

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**



## **Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

**“MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.”**

### **PROYECTO DE GRADUACIÓN**

Previo la obtención del Título de:

#### **INGENIERO CIVIL**

Presentado por:

Gabriela Jacqueline Cevallos Villamar  
Dálida Kaymara Vera Quiroz

GUAYAQUIL - ECUADOR  
2016

# AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme dado la oportunidad de llegar a cumplir esta meta.

A mi padre: Carlos Cevallos Cusme, a mi madre: Inés Villamar Jiménez, a mi abuelita: Bienvenida Jiménez Almeida, a mis hermanos: Jean Carlos, Carlos y Mafer y a toda mi familia, por haber estado siempre a mi lado brindándome el cariño y apoyo necesario.

A mis amigos, que siempre estuvieron brindándome la ayuda respectiva.

A mi amiga Kaymara Vera, por ser mi compañera en este proyecto.

A Ing. Miguel Ángel Chávez, Ph. D. y M. Sc. Alby Aguilar Pesantes, por su guía y apoyo constante a lo largo de la realización de este trabajo.

Gabriela Jacqueline Cevallos Villamar

# AGRADECIMIENTOS

A Dios, por todas sus bendiciones.

A mis padres: José Juan Carlos Vera Peláez, y Fátima Quiroz Sabando, por su esfuerzo constante y todo el amor que me dan a diario.

A mis hermanos, mis abuelas, mi madrina Carmen, que siempre han estado para mí, respaldándome y dándome fuerza con su cariño.

A mi tío Richard, mi tía María y mis primos, por brindarme su apoyo incondicional y ser mi segundo hogar.

A Erick, que desde que llego a mi vida ha sido mi apoyo constante.

A Gaby Cevallos, mi compañera en este paso de mi vida.

A Ph. D. Miguel Ángel Chávez y M. Sc. Alby Aguilar Pesantes, por su orientación y guía para el desarrollo de este proyecto de graduación.

Dálida Kaymara Vera Quiroz

# **DEDICATORIA**

A Dios, a mis padres, abuelita, hermanos y familia en general por ser el pilar fundamental de mi vida.

Gabriela Jacqueline Cevallos Villamar

# DEDICATORIA

A Dios,

A mi padre Juan Vera Peláez,

A mi madre Fatima Quiroz Sabando.

Dálida Kaymara Vera Quiroz

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ing. Miguel Ángel Chávez, Ph. D.  
DIRECTOR DEL PROYECTO

---

M.Sc. Alby del Pilar Aguilar P.  
COORDINADORA DE  
INGENIERÍA CIVIL

# DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral".

(Reglamento de graduación de la ESPOL)

---

Gabriela Jacqueline Cevallos Villamar

---

Dálida Kaymara Vera Quiroz

# RESUMEN

Con este trabajo se quiere dar ideas de cómo podría mejorar el servicio de aguas negra generadas en la comuna Sacachún y qué provecho podrían obtener de estas aguas ya depuradas. Esto, con el objetivo de que la comuna crezca, no solo económicamente, sino para que aquellos comuneros que han emigrado de la zona, consideren el progreso que ha adquirido su lugar natal y decidan retornar.

Al ser la zona baja de Sacachún un lugar con tendencia a preocupantes inundaciones en épocas de intensas lluvias, se ha realizado un breve estudio de la Cuenca y Subcuenca del Río Sacachún, mediante el empleo del programa Web Map Services 10.0. Con estos antecedentes de inundación, se ha descartado la posibilidad de colocar alguna alternativa de tratamiento de aguas servidas en la zona baja del poblado.

Para tener un manejo de aguas servidas completo, se ha realizado el diseño de la red de distribución de aguas negras de origen domiciliario. Todo el sistema trabajará por gravedad y para tratar el afluente se han planteado las siguientes alternativas: Humedal de flujo Subsuperficial Horizontal, Cámara Séptica y Reactores Biológicos Secuenciales.

Al seleccionar la alternativa que más beneficios le otorgará a la comuna, se han analizado varios aspectos tales como: Eficiencia, economía, impacto ambiental, complejidad constructiva, mantenimiento y beneficio social.

Conjuntamente a todos los cálculos realizados, se hizo uso de varios software, entre estos: ArcGIS, SewerCAD V8i y AutoCAD.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	xviii
ÍNDICE GENERAL.....	xviii
ABREVIATURAS .....	xvi
SIMBOLOGÍA .....	xviii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xviii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xviii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS .....	xviii
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xviii
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	xviii
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. OBJETIVOS.....	3
1.2.1. OBJETIVO GENERAL .....	3
1.2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	4
CAPÍTULO II.....	6
2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO .....	6
2.1. ASPECTO FÍSICO .....	6
2.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	6
2.1.2. TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA DE LA ZONA. ....	9

2.1.3. HIDROGRAFÍA .....	11
2.2. ASPECTO POBLACIONAL.....	12
2.2.1. HABITANTES.....	12
2.2.2. INFRAESTRUCTURA, TOMA DE AGUA Y SISTEMA SÉPTICO DE LA COMUNA .....	15
2.3. ASPECTO ECONÓMICO.....	18
CAPÍTULO III.....	20
3. CRITERIOS Y MÉTODOS PARA EL DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO.....	20
3.1. PERÍODO DE DISEÑO .....	21
3.2. CÁLCULO DE POBLACIÓN FUTURA.....	21
3.3. MÉTODOS DE PROYECCIÓN POBLACIONAL.....	22
3.3.1. MÉTODO ARITMÉTICO .....	22
3.3.2. MÉTODO GEOMÉTRICO .....	23
3.4. DOTACIÓN .....	24
3.5. CAUDAL DE DISEÑO .....	25
3.6. FACTOR DE RETORNO.....	27
3.7. FACTOR DE MAYORACIÓN .....	27
3.8. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y EVACUACIÓN DE LAS AGUAS NEGRAS .....	29
3.8.1. CRITERIO PARA EL TRAZADO DE REDES.....	29
3.9. ÁREA Y POBLACIÓN .....	34
3.10. PRE-DISEÑO DE TUBERÍAS DE AA.SS.....	37
3.11. CAJAS DE REGISTRO PREFABRICADAS.....	39

3.12. CÁMARAS DE INSPECCIÓN PREFABRICADAS .....	41
CAPÍTULO IV.....	43
4. ANÁLISIS DE LA CUENCA Y SUBCUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SACACHÚN.....	43
4.1. DELIMITACIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SACACHÚN .....	44
4.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SACACHÚN.....	45
4.2. ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DE DRENAJE.....	49
4.2.1. TEMPERATURA .....	49
4.2.2. ANÁLISIS DE PRECIPITACIONES.....	49
4.3. CÁLCULO DEL CAUDAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA ..	55
4.3.1. MÉTODO DE TEMEZ .....	56
4.4. DELIMITACIÓN DE LA SUBCUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SACACHÚN.....	61
4.4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA SUBCUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SACACHÚN.....	61
4.5. CÁLCULO DEL CAUDAL DE LA SUBCUENCA HIDROGRÁFICA .....	65
4.5.1. MÉTODO DE TEMEZ .....	65
CAPÍTULO V.....	69
5. PROPUESTAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA COMUNA.....	69
5.1. CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS .....	69
5.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS SÓLIDOS – TAMAÑO DE PARTÍCULA .....	71

5.1.2. VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN DE LA PARTÍCULA .....	72
5.2. SISTEMAS DE TRATAMIENTO .....	74
5.2.1. SISTEMA DE PRE-TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS	75
5.2.2. HUMEDAL.....	81
5.2.3. CÁMARA SÉPTICA.....	95
5.2.4. PLANTA DE TRATAMIENTO POR REACTORES BIOLÓGICOS SECUENCIALES (SBR).....	103
CAPÍTULO VI.....	109
6. ESTUDIO AMBIENTAL.....	109
6.1. OBJETIVOS .....	109
6.1.1. OBJETIVO GENERAL .....	109
6.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	109
6.2. ACTIVIDADES DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES .....	110
6.3. COMPONENTES AMBIENTALES .....	111
6.3.1. FÍSICO .....	111
6.3.2. BIÓTICO .....	111
6.3.3. SOCIAL .....	111
6.4. EVALUACIÓN DE MATRICES.....	112
6.5. HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL.....	113
6.6. CÁMARA SÉPTICA .....	114
6.7. REACTORES BIOLÓGICOS SECUENCIALES.....	115
6.8. ANÁLISIS .....	115

CAPÍTULO VII.....	118
7. PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	118
7.1. ESTIMACIÓN DE PRESUPUESTO.....	118
CAPÍTULO VIII.....	120
8. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	120
8.1. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS EXPUESTAS.....	120
8.1.1. EFICIENCIA.....	120
8.1.2. COSTO DE INVERSIÓN.....	121
8.1.3. IMPACTO AMBIENTAL.....	121
8.1.4. COMPLEJIDAD CONSTRUCTIVA.....	122
8.1.5. MANTENIMIENTO.....	122
8.1.6. BENEFICIO SOCIAL.....	123
CAPÍTULO IX.....	125
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	125
9.1. CONCLUSIONES.....	125
9.2. RECOMENDACIONES.....	127
ANEXOS	
ANEXO A.- MAPA GEOLÓGICO DE LA PROV. DE SANTA ELENA	
ANEXO B.- PRE DISEÑO DE LAS TUBERÍAS PRINCIPALES DE	
AA.SS.	
ANEXO C.- PRE DISEÑO DE LAS TUBERÍAS SECUNDARIAS DE	
AA.SS.	

ANEXO D.- ANÁLISIS DE PRECIPITACIONES

ANEXO E.- ACUERDO MINISTERIAL 028

ANEXO F.- PRESUPUESTO REFERENCIAL

ANEXO G.- ENCUESTAS

ANEXO H.- MATRICES DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

ANEXO I.- PLANOS

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

# ABREVIATURAS

A.A.P.P.	Agua potable
A.A.S.S.	Aguas residuales
AGUAPEN E.P.	Empresa Pública Municipal Mancomunada Agua de la Península
COOTAD	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomías y Descentralización
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
EMAAP-Q	Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito
EX IEOS	Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado

GPS	Sistema de Posicionamiento Global
H.A.	Hormigón Armado
H.S.	Hormigón Simple
HAFSSH	Humedal Artificial de Flujo Subsuperficial Horizontal
IGM	Instituto Geográfico Militar
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
Msnm	Metros sobre el nivel del mar
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
OD	Oxígeno disuelto
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
PVC	Policloruro de vinilo
SBR	Reactores Biológicos Secuenciales
TRH	Tiempo de Retención Hidráulico
TULSMA	Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente
WMS	Web Map Services

# SIMBOLOGÍA

%R	Porcentaje de remoción
Ha	Hectárea
h	Hora
J	Pendiente media del cauce
K	Coefficiente de uniformidad
Ka	Coefficiente de simultaneidad
Kc	Índice de Gravelius
Kf	Coefficiente de forma
kg	Kilogramo
km	Kilometro
km <sup>2</sup>	Kilómetro cuadrado
ln	Logaritmo natural

L	Litro
m	Metro
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
μm	Micra
mg	Miligramo
min	Minuto
mm	Milímetro
N	Nitrógeno Total
n	Porosidad
P	Fósforo Total
Pd	Precipitación diaria
pH	Potencial de Hidrógeno
Qt	Caudal total
r	Tasa de crecimiento geométrico
s	Segundo
T	Período de retorno
t	Tiempo
Tc	Tiempo de concentración
TR	Período de retorno
u	Unidad

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.- Información del consumo y dotación actual y futuro. ....	28
Tabla II.- Población futura distribuida por áreas tributarias. ....	35
Tabla III.- Caudal proporcionado por el área 1. ....	36
Tabla IV.- Caudal proporcionado por el área 2. ....	36
Tabla V.- Caudal proporcionado por el área 3. ....	36
Tabla VI.- Caudal proporcionado por el área 4. ....	37
Tabla VII.- Caudal proporcionado por el área 5. ....	37
Tabla VIII.- Descripción de la cuenca hidrográfica del río Sacachún. ....	45
Tabla IX.- Intensidades para la estación M1152 con diferentes períodos de retorno. ....	53
Tabla X.- Coeficiente de escorrentía, según tipo de urbanización. ....	56
Tabla XI.- Número de curvatura en función del uso de suelo. ....	58
Tabla XII.- Coeficiente de escorrentía. ....	60
Tabla XIII.- Descripción de la subcuenca hidrográfica del río Sacachún. ....	61
Tabla XIV.- Caracterización típica de Aguas Residuales de origen domiciliario. ....	70
Tabla XV.- Dimensiones típicas de trampa de grasa y aceites. ....	76
Tabla XVI: Características de las rejillas de sección rectangular. ....	77
Tabla XVII: Criterios de diseño para aireadores de cascada. ....	80
Tabla XVIII.- Características de los medios de soporte empleados en los sistemas de flujo subsuperficial. ....	88

Tabla XIX.- Concentración final del agua residual doméstica – OPCIÓN 1.	94
Tabla XX.- Tiempo de retención recomendados.....	97
Tabla XXI.- Concentración final del agua residual doméstica – OPCIÓN 2. .....	102
Tabla XXII.- Concentración final del agua residual doméstica – OPCIÓN 3 .....	108
Tabla XXIII.- Matriz rango de significancia – ALTERNATIVA 1. ....	113
Tabla XXIV.- Matriz rango de significancia – ALTERNATIVA 2. ....	114
Tabla XXV.- Matriz rango de significancia – ALTERNATIVA 3.....	115
Tabla XXVI.- Costo de inversión vs. Alternativa de tratamiento.....	119
Tabla XXVII.- Aspecto vs. Alternativa de tratamiento. ....	124

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Cartografía básica de la Parroquia Simón Bolívar.....	7
Figura 2.- Ubicación del recinto Sacachún.....	9
Figura 3.- Cartografía básica de la Parroquia Simón Bolívar.....	12
Figura 4.- Planimetría de la comuna Sacachún. ....	33
Figura 5.- Ubicación de cajas de registro y cámaras de inspección. ....	34
Figura 6.- Áreas tributarias seleccionadas.....	35
Figura 7.- Caja de registro de Polietileno.....	39
Figura 8.- Manhole de Polietileno. ....	41
Figura 9.- Entrada a la base del Manhole. ....	41
Figura 10.- Río Sacachún atraviesa zona baja del poblado.....	44
Figura 11.- Cuenca de drenaje del Río Sacachún. ....	45
Figura 12.- Cuenca de Hidrográfica del Río Sacachún.....	46
Figura 13.- Número de orden de la cuenca Hidrográfica. ....	48
Figura 14.- Mapa de zonificación de Intensidades de Precipitación. ....	50
Figura 15.- Mapa de isolíneas de Intensidades máximas diarias de Precipitación, con periodo de retorno de 10 años.....	53
Figura 16.- Subcuenca Hidrográfica del Río Sacachún. ....	62
Figura 17.- Número de orden de la Subcuenca Hidrográfica.....	64
Figura 18: Velocidad de sedimentación en función de la concentración.....	73
Figura 19: Vista transversal de la trampa de grasa.....	76
Figura 20: Diagrama del proceso de cribado y aireación escalona.....	81

Figura 21: Vista transversal de Humedal de Flujo Subsuperficial. ....	95
Figura 22: Vista transversal de la cámara séptica con filtro anaerobio. ....	102
Figura 23.- Esquema de ensamblaje, utilizando la tecnología de activación biológica en el segundo reactor. ....	106

# ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1.- Ingreso Buenos Aires-Comuna Sacachún.....	8
Fotografía 2.- Vía de acceso a Comuna Sacachún. ....	8
Fotografía 3.- Personal realizando topografía.....	10
Fotografía 4.- Zona árida-Sacachún. ....	11
Fotografía 5.- Personal realizando encuestas a comuneros.....	13
Fotografía 6.- Glorieta que recubre a San Biritute. ....	14
Fotografía 7.- Viviendas de madera y construcción mixta.....	15
Fotografía 8.- Escuela, iglesia y casa comunal del recinto Sacachún. ....	16
Fotografía 9.- Toma de agua y tanquero que abastecen a la población de AAPP. ....	17
Fotografía 10.- Aguas servidas son depositadas en tanque séptico.....	17
Fotografía 11.- Regeneración de la infraestructura del lugar.....	18
Fotografía 12.- Zona turística-Sacachún.....	19

# ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Estación Sube y Baja. ....	54
---------------------------------------	----

