checkbox"/>	Llano El terreno es plano. Pendientes menores al
	<input type="checkbox"/>	Ondulado El terreno es ondulado. Pendientes son suaves (entre 30% y 100 %).
	<input type="checkbox"/>	Montañoso El terreno es quebrado. Pendientes mayores al 100
Tipo de suelo	<input type="checkbox"/>	Arcilloso
	<input type="checkbox"/>	Arenoso
	<input type="checkbox"/>	Semi-duro
	<input type="checkbox"/>	Rocoso
	<input type="checkbox"/>	Saturado
	<input type="checkbox"/>	Rocoso - Arenoso
Calidad del suelo	<input type="checkbox"/>	Fértil
	<input type="checkbox"/>	Semi-fértil
	<input type="checkbox"/>	Erosionado

	<input type="checkbox"/> Otro (especifique) <input type="checkbox"/> Saturado	
Permeabilidad del suelo	<input type="checkbox"/> Altas <input type="checkbox"/> Medias <input type="checkbox"/> Bajas	<p>El agua se infiltra fácilmente en el suelo.</p> <p>El agua tiene ciertos problemas para infiltrarse en el suelo.</p> <p>El agua queda detenida en charcos por espacio de días. Aparecen aguas</p>
Condiciones de drenaje	<input type="checkbox"/> Muy buenas <input type="checkbox"/> Buenas <input type="checkbox"/> Malas	<p>No existen estancamientos de agua, aún en época de lluvias</p> <p>Existen estancamientos de agua que se forman durante las lluvias, pero que desaparecen a las pocas horas de cesar</p> <p>Las condiciones son malas. Existen estancamientos de agua, aún en épocas</p>

Hidrología

Fuentes	<input type="checkbox"/> Agua superficial <input type="checkbox"/> Agua subterránea <input type="checkbox"/> Agua de mar <input type="checkbox"/> Ninguna	
Nivel freático	<input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Profundo	
Precipitaciones	<input type="checkbox"/> Altas <input type="checkbox"/> Medias <input type="checkbox"/> Bajas	<p>Lluvias fuertes y constantes</p> <p>Lluvias en época invernal o esporádicas</p> <p>Casi no llueve en la zona</p>

Aire

Calidad del aire	<input type="checkbox"/> Pura <input type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Mala	<p>No existen fuentes contaminantes que lo alteren</p> <p>El aire es respirable, presenta malos olores en forma esporádica o en alguna época del año. Se presentan irritaciones leves en ojos y garganta.</p> <p>El aire ha sido poluído. Se presentan constantes enfermedades bronquio- respiratorias. Se verifica irritación en ojos, mucosas y garganta.</p>
Recirculación de aire:	<input type="checkbox"/> Muy Buena <input type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Mala	<p>Brisas ligeras y constantes Existen frecuentes vientos que renuevan la capa de aire</p> <p>Los vientos se presentan sólo en ciertas épocas y por lo general son escasos.</p>

Ruido	<input type="checkbox"/> Bajo	No existen molestias y la zona transmite calma.
	<input type="checkbox"/> Tolerable	Ruidos admisibles o esporádicos. No hay mayores molestias para la población y fauna existente.
	<input type="checkbox"/> Ruidoso	Ruidos constantes y altos. Molestia en los habitantes debido a intensidad o por su frecuencia. Aparecen síntomas de sordera o de

Caracterización del Medio Biótico

Ecosistema

<input type="checkbox"/> Páramo
<input type="checkbox"/> Bosque pluvial
<input type="checkbox"/> Bosque nublado
<input type="checkbox"/> Bosque seco tropical
<input type="checkbox"/> Ecosistemas marinos
<input type="checkbox"/> Ecosistemas lacustres
<input type="checkbox"/> Estepa espinoso montano bajo

Flora

Tipo de cobertura	<input type="checkbox"/> Bosques
Vegetal:	<input type="checkbox"/> Arbustos
	<input type="checkbox"/> Pastos
	<input type="checkbox"/> Cultivos
	<input type="checkbox"/> Matorrales
	<input type="checkbox"/> Sin vegetación
Importancia de la Cobertura vegetal:	<input type="checkbox"/> Común del sector
	<input type="checkbox"/> Rara o endémica
	<input type="checkbox"/> En peligro de extinción
	<input type="checkbox"/> Protegida
	<input type="checkbox"/> Intervenida
Usos de la vegetación:	<input type="checkbox"/> Alimenticio
	<input type="checkbox"/> Comercial
	<input type="checkbox"/> Medicinal
	<input type="checkbox"/> Ornamental
	<input type="checkbox"/> Construcción
	<input type="checkbox"/> Fuente de semilla
	<input type="checkbox"/> Otro (especifique):

Fauna silvestre

Tipología	<input type="checkbox"/> Micro fauna
	<input type="checkbox"/> Insectos
	<input type="checkbox"/> Anfibios
	<input type="checkbox"/> Reptiles
	<input type="checkbox"/> Aves
	<input type="checkbox"/> Mamíferos

Importancia	<input type="checkbox"/> Común
	<input type="checkbox"/> Rara o única especie
	<input type="checkbox"/> Frágil
	<input type="checkbox"/> En peligro de extinción

Caracterización del Medio Socio-Cultural

Demografía

Nivel de consolidación del área de influencia:	<input type="checkbox"/> Urbana
	<input type="checkbox"/> Periférica
	<input type="checkbox"/> Rural
Tamaño de la población	<input type="checkbox"/> Entre 0 y 1.000 habitantes
	<input type="checkbox"/> Entre 1.001 y 10.000 habitantes
Características étnicas de la Población	<input type="checkbox"/> Mestizos
	<input type="checkbox"/> Indígena
	<input type="checkbox"/> Negros
	<input type="checkbox"/> Otro (especificar):

Infraestructura social

Abastecimiento de agua	<input type="checkbox"/> Agua potable
	<input type="checkbox"/> Conex. domiciliaria
	<input type="checkbox"/> Agua de lluvia
	<input type="checkbox"/> Servicio permanente
	<input type="checkbox"/> Racionado
	<input type="checkbox"/> Tanquero
	<input type="checkbox"/> Ninguno.
Evacuación de aguas servidas	<input type="checkbox"/> Alcantari. Sanitario
	<input type="checkbox"/> Alcantari. Pluvial
	<input type="checkbox"/> Fosas sépticas
	<input type="checkbox"/> Letrinas
	<input type="checkbox"/> Ninguno
Evacuación de aguas Lluvias	<input type="checkbox"/> Alcantari. Pluvial
	<input type="checkbox"/> Drenaje superficial
	<input type="checkbox"/> Ninguno
Desechos sólidos	<input type="checkbox"/> Barrido y recolección
	<input type="checkbox"/> Botadero a cielo abierto
	<input type="checkbox"/> Relleno sanitario
	<input type="checkbox"/> Otro (especificar):
Electrificación	<input type="checkbox"/> Red energía eléctrica
	<input type="checkbox"/> Plantas eléctricas
	<input type="checkbox"/> Ninguno
Transporte público	<input type="checkbox"/> Servicio Urbano
	<input type="checkbox"/> Servicio intercantonal
	<input type="checkbox"/> Rancheras
	<input type="checkbox"/> Canoa
	<input type="checkbox"/> Otro (especifique): Interparroquial

Vialidad y accesos	<input type="checkbox"/> Vías principales <input type="checkbox"/> Vías secundarias <input type="checkbox"/> Caminos vecinales <input type="checkbox"/> Vías urbanas <input type="checkbox"/> Otro (especifique):
Telefonía	<input type="checkbox"/> Red domiciliaria <input type="checkbox"/> Cabina pública <input type="checkbox"/> Ninguno