# ÍNDICE DE ECUACIONES

[Ecuación 1]: Tasa de crecimiento aritmético.....	23
[Ecuación 2]: Población futura .....	23
[Ecuación 3]: Tasa de crecimiento geométrico .....	23
[Ecuación 4]: Población futura .....	23
[Ecuación 5]: Caudal total .....	26
[Ecuación 6]: Factor de mayoración EMAAP-Q .....	27
[Ecuación 7]: Factor de mayoración Interagua.....	28
[Ecuación 8]: Coeficiente de compacidad. ....	46
[Ecuación 9]: Factor de Forma.....	47
[Ecuación 10]: Pendiente del cauce.....	47
[Ecuación 11]: Densidad de Drenaje.....	48
[Ecuación 12]: Intensidad media de precipitación .....	51
[Ecuación 13]: Intensidad media de precipitación .....	51
[Ecuación 14]: Caudal de la cuenca, método racional .....	55
[Ecuación 15]: Caudal de la cuenca, método de Temez.....	55
[Ecuación 16]: Tiempo de concentración .....	56
[Ecuación 17]: Coeficiente de uniformidad.....	57
[Ecuación 18]: Coeficiente de simultaneidad .....	57
[Ecuación 19]: Precipitación máxima diaria final .....	57
[Ecuación 20]: Intensidad de lluvia.....	58
[Ecuación 21]: Coeficiente de escorrentía.....	58

[Ecuación 22]: Número de curvatura.....	58
[Ecuación 23]: Velocidad de sedimentación de partícula.....	73
[Ecuación 24]: Pérdida de carga según Kirschmer .....	77
[Ecuación 25]: Pérdida de carga, expresión clásica, limpieza de orificios ...	78
[Ecuación 26]: Longitud de rejillas .....	79
[Ecuación 27]: Número de rejillas .....	79
[Ecuación 28]: Área superficial de la plataforma de desbaste.....	79
[Ecuación 29]: Tiempo de retención en la cascada.....	80
[Ecuación 30]: Volumen del humedal.....	87
[Ecuación 31]: Área superficial del humedal de flujo subsuperficial.....	88
[Ecuación 32]: Área transversal del humedal de flujo subsuperficial .....	88
[Ecuación 33]: Ancho del humedal de flujo subsuperficial .....	89
[Ecuación 34]: Longitud del humedal subsuperficial .....	89
[Ecuación 35]: Carga orgánica del humedal de flujo subsuperficial .....	89
[Ecuación 36]: Carga hidráulica del humedal de flujo subsuperficial .....	89
[Ecuación 37]: Razón de decaimiento de DBO a 20 °C .....	90
[Ecuación 38]: Calidad del efuente - DBO.....	90
[Ecuación 39]: Calidad del efluente - Nitrógeno total .....	90
[Ecuación 40]: Volumen de la cámara séptica .....	98
[Ecuación 41]: Volumen de digestión de lodos en la cámara séptica .....	98
[Ecuación 42]: Altura de aceites y grasas en las cámaras sépticas.....	99
[Ecuación 43]: Profundidad mínima de sedimentación de lodos.....	99

# **CAPÍTULO I**

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Introducción**

El agua es uno de los recursos más importantes para el desarrollo del buen vivir de un ser humano. Es por esto, que su tratamiento es de suma importancia antes y después de ser utilizada.

Potabilizar el agua antes de ser ingerida es vital para evitar enfermedades gastrointestinales o contraer virus; sin embargo, las aguas residuales causan importante incidencia en la salud y es que al no contar con un buen servicio de las mismas, éstas pueden causar proliferación de vectores, epidemias, malos olores y un mal aspecto físico del sector.

Se debe tener presente que la generación de aguas servidas no es lo único que podría perjudicar a un determinado poblado, también está el tratamiento que se les dé a las mismas una vez que han sido recolectadas. Justamente, este es un problema muy significativo en Ecuador, debido a que se suelen arrojar aguas negras a diferentes cuerpos de agua sin hacer conciencia del gran impacto ambiental que se ocasiona.

Es importante recordar que mientras más agua potable sea consumida, mayor es la cantidad de aguas residuales que se van a generar y que deben ser tratadas.

Muchas comunas de las diferentes provincias del Ecuador, ante la ausencia de servicios sanitarios completos, son compensadas de alguna forma únicamente con el diseño e instalación del sistema de agua potable, dejando a un lado el uso de un buen servicio de aguas negras. Esto, resaltando que algunos sitios son lugares turísticos que deberían tener excelentes servicios básicos para de esta forma no impedir la llegada de visitantes.

Este trabajo tiene como finalidad realizar el diseño del sistema de Aguas Servidas de la Comuna Sacachún perteneciente a la parroquia Julio Moreno de la Provincia de Santa Elena. De igual forma se proponen tres alternativas para el tratamiento de las aguas residuales recolectadas en el sector.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Diseñar el sistema de Aguas Servidas del Recinto Sacachún-Provincia de Santa Elena.

### **1.2.1. Objetivos específicos**

- 1) Contribuir con una propuesta óptima para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del Recinto Sacachún.
- 2) Emplear en el diseño, criterios fundamentados en la información recolectada y las especificaciones técnicas de la zona.
- 3) Plantear tres modelos de diseño de recolección de aguas negras de origen domiciliario del área en estudio.
- 4) Seleccionar el diseño eficiente, respaldado en las especificaciones técnicas y socio-económicas, de entre las posibilidades planteadas.
- 5) Identificar sitios estratégicos con información topográfica, geológica e hidrológica, para la implantación de la alternativa de tratamiento, evitando así la contaminación del ambiente.

### **1.3. Justificación**

Este proyecto se realizará por la falta de un adecuado servicio sanitario en la comuna Sacachún. El interés en realizar el diseño para este sector ancestral, radica en que es una zona turística y se considera que al mejorar el aspecto sanitario, mejorará la calidad de vida de su población y de sus visitantes.

Se diseñará la red de captación de aguas negras y se seleccionará la mejor alternativa entre los sistemas de tratamiento planteados, para posteriormente, someter al agua recolectada a un tratamiento antes de ser reutilizada en sembríos o depositada en algún cuerpo de agua sin que esta acción cause deterioro en su calidad.

Cabe mencionar que el presente trabajo consistirá únicamente en el diseño del sistema sanitario, más no la construcción del mismo; sin embargo, de acuerdo al Artículo 55, literal d, del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomías y Descentralización (COOTAD), es deber de los Gobiernos Autónomos Locales (GAD Municipal de Santa Elena) por medio de la petición previa de la junta parroquial rural Simón Bolívar, prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, entre otras actividades que establece la ley. Por esta razón, el presente documento puede ser tomado como alternativa por las entidades locales pertinentes o formar parte de un proyecto que se lleve a cabo por

medio de la cooperación internacional, mediante la gestión previa para el cumplimiento de sus competencias (ART. 65).

# **CAPÍTULO II**

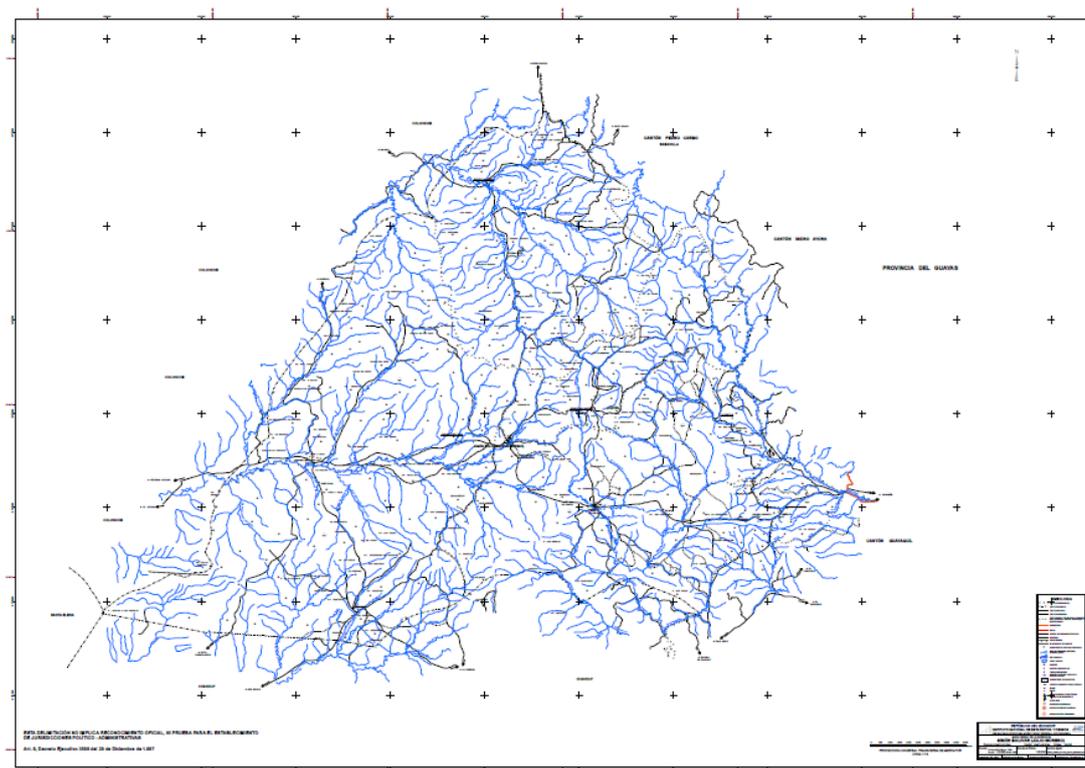
## **2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO**

### **2.1. Aspecto físico**

#### **2.1.1. Ubicación geográfica**

En la provincia de Santa Elena, se encuentra la parroquia Simón Bolívar también conocida como Julio Moreno. Esta parroquia se encuentra ubicada en la cordillera Chongón-Colonche.

Julio Moreno cuenta con recintos como Juntas del Pacífico, Limoncito, Sube y Baja, Sacachún, Bellavista, Santa Ana, Ícera, La Naranja, Frutilla y Río Seco.



**Figura 1.- Cartografía básica de la Parroquia Simón Bolívar.**  
Fuente.- Instituto Geográfico Militar (IGM). Fecha: Dic. 2009.

La comuna Sacachún se localiza aproximadamente a 74.3 km de la ciudad de Guayaquil.

El ingreso hacia esta comuna se da por la población Buenos Aires en la vía Guayaquil-Salinas. Esta vía de acceso se encuentra asfaltada y en estado regular.

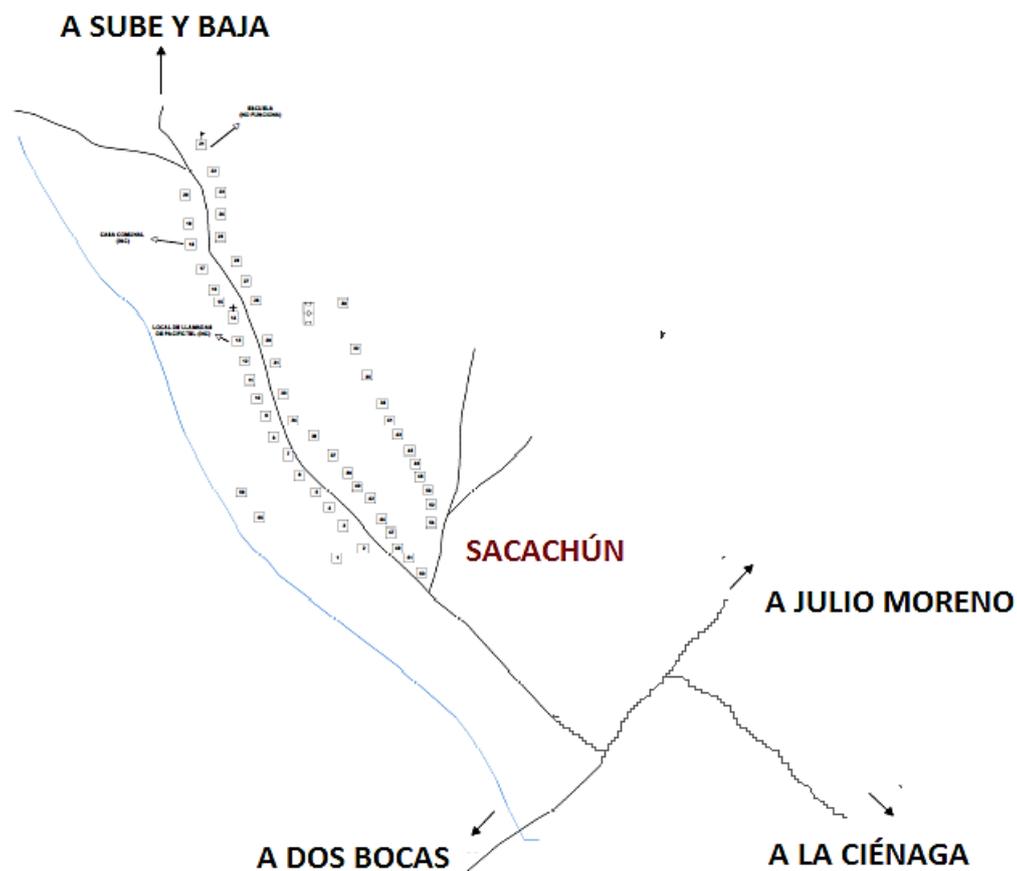


**Fotografía 1.- Ingreso Buenos Aires-Comuna Sacachún.**  
Elaboración: Autoras. Fecha: 8 Nov. 2015.



**Fotografía 2.- Vía de acceso a Comuna Sacachún.**  
Elaboración: Autoras. Fecha: 8 Nov. 2015.

Sacachún se encuentra rodeado por los recintos Julio Moreno, Sube y Baja, La Ciénaga y Dos Bocas.



**Figura 2.- Ubicación del recinto Sacachún.**  
Fuente.- Instituto Geográfico Militar (IGM). Fecha: Dic. 2009.

### 2.1.2. Topografía y geología de la zona

Se realizó la topografía del sector para obtener una mayor precisión de la planimetría y altimetría de la zona; para ello se hizo uso de un GPS Garmin 650 y se trabajó en conjunto con las cartas topográficas proporcionadas por el Instituto Geográfico Militar (IGM) y con ArcGIS.



**Fotografía 3.- Personal realizando topografía.**

Elaboración: Autoras. Fecha: 8 Nov. 2015.

Este recinto de aproximadamente 500 metros de longitud se encuentra a una altura promedio de 90 metros sobre el nivel del mar; cuentan con alrededor de 12000 hectáreas de terreno que presenta pequeñas elevaciones.

En el sitio se puede encontrar un afloramiento de areniscas, limolitas y lutitas. Estas rocas pueden ser de la formación Dos Bocas. Se considera que las mismas corresponden a la edad del Mioceno Inferior. ANEXO A. (CARTA GEOLÓGICA)

Sacachún posee un clima seco, con temperaturas media de 28 grados centígrados aproximadamente. Tiene un bosque seco tropical con variedad de flora y fauna.

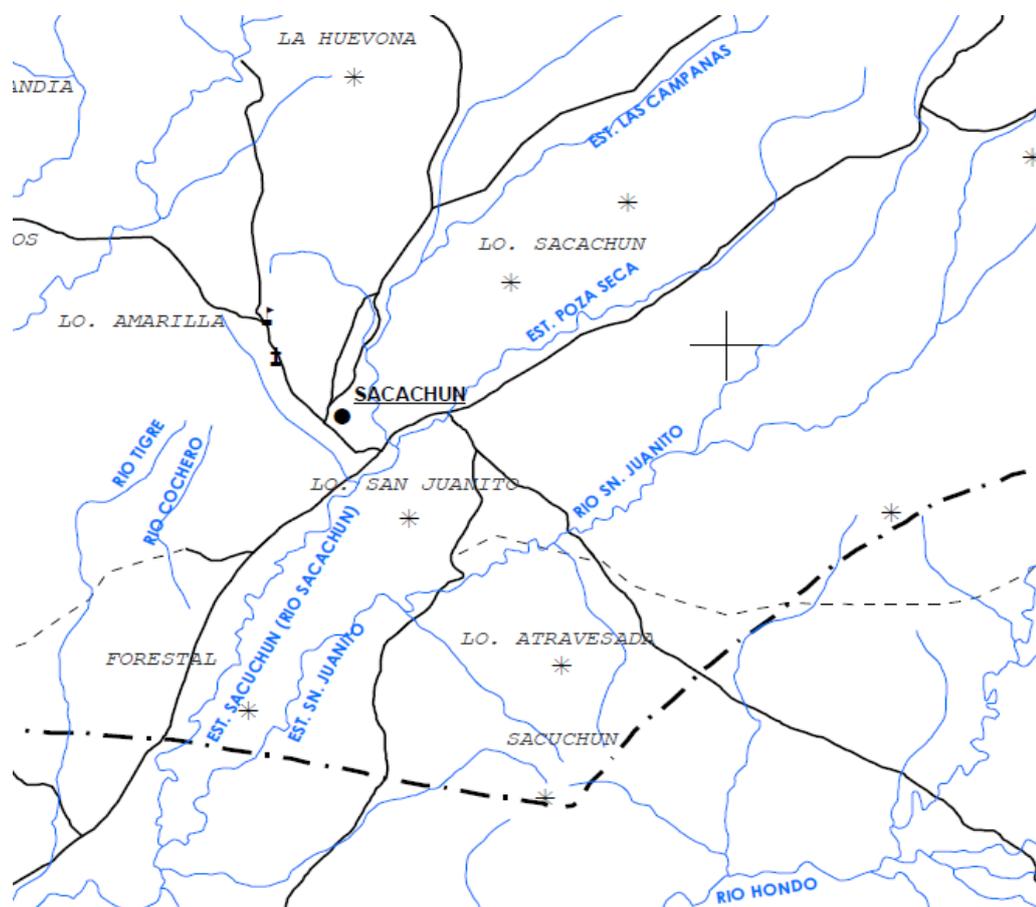


**Fotografía 4.- Zona árida-Sacachún.**  
Elaboración: Autoras. Fecha: 8 Nov. 2015.

### **2.1.3. Hidrografía**

Si bien es cierto, Sacachún y sus alrededores han sido zonas muy secas durante 50 años; sin embargo, en los últimos 4 años aproximadamente, se ha registrado en la zona, incremento de precipitaciones en épocas de invierno. Siendo así que el Estero Poza Seca acumula agua en esta estación del año, estero que es una pequeña parte de la subcuenca aportante del río Sacachún.

Este río percibe caudales considerables durante los meses de febrero y marzo; lo que ocasiona preocupación para los habitantes de la comuna ya que en presencia de un evento, tal como “El Niño”, los pobladores quedan imposibilitados de continuar con sus actividades comerciales.



**Figura 3.- Cartografía básica de la Parroquia Simón Bolívar.**  
Fuente.- Instituto Geográfico Militar (IGM). Fecha: Dic. 2009.

## 2.2. Aspecto poblacional

### 2.2.1. Habitantes

La población en su gran mayoría es nativa del lugar y descendientes de la cultura Manteña Huancavilca. Debido a inconvenientes por los que ha atravesado la comuna varios años atrás, por la falta de interés de las entidades gubernamentales en solucionar problemas como la sequía, sus

habitantes han migrado a poblaciones más grandes como: Santa Elena, La Libertad y Salinas.

Siendo así que, el censo poblacional realizado por el Insitituto Nacional de estadística y Censo (INEC) en el año 2010, registró la existencia de 63 personas en el pueblo. Como parte de este estudio se obtuvieron datos de la población mediante encuestas (Ver ANEXO G), que mostraron que en la actualidad cuentan con 68 habitantes de los cuales 12 son niños que acuden a la escuela de la comuna. Por otro lado las encuestas también resaltaron la necesidad del sistema para manejo de las aguas residuales, ya que por el momento se evidencia mosquitos y propagación de enfermedades producidas por la contaminación que la carencia de un buen sistema puede proveer.



**Fotografía 5.- Personal realizando encuestas a comuneros.**  
Elaboración: Autoras. Fecha: 8 Nov. 2015.

Se pudo constatar que no todos los pobladores del sitio residen allí permanentemente, pues existen casas deshabitadas por varias semanas, según moradores del sector.

Realmente, el crecimiento poblacional comenzó a sufrir un impacto negativo el 30 de septiembre de 1949; mientras los habitantes de Sacachún celebraban las fiestas patronales de San Jerónimo, miembros del Consejo Municipal de Guayaquil, arrebataron del lugar el monolito conocido como San Biritute. “Desde ese día, la comuna perdió su prosperidad”, indicó un comunero del sector. Además, resaltó que a partir de la ausencia de este santo en el poblado, la tasa de natalidad bajó considerablemente.



**Fotografía 6.- Glorieta que recubre a San Biritute.**  
Elaboración: Autoras. Fecha: 8 Nov. 2015.

### 2.2.2. Infraestructura, toma de agua y sistema séptico de la comuna

El poblado cuenta con viviendas en su mayoría de construcción mixta aunque también existen viviendas de madera y de hormigón armado.



**Fotografía 7.- Viviendas de madera y construcción mixta.**

Elaboración: Autoras. Fecha: 8 Nov. 2015.

En el recinto cuentan con una escuela a la que acuden los 12 niños de la comunidad, una iglesia y una casa comunal donde todos los domingos se reúnen los habitantes con su actual dirigente y demás miembros de la directiva.



**Fotografía 8.- Escuela, iglesia y casa comunal del recinto Sacachún.**  
Elaboración: Autoras. Fecha: 8 Nov. 2015.

Sacachún cuenta con el servicio de agua potable y posee un reservorio que se encuentra en una pequeña elevación alrededor de los 107 m.s.n.m., descartándose así, la contaminación del agua potable por contacto con aguas servidas, pues los pozos sépticos se ubican por debajo del nivel mencionado anteriormente.

Los comuneros también reciben agua potable de taqueros cuando existen cortes en el servicio. Según lo indicado en las encuestas, se estima que los miembros de esta población consumen aproximadamente 10 litros por persona al día.



**Fotografía 9.- Toma de agua y tanquero que abastecen a la población de AAPP.**

Elaboración: Autoras. Fecha: 8 Nov. 2015.

Cada una de las edificaciones y las glorietas cuentan con tanques sépticos donde son depositadas las aguas residuales que son generadas por comuneros y turistas. Estos tanques tienen profundidades de 3 a 4 metros, aproximadamente.



**Fotografía 10.- Aguas servidas son depositadas en tanque séptico.**

Elaboración: Autoras. Fecha: 8 Nov. 2015.

La Prefectura y el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santa Elena han realizado la regeneración del lugar, colocándoles aceras y en un

futuro el adoquinamiento de la calle principal; no obstante, la junta comunal aspira realizar la gestión para que se les realice recubrimiento de concreto hidráulico.



**Fotografía 11.- Regeneración de la infraestructura del lugar.**  
Elaboración: Autoras. Fecha: 8 Nov. 2015.

### **2.3. Aspecto económico**

Las actividades económicas que se realizan en el sector son diversas. Parte de la población se dedica a la siembra y distribución de ciruelas, mientras que otros se dedican a la ganadería; sin embargo, no es la única fuente de ingresos.

Esta población está asentada sobre una zona arqueológica muy amplia, lo que la hace un lugar turístico y en feriados y fines de semana reciben a los

turistas ecuatorianos y extranjeros. Desde el regreso de San Birtute, Sacachún ha incrementado su turismo, recibiendo en el feriado del Día de los Difuntos a 500 turistas, aproximadamente; los mismos que llegan con el entusiasmo de conocer el pueblo y al monolito de piedra.

Este ídolo de piedra es conocido por las creencias que motivan a muchas personas, se dice que es el dios de la fertilidad y que facilita a que lleguen las lluvias, por esto mientras estuvo fuera de la comuna, residentes creían que no podían desarrollar actividades agrícolas y buscaban otra fuente de ingreso emigrando hacia otras ciudades.



**Fotografía 12.- Zona turística-Sacachún.**  
Elaboración: Autoras. Fecha: 8 Nov. 2015.

# **CAPÍTULO III**

## **3. CRITERIOS Y MÉTODOS PARA EL DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

El proyecto cuenta con el estudio tres alternativas propuestas para ser contemplada por las autoridades pertinentes, como opción de diseño. En este estudio se analiza los tres posibles escenarios que darían solución al tratamiento de las aguas residuales generadas por la población de Sacachún, evaluando los parámetros técnicos, inversión, y facilidades constructivas, para determinar cuál es la mejor opción en beneficio de las condiciones de vida de la población.

### **3.1. Período de diseño**

El periodo de trabajo funcional de una obra, se lo conoce como periodo de diseño. El sistema de alcantarillado debe garantizar la funcionalidad de la obra durante el tiempo de vida útil programado.

La norma CPE INEN 5, Parte 9.2: 1997 en su capítulo 4 establece que las obras civiles para disposición de residuos sólidos o agua potable, se diseñará para un periodo de 20 años para una población mayor a 1000 habitantes; puesto que en este caso la población objetivo es menor, se plantea un periodo de diseño de 30 años, ya que la comuna Sacachún no tiene un crecimiento poblacional acelerado.

### **3.2. Cálculo de población futura**

El proyecto está planteado para condiciones futuras. Por esta razón, surge la necesidad de estimar la población al término del periodo propuesto. Para obtener un estimado de la población futura en el 2045, se emplean datos obtenidos en el censo 2010 (INEC) y los datos recopilados en las encuestas realizadas en octubre de 2015 (Autoras).

### **3.3. Métodos de proyección poblacional**

Es difícil predecir con exactitud el índice de crecimiento poblacional, debido a muchos factores que intervienen. La población de una comunidad crece por nacimientos, y decrece por muertes o migración.

Estos elementos se ven influenciados por incidencia social y económica, ya que juegan un papel importante las actividades comerciales que desarrollen los residentes. Dichas actividades por lo general producen aumentos bruscos o condiciones estacionarias que marcan considerablemente el incremento poblacional. (Zambrano, Saltos, & Villamar, 2004)

Existen varios métodos de predicción poblacional. Se emplearán los siguientes:

#### **3.3.1. Método aritmético**

Este método se lo utiliza en casos de predicción a corto plazo o en situación de análisis de poblaciones rurales (poblaciones pequeñas), se basa en incremento constante.

**Tasa de crecimiento aritmético**

$$r = \frac{\text{Población2015} - \text{Población2010}}{2015 - 2010} \quad [\text{Ecuación 1}]$$

$$r = \frac{68 - 63}{2015 - 2010} = 1 \text{ hab/año}$$

**Población Futura**

$$\text{PoblaciónAño2045} = \text{PoblaciónAño2015} + r * (2045 - 2015) \quad [\text{Ecuación 2}]$$

$$\text{PoblaciónAño2045} = 68 + 1 * (2045 - 2015)$$

$$\text{PoblaciónAño2045} = 98 \text{ habs.}$$

**3.3.2. Método geométrico**

Este método se basa en tasas de crecimiento usando porcentajes constantes.

**Tasa de crecimiento geométrico**

$$r = \left( \frac{\text{Población2015}}{\text{Población2010}} \right)^{\frac{1}{2015-2010}} - 1 \quad [\text{Ecuación 3}]$$

$$r = \left( \frac{68}{63} \right)^{\frac{1}{5}} - 1 = 0.0154$$

**Población Futura**

$$\text{PoblaciónAño2045} = \text{PoblaciónAño2015} * (1 + r)^{2045-2015} \quad [\text{Ecuación 4}]$$

$$\text{PoblaciónAño2045} = 68 * (1 + 0.0154)^{30}$$

$$\text{PoblaciónAño2045} = 108 \text{ hab.}$$

Puesto que el método aritmético es más utilizado para poblaciones rurales, sería el método óptimo a usarse, sin embargo, se utilizará como referencia el valor arrojado por el método geométrico, ya que es el valor de mayor magnitud y garantiza un margen de confianza.

Para este diseño se considerará una población futura de 150 habitantes, haciendo énfasis en que existen ciertas zonas de la comuna que pueden ser pobladas en un determinado momento y al turismo que se hace presente los fines de semana.

### **3.4. Dotación**

Según información recolectada, la comuna Sacachún consume aproximadamente 200 m<sup>3</sup> de agua potable al mes. Agua que es brindada por la empresa AGUAPEN E.P., sin embargo este valor es referencial, ya que el servicio no es continuo durante las 24 horas del día, los 7 días de la semana. En otras ocasiones se sirven de agua por tanquero.

Se calcula la dotación que reciben cada uno de los 68 habitantes en 30 días, obteniendo el siguiente resultado:

$$\frac{200 \text{ m}^3}{\text{mes}} * \frac{1}{68 \text{ hab}} * \frac{1 \text{ mes}}{30 \text{ días}} = 0.10 \frac{\text{m}^3}{\text{hab} * \text{día}}$$

Entonces, cada habitante consume alrededor de 0.10 m<sup>3</sup>/día. La norma INEN indica que una población rural como mínimo consume 0.077 m<sup>3</sup>/hab.día, lo que hace notar que al diseñar con una dotación futura de 0.19 m<sup>3</sup>/hab.día, el sistema no será subdimensionado.

### **3.5. Caudal de diseño**

El caudal que se utiliza para el diseño de la red de alcantarillado será el resultado de la integración del caudal de origen domiciliario, caudales de infiltración y el caudal que se genera como producto de las conexiones ilícitas.

El caudal generado por la población depende del suministro de agua potable que se le brinde al sector, ya que este aporte de aguas servidas está dado por un coeficiente de retorno del agua potable que reingrese al sistema de alcantarillado como aguas residuales.

Por otro lado, el agua de infiltración es un valor que siempre es considerado en el diseño de evacuación de aguas residuales, ya que dependen de varios factores, como: Tipo de suelo, uso de suelo, altura del nivel freático; además de las consideraciones de fabricación y construcción del sistema; debido a que, en la puesta en obra se puede producir infiltración considerable por las tapas de los pozos de inspección causado por inmersión de agua freática al sistema. La norma INEN 1752 recomienda un valor de  $14 \text{ m}^3/\text{Ha.día}$ .

El caudal aportante por las conexiones ilícitas es aquel en el cual intervienen ilegalmente, las aguas lluvias en la red sanitaria, por medio de conexiones clandestinas. La Norma Ecuatoriana de la Construcción, recomienda en ausencia de un dato exacto de la zona, que se haga uso de  $80 \frac{\text{L}}{\text{hab.día}}$ , como valor comúnmente utilizado, INEN 1752.

Por lo tanto, se tiene para el diseño de los colectores de aguas residuales:  
(Romero Rojas, 2004)

$$QT \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{hab.día}} \right] = Q \text{ domiciliario} + Q \text{ infiltración} + Q \text{ ilícitas} \quad [\text{Ecuación 5}]$$

### 3.6. Factor de retorno

Este coeficiente Fr expresa el porcentaje del caudal de agua potable que es consumido por la población, el cual retorna al sistema sanitario luego del uso del mismo, siendo definido como agua servida de origen domiciliario. El valor recomendado es de 0.8. INEN 1 752 1990-03, Capítulo 3. Sin embargo, se adoptó 0.9 considerando que reingresa al sistema de aguas servidas un 10% más de caudal que el que considera la norma.

### 3.7. Factor de mayoración

Este factor se lo determina en base a estudios estadísticos de la población y otros componentes.

Sin embargo, por no contar con esta información, EMAAP-Q sugiere la fórmula:

$$M = \frac{2.228}{Q^{0.073325}} \quad \text{[Ecuación 6]}$$

La cual implica la utilización del caudal generado por la población. La misma que arrojó un valor M=2.

La empresa Interagua en sus normas para AARR, para poblaciones entre 1000 y 1000000 habitantes, propone obtener el factor de mayoración de la siguiente fórmula:

$$M = (18 + \sqrt{P}) * (4 + \sqrt{P}) \quad \text{[Ecuación 7]}$$

Al hacer uso de esta fórmula para una población futura de 150 habitantes, se obtiene un M de 4.

Por otro lado, la norma Ex IEOS, sugiere que en casos de que el caudal medio diario no exceda los 4 L/seg, se puede asumir un factor de mayoración M de 4.

Por lo tanto, se calculó el consumo mensual futuro que tendrá la población, haciendo uso de un M=4 y de otros factores que podrían incrementar dicho valor, entre estos: Escuelas, restaurantes, temperatura y riego de parques.

**Tabla I.- Información del consumo y dotación actual y futuro.**

Población actual (2015) (hab)	Población futura (2045) (hab)	Consumo mensual de la comuna (m <sup>3</sup> /mes)	Consumo mensual futuro de la comuna (m <sup>3</sup> /mes)	Dotación m <sup>3</sup> /hab.día	Dotación futura m <sup>3</sup> /hab.día	Fr
68	150	200	844.10	0.10	0.19	0.9

Elaboración.- Autoras.

### **3.8. Descripción del sistema de captación y evacuación de las aguas negras**

El sistema tiene como objetivo recolectar las aguas residuales generadas en cada vivienda, las mismas que son captadas en cajas de registro colocadas en la vereda y posteriormente transportadas por tubería de tipo PVC que conectan las cámaras de inspección. Se considera un  $\varnothing_{\text{min}}=200\text{mm}$ , ya que son livianas y de fácil instalación; además, como la población no tiene una tasa de crecimiento poblacional elevada, dicha tubería, se propone sea dispuesta a lo largo de los 400 metros de calle principal que tiene el recinto, hacia un colector principal encargado de evacuarlas hasta su destino final donde serán tratadas.

Este sistema, proyectado para servicio de la población futura a 30 años, descarga en una zona de cota 87.85, ubicación que facilita la evacuación por gravedad. Se realizará el diseño basándose en los parámetros establecidos en las normas INEN.

#### **3.8.1. Criterio para el trazado de redes**

Para el trazado de redes se debe considerar:

- Elemento de reunión: Cámara de inspección.

- Elemento de conducción: Tubería con una pendiente mínima de 15 por mil.
- Elementos de empalme o empotramiento: Accesorio de empalme que permita la descarga en caída libre sobre la clave de la tubería.
- Cada vivienda contará con una caja de registro.