Actividades socio-económicas

Aprovechamiento y uso de la tierra	<input type="checkbox"/> Residencial <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Recreacional <input type="checkbox"/> Productivo <input type="checkbox"/> Baldío <input type="checkbox"/> Otro (especificar):
Tenencia de la tierra:	<input type="checkbox"/> Terrenos privados <input type="checkbox"/> Terrenos comunales <input type="checkbox"/> Terrenos municipales <input type="checkbox"/> Terrenos estatales

Organización social

<input type="checkbox"/> Primer grado <input type="checkbox"/> Segundo grado <input type="checkbox"/> Tercer grado <input type="checkbox"/> Otra	Comunal, barrial Pre-cooperativas, cooperativas Asociaciones, federaciones, unión de
---	--

Aspectos culturales

Lengua	<input type="checkbox"/> Castellano <input type="checkbox"/> Nativa <input type="checkbox"/> Otro (especificar):
Religión	<input type="checkbox"/> Católicos <input type="checkbox"/> Evangélicos <input type="checkbox"/> Otra (especifique):
Tradiciones	<input type="checkbox"/> Ancestrales <input type="checkbox"/> Religiosas <input type="checkbox"/> Populares

Medio Perceptual

Paisaje y turismo	<input type="checkbox"/> Zonas con valor paisajístico	
	<input type="checkbox"/> Atractivo turístico	
	<input type="checkbox"/> Recreacional	
	<input type="checkbox"/> Otro (especificar)	Típica de esta zona

Riesgos Naturales e inducidos

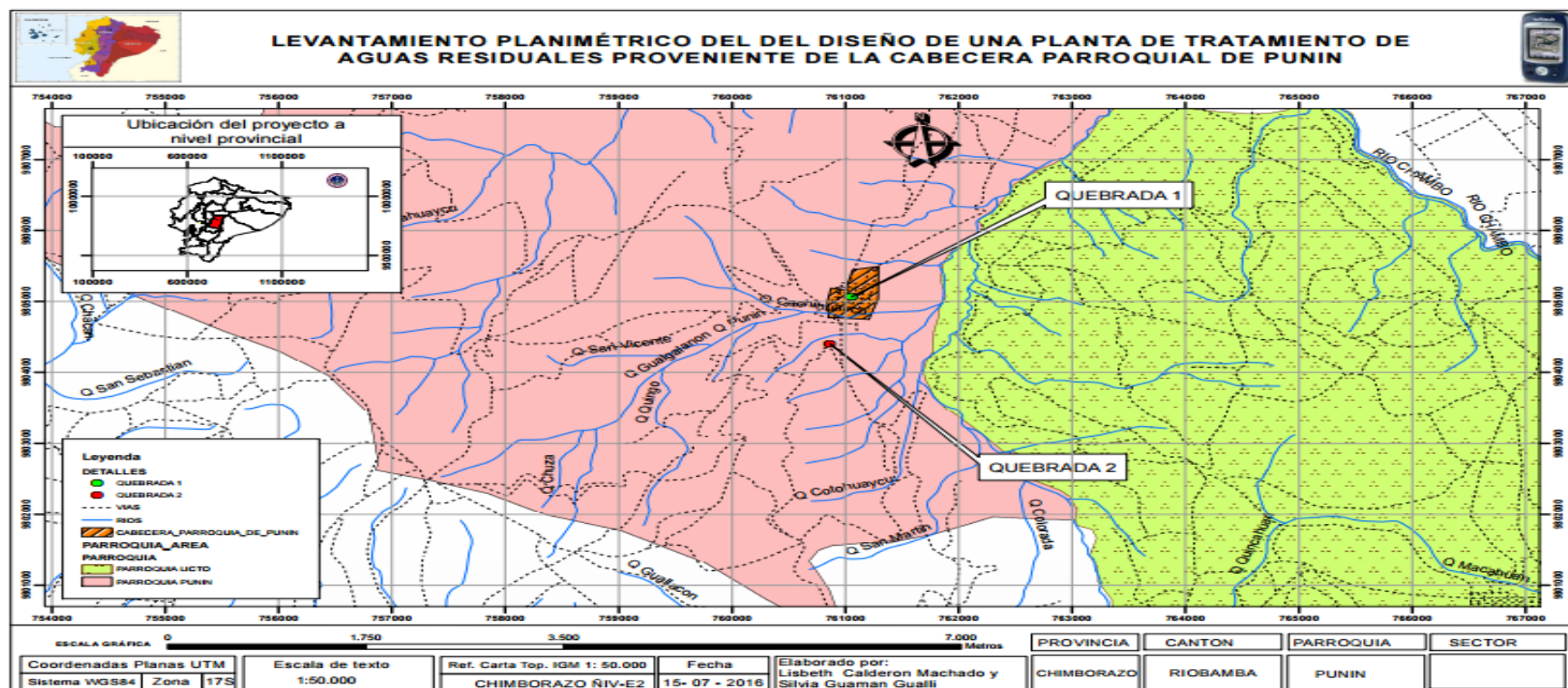
Peligro de Deslizamientos	<input type="checkbox"/> Inminente	La zona es muy inestable y se desliza con relativa frecuencia
	<input type="checkbox"/> Latente	La zona podría deslizarse cuando se produzcan precipitaciones extraordinarias.
	<input type="checkbox"/> Nulo	La zona es estable y prácticamente no tiene peligro de deslizamientos.
Peligro de Inundaciones	<input type="checkbox"/> Inminente	La zona se inunda con frecuencia
	<input type="checkbox"/> Latente	La zona podría inundarse cuando se produzcan precipitaciones extraordinarias.
	<input type="checkbox"/> Nulo	La zona, prácticamente, no tiene peligro de inundaciones.
Peligro de Terremotos	<input type="checkbox"/> Inminente	La tierra tiembla frecuentemente
	<input type="checkbox"/> Latente	La tierra tiembla ocasionalmente (está cerca de o se ubica en fallas geológicas).
	<input type="checkbox"/> Nulo	La tierra, prácticamente, no tiembla.

Anexo 2

Mapa de los puntos de descargas de aguas residuales de la cabecera parroquial de Punín.

Mapa 3:

Puntos de descarga



Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016.

Anexo 3

Plano de la planta de tratamiento de aguas residuales de la cabecera parroquial de
Punín

Anexo 4

Aforamiento de las aguas residuales semanal (“Calli-Siqui”)

Tabla 43:

Primera semana de aforamiento

Caudal en (l/s)											
Semana 1 del 11 de Mayo al 15 de Mayo de 2016											
Horas	V (l)	Miércoles: 11/05/2016		Jueves: 12/05/2016		Viernes: 13/05/2016		Sábado: 14/05/2016		Domingo: 15/05/2016	
		t (s)	Q (l/s)	t (s)	Q (l/s)	t (s)	Q (l/s)	t (s)	Q (l/s)	t (s)	Q (l/s)
7:00	9	7,84	1,15	10,16	0,89	9,48	0,95	9,16	0,98	9,03	1,00
8:00	9	7,88	1,14	11,6	0,78	9,37	0,96	5,82	1,55	7,72	1,17
9:00	9	10,11	0,89	8,31	1,08	10,84	0,83	4,93	1,83	10,85	0,83
10:00	9	9,49	0,95	8,78	1,03	9,67	0,93	5,81	1,55	6,92	1,30
11:00	9	11,92	0,76	7,14	1,26	6,5	1,38	6,52	1,38	7,51	1,20
12:00	9	7,65	1,18	6,76	1,33	6,46	1,39	4,74	1,90	10,46	0,86
13:00	9	5,41	1,66	8,53	1,06	6,39	1,41	4,14	2,17	9,7	0,93
14:00	9	10,61	0,85	8,16	1,10	8,08	1,11	3,73	2,41	7,83	1,15
15:00	9	9,78	0,92	8,7	1,03	9,02	1,00	8,31	1,08	10,28	0,88
16:00	9	7	1,29	9,63	0,93	7,06	1,27	6,72	1,34	10,43	0,86
17:00	9	8,48	1,06	7,45	1,21	7,73	1,16	6,19	1,45	10,37	0,87
18:00	9	9,54	0,94	7,43	1,21	9,74	0,92	7,88	1,14	10,65	0,85

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S.2016.