### **Tuberías:**

- Las tuberías están dispuestas conforme a la pendiente del terreno natural para que evacuen las aguas de origen domiciliario por gravedad.
- La red de alcantarillado se localizará en el centro de la vía principal del recinto.
- Las tuberías de AA.SS. trabajan a tubo parcialmente lleno. CPE INEN 1997, Capítulo 5.
- Se procurará que la red de AASS no coincidan con la distribución de AAPP, ya que estas están ubicadas en las aceras, mientras que se proveerá la tubería de aguas negras de manera que tenga más de 1.5m de separación horizontal y más de 0.5 m de diferencia de nivel.
- El ducto principal para el transporte de aguas servidas es de tubería corrugada de 200 mm, y se lo ubicará en el centro de la calle del poblado de manera que estará a más de 1.5 m del borde de la calzada.

- Con el ducto principal por el centro de la vía se garantiza la facilidad de conexión de las tuberías domiciliarias respectivas.
- La profundidad de los colectores no debe ser menor de 1.0 m.
- El colector matriz se divide en 5 tramos, que van desde la cámara 1 hasta la 5, con diámetro de tubería de 200 mm.
- Las cajas de registro estarán conectadas por tuberías corrugadas de 110 mm.

#### **Las cámaras de Inspección:**

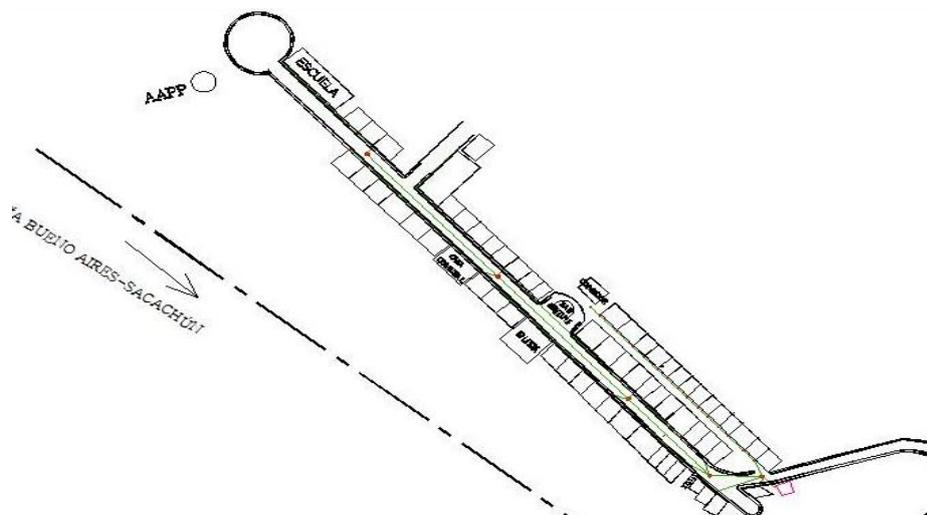
Se ubican en el trazo de los ramales colectores, su función es la inspección y mantenimiento del ducto. En ocasiones, estas forman parte de la conexión domiciliar de alcantarillado; se recomienda su construcción ante los siguientes casos:

- Al comienzo de un nuevo tramo de arranque del ramal colector de aguas residuales.
- En el cambio de dirección del ramal colector de aguas residuales
- Cuando existen cambios considerables y abruptos de pendiente de los ramales colectores.
- En donde se requiera monitoreo constante por razones de inspección y limpieza.

### **Accesorios**

En zonas de pendiente suave la conexión entre el lote y el ramal colector podrá ser mediante cachimba, tee sanitaria o yee en reemplazo de la caja y su registro correspondiente. Sin embargo, es importante tener un control constante de la emisión del caudal, es por esto que se recomienda el uso de cámaras de inspección reemplazando el uso de accesorios, lo que no ocurre en la instalación de agua potable.

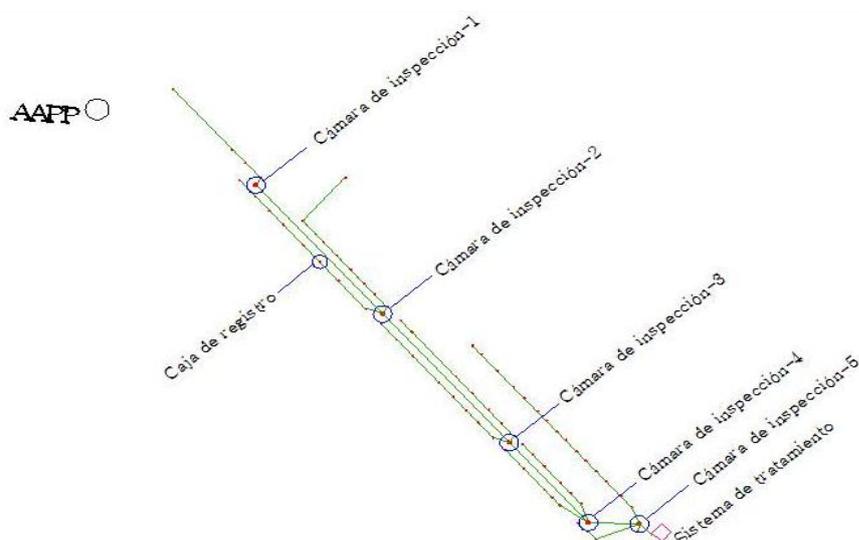
Con estas consideraciones se tendrá que verificar las pendientes máximas y mínimas del sistema de distribución, de manera que se puedan evacuar estas aguas negras eficazmente y no se queden retenidas por rugosidades de la tubería o por la densidad de las aguas a desalojar. Por otra parte, con el adecuado mantenimiento e inspección aseguramos la vida útil de la red de alcantarillado y así la población se verá beneficiada durante los años a los cuales fue proyectado el estudio y diseño.



**Figura 4.- Planimetría de la comuna Sacachún.**  
Elaboración.- Autoras.

Las cajas de registro están ubicadas en las veredas de 1.40 m. Cada vivienda cuenta con una caja de registro que está conectada entre sí por tuberías. A su vez, estas cajas se encuentran conectadas a 5 cámaras de inspección, colocadas en el centro de la vía.

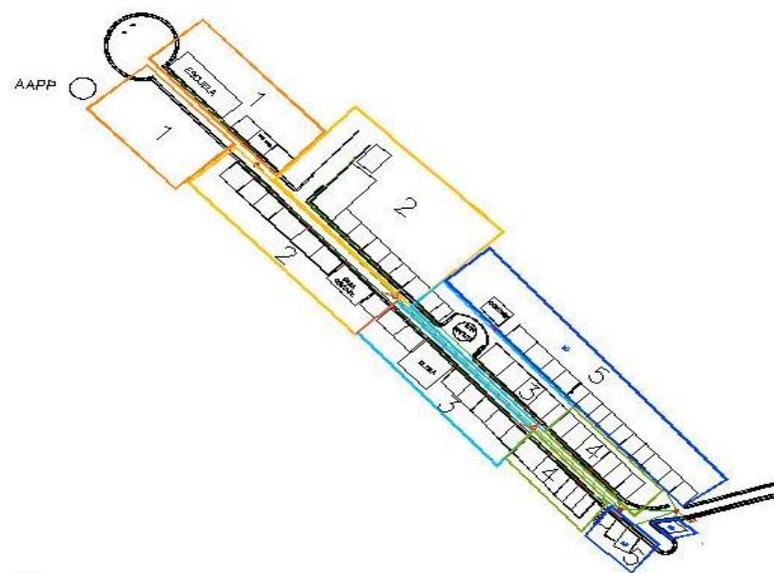
Las cámaras de inspección están ubicadas entre sí a una distancia de 100 m, teniendo en cuenta las especificaciones de la norma CPE INEN 1997, Tabla 7.1. ; Estas cámaras recolectarán las aguas servidas de cada casa y por medio de tuberías serán dirigidas hasta el sistema de tratamiento ubicado en la zona baja del pueblo, para que de esta forma, el sistema trabaje por gravedad.



**Figura 5.- Ubicación de cajas de registro y cámaras de inspección.**  
Elaboración.- Autoras.

### 3.9. Área y población

Cada cámara de inspección, recogerá el agua que produzca la población en una determinada zona. Es por esto, que se han seleccionado áreas ya pobladas y aquellas con tendencia a crecimiento poblacional.



**Figura 6.- Áreas tributarias seleccionadas.**  
Elaboración.- Autoras.

A cada área seleccionada, se le ha otorgado un valor aproximado de población futura, como se observa en la siguiente tabla:

**Tabla II.- Población futura distribuida por áreas tributarias.**

	POBLACIÓN (Hab)	ÁREA (Ha)
A1	14	0.64
A2	24	0.93
A3	33	0.45
A4	25	0.24
A5	54	0.53
Total	150	2.79

Elaboración.- Autoras.

## CAUDAL EN ÁREA DE APORTACIÓN

**Tabla III.- Caudal proporcionado por el área 1.**

CÁLCULO DE CAUDALES DEL A1						
CAUDAL DE AA. SS						
Uso de Suelo	Densidad hab/Ha	Dotación m <sup>3</sup> /Ha.día	Fr	Área m <sup>2</sup>	Caudal domiciliar m <sup>3</sup> /día	Caudal total L/s
Escuela y viviendas	14	0,19	0,90	0,64	1,51	0,12
TOTAL DE CAUDAL DE AA. SS.					0,79	0,12

Elaboración.- Autoras.

**Tabla IV.- Caudal proporcionado por el área 2.**

CÁLCULO DE CAUDALES DEL A2						
CAUDAL DE AA. SS						
Uso de Suelo	Densidad hab/Ha	Dotación m <sup>3</sup> /hab.día	Fr	Área m <sup>2</sup>	Caudal domiciliar m <sup>3</sup> /día	Caudal total L/s
Viviendas	24	0,19	0,90	0,93	3,77	0,14
TOTAL DE CAUDAL DE AA. SS.					3,77	0,14

Elaboración.- Autoras.

**Tabla V.- Caudal proporcionado por el área 3.**

CÁLCULO DE CAUDALES DEL A3						
CAUDAL DE AA. SS						
Uso de Suelo	Densidad hab/Ha	Dotación m <sup>3</sup> /hab.día	Fr	Área m <sup>2</sup>	Caudal domiciliar m <sup>3</sup> /día	Caudal total L/s
Viviendas	33	0,19	0,90	0,45	2,51	0,13
TOTAL DE CAUDAL DE AA. SS.					2,51	0,13

Elaboración.- Autoras.

**Tabla VI.- Caudal proporcionado por el área 4.**

CÁLCULO DE CAUDALES DEL A4						
CAUDAL DE AA. SS						
Uso de Suelo	Densidad hab/Ha	Dotación m <sup>3</sup> /hab.día	Fr	Área m <sup>2</sup>	Caudal domiciliario m <sup>3</sup> /día	Caudal total L/s
Viviendas	25	0,19	0,90	0,24	1,01	0,11
TOTAL DE CAUDAL DE AA. SS.					1,01	0,11

Elaboración.- Autoras.

**Tabla VII.- Caudal proporcionado por el área 5.**

CÁLCULO DE CAUDALES DEL A5						
CAUDAL DE AA. SS						
Uso de Suelo	Densidad hab/Ha	Dotación m <sup>3</sup> /hab.día	Fr	Área m <sup>2</sup>	Caudal domiciliario m <sup>3</sup> /día	Caudal total L/s
Viviendas	54	0,19	0,90	0,53	4,83	0,16
TOTAL DE CAUDAL DE AA. SS.					4,83	0,16

Elaboración.- Autoras.

**3.10. Pre-diseño de tuberías de AA.SS.**

Los caudales que recogen cada una de las cámaras de inspección, son bajos. Es por esto que para el transporte de aguas negras se requerirá de diámetro de tubería mínimo, de 200 mm, tal como se muestra en el ANEXO B de este trabajo.

Se asumió que la tubería trabajará parcialmente llena, con capacidad del 75%. Bajo esta consideración la norma INEN 1752 sugiere que las tuberías de PVC, se diseñen con una velocidad mínima de 0.3 m/s y velocidad

máxima de 4.5 m/s, velocidad que garantizará la autolimpieza de la misma. Sin embargo, a modo de factor de seguridad y garantía del correcto funcionamiento del sistema, se ha diseñado con velocidades superiores a 0.45 m/s y esfuerzo cortante superior a los 0.5 Pa.

La norma NTE INEN 1 329 en la tabla 2 supone el uso de espesores de pared de tubería, mínimos de 3.9 mm.

Las tuberías serán colocadas con pendiente mínima de 1% y máxima de 4%, teniendo así profundidad mínima de excavado de 1.2 m y máxima de 3.75 m. (Freddy Ovalle, 2012)

En el ANEXO C se muestra, los caudales que recogen las cajas de registro al final de cada tramo, los cuales son de baja magnitud numérica. Por este motivo, se utilizará tubería con un diámetro de 110 mm, lo que corresponde a diámetro mínimo para conexiones domiciliarias en redes de alcantarillado sanitario.

Al igual que en la tubería matriz, para estas tuberías dispuesta en las redes domiciliarias, se asumió que la tubería trabajará parcialmente llena, esto quiere decir, al 75% de su capacidad total. De igual forma se tienen velocidades mínimas y máximas que garantizan que el flujo de las aguas

servidas no se vuelva turbulento, genere olores y/o genere presiones no deseadas en la tubería.

En este caso se tendrán caudales mucho menores que los que se transportarán en la tuberías principales, por lo tanto, se utilizó una velocidad mínima de 0.34 m/s.

Las tuberías serán colocadas con pendiente mínima de 3%. Teniendo así, profundidad mínima de excavado de 1.5 m. y máxima de 3.9 m.

### 3.11. Cajas de registro prefabricadas



**Figura 7.- Caja de registro de Polietileno.**  
Fuente.- (PLASTIGAMA, 2015)

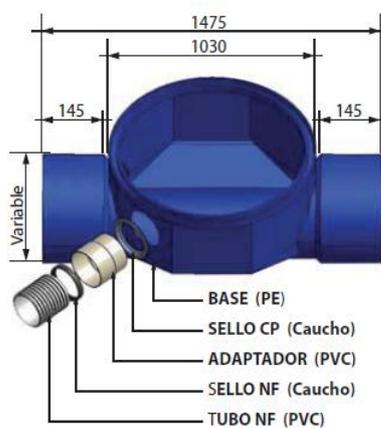
Las cajas de registro son fabricadas al 100% de polietileno y sirven como registro domiciliario del caudal emitido en las viviendas, las cuales son ubicadas en las aceras. Estos elementos prefabricados son utilizados con frecuencia, puesto que presentan las siguientes características:

- Paredes lisas sin porosidades, que permiten una fácil limpieza.
- Son 100% herméticos en sus ensambles.
- Rápida instalación.
- Fácil mantenimiento.
- Permite conexiones de tuberías desde 160 mm a 200 mm de diámetro, sin embargo se pueden adaptar a tuberías de menor diámetro, como las requeridas en este proyecto.
- Cuenta con un elevador de altura adaptable, para extenderla a nivel de acera.
- Fácil puesta en obra.
- Material resistente a las presiones del suelo y a los componentes de las aguas residuales.

### 3.12. Cámaras de inspección prefabricadas



**Figura 8.- Manhole de Polietileno.**  
Fuente.- (PLASTIGAMA, 2015).



**Figura 9.- Entrada a la base del Manhole.**  
Fuente.- (PLASTIGAMA, 2015).

Los Manhole de polietileno son utilizados como cámaras de inspección. Estos equipos de PVC son utilizados frecuentemente debido a que presentan las siguientes características:

- Paredes lisas sin porosidades, que permiten una fácil limpieza.
- Son herméticos en sus ensambles.
- Rápida instalación.
- Permite conexiones de tuberías de 200, 250 y 315 mm de diámetro.
- Soporta cargas de relleno.
- La altura del Manhole es variable.
- Fácil puesta en obra.
- Material resistente a las presiones del suelo y a los componentes de las aguas residuales.