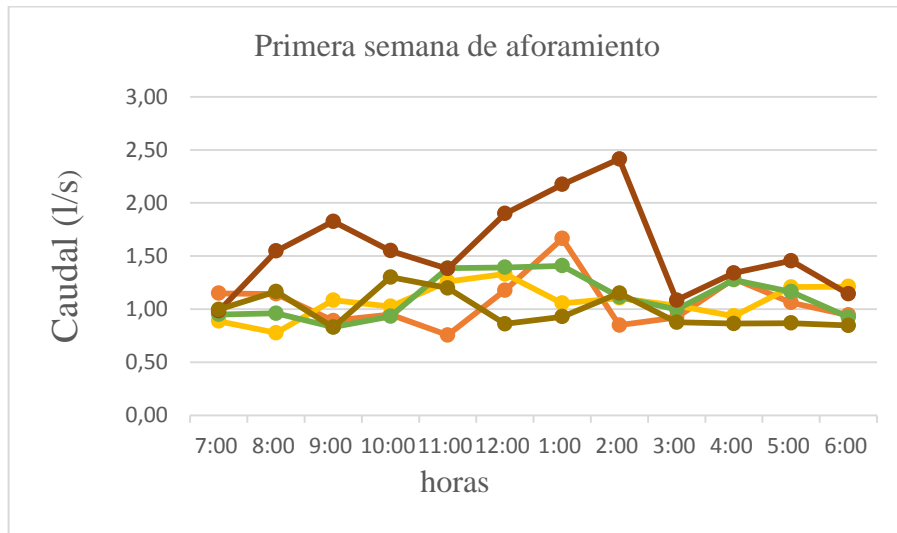


Figura 26. Primera semana

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S.2016.

Tabla 44:

Segunda semana de aforamiento

<i>Caudal en (l/s)</i>															
<i>Semana 2 del 16 de Mayo al 22 de Mayo de 2016</i>															
Horas	V (l)	Lunes: 16/05/2016		Martes: 17/05/2016		Miércoles: 18/05/2016		Jueves: 19/05/2016		Viernes: 20/05/2016		Sábado: 21/05/2016		Domingo: 22/05/2016	
		t (s)	Q (l/s)	t (s)	Q (l/s)	t (s)	Q (l/s)	t (s)	Q (l/s)	t (s)	Q (l/s)	t (s)	Q (l/s)	t (s)	Q (l/s)
7:00	9	8,98	1,00	8,67	1,04	8,74	1,03	9,45	0,95	10,45	0,86	11,75	0,77	10,03	0,90
8:00	9	10,03	0,90	8,46	1,06	7,77	1,16	8,6	1,05	10,3	0,87	3,09	2,91	8,67	1,04
9:00	9	8,32	1,08	7,56	1,19	10,5	0,86	8,38	1,07	8,6	1,05	6,03	1,49	9,87	0,91
10:00	9	7,89	1,14	9,67	0,93	8,61	1,05	9,35	0,96	9,88	0,91	7,42	1,21	6,89	1,31
11:00	9	10,2	0,88	10,86	0,83	11,71	0,77	7,11	1,27	7,48	1,20	6,69	1,35	7,9	1,14
12:00	9	8,89	1,01	9,56	0,94	7,27	1,24	9,58	0,94	7,35	1,22	8,53	1,06	9,87	0,91
13:00	9	8,02	1,12	8,05	1,12	5,1	1,76	7,66	1,17	6,77	1,33	7,52	1,20	8,75	1,03
14:00	9	9,08	0,99	8,87	1,01	10,34	0,87	8,17	1,10	7,83	1,15	5,02	1,79	8,9	1,01
15:00	9	9,78	0,92	8,79	1,02	8,7	1,03	9,1	0,99	9,25	0,97	6,04	1,49	9,99	0,90
16:00	9	8,58	1,05	8,6	1,05	6,55	1,37	9,63	0,93	8,65	1,04	6,14	1,47	10,12	0,89
17:00	9	8,8	1,02	8,56	1,05	7,61	1,18	8,45	1,07	8,45	1,07	6,87	1,31	9,8	0,92
18:00	9	8,77	1,03	8,54	1,05	8,92	1,01	7,43	1,21	9,78	0,92	8,75	1,03	10,88	0,83

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S.2016.

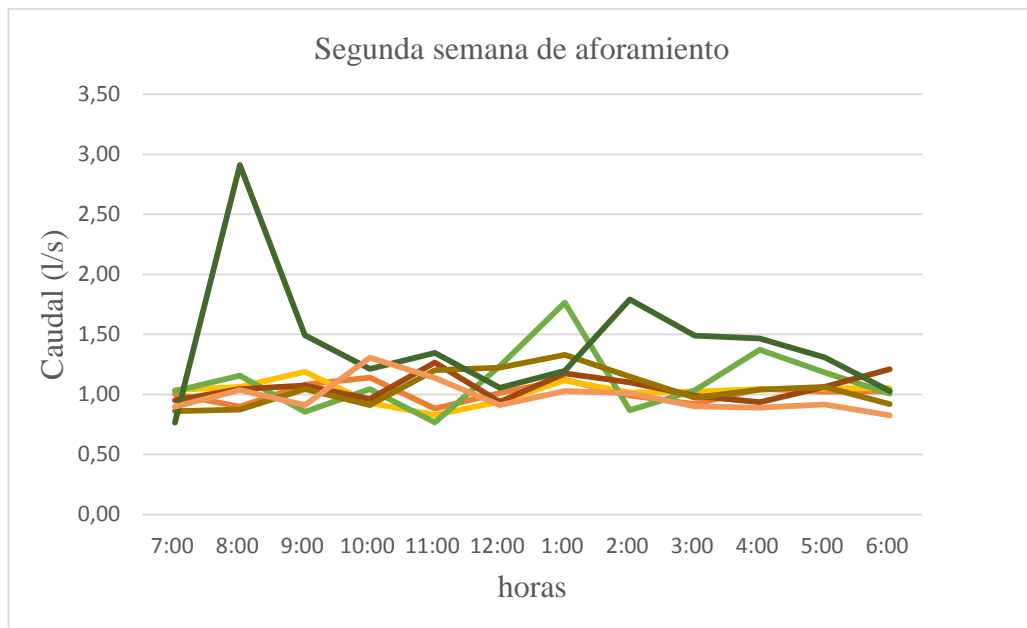


Figura 27. Segunda semana

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S.2016.

Tabla 45:

Tercera semana de aforamiento

<i>Caudal en (l/s)</i>															
<i>Semana 3 del 23 de Mayo al 29 de Mayo de 2016</i>															
Horas	V (l)	Lunes: 23/05/2016		Martes: 24/05/2016		Miércoles: 25/05/2016		Jueves: 26/05/2016		Viernes: 27/05/2016		Sábado: 28/05/2016		Domingo: 29/05/2016	
		t (s)	Q (l/s)	t (s)	Q (l/s)	t (s)	Q (l/s)	t (s)	Q (l/s)	t (s)	Q (l/s)	t (s)	Q (l/s)	t (s)	Q (l/s)
7:00	9	8,88	1,01	7,52	1,20	8,6	1,05	9,56	0,94	5,67	1,59	4,38	2,05	7,63	1,18
8:00	9	9,45	0,95	8,95	1,01	7,77	1,16	10,34	0,87	5,5	1,64	3,75	2,40	7,45	1,21
9:00	9	8,45	1,07	7,99	1,13	10,41	0,86	8,13	1,11	5,43	1,66	3,39	2,65	8,97	1,00
10:00	9	7,37	1,22	6,59	1,37	8,37	1,08	8,78	1,03	6,75	1,33	3,25	2,77	6,92	1,30
11:00	9	10,81	0,83	5,47	1,65	11,72	0,77	7,41	1,21	6,14	1,47	5,31	1,69	7,81	1,15
12:00	9	8,45	1,07	7,89	1,14	7,34	1,23	7,64	1,18	6,9	1,30	4,97	1,81	10,52	0,86
13:00	9	8,06	1,12	6,06	1,49	4,53	1,99	8,35	1,08	5,58	1,61	4,89	1,84	9,95	0,90
14:00	9	8,8	1,02	6,33	1,42	10	0,90	8,61	1,05	6,98	1,29	3,77	2,39	8,04	1,12
15:00	9	10,01	0,90	7,3	1,23	8,84	1,02	8,98	1,00	7,79	1,16	3,05	2,95	8,67	1,04
16:00	9	8,86	1,02	8,5	1,06	6,61	1,36	9,36	0,96	7,43	1,21	3,33	2,70	9,53	0,94
17:00	9	8,36	1,08	8,96	1,00	7,52	1,20	7,54	1,19	7,65	1,18	4,74	1,90	9,78	0,92
18:00	9	8,16	1,10	8,34	1,08	9,55	0,94	7,34	1,23	7,89	1,14	4,87	1,85	10,05	0,90

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S.2016.

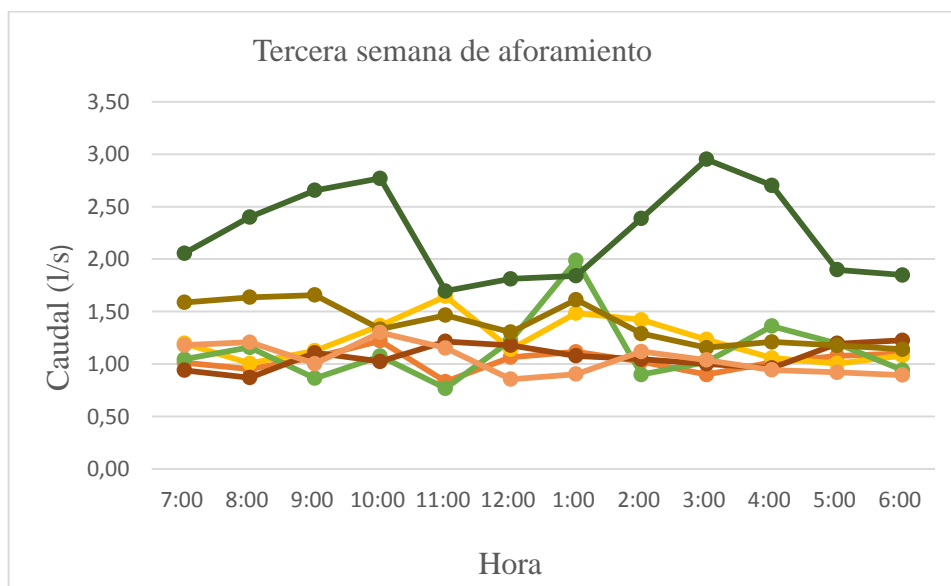


Figura 28. Tercera semana

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S.2016.

Tabla 46:

Cuarta semana de aforamiento

Caudal en (l/s)															
Semana 4 del 30 de Mayo al 05 de Junio de 2016															
Horas	V (l)	Lunes: 30/05/2016		Martes: 31/05/2016		Miércoles: 01/06/2016		Jueves: 02/06/2016		Viernes: 03/06/2016		Sábado: 04/06/2016		Domingo: 05/06/2016	
		t (s)	Q (l/s)	t (s)	Q (l/s)	t (s)	Q (l/s)	t (s)	Q (l/s)	t (s)	Q (l/s)	t (s)	Q (l/s)	t (s)	Q (l/s)
7:00	9	9,97	0,90	7,5	1,20	9,28	0,97	8,98	1,00	11,12	0,81	9,04	1,00	7,68	1,17
8:00	9	9,69	0,93	8,8	1,02	8,72	1,03	8,68	1,04	10,6	0,85	5,04	1,79	7,74	1,16
9:00	9	8,99	1,00	8,02	1,12	10,26	0,88	9,06	0,99	9,8	0,92	5,59	1,61	10,74	0,84
10:00	9	7,97	1,13	6,71	1,34	8,9	1,01	8,9	1,01	9,5	0,95	5,58	1,61	8,92	1,01
11:00	9	9,83	0,92	5,86	1,54	12,05	0,75	8,99	1,00	6,45	1,40	7,03	1,28	7	1,29
12:00	9	9,45	0,95	7,92	1,14	7,26	1,24	9,67	0,93	6,39	1,41	5,41	1,66	10,21	0,88
13:00	9	7,99	1,13	6,36	1,42	5,18	1,74	7,45	1,21	6,59	1,37	3,97	2,27	9,55	0,94
14:00	9	8,65	1,04	6,42	1,40	10,31	0,87	7,98	1,13	7,78	1,16	4,07	2,21	7,76	1,16
15:00	9	9,34	0,96	7,38	1,22	8,7	1,03	8,92	1,01	8,87	1,01	7,73	1,16	10,02	0,90
16:00	9	8,24	1,09	8,59	1,05	6,44	1,40	9,76	0,92	7,31	1,23	6,88	1,31	9,59	0,94
17:00	9	8,03	1,12	8,85	1,02	7,68	1,17	8,98	1,00	7,78	1,16	6,19	1,45	10,04	0,90
18:00	9	9,12	0,99	8,2	1,10	9,17	0,98	8,12	1,11	9,24	0,97	7,96	1,13	10,29	0,87

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S.2016.