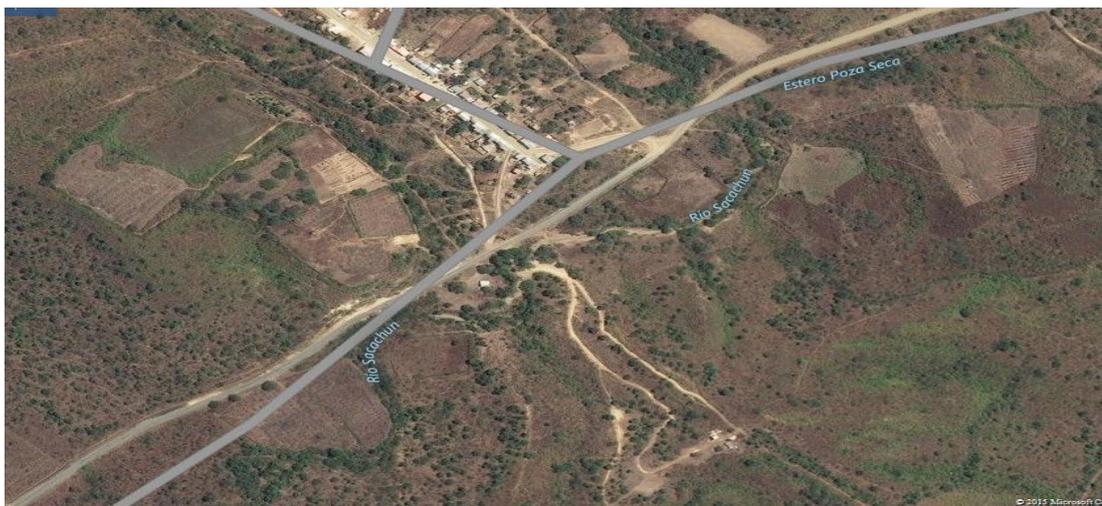
# **CAPÍTULO IV**

## **4. ANÁLISIS DE LA CUENCA Y SUBCUENCA**

### **HIDROGRÁFICA DEL RÍO SACACHÚN**

En 1997, el Río Sacachún causó una severa inundación en las faldas de la comuna con el mismo nombre, a tal punto que sus habitantes no podían hacer uso de sus vías de acceso al sector y se los proveía de víveres por medio de helicópteros. FUENTE: Entrevista a moradores.

Esta información, ha hecho necesario el análisis del caudal máximo de la cuenca del río Sacachún, para descartar la colocación de métodos de tratamiento de aguas servidas en la zona baja del pueblo. (Ver ANEXO D).

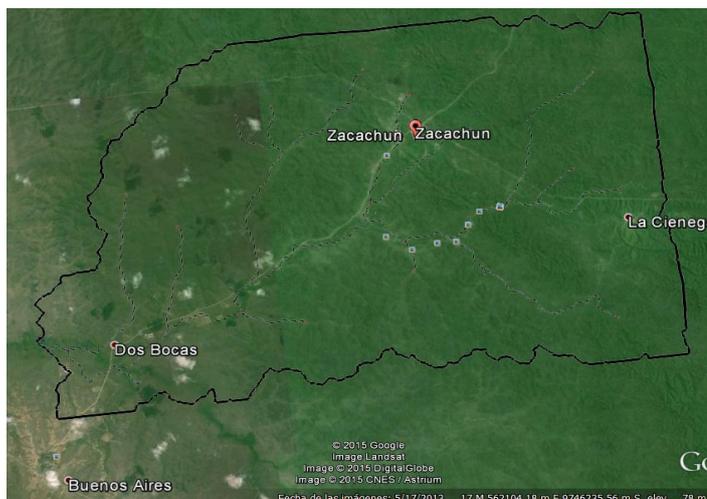


**Figura 10.- Río Sacachún atraviesa zona baja del poblado.**  
Fuente: Google Earth.

#### **4.1. Delimitación de la cuenca hidrográfica del río Sacachún**

Para delimitar la cuenca de drenaje del Río Sacachún, se empleó el programa WEB MAP SERVICES 10.0 (WMS 10.0) y Google Earth.

La parte más alta de la cuenca se encuentra en la zona de Sacachún a 103 msnm y la más baja en Dos Bocas a 30 msnm.



**Figura 11.- Cuenca de drenaje del Río Sacachún.**  
Fuente: Google Earth.

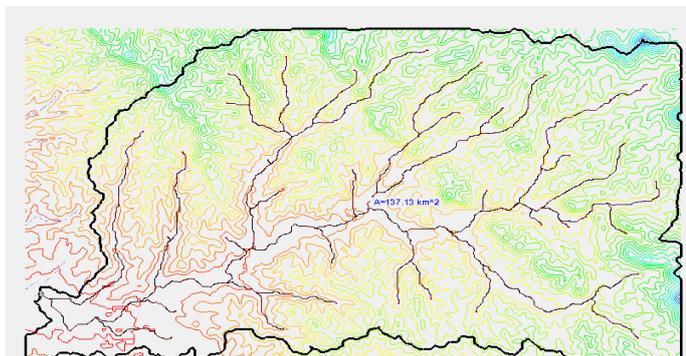
#### 4.1.1. Características de la cuenca hidrográfica del río Sacachún

Con la ayuda de los programas mencionados anteriormente, se han determinado los siguientes parámetros necesarios para determinar el caudal de inundación del río:

**Tabla VIII.- Descripción de la cuenca hidrográfica del río Sacachún.**

ÁREA (A)	137.13 km <sup>2</sup>
PERÍMETRO (P)	70.33 km
LONGITUD DEL CAUCE (L)	16.87 km
ANCHO (B)	12.42 km
Hmáx DEL CAUCE	103 m
Hm DEL CAUCE	30 m

Elaboración: Autoras.



**Figura 12.- Cuenca de Hidrográfica del Río Sacachún.**  
Fuente: WMS 10.0.

Es una cuenca exorreica, debido a que sus aguas son drenadas en el Océano Pacífico.

Se puede observar que la cuenca tiene forma un poco alargada, sin embargo, esto se lo determinará a continuación.

### **Coeficiente de Compacidad (Kc)**

Es un coeficiente adimensional, que brinda una idea de la forma que tiene la cuenca. Es importante determinar la forma, pues, con esto aproxima la rapidez que le toma al agua recorrer desde la zona más alta de la cuenta hasta la más baja.

$$Kc = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad \text{[Ecuación 8]}$$

Donde: P: Perímetro de la cuenca (km)

A: Área de la cuenca (km<sup>2</sup>)

$$Kc = 0.28 \frac{70.33}{\sqrt{137.13}}$$

$$Kc = 1.68$$

Al tener un valor de Kc, mayor a 1, entonces se tiene el caso de una cuenca oblonga (alarga).

### **Factor de la forma (Rf)**

Es un valor adimensional que determina la forma de la cuenca y que tan rápido o lento se producirán las crecidas. Se establece mediante la relación entre el área de la cuenca (km<sup>2</sup>) y la longitud de la misma (km).

$$Rf = \frac{A}{L^2} \quad \text{[Ecuación 9]}$$

$$Rf = \frac{137.13}{16.87^2}$$

$$Rf = 0.5$$

Este valor indica, que la cuenca presenta aceleradas e intensas crecidas.

### **Pendiente del cauce**

Es un factor importante para dar soluciones a los problemas de inundación.

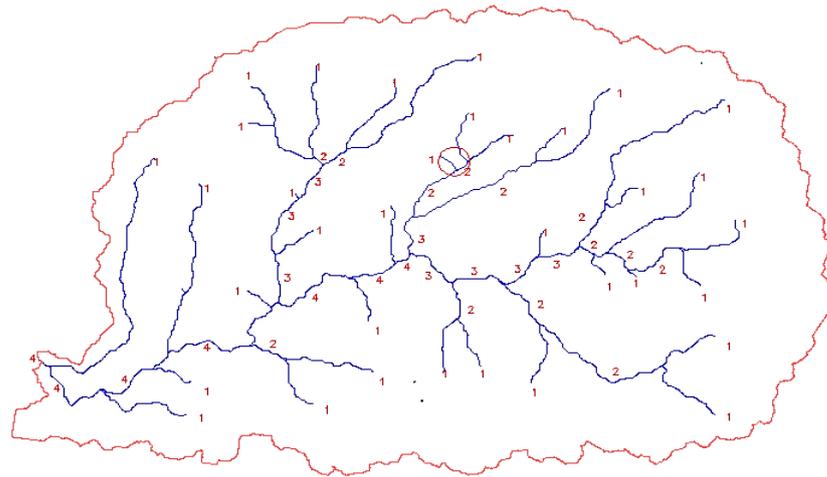
$$J = \frac{H_{\text{máx}} - H_{\text{mín}}}{L} \times 100 \quad \text{[Ecuación 10]}$$

$$J = \frac{(103 - 30)}{16.87} \times 100$$

$$J = 4.3 \%$$

### **Número de orden de la cuenca Hidrográfica**

Es el número de ramificaciones que presenta la cuenta. En este caso la cuenca es de cuarto orden.



**Figura 13.- Número de orden de la cuenca Hidrográfica.**  
Elaboración: Autoras.

### **Densidad de drenaje**

Relación entre la suma de la longitud de las ramificaciones de la cuenca (km) y el área total de la cuenca km<sup>2</sup>.

$$Dd = \frac{\Sigma L_i}{A} \quad \text{[Ecuación 11]}$$

$$Dd = \frac{82.83}{137.13}$$

$$Dd = 0.6$$

## **4.2. Análisis hidrológico de la cuenca de drenaje**

### **4.2.1. Temperatura**

Sacachún se encuentra en una zona con temperaturas relativamente elevadas, registrándose en el presente año una temperatura máxima de 32 °C. La temperatura promedio de la zona es 28 °C. (Tiempo Ecuador)

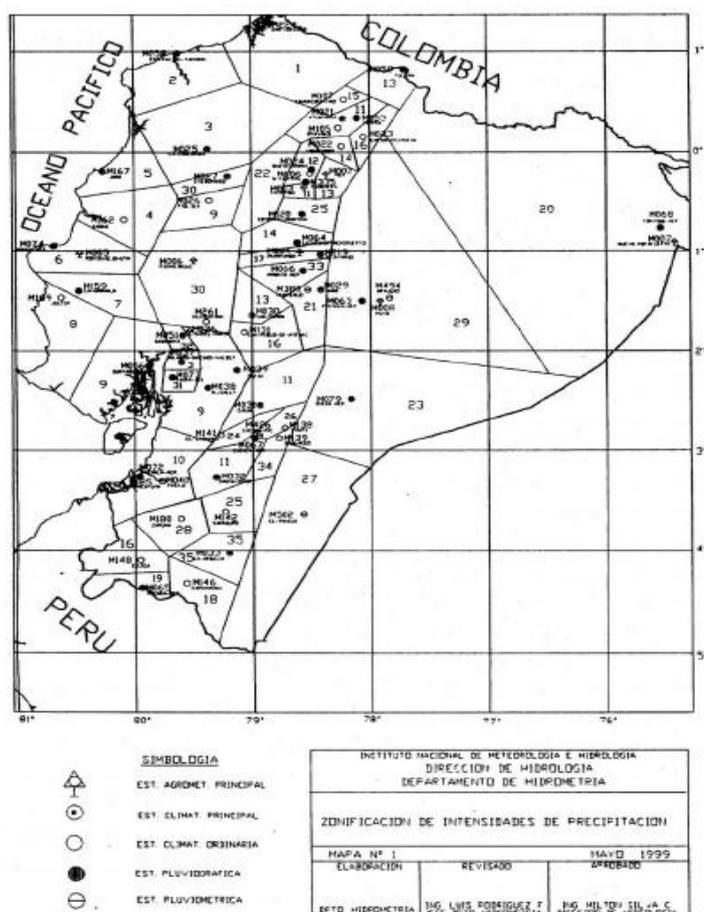
### **4.2.2. Análisis de precipitaciones**

Para el análisis de precipitaciones dadas en la cuenca hidrográfica de este río, se utilizaron los registros facilitados por el INAMHI de la estación meteorológica M1152, ubicada en la comuna Sube y Baja, perteneciente a la parroquia Julio Moreno. Esta estación se ubica a LATITUD: 2G 11' 56" S, LONGITUD: 80G 27' 12" W , ELEVACION: 85.00., siendo la más próxima a Sacachún.

Se solicitaron datos desde 1997 hasta el 2015, y se hizo uso del registro limnigráfico y limnimétrico desde 1997, ya que en este año ocurrió el evento de El Niño. La estación de Sube y Baja registró precipitación máxima de 140.0 mm en marzo del 1998. En el ANEXO D se muestra la tabla de precipitaciones mensuales.

### Intensidades máximas de la cuenca – análisis pluviométrico

Para realizar el cálculo de intensidades máximas, se utilizarán las ecuaciones definidas por el Instituto Nacional de Hidrológica y Meteorología del Ecuador (INAMHI) del año 1999. Estas ecuaciones fueron desarrolladas para calcular las intensidades para diferentes periodos de retorno y según la zona a la que pertenece el poblado de interés para el estudio. En la Figura 10 se indican la zonificación realizada por el INAMHI en el año de 1999.



**Figura 14.- Mapa de zonificación de Intensidades de Precipitación.**  
Fuente: Estudio de lluvias intensas INAMHI - Luis Rodríguez Fiallos 1999

### **Intensidad media de la cuenca**

La ecuación para el cálculo de la intensidad media es:

$$\text{Intensidad media} = \frac{\sum \text{Precipitación}}{\text{Tiempo}} \quad [\text{Ecuación 12}]$$

Puesto que la estación meteorológica de Sube y Baja es la más cercana, y refleja confiabilidad en los datos, se hará uso de esta única estación para la toma de la intensidad.

$$\text{Intensidad media} = \frac{\text{Precipitación M1152}}{1 \text{ hora}} \quad [\text{Ecuación 13}]$$

### **Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia**

Para la propuesta de alcantarillado sanitario de la comuna, es necesario incluir en el cálculo el análisis pluviométrico y de igual forma construir las curvas (I-D-F); por lo tanto, se cuenta con las ecuaciones y curvas de intensidades otorgadas por el INAMHI (ver tablas IX), las mismas que fueron determinadas para cada zona. En el caso del poblado de estudio, la zona de interés corresponde al sector 8. Tomado del “Estudio de Lluvias Intensas”, publicadas en el año de 1999, donde se podrá visualizar las precipitaciones máximas durante el periodo útil para el estudio.

**Período de retorno**

Este se define como el tiempo en el que se da que un evento de similar o mayor magnitud ocurra. En el caso de que se diseñase para periodos de retorno grandes, las obras suelen ser de un valor económico alto, es por esto que se recomienda el diseño proyectado a 25 años, como periodo de retorno mínimo, según INEN 1 752 1990-03, ya que se logra un adecuado funcionamiento del sistema, y la obra no trabajaría la mayor parte el tiempo por debajo de su capacidad, lo cual se ve proyectado en una ventaja económica.

Además la topografía del sector es favorable, ya que la comuna está ubicada en zona alta, lo que reduce el riesgo de inundación.

**Intensidad máxima diaria IdTR**

Esta se define por medio de los mapas del INAMHI, donde se encuentran establecidas las isolíneas, dado para el periodo de retorno de 25 años (valor seleccionado).



**Figura 15.- Mapa de isótopos de Intensidades máximas diarias de Precipitación, con período de retorno de 10 años.**

Fuente: Estudio de lluvias intensas INAMHI - Luis Rodríguez Fiallos 1999

Sin embargo, en la siguiente tabla se muestra la intensidad diaria para los diferentes períodos de retorno. Los datos que se dieron fueron los siguientes:

**Tabla IX.- Intensidades para la estación M1152 con diferentes períodos de retorno.**

ZONA 8					
<b>5min&lt;30min</b>	$ITR = 80,068 * Id_{TR} * t^{-0,3683}$				$R^2 = 0,9896$
<b>30min&lt;1440min</b>	$ITR = 351,73 * Id_{TR} * t^{-0,7977}$				$R^2 = 0,997$
<b><math>Id_{TR}</math></b>	TR=5	TR=10	TR=25	TR=50	TR=100
<b>Sube y Baja</b>	38,29	53,68	69,79	80,52	93,95

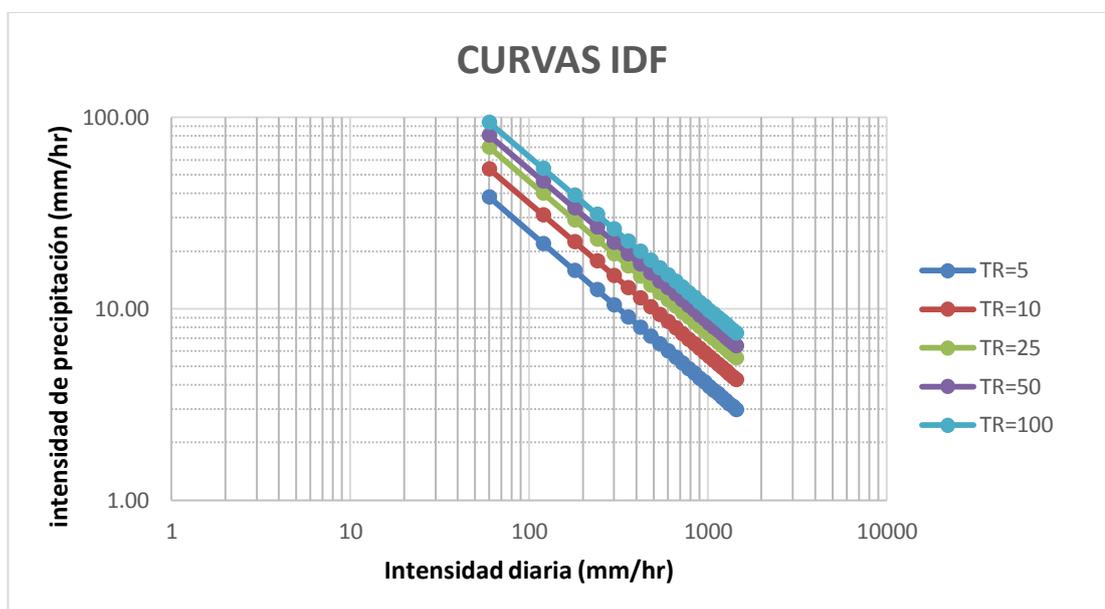
Elaboración: Autoras.

Donde: ITR: Intensidad de precipitación para cualquier TR [mm/h].

t: Tiempo de concentración, definido como el tiempo de escurrimiento más el tiempo de llegada [min].

TR: Periodo de retorno.

Se obtuvieron como resultado las siguientes curvas en hojas log-log:



**Gráfico 1: Estación Sube y Baja.**  
Elaboración: Autoras.

En la tabla IX se puede constatar que económicamente no se justifica diseñar una obra para un periodo de retorno muy grande, ya que el incremento de intensidades no es considerablemente grande con relación a los años para la cual se está diseñando. Además, se debe considerar la vida útil de la obra, la cual está en función de la capacidad y resistencia de los materiales a utilizar.

En el gráfico 1 se puede observar al igual que en la tabla IX, que para el periodo de retorno escogido (25 años), la intensidad de diseño es de 69.8 mm/h.

### 4.3. Cálculo del caudal de la cuenca hidrográfica

Para estimar el caudal máximo de una cuenca, existen dos métodos:

- Método racional

$$Q = \frac{C.I.A}{K} \quad \text{[Ecuación 14]}$$

- Método Témez

$$Q = 0.278 C.I.A.K \quad \text{[Ecuación 15]}$$

Ambos métodos son usados para cuencas de poca extensión, sin embargo, el método racional es utilizado para cuencas con áreas menores a 1 km<sup>2</sup> mientras que el método de Témez es usado en cuencas de 1 km<sup>2</sup> a 3000 Km<sup>2</sup>. Otro factor que los diferencia es el tiempo de concentración.

- T<sub>c</sub> (Método racional) : Tiempo de concentración de la cuenca (T<sub>c</sub>) < 6h
- T<sub>c</sub> (Método de Témez): 0.25h < Tiempo de concentración de la cuenca (T<sub>c</sub>) < 24h

Para este caso, se usará el Método de Témez.

**Tabla X.- Coeficiente de escorrentía, según tipo de urbanización.**

TIPO DE URBANIZACIÓN	DENSIDAD POBLACIONAL HAB/HA.				
	Mayor a 600	600 - 300	300 - 100	100 - 50	Menor 50
Unifamiliar aislada	0,50	0,40	0,30	0,25	0,20
Unifamiliar concentrada	0,60	0,50	0,45	0,40	0,35
Multifamiliar aislada	0,70	0,60	0,50	0,45	0,40
Multifamiliar concentrada	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50

Fuente: INEN 1 752 1990.

#### 4.3.1. Método de Témez

$$Q = 0.278 C.I.A.K$$

Donde: C: Coeficiente de escorrentía  
 I: Intensidad de lluvia  
 A: Área de la cuenca  
 K: Coeficiente de uniformidad

#### **Tiempo de concentración (Tc)**

$$T_c = 0.3 \left( \frac{L}{j^{0.25}} \right)^{0.76}$$

[Ecuación 16]

$$T_c = 0.3 \left( \frac{16.87}{0.043^{0.25}} \right)^{0.76}$$

$$T_c = 4.7 \text{ h}$$

**Coefficiente de uniformidad (K)**

$$K = 1 + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14} \quad \text{[Ecuación 17]}$$

$$K = 1 + \frac{4.7^{1.25}}{4.7^{1.25} + 14}$$

$$K = 1.33$$

**Coefficiente de simultaneidad (Ka)**

Para una cuenca con área menor a 1 km<sup>2</sup>, el Ka será 1, sin embargo, para una cuenca con área mayor o igual a 1 km<sup>2</sup> y menor a 3000 km<sup>2</sup>, el coeficiente de simultaneidad es el siguiente:

$$K_a = 1 - \frac{\log A}{15} \quad \text{[Ecuación 18]}$$

$$K_a = 1 - \frac{\log 137.13}{15}$$

$$K_a = 0.86$$

**Precipitación máxima diaria final (P'd)**

$$P'd = P_d \cdot K_a \quad \text{[Ecuación 19]}$$

Donde: Pd: Precipitación máxima diaria (mm)

$$P'd = 140 * 0.86$$

$$P'd = 120.4\text{mm}$$

**Intensidad de lluvia (mm/h)**

$$I = \left(\frac{P'd}{24}\right) * (11)^{\frac{28^{0.1} - T_c^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$
 [Ecuación 20]

$$I = \left(\frac{120.4}{24}\right) * (11)^{\frac{28^{0.1} - 4.7^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

$$I = 20 \text{ mm/h}$$

**Coefficiente de escorrentía (C)**

$$C = \frac{(Pd - Po)(Pd + 23Po)}{(Pd + 11 Po)^2}$$
 [Ecuación 21]

Dónde: Pd: Precipitación máxima diaria (mm)

Po: Umbral de escorrentía

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$
 [Ecuación 22]

Dónde: CN: Número de curvatura

**Tabla XI.- Número de curvatura en función del uso de suelo.**

DESCRIPCIÓN DEL USO DE LA TIERRA	Grupo hidrológico del suelo			
	A	B	C	D
Tierra cultivada: Sin tratamiento de conservación	72	81	88	91
Con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales: Condiciones pobres	68	79	86	89
Condiciones óptimas	39	61	74	80

Bosques: Troncos delgados, cubierta pobre, sin hierba, cubierta buena	45 25	66 55	77 70	83 77
Área abierta, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc				
Óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75% o mas	39	61	74	80
Condiciones aceptables cubierta de pasto en el 50% al 75%	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)	89	92	94	95
Distritos industriales (72% impermeables)	81	88	91	93
Residencial: Tamaño promedio del lote porcentaje promedio impermeable				
1/8 acre o menos 65	77	85	90	92
1/4 acre o menos 38	61	75	83	87
1/3 acre 30	57	72	81	86
1/2 acre 25	54	70	80	85
1 acre 20	51	68	79	84
Parqueaderos pavimentos, lechos, accesos, etc	98	98	98	98
Calles y carreteras:				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados	98	98	98	98
Grava	76	85	89	91
Tierra	72	82	87	89

Fuente: (Chow, 1998)

Uso de suelo: Pastizales en condiciones pobres.

Tipo de suelo: Areniscas, tipo B

CN: 79

$$S = \frac{25400}{79} - 254$$

$$S = 67.52$$

$$C = \frac{(Pd - Po)(Pd + 23Po)}{(Pd + 11 Po)^2}$$

$$C = \frac{(140 - 67.52)(140 + 23(67.52))}{(140 + 11 (67.52))^2}$$

$$C = 0.15$$

### Coeficiente de escorrentía de tabla

**Tabla XII.- Coeficiente de escorrentía**

COBERTURA DEL SUELO	Tipo de suelo	Pendiente (%)				
		> 50	20-50	5-20	1-5	0-1
<b>Sin vegetación</b>	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
<b>Cultivos</b>	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
<b>Pastos, vegetación ligera</b>	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	<b>0,20</b>	0,15
<b>Hierba</b>	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
<b>Bosques, vegetación densa</b>	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente.- Benitez et al. (1980), citado por (Lemus & Navarro, 2003)

Se trabajará con un coeficiente de escorrentía de 0.2, que se le otorga a un terreno que presenta pastos con vegetación ligera, características que más se ajustan al del terreno que rodea a Sacachún. Además, puesto que es una comuna que posee gran cantidad de bosque seco tropical a sus alrededores, la CPE INEN 5 parte 9.1: 1992 (tabla 3) indica que se trata de una zona con baja densidad poblacional y abundancia de parques y zonas verdes, con tipo de superficie no pavimentada (tabla 4). (Mijares, 1999)

### Caudal máximo de la cuenca

$$Q = 0.278 C.I.A.K$$

$$Q = 0.278(0.2)(20)(137.13)(1.33)$$

$$Q = 202.81 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

#### 4.4. Delimitación de la subcuenca hidrográfica del río Sacachún

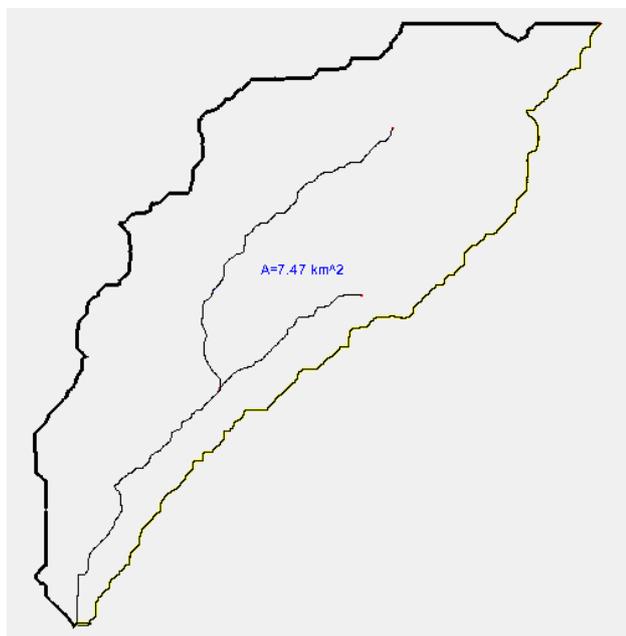
##### 4.4.1. Características de la subcuenca hidrográfica del río Sacachún

Con la ayuda de los programas mencionados anteriormente, se han determinado los siguientes parámetros necesarios para determinar el caudal máximo de la subcuenca del río:

**Tabla XIII.- Descripción de la subcuenca hidrográfica del río Sacachún.**

ÁREA (A)	7.47 km <sup>2</sup>
PERÍMETRO (P)	18.02 km
LONGITUD DEL CAUCE (L)	4.1 km
ANCHO (B)	0.91 km
Hmáx DEL CAUCE	98 m
Hmín DEL CAUCE	56 m

Elaboración: Autoras.



**Figura 16.- Subcuenca Hidrográfica del Río Sacachún.**

Elaboración: Autoras, con la ayuda de herramienta digital WMS 10.0.

Es una subcuenca exorreica, debido a que sus aguas son drenadas en el Océano Pacífico.

Por simple inspección se puede observar que la cuenca tiene forma alargada; sin embargo, esto se lo determinará a continuación, por medio del coeficiente de compacidad.

### **Coeficiente de Compacidad (Kc)**

Es un coeficiente adimensional, que brinda una idea de la forma que tiene la subcuenca. Es importante determinar la forma, pues, con esto se puede tener una idea de qué tan rápido llega el agua desde la zona más alta de la cuenta hasta la más baja.

$$K_c = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

$$K_c = 0.28 \frac{18.02}{\sqrt{7.47}}$$

$$K_c = 1.85$$

Al tener un valor de  $K_c$ , mayor a 1, entonces se tiene el caso de una cuenca oblonga (alarga).

### **Factor de la forma (Rf)**

Es un valor adimensional que determina la forma de la cuenca y que tan rápido o lento se producirán las crecidas. Se establece mediante la relación entre el área de la cuenca ( $\text{km}^2$ ) y la longitud de la misma (km).

$$R_f = \frac{A}{L^2}$$

$$R_f = \frac{7.47}{4.1^2}$$

$$R_f = 0.44$$

Este valor indica, que la cuenca presenta aceleradas e intensas crecidas.

### **Pendiente del cauce**

Es un factor importante para dar soluciones a los problemas de inundación.

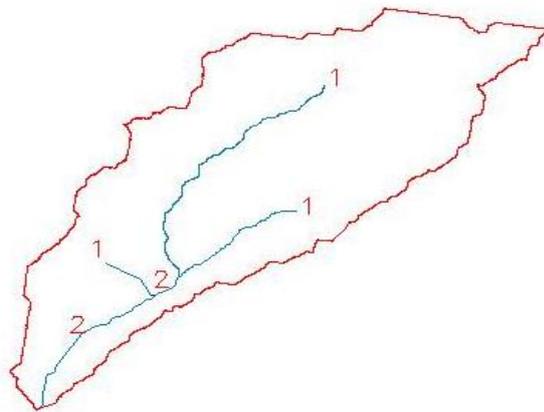
$$J = \frac{H_{\text{máx}} - H_{\text{mín}}}{L} \times 100$$

$$J = \frac{(98 - 56)}{\frac{1000}{4.1}} \times 100$$

$$J = 1.02 \%$$

### **Número de orden de la cuenca Hidrográfica**

Es el número de ramificaciones que presenta la cuenta. En este caso la cuenca es de segundo orden.



**Figura 17.- Número de orden de la Subcuenca Hidrográfica.**  
Elaboración: Autoras, con la utilidad de herramienta digital AutoCAD.

Sacachún se ve afectado por un río de orden 2.

### **Densidad de drenaje**

Relación entre la suma de la longitud de las ramificaciones de la cuenca (km) y el área total de la cuenca km<sup>2</sup>.

$$Dd = \frac{\Sigma L_i}{A}$$

$$Dd = \frac{4.7}{7.47}$$

$$Dd = 0.6$$

#### 4.5. Cálculo del caudal de la subcuenca hidrográfica

Para estimar este caudal se utilizará el Método de Témez, debido a que el área de la misma, es mayor a 1 km<sup>2</sup>.

##### 4.5.1. MÉTODO DE TÉMEZ

###### Tiempo de concentración (Tc)

$$T_c = 0.3 \left( \frac{L}{J^{0.25}} \right)^{0.76}$$

$$T_c = 0.3 \left( \frac{4.1}{0.01^{0.25}} \right)^{0.76}$$

$$T_c = 2.1 \text{ h}$$

###### Coefficiente de uniformidad (K)

$$K = 1 + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14}$$

$$K = 1 + \frac{2.1^{1.25}}{2.1^{1.25} + 14}$$

$$K = 0.15$$

### **Coefficiente de simultaneidad (Ka)**

Para una cuenca con área menor a 1 km<sup>2</sup>, el Ka será 1, sin embargo, para una cuenca con área mayor o igual a 1km<sup>2</sup> y menor a 3000 km<sup>2</sup>, el coeficiente de simultaneidad es el siguiente:

$$Ka = 1 - \frac{\log A}{15}$$

$$Ka = 1 - \frac{\log 7.47}{15}$$

$$Ka = 0.9$$

### **Precipitación máxima diaria final (P'd)**

$$P'd = Pd \cdot Ka$$

$$P'd = 140 * 0.9$$

$$P'd = 131.85 \text{ mm}$$

### **Intensidad de lluvia (mm/h)**

$$I = \left(\frac{P'd}{24}\right) * (11)^{\frac{28^{0.1} - T_c^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

$$I = \left(\frac{131.85}{24}\right) * (11)^{\frac{28^{0.1} - 2.1^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

$$I = 37.9 \text{ mm/h}$$

**Coefficiente de escorrentía (C)**

$$C = \frac{(Pd - Po)(Pd + 23Po)}{(Pd + 11 Po)^2}$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

$$S = \frac{25400}{79} - 254$$

$$S = 67.52$$

$$C = \frac{(Pd - Po)(Pd + 23Po)}{(Pd + 11 Po)^2}$$

$$C = \frac{(140 - 67.52)(140 + 23(67.52))}{(140 + 11 (67.52))^2}$$

$$C = 0.15$$

Se trabajará con un coeficiente de escorrentía de 0.2, el cual se le otorga a un terreno que presenta pastos con vegetación ligera, (Mijares, 1999). Dicha característica se ajusta más al del terreno que rodea a Sacachún. (Lemus & Navarro, 2003)

**Caudal máximo de la subcuenca**

$$Q = 0.278 C.I.A.K$$

$$Q = 0.278(0.2)(37.9)(7.47)(0.15)$$

$$Q = 2.36 \frac{m^3}{s}$$

Mediante los cálculos previos, se determinó que el caudal es considerablemente pequeño. Sin embargo, moradores de la comuna aseguran que en el fenómeno de El Niño anterior, el nivel del agua en las faldas del poblado subió dos metros, aproximadamente.

Teniendo en cuenta esta referencia, se puede decir que los sistemas de tratamiento de aguas servidas expuestos más adelante, no se verán afectados por dicha inundación pues estarán ubicados por encima de la cota 77, cota que tentativamente alcanzaría el nivel del agua.

# **CAPÍTULO V**

## **5. PROPUESTAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA COMUNA**

### **5.1. Caracterización de aguas residuales domésticas**

El agua residual proveniente de los domicilios está compuesta por materia orgánica y nutrientes. Al verter estas aguas en ríos, lagos, lagunas o mares, sin ser tratadas, pueden llegar a causar gran contaminación ambiental.