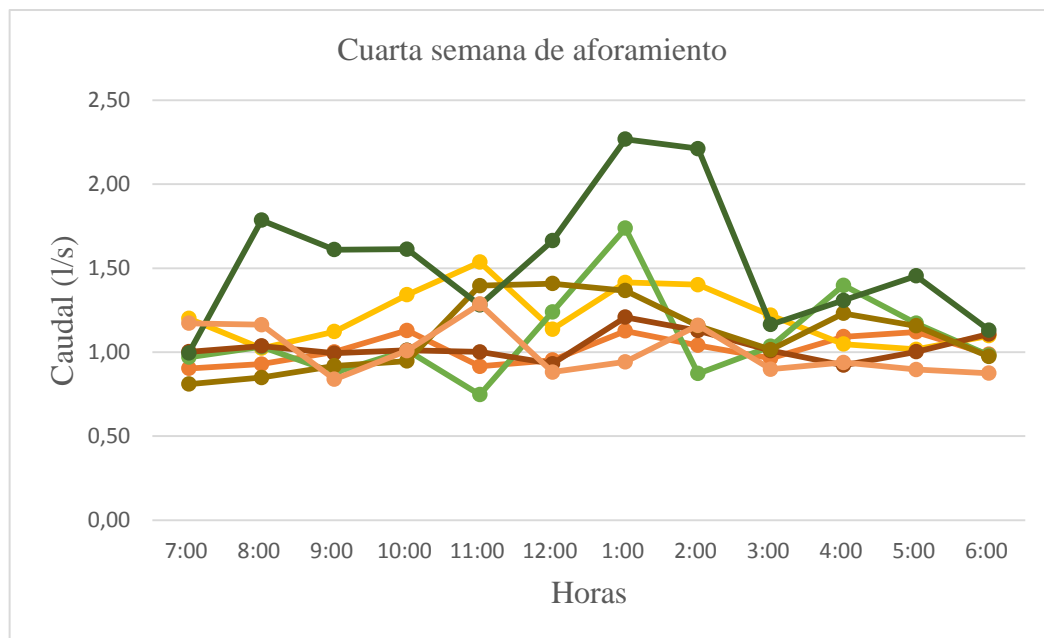


Figura 29. Cuarta semana

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S.2016.

Tabla 47:

Quinta semana de aforamiento

Caudal en (l/s)									
Semana 5 del 06 de Junio al 09 de Junio de 2016									
Horas	V (l)	Lunes: 06/06/2016		Martes: 07/06/2016		Miércoles: 08/06/2016		Jueves: 09/06/2016	
		t (s)	Q (l/s)	t (s)	Q (l/s)	t (s)	Q (l/s)	t (s)	Q (l/s)
7:00	9	8,48	1,06	8,48	1,06	9,28	0,97	8,98	1,00
8:00	9	9,08	0,99	8,41	1,07	8,72	1,03	8,68	1,04
9:00	9	9,98	0,90	8,95	1,01	10,26	0,88	9,06	0,99
10:00	9	9,58	0,94	7,47	1,20	8,9	1,01	8,9	1,01
11:00	9	10,05	0,90	7,88	1,14	12,05	0,75	8,99	1,00
12:00	9	8,92	1,01	9,32	0,97	7,26	1,24	9,67	0,93
13:00	9	7,89	1,14	7,32	1,23	5,18	1,74	7,45	1,21
14:00	9	8,76	1,03	8,76	1,03	10,31	0,87	7,98	1,13
15:00	9	9,68	0,93	9,61	0,94	8,7	1,03	8,92	1,01
16:00	9	8,64	1,04	8,96	1,00	6,44	1,40	9,76	0,92
17:00	9	8,05	1,12	8,45	1,07	7,68	1,17	8,98	1,00
18:00	9	9,72	0,93	7,99	1,13	9,17	0,98	8,12	1,11

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S.2016.

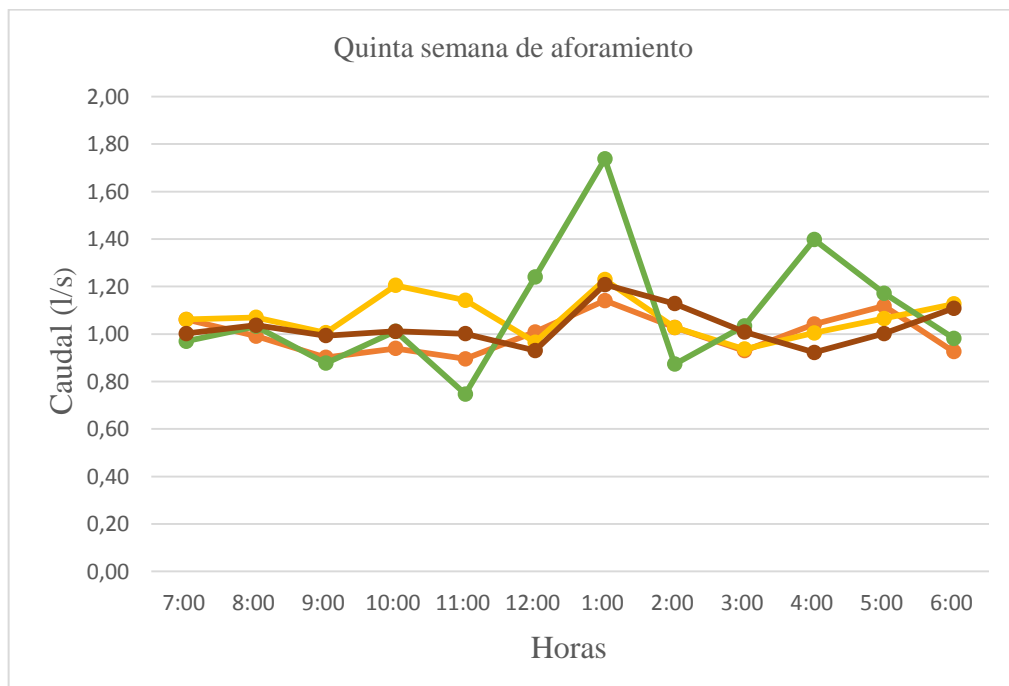


Figura 30. Quinta semana

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S.2016.

Anexo 5

Aforamiento de las aguas residuales semanal (Chuipi)

Tabla 48:

Primera semana

Caudal (l/s) Método del vertedero triangular											
Cálculo del caudal del vertedero triangular por la formula $Q = 1,40H^{5/2}$											
Horas	Constante	Semana 1 del 11 de Mayo al 15 de Mayo del 2016									
		Miércoles: 11/05/2016		Jueves: 12/05/2016		Viernes: 13/05/2016		Sábado: 14/05/2016		Domingo: 15/05/2016	
		H(cm)	Q(l/s)	H(cm)	Q(l/s)	H(cm)	Q(l/s)	H(cm)	Q(l/s)	H(cm)	Q(l/s)
7:00	1,4	3,3	0,28	3	0,22	2,9	0,20	5,9	1,18	6,5	1,51
8:00	1,4	3,9	0,42	3,5	0,32	2	0,08	5	0,78	4,9	0,74
9:00	1,4	4	0,45	4	0,45	3,9	0,42	4	0,45	4,9	0,74
10:00	1,4	3,9	0,42	4	0,45	4,5	0,60	5	0,78	4,9	0,74
11:00	1,4	4	0,45	3,5	0,32	3,2	0,26	5,3	0,91	4,3	0,54
12:00	1,4	4,2	0,51	5,6	1,04	3	0,22	5,4	0,95	3,9	0,42
13:00	1,4	4,5	0,60	5,6	1,04	3,9	0,42	5,5	0,99	3,9	0,42
14:00	1,4	4	0,45	4,9	0,74	3,3	0,28	4,9	0,74	4	0,45
15:00	1,4	4,6	0,64	3,9	0,42	4	0,45	5,5	0,99	4,5	0,60
16:00	1,4	3,9	0,42	3,7	0,37	4,5	0,60	5	0,78	4,3	0,54
17:00	1,4	4	0,45	3,8	0,39	3,8	0,39	4,9	0,74	4,4	0,57
18:00	1,4	4,7	0,67	4,5	0,60	4,9	0,74	5,9	1,18	5,5	0,99

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S.2016.