Es por esto, que es necesario utilizar algún mecanismo para remover en la mayor medida posible los contaminantes, hasta que la concentración de estas aguas se encuentren dentro de los parámetros que establecen las normas.

Se deben realizar ensayos en laboratorios para determinar las características que presenta el agua residual proveniente de un lugar específico. Sin embargo, para la realización de este trabajo se han obtenido de la web valores típicos de las propiedades de las aguas negras domiciliarias, es decir, no cuentan con el nivel de tóxicos que presentarían las aguas provenientes de industrias; sin embargo, aunque no tengan contaminantes peligrosos, se las tiene que captar sin causar contaminación y es necesario darles un adecuado tratamiento.

**Tabla XIV.- Caracterización típica de Aguas Residuales de origen domiciliario.**

<b>CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS SERVIDAS</b>		
<b>Composición</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Concentración (mg/L)</b>
<b>Sólidos</b>	SST	120 – 400
	SSV	95 – 315
<b>Materia orgánica</b>	Dbo5	110 – 350
	DQO	210 – 800
<b>Nutrientes</b>	NT	20 – 80
	N- Org	8 – 30
	NH4	12 – 50
	PT	4 – 14
	P – Org	1 – 4
	PO4	3 - 10
<b>Patógenos</b>	Coliformes fecales	(NMP/100 ml) < 0,001 – 0,000001

Fuente: (Morales, López, Vera, & Vidal, 2013)

Los principales componentes a remover del agua servida de origen domiciliario son:

- SST 260 mg/L
- DBO<sub>5</sub> 200 mg/L
- NT 30 mg/L
- PT 10 mg/L
- Coliformes fecales  $1 \cdot 10^4$  NMP/100ml
- Aceites y grasas 30 mg/L

El pH es otro componente importante del agua. Las aguas grises poseen un pH de 6.6, mientras que el pH presente en la orina humana es de 6.1. Es por esta razón, que se ha seleccionado un valor intermedio de pH en aguas residuales domésticas, siendo este de 6.4. (Romero Rojas, 2004)

#### **5.1.1. Características de los sólidos – tamaño de partícula**

El contenido de sólidos totales presentes en las aguas residuales, afecta directamente a la cantidad de lodos que se generan y a su vez complica la remoción de los mismos para obtener un efluente tratado y clarificado.

Estos sólidos pueden ser sedimentables, que son los sólidos que se depositan en el fondo del reactor y conforman el volumen de lodos removibles. Por otra parte, también están presentes los sólidos disueltos, que representan la parte del material contaminante que no puede ser disociado fácilmente por un proceso de sedimentación, y requieren el empleo de otros procesos físicos y químicos para el tratamiento de los mismos. (Ramalho, 2003)

Los sólidos disueltos que son los más complicados de separar con procesos sencillos, corresponden a partículas menores a  $12\ \mu\text{m}$ , lo que quiere decir que, en las alternativas de tratamiento que se presentarán posteriormente, se puede remover partículas con tamaño superior a  $12\ \mu\text{m}$ , y de la capacidad de remoción por medio del tratamiento, estará dada la eficiencia del mismo. (Romero Rojas, 2004)

### **5.1.2. Velocidad de sedimentación de la partícula**

La velocidad de sedimentación es un factor importante para determinar la eficiencia del proceso, ya que las partículas se depositan en el fondo del reactor de forma discreta, pero, en el caso de lodos con presencia de materia orgánica, como son las excretas, estas tienen una fuerte interacción entre partículas formando así los flóculos.

La concentración de biomasa puede llegar a ser muy alta con valores que superan los 500 mg/L, en este caso la velocidad de sedimentación dependen de la concentración de la muestra. (Ramalho, 2003)

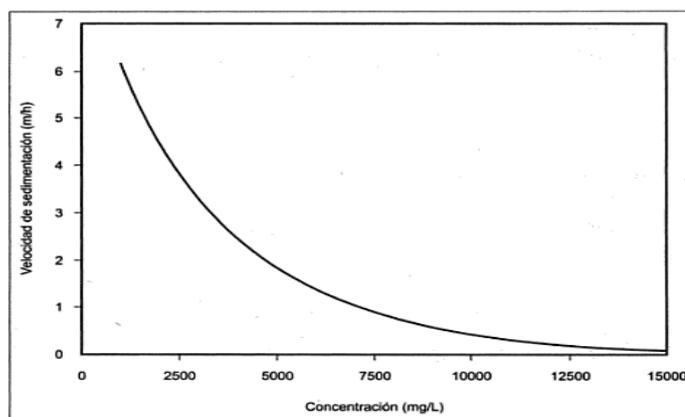
En el siguiente gráfico, se muestra el modelo propuesto por Veslind descrito por:

$$V_{si} = V_0 * e^{-K_v * X_i} \quad \text{[Ecuación 23]}$$

Donde:  $X_i$ : Concentración de solidos suspendidos (kg/m<sup>3</sup>)

$V_{si}$ : Velocidad de sedimentación (m/h)

$V_0$  y  $K_v$ : Constantes



**Figura 18: Velocidad de sedimentación en función de la concentración.**  
Fuente: (Rodríguez Rosales & Martínez Delgadillo, 2005)

## **5.2. Sistemas de tratamiento**

El sitio para implantar el sistema de tratamiento, en el cual se realizará la descarga de las aguas negras de origen domiciliario del reciento, se determinó mediante la ayuda de las cartas topográficas y geológicas del IGM, además del levantamiento planimétrico y altimétrico que se realizó.

Por otro lado, el sistema de depuración adoptado debe ser de fácil uso y mantenimiento, de manera que pueda ser operado por las personas de la comunidad. Es por esto que las tres tecnologías planteadas son de fácil implantación, dan servicio eficiente a la comunidad, no requieren de gran espacio, no tienen mal aspecto, no genera olores y la remoción de contaminantes se lo realiza sin la utilización de agentes químicos. (Rodriguez Rosales & Martinez Delgadillo, 2005)

Puesto que la población es pequeña y tiene recursos financieros limitados, se requiere de un sistema de tratamiento que sea fácil de manejar. de bajo costo de implantación, que no requiera de equipo especial para construcción y mantenimiento, que su costo de operación esté al alcance del subsidio económico que recibe la junta comunal, y que facilite y brinde seguridad en el manejo de lodos y del efluente.

Bajo estas consideraciones el tratamiento de las aguas servidas del recinto, tiene como objetivo reducir la carga orgánica y microorganismos patógenos para que puedan ser utilizadas posteriormente para actividades como riego de las plantaciones. (Romero Rojas, 2004)

Las aguas servidas del sector podrían ser tratadas mediante las siguientes alternativas:

- Humedal de Flujo Subsuperficial Horizontal
- Cámara Séptica con Filtro Anaerobio
- Reactores Biológicos Secuenciales

### **5.2.1. Sistema de pre-tratamiento de aguas servidas**

#### **Trampa de grasas**

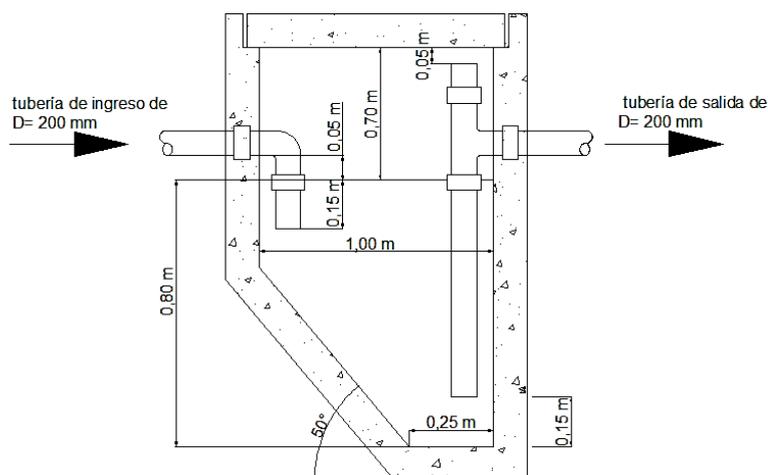
La norma EX IEOS, hace referencia al uso de una trampa de grasas con la finalidad de remover del agua servida, aceites animales o minerales con densidad de 0.8 kg/L, aproximadamente. Esta remoción se la hará con tiempo de 3 min siempre que estén presentes en caudales pequeños de hasta 10 L/s. Para este caso, el caudal que llega al pretratamiento es apenas de 0.66 L/s. Por lo tanto, el tiempo de retención que se requerirá para remover dichas grasas es casi nulo. Sin embargo, para un sistema mucho más eficiente, que impida el mal funcionamiento de los posteriores

tratamientos, se ha optado por colocar una trampa de grasas convencional con dimensiones mínimas, propuestas en la tabla a continuación:

**Tabla XV.- Dimensiones típicas de trampa de grasa y aceites.**

Rango de caudales (L/s)	Volumen trampa de grasa (m <sup>3</sup> )	Dimensiones estimadas (m)		
		Profundidad (H)	Ancho(A)	Largo (L)
<1	1,80	1,50	1,00	1,20
		1,00	1,00	1,80
1 a 2	3,60	1,50	1,10	2,20
2 a 3	5,40	2,00	1,13	2,40
3 a 4	7,20	2,00	1,45	2,50
4 a 5	8,10	2,00	1,50	2,70
5	9,12	2,00	1,60	2,85

Fuente: (Lozano Rivas, 2012)



**Figura 19: Vista transversal de la trampa de grasa.**

Elaboración: Autoras.

## **Cribas**

El proceso de cribado se lo utiliza para separar sólidos gruesos del agua, por medio de la utilización de rejillas o cribas. Las mismas que se construyen de barras de acero.

Se lo utiliza para proteger el tratamiento consecutivo, ya que si no se remueven estos sólidos podrían causar interferencia y taponar el sistema.

(Calderón Mólgora, 2014)

**Tabla XVI: Características de las rejillas de sección rectangular.**

Características	De limpieza manual	De limpieza mecánica
Ancho de las barras	0,5 a 1,5 cm	0,5 a 1,5 cm
Profundidad de las barras	2,5 a 7,5 cm	2,5 a 7,5 cm
Abertura o espaciamiento	2,5 a 5,0 cm	1,5 a 7,5 cm
Pendiente con la vertical	30° a 45°	0° a 30°
Velocidad de acercamiento	0,3 a 0,6 m/s	0,6 a 1 m/s
Pérdida de energía permisible	15 cm	15 cm

Fuente: (Romero Rojas, 2004)

Se adoptará, rejillas de 1 cm de ancho, espaciamiento libre entre ellas de 3 cm, dispuestas a una inclinación de 45° para recibir el caudal del último colector que es de 0.66 L/s a una velocidad controlada de 0.45m/s. (Romero Rojas, 2004)

Para ello se calcula la pérdida de carga:

**Según Kirschmer:**

$$H = \beta * \left(\frac{w}{b}\right)^{\frac{4}{3}} * hv * \text{sen}\theta \quad \text{[Ecuación 24]}$$

$\beta = 2.42$  para rejas rectangulares de cara recta

$$H = 2.42 * \left(\frac{1}{3}\right)^{\frac{4}{3}} * \frac{0.36}{2 * 9.8}$$

$$H = 0,010273067 \text{ m}$$

**Según expresión clásica para orificios:**

$$H = \frac{1}{2 * g} * \left( \frac{Q}{A * C} \right)^2 ; c = 0.6 \text{ para rejillas limpias} \quad [\text{Ecuación 25}]$$

$$H = \frac{1}{2 * 9.8} * \left( \frac{0,0006597}{0.0075 * 0.6} \right)^2$$

$$H = 0.0109658 \text{ m}$$

Adoptar 15 cm para pérdida de energía permisible, según tabla adjunta previamente.

$$A = \frac{0,0006597}{0.45}$$

$$A = 0,001466049 \text{ m}^2$$

Para un ancho de 0.2 m, que corresponde al diámetro de tubería, como ancho mínimo, la altura de la lámina de agua es:

$$h = \frac{0,001466049}{0.2}$$

$$h = 0,007 \text{ m}$$

Adoptar como mínimo 30 cm de altura de barras, para que en posible presencia de abatimiento del flujo de agua, se puedan captar los sólidos que lleguen mezclados con el flujo turbulento.

**Longitud de rejilla:**

$$L = \frac{0,3}{\text{sen } 45^\circ} \quad \text{[Ecuación 26]}$$

$$L = 0,35 \text{ m , aproximadamente}$$

Por lo tanto se requiere para estas dimensiones adoptadas, un número de barras de:

$$n * 1 + (n - 1) * 3 = 0.2 \text{ m} \quad \text{[Ecuación 27]}$$

$$n = 4,6 ; \text{ se adoptaran 5 barras}$$

**Aireadores de cascadas**

Son aireadores compuestos por una serie de escalones, que cubren la altura disponible, con el propósito de incrementar la cantidad de oxígeno en el agua. Adicionalmente, al atravesar la estructura se logra disminuir el contenido de los gases no deseables.

El aireador de cascada contará con 4 escalones de 0,4 m de altura cada uno.

El área superficial de la plataforma debe ser mayor a:

$$A_0 = \frac{Q}{CH} \quad \text{[Ecuación 28]}$$

De la tabla adjunta a continuación, según criterio de diseño de Azevedo Netto, se asumirá la carga hidráulica como  $315 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ , puesto que a menor

carga hidráulica, se obtendrá mayor área de exposición. Por lo tanto, se podrá añadir más oxígeno disuelto al agua y de esta manera asegurar mejores condiciones en el humedal, de tal forma que se dote al agua de un porcentaje de saturación de OD mayor al 80%, según ACUERDO MINISTERIAL 028, feb 2015. (ver ENEXO E).

**Tabla XVII: Criterios de diseño para aireadores de cascada.**

Criterio	Altura escalones h (m)	Presión requerida (m.c.a.)	Número de escalones n	CH (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *d)
Asce – Awwa – CSSE		0,9 – 3,0		
Peavy, Rowe, Tchobanoglous	0,2 – 0,4		<10	
Azevedo Netto	0,25 – 0,50	0,75 – 1,50	3 - 4	300 - 900

Fuente: (Villegas de Brigard, 2008)

$$A_0 = \frac{57 \text{ m}^3}{315 \text{ m}^3/\text{m}^2 * \text{d}}$$

$$A_0 = 0,18095 \text{ m}^2$$

El tiempo de retención en la cascada está dado por:

$$t = 3 * \sqrt{\frac{2 * h}{g}}$$

[Ecuación 29]

$$t = 3 * \sqrt{\frac{2 * 0.4}{9.8}}$$

$$t = 0,857 \text{ segundos}$$

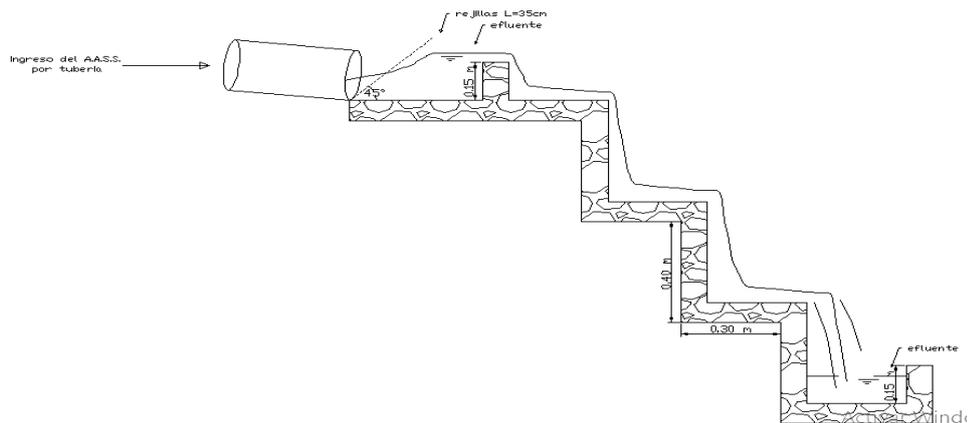
Puesto que la cascada es de tipo rectangular, se puede asumir que  $L = 2*b$ , por lo tanto se obtiene que:

$$b = \sqrt{\frac{0,18095}{2}}$$

$$b = 0,30 \text{ m}$$

Esto quiere decir, que:

$$L = 2 * 0,30 \text{ m} = 0.60 \text{ m}$$



**Figura 20: Diagrama del proceso de cribado y aireación escalona.**  
Elaboración: Autoras.

### 5.2.2. Humedal

La función de los humedales es similar a la que realizan los procesos biológicos naturales, ya que contribuyen al ciclo: hidrológico, químico y biológico, debido a la diversidad biológica de las cuales se puede hacer uso.

Es así que varios componentes físicos y químicos son dirigidos y admitidos en los humedales, ya que mientras el agua se mantenga en constante movimiento se genera gradiente de humedad (Llagas & Guadalupe, 2006).