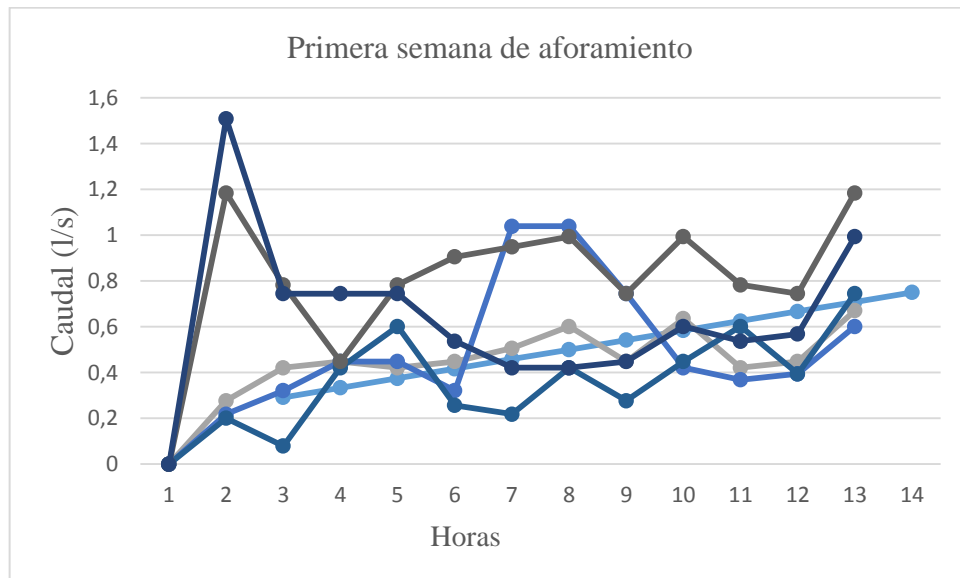


Figura 31. Primera semana

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S.2016

Tabla 49:
Segundo aforamiento

Caudal (l/s) Método del vertedero triangular															
Cálculo del caudal del vertedero triangular por la formula $Q = 1,40H^{5/2}$															
Horas	Constante	Semana 2 del 16 de Mayo al 22 de Mayo del 2016													
		Lunes: 16/05/2016		Martes: 17/05/2016		Miércoles: 18/05/2016		Jueves: 19/05/2016		Viernes: 20/05/2016		Sábado: 21/05/2016		Domingo: 22/05/2016	
		H(cm)	Q(l/s)	H(cm)	Q(l/s)	H(cm)	Q(l/s)	H(cm)	Q(l/s)	H(cm)	Q(l/s)	H(cm)	Q(l/s)	H(cm)	Q(l/s)
7:00	1,4	3,5	0,32	4	0,45	3,7	0,37	3,3	0,28	3	0,22	3,5	0,10	5,5	0,32
8:00	1,4	3,8	0,39	3,8	0,39	3,5	0,32	3,5	0,32	2,9	0,20	3,8	0,39	4	0,45
9:00	1,4	4	0,45	4,2	0,51	4	0,45	4	0,45	4,3	0,54	4,3	0,54	4	0,45
10:00	1,4	3,8	0,39	3,9	0,42	3,5	0,32	4,3	0,54	4,5	0,60	4,3	0,54	4	0,45
11:00	1,4	3,5	0,32	4	0,45	4	0,45	3,9	0,42	3	0,22	4	0,45	4,6	0,64
12:00	1,4	3	0,22	3,5	0,32	4	0,45	5,3	0,91	3,4	0,30	4	0,45	4	0,45
13:00	1,4	3,9	0,42	4,6	0,64	4,5	0,60	5,3	0,91	4	0,45	4,5	0,60	3,9	0,42
14:00	1,4	4	0,45	4,4	0,57	5	0,78	4,7	0,67	3,8	0,39	4,8	0,71	4	0,45
15:00	1,4	4,4	0,57	3,9	0,42	4,5	0,60	3,8	0,39	3,8	0,39	5	0,78	4,4	0,57
16:00	1,4	4,7	0,67	3,5	0,32	4,8	0,71	4	0,45	4	0,45	5,3	0,91	4,3	0,54
17:00	1,4	4,5	0,60	4	0,45	5	0,78	3,6	0,34	4,5	0,60	4,7	0,67	4,8	0,71
18:00	1,4	4,9	0,74	3,8	0,39	5,2	0,86	4,5	0,60	4,8	0,71	5	0,78	5	0,78

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S.2016.

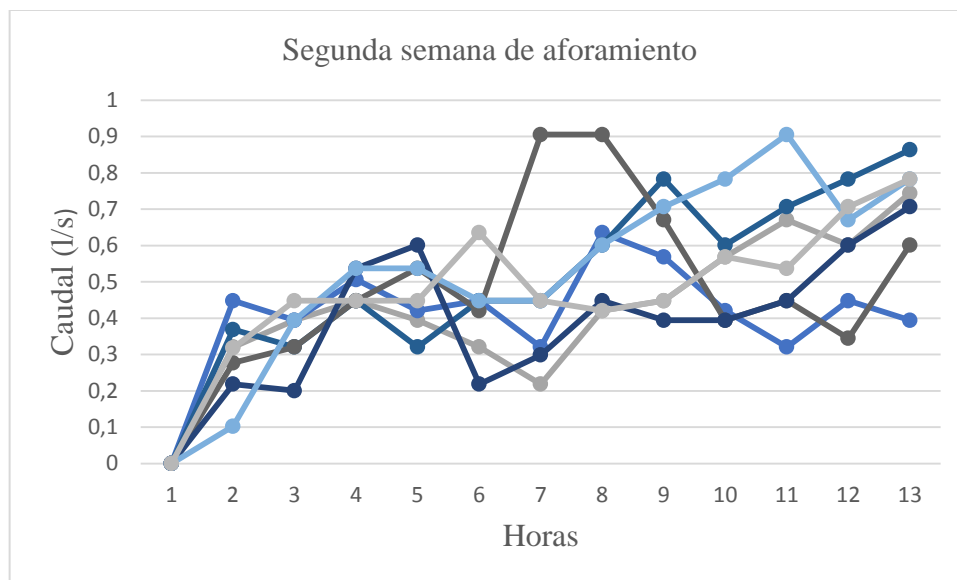


Figura 32. Segunda semana
Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S.2016.

Tabla 50:

Tercera semana de aforamiento

		Caudal (l/s) Método del vertedero triangular													
		Cálculo del caudal del vertedero triangular por la formula $Q = 1,40H^{5/2}$													
Horas	Consta nte	Semana 3 del 23 de Mayo al 29 de Mayo del 2016													
		Lunes: 23/ 05/2016		Martes: 24/05/2016		Miércoles: 25/05/2016		Jueves: 26/05/2016		Viernes: 27/05/2016		Sábado: 28/05/2016		Domingo : 29/05/2016	
		H(c m)	Q(l/ s)	H(c m)	Q(l/ s)	H(c m)	Q(l/ s)	H(c m)	Q(l/ s)	H(c m)	Q(l/ s)	H(c m)	Q(l/ s)	H(c m)	Q(l/ s)
7:00	1,4	4	0,4	3,9	0,4	3,9	0,4	3	0,2	4,1	0,4	3,8	0,1	3,4	0,0
8:00	1,4	4,5	0,6	3,9	0,4	4	0,4	3,2	0,2	4	0,4	4	0,4	3,3	0,2
9:00	1,4	4,9	0,7	4	0,4	4,3	0,5	3,5	0,3	4	0,4	5	0,7	4	0,4
10:00	1,4	4	0,4	4,5	0,6	4,2	0,5	2,9	0,2	4	0,4	5,2	0,8	3,9	0,4
11:00	1,4	3,9	0,4	4	0,4	3,8	0,3	3,3	0,2	3,9	0,4	5,2	0,8	4,4	0,5
12:00P	1,4	3,6	0,3	5	0,7	3,6	0,3	3	0,2	3,8	0,3	5,4	0,9	4,2	0,5
13:00	1,4	3,5	0,3	5,3	0,9	4	0,4	3,9	0,4	3,8	0,3	5,5	0,9	3,9	0,4
14:00	1,4	3,3	0,2	5	0,7	3,8	0,3	4	0,4	3,9	0,4	4,5	0,6	4,1	0,4
15:00	1,4	3,6	0,3	4,6	0,6	3,5	0,3	3,6	0,3	4	0,4	4	0,4	3,7	0,3
16:00	1,4	4	0,4	3,5	0,3	3,5	0,3	3,5	0,3	4	0,4	4	0,4	3,8	0,3
17:00	1,4	4,3	0,5	3	0,2	3,7	0,3	3,5	0,3	3,9	0,4	5	0,7	4,2	0,5
18:00	1,4	5	0,7	3,6	0,3	3,3	0,2	3,7	0,3	3,9	0,4	5,4	0,9	4,5	0,6

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S.2016.

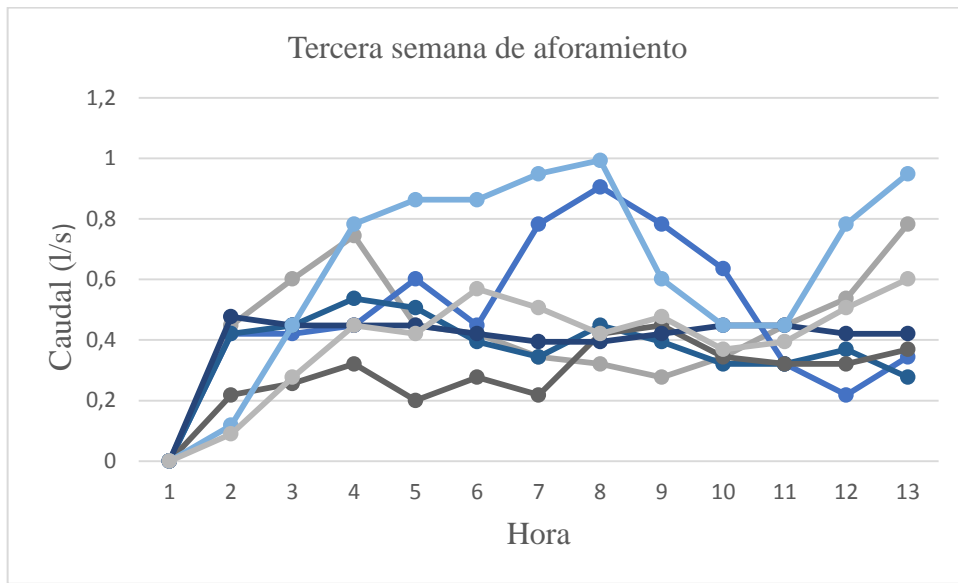


Figura 33. Tercera semana

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S.2016.

Tabla 51:

Cuarta semana de aforamiento

Caudal (l/s) Método del vertedero triangular															
Cálculo del caudal del vertedero triangular por la fórmula $Q = 1,40H^{5/2}$															
Horas	Constante	Semana 4 del 30 de Mayo al 05 de Junio del 2016													
		Lunes: 30/05/2016		Martes: 31/05/2016		Miércoles: 01/06/2016		Jueves: 02/06/2016		Viernes: 03/06/2016		Sábado: 04/06/2016		Domingo: 05/06/2016	
		H(cm)	Q(l/s)	H(cm)	Q(l/s)	H(cm)	Q(l/s)	H(cm)	Q(l/s)	H(cm)	Q(l/s)	H(cm)	Q(l/s)	H(cm)	Q(l/s)
7:00	1,4	3,5	0,32	3,7	0,37	3,2	0,26	3,8	0,39	4,5	0,60	3,8	0,10	3,9	0,11
8:00	1,4	3,9	0,42	3,6	0,34	3,6	0,34	3,4	0,30	4,3	0,54	4,2	0,51	3,2	0,26
9:00	1,4	3,7	0,37	3,9	0,42	4,6	0,64	3,5	0,32	4,6	0,64	4,8	0,71	3,6	0,34
10:00	1,4	3,4	0,30	4	0,45	4,3	0,54	3,1	0,24	3,9	0,42	5,4	0,95	4	0,45
11:00	1,4	4,2	0,51	3,6	0,34	3,8	0,39	2,9	0,20	3,5	0,32	4,9	0,74	4,3	0,54
12:00	1,4	3,4	0,30	3,9	0,42	3,5	0,32	3,2	0,26	3,3	0,28	5,5	0,99	4,5	0,60
13:00	1,4	3,9	0,42	4,5	0,60	4,7	0,67	3,9	0,42	4,7	0,67	5,3	0,91	4,8	0,71
14:00	1,4	3,1	0,24	4,9	0,74	3,8	0,39	4,3	0,54	3,6	0,34	4,6	0,64	4,5	0,60
15:00	1,4	3,3	0,28	3,7	0,37	3,6	0,34	2,7	0,17	3,9	0,42	4,3	0,54	3,5	0,32
16:00	1,4	3,2	0,26	4,1	0,48	3,4	0,30	3,2	0,26	3,5	0,32	4,2	0,51	3,3	0,28
17:00	1,4	4,5	0,60	3,1	0,24	3,5	0,32	3,9	0,42	3,7	0,37	5,2	0,86	4,5	0,60
18:00	1,4	4,4	0,57	3,9	0,42	3,6	0,34	3,8	0,39	4	0,45	5,7	1,09	4,9	0,74

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S.2016.

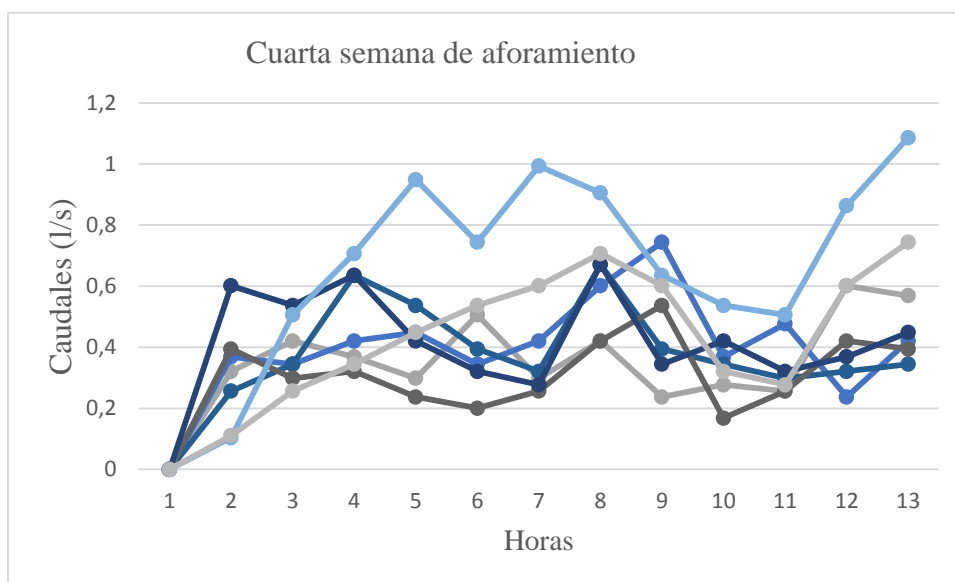


Figura 34. Cuarta semana

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S.2016.

Tabla 52:

Quinta semana

Caudal (l/s) Método del vertedero triangular									
Cálculo del caudal del vertedero triangular por la formula $Q = 1,40H^{5/2}$									
Horas	Constante	Semana 5 del 06 de Junio al 09 de Junio del 2016							
		Lunes: 06/06/2016		Martes: 07/06/2016		Miércoles: 08/06/2016		Jueves: 09/06/2016	
		H(cm)	Q(l/s)	H(cm)	Q(l/s)	H(cm)	Q(l/s)	H(cm)	Q(l/s)
7:00	1,4	3,5	0,32	3,1	0,24	3	0,22	3,8	0,39
8:00	1,4	3,3	0,28	3,7	0,37	2,6	0,15	3,1	0,24
9:00	1,4	3,9	0,42	3,3	0,28	2,9	0,20	3,9	0,42
10:00	1,4	3,5	0,32	3,4	0,30	3,8	0,39	3,2	0,26
11:00	1,4	3,7	0,37	3,5	0,32	2,7	0,17	2,9	0,20
12:00	1,4	3,6	0,34	2,9	0,20	2,9	0,20	3	0,22
13:00	1,4	4,5	0,60	3,5	0,32	3,5	0,32	3,9	0,42
14:00	1,4	3,9	0,42	3,3	0,28	3,4	0,30	3,5	0,32
15:00	1,4	3,9	0,42	3,9	0,42	3,5	0,32	3,6	0,34
16:00	1,4	3,9	0,42	3,5	0,32	3,2	0,26	3,1	0,24
17:00	1,4	3,7	0,37	3,3	0,28	3,6	0,34	3,5	0,32
18:00	1,4	4,3	0,54	4,4	0,57	3,7	0,37	3,5	0,32

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S.2016.

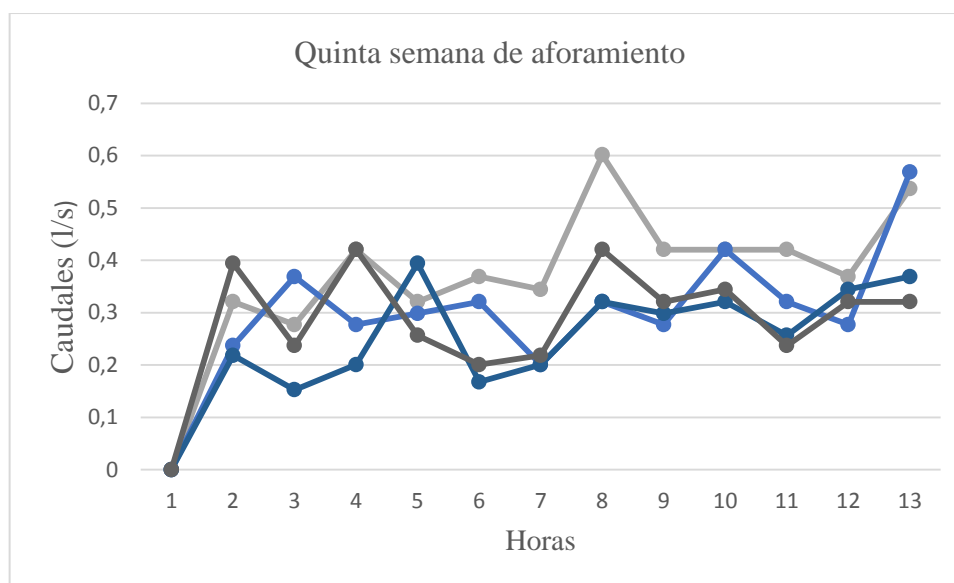


Figura 35. Quinta semana de aforamiento

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S.2016

Anexo 6

Volúmenes de alícuotas para la obtención de muestras compuestas

$$V_n = \frac{V_{mc}}{Q_p * N_m}$$

Tabla 53.

Volumen de la primera muestra.

Volumen para muestra compuesta 15/05/2016		
Hora	Caudal(l/s)	Volumen (l)
8:00	1,91	0,75
13:00	1,35	0,53
18:00	1,84	0,72
	1,70	2,00

Tabla 54.

Volumen de la segunda muestra.

Volumen para muestra compuesta 18/05/2016		
Hora	Caudal(l/s)	Volumen (l)
8:00	1,48	0,52
13:00	2,36	0,83
18:00	1,87	0,66
	1,90	2,00

Tabla 55.

Volumen de la tercera muestra.

Volumen para muestra compuesta 23/05/2016		
Hora	Caudal(l/s)	Volumen (l)
8:00	1,55	0,64
13:00	1,44	0,59
18:00	1,88	0,77
	1,62	2,00

Tabla 56

Volumen de la cuarta muestra

Volumen para muestra compuesta 26/05/2016		
Hora	Caudal(l/s)	Volumen (l)
8:00	1,13	0,53
13:00	1,50	0,71
18:00	1,60	0,76
	1,41	2,00

02/06/2016		
Hora	Caudal(l/s)	Volumen (l)
8:00	1,34	0,60
13:00	1,63	0,73
18:00	1,50	0,67
	1,49	2,00

Tabla 57.

Volumen de la quinta muestra.

Volumen de la sexta muestra.

Tabla 58.

Volumen para muestra compuesta 31/05/2016		
Hora	Caudal(l/s)	Volumen (l)
8:00	1,36	0,56
13:00	2,02	0,82
18:00	1,52	0,62
	1,63	2,00

Tabla 59.

Volumen de la séptima muestra.

Volumen para muestra compuesta 06/06/2016		
Hora	Caudal(l/s)	Volumen (l)
8:00	1,27	0,57
13:00	1,74	0,78
18:00	1,47	0,66
	1,49	2,00

Tabla 60

Volumen de la octava muestra

Volumen para muestra compuesta 08/06/2016		
Hora	Caudal(l/s)	Volumen (l)
8:00	1,18	0,51
13:00	2,06	0,90
18:00	1,35	0,59
	1,53	2,00

Elaborado por: Calderón, L, Guamán, S. 2016

Anexo 7

Categorización del proyecto por el Ministerio del Ambiente

ecuador
ama la vida

Ministerio del Ambiente

SUIA
Sistema Único de Información Ambiental

Inicio SUIA Servicios en línea Noticias Documentos Gestión Interna MAE Transparente Buscar...

Consulta de Actividades Ambientales

Para conocer la Actividad Ambiental a la que pertenece su proyecto, el proceso que corresponde (Registro Ambiental o Licencia Ambiental), el tiempo de emisión y los costos que genera, haga clic en buscar.

Descripción de la actividad	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (INCLUYE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO)
Su trámite corresponde a un(a)	REGISTRO AMBIENTAL
Tiempo de emisión	Inmediato.
Costo del trámite	180.0 dólares (Tiene un costo adicional si existe remoción de cobertura vegetal nativa)

Especifique el rango de operación *

1.0 - 2500.0 metros cúbicos día (m3/día)

Ministerio del Ambiente

ecuador ama la vida

Av. Madrid 1159 y Andalucía
Código Postal 170517 / Quito-Ecuador
Telef.: (593) 23987600 Ext. 3001/3002
www.ambiente.gob.ec

Anexo 8



Levantamiento de la línea base

Recolección de datos a los habitantes de la parroquia de Punín y toma de puntos mediante GPS.



Reconocimiento de los puntos de descargas.



Desmonte y aforamientos de las aguas



resi
dual
es



Preparación de los puntos de aforamientos y colocación del vertedero triangular



Aforamiento de los caudales



Toma de muestras simples para la obtención de muestra compuesta



Análisis de sólidos sedimentables, aceites y grasas



Análisis de DQO y sólidos suspendidos.