Los humedales son ideales para ser construidos en zonas rurales pues presentan:

- Facilidad de operación y manejo tecnológico.
- Bajo costo de inversión.
- Eliminación del 95% de materia orgánica.
- Eliminación del 60% de nutrientes.
- Bajo consumo energético.
- Baja generación de lodos.
- Sirven de hábitat para la vida silvestre.

(Morales, López, Vera, & Vidal, 2013)

### **Tipos de humedales**

Existen dos tipos de humedales artificiales: Los humedales de flujo superficial y los humedales de flujo subsuperficial. Estos tipos de humedales necesitan que las aguas sean pretratadas antes de que ingresen a los mismos. (Silva, 2013).

### **Humedal de Flujo Superficial**

Son humedales con un espejo de agua expuesto a la atmósfera. La vegetación emergente se encuentra inundada hasta 10 o 45 cm de profundidad y enraizadas en suelo generalmente impermeabilizado.

Las aguas residuales son depuradas mediante el paso de las mismas por el tallo y raíces de la planta.

Este tipo de humedales remueven DBO, SST, nitrógeno, metales y patógenos; dicha remoción se incrementa con el tiempo de retención hidráulico y temperatura. (Romero Rojas, 2004)

### **Humedal de Flujo Subsuperficial**

El humedal de flujo subsuperficial es un canal que utiliza como filtro un medio poroso constituido por suelo, arena o grava en el que se coloca la vegetación emergente. El espesor del medio poroso puede ser de 0.45 a 1 m de profundidad y con pendiente de 0 a 0.5%. (Romero Rojas, 2004).

Pueden ser construidos en:

- Flujo subsuperficial horizontal

El medio poroso se encuentra saturado por el agua residual.

- Flujo subsuperficial vertical

No se da la saturación del medio poroso ya que el agua residual ingresa al humedal a intervalos de tiempo.

En el presente informe se hará uso de un humedal de flujo subsuperficial horizontal, ya que requiere de menos área para ser construido, no genera malos olores, impide la proliferación de vectores, el medio poroso da cabida al aumento del crecimiento de microorganismos y por ende la velocidad de remoción es mayor. (Romero Rojas, 2004)

La desventaja de este tipo de humedal es que el costo del medio poroso, encarece el tratamiento. Sin embargo, las ventajas que presenta este tipo de tratamiento de aguas servidas, son mucho más significativas ya que el mismo estará ubicado cerca del poblado.

### **Vegetación**

Los principales motivos por los cuales se emplea el uso de la vegetación sobre un lecho filtrante, que conforman los humedales, son:

- Las plantas asimilan los nutrientes por medio de sus raíces
- Regulan el régimen hídrico
- Las raíces, rizomas y la superficie de las partículas del medio filtrante, proporcionan superficie para el crecimiento de microorganismos

encargados de la degradación de la carga contaminante, por medio de procesos microbianos en un medio aerobio.(Guanuhi Quito, 2012)

Se hará uso de plantas ornamentales para la eliminación de materia orgánica y nutrientes presentes en el agua servida. Además, estas plantas proporcionan ventajas tanto ambientales como paisajísticas y pueden llegar a generar ingresos económicos en la población, haciendo uso de las mismas. (Fernández González, 2013)

La profundidad de penetración de plantas ornamentales varía entre 10 y 20 cm.

Según estudios realizados, las plantas ornamentales han presentado una remoción de:

- DBO<sub>5</sub> entre 70 – 93%
- Nitrógeno total entre 45 – 73%
- Fósforo total entre 40 – 80%

Iris pseudacorus o también conocida como lirios amarillos, son plantas herbáceas que pueden ser rizomatosas o bulbosas y es una de las más utilizadas por su agraciada flor. Esta puede llegar a tener hasta 1.5 m de

longitud de tallo. (Morales, López, Vera, & Vidal, 2013). La profundidad de implantación de esta especie ornamental es de 10 a 15 cm.

### **Medio soporte**

El medio de soporte en los humedales se lo conoce como lecho filtrante, ya que este por lo general está compuesto por material granular sea este, grava o arena. (Delgadillo, Camacho, Pérez, & Andrade, 2010)

Los humedales por lo general operan a profundidades de 0.6 a 0.75 metros, pero en climas cálidos se debe reducir este valor para que las raíces de las plantas contribuyan al proceso de remoción y así obtener un efluente tratado. Por este motivo, se optó en el diseño 0.5 m de profundidad. (Silva, 2013), (Martínez González & Márquez Vásquez, 2011)

Al ser un humedal de flujo subsuperficial horizontal, se colocan las capas de grava en sentido perpendicular al ingreso del agua contaminada. Para este caso, se ha colocado al inicio una capa vertical de 1 metro de espesor de grava media de  $\varnothing=8\text{mm}$ , posteriormente, grava fina de  $\varnothing=4\text{mm}$ , la misma que sirve de soporte a la planta y finalmente una capa vertical de 1 metro de espesor de grava media de  $\varnothing=8\text{mm}$ .

El agua contaminada circulará a través de las raíces de la planta y de las tres capas de filtro, dirigiéndose hacia la cota más baja del humedal, esto, producto de la pendiente transversal de 3% y longitudinal del 1%.

### **Tiempo de retención**

El tiempo de retención hidráulico es esencial para lograr la remoción de materia orgánica como la DBO<sub>5</sub> y nutrientes como el Nitrógeno y el Fósforo.

El tiempo de retención hidráulico de la DBO<sub>5</sub> es de 3 a 4 días, Nitrógeno total de 6 a 10 días y Fósforo total, menor a 5 días. (Romero Rojas, 2004)

Por esta razón, se ha seleccionado un tiempo de retención hidráulico de 6 días; tiempo con el que se garantiza la remoción de DBO<sub>5</sub>, NT y PT.

### **Diseño Humedal Artificial de Flujo Subsuperficial Horizontal (HAFSSH)**

Para un caudal de entrada de 57 m<sup>3</sup>/día, con una demanda bioquímica teoría de 200 mg/L, NT de 30 mg/L y PT de 6 mg/L, se diseña el humedal subsuperficial (Romero Rojas, 2004).

Se calcula el volumen del humedal, para un tiempo de retención de 6 días:

$$V = Q * T \text{ (días)}$$

[Ecuación 30]

$$V = 57 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 6 \text{ días}$$

$$V = 342 \text{ m}^3$$

Se determina el área superficial del humedal, para una profundidad de 0,5 m.:

$$A = \frac{V}{\text{prof. del humedal}} \quad [\text{Ecuación 31}]$$

$$A = \frac{342 \text{ m}^3}{0,5 \text{ m}}$$

$$A = 684 \text{ m}^2$$

Se obtiene el área de la sección transversal del humedal; puesto que se usará grava fina, a continuación, se puede observar de la tabla adjunta, que la conductividad hidráulica varía de [1000 a 10000) m/día, por lo tanto se obtiene:

**Tabla XVIII.- Características de los medios de soporte empleados en los sistemas de flujo subsuperficial.**

Tipo de medio	Tamaño efectivo (mm)	Porosidad n	Conductividad hidráulica (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *d)
<b>Arena gruesa</b>	2	28 - 32	100 - 1000
<b>Arena gravosa</b>	8	30 - 35	500 - 5000
<b>Grava fina</b>	16	35 - 38	1000 - 10000
<b>Grava media</b>	32	36 - 40	10000 - 50000
<b>Roca gruesa</b>	128	38 - 45	50000 - 250000

Fuente: (Reed, 1995).

$$At = \frac{Q}{K * \frac{\Delta h}{\Delta l}} \quad [\text{Ecuación 32}]$$

$$At = \frac{57}{2200 * 0,1 * 0,03}$$

$$At = 8.64 \text{ m}^2$$

Entonces, el ancho del humedal es:

$$a = \frac{A_t}{\text{prof. del humedal}} \quad [\text{Ecuación 33}]$$

$$a = \frac{8.64 \text{ m}^2}{0,5 \text{ m}}$$

$$a = 17.27 \text{ m}$$

Mientras que la longitud del humedal sería:

$$l = \frac{A_o}{a} \quad [\text{Ecuación 34}]$$

$$l = \frac{684 \text{ m}^2}{17.27 \text{ m}}$$

$$l = 39.6 \text{ m}$$

Carga orgánica del humedal:

$$CO = \frac{Q * DBO * 0,001}{K * 0,0001} \quad [\text{Ecuación 35}]$$

$$CO = \frac{57 * 200 * 0,001}{2200 * 0,0001}$$

$$CO = 51.82 \frac{\text{kgDBO}}{\text{Ha} * \text{dia}} < 112 \text{ OK}$$

Carga hidráulica:

$$CH = \frac{Q}{A_o} \quad [\text{Ecuación 36}]$$

$$CH = \frac{57}{0,068}$$

$$CH = 833.3 \text{ m}^3/\text{Ha} * \text{dia}$$

Se puede estimar la calidad del efluente, revisando DBO y contenido de N:

$$K_{20} = 1,839 * 37,31 * (n^{4,172}) \quad \text{[Ecuación 37]}$$

$$K_{20} = 1,839 * 37,31 * (0,4^{4,172})$$

$$K_{20} = 1,5 \text{ dias}^{-1}$$

$$DBO = 150 * e^{-K_{20}*T} \quad \text{[Ecuación 38]}$$

$$DBO = 150 * e^{-1,5*6}$$

$$DBO = 0,02 < 1 \text{ mg/L}; \text{ OK}$$

$$N = 20 * e^{-0,107*T} \quad \text{[Ecuación 39]}$$

$$N = 20 * e^{-0,107*6}$$

$$N = 10,52 \text{ mg/L}$$

### **Microorganismos presentes en el Humedal subsuperficial**

Las bacterias son los principales microorganismos que se encargarán de degradar la materia orgánica presente en las aguas residuales, sin embargo, también se cuenta con la presencia de protozoos. (Silva, 2013)

En los humedales es muy importante contar con el sustrato que permita el desarrollo de los microorganismos, es decir, el agua debe tener el suficiente oxígeno disuelto para que las bacterias se mantengan en condiciones óptimas y puedan realizar el proceso depurador. (Metcalf & Eddy, 1998)

### **Remoción esperada**

Mediante la utilización de cribas se alcanzará una remoción de SST de aproximadamente 90%. De igual forma, para la trampa de grasas se espera una remoción de 75%, mientras que el dissipador de energía eliminará los SSV en su mayoría, y adiciona oxígeno al agua. La  $DBO_5$  que se encuentra en forma soluble es removida por la degradación biológica que realizan los microorganismos que se encuentran en las raíces de las plantas o en el medio soporte.

Las bajas velocidades que ingresan al sistema, la presencia de vegetación y el medio filtrante, provocan que se dé un mayor proceso de filtración, floculación y sedimentación de la materia orgánica que se halla suspendida. Es por esta razón, que la  $DBO_5$  que ingresa al sistema es rápidamente removida por sedimentación y filtración. Estos dos procesos junto con la muerte de la vegetación, incrementan la demanda de oxígeno en el agua (Brix, 1994).

El nitrógeno presente en el agua residual doméstica, ingresa al humedal como: nitrógeno orgánico, amoniacal, nitrito y nitrato. El nitrógeno orgánico generalmente se hace presente en materia orgánica sólida, la cual es descompuesta y transformada en amonio, por bacterias heterótrofas. Tanto el amonio liberado como el que se encuentra presente en el agua residual, puede estar como ion amonio o como gas amoniaco disuelto. El equilibrio entre estos dos estados del nitrógeno va a depender del pH y la temperatura. La remoción de nitrógeno del agua residual puede darse por la nitrificación-desnitrificación o por la toma de la planta.

La nitrificación es un proceso aerobio y ocurre cuando el amonio es oxidado a nitrato por bacterias nitrificantes. Es un proceso bastante limitado en los humedales, ya que se requiere de gran cantidad de oxígeno, 4.6 gr. aproximadamente, para oxidar 1 gr. de amonio. La remoción de amonio, estaría relacionado con la profundidad a la que se encuentren las raíces de la planta y la capacidad que tenga la misma para transferir oxígeno.

La desnitrificación es un proceso anaerobio debido a que las bacterias degradan la materia orgánica haciendo uso de nitrato en lugar de oxígeno.

En este proceso ocurren dos fases, en la primera el nitrato es transformado en óxido nitroso y posteriormente a gas nitrógeno. Ambos son emitidos a la atmósfera, sin embargo, el óxido nitroso genera efecto invernadero. Por esta

razón se requiere que el agua servida presente en el humedal, se encuentre con un pH mayor a 6, para garantizar que el nitrógeno que se va a emanar a la atmósfera sea en su gran mayoría como gas nitrógeno (Reed, 1995).

Al utilizar grava como filtro, el principal inconveniente es la poca adsorción de fósforo debido a que esta no contiene hierro, aluminio o calcio que contiene el suelo y que son fundamentales para la adherencia del fósforo. A pesar, de que la planta asimila de forma rápida este nutriente, otro factor de afectación de la remoción del fósforo se da cuando no se cosechan las plantas cada cierto tiempo y al morir estas, gran parte del fósforo regresa al agua.

Este tipo de humedales también remueven los microorganismos patógenos y los virus en un 60%, aproximadamente. Básicamente son removidos por sedimentación, filtración y por la adherencia de los mismos al lecho filtrante o a las raíces de las plantas. Las condiciones ambientales a las que se encuentran en el humedal, también puede ocasionar la muerte de los mismos (Silva, 2013). Según investigaciones realizadas en humedales subsuperficiales de 18.5 m de largo por 3.5 metros de ancho y 0.76 m de profundidad, con vegetación emergente implantada en arena gruesa, se obtuvo una reducción del 99% de coliformes totales en un tiempo de retención hidráulico de 5.5 días. Mientras que en humedales que han utilizados como medio de soporte grava fina, los coliformes fecales variaron

de  $8 \times 10^4$  NMP/100 ml a 10/100 ml. Sin embargo, en este trabajo por falta de pruebas realizadas en laboratorios para obtener la remoción exacta, se supondrá una remoción de coliformes fecales del 60%. (Lara, 1999).

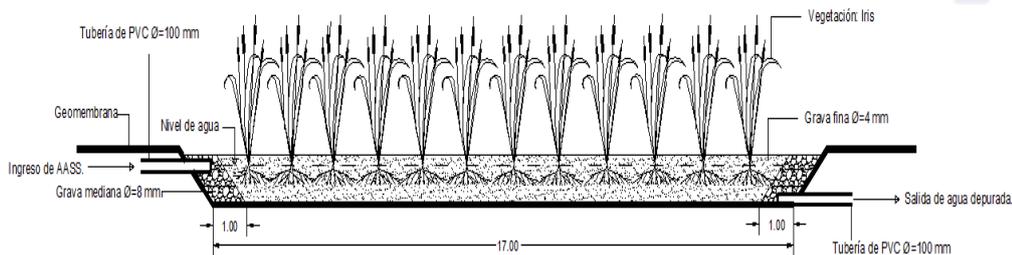
En general, los humedales de flujo subsuperficial horizontal son más eficientes removiendo DBO y SST.

**Tabla XIX.- Concentración final del agua residual doméstica – OPCIÓN 1.**

CARACTERIZACIÓN	CONCENTRACIÓN DE INGRESO (mg/L)	REMOCIÓN ESPERADA (%)	CONCENTRACIÓN DE SALIDA (mg/L)
SST	260	93	18.2
DBO5	200	91	18
NT	30	68	9.6
PT	10	55	4.5
Aceites y grasas	30	75	7.5
Coliformes fecales	$1 \times 10^4$ NMP/100ml	99	$1 \times 10^2$ NMP/100ml

Elaboración: Autoras.

Se puede notar que las concentraciones finales son valores bastante bajos y están dentro de los parámetros de límites máximos permisibles para uso agrícola en riego, según lo expuesto por el Acuerdo Ministerial 028. (ver ANEXO E).



**Figura 21: Vista transversal de Humedal de Flujo Subsuperficial.**  
Elaboración: Autoras.

### 5.2.3. Cámara séptica

Son estructuras herméticas de sedimentación, con sección rectangular hecha de concreto, fibra de vidrio, PVC o plástico, para el almacenamiento y tratamiento de aguas servidas por medio de procesos anaerobios. Forma parte del tratamiento primario de los residuos, y la generación de olores es moderada.

Como se expuso previamente, las aguas residuales generadas en la comuna Sacachún son únicamente de origen de las viviendas, por ende no existe presencia de contaminantes industriales; es por esto que no se vería afectado su habitual funcionamiento. (Tilley, Luthi, Morel, Zurbugg, & Schertenleib, 2012)

En condiciones habituales, una fosa séptica debe tener al menos dos cámaras, ya que en la primera, se depositan mayormente los sólidos,

además de que se retiene la espuma (aceites y grasas). Por esta razón la primera cámara debe ocupar al menos dos tercios del largo total dispuesto para su ubicación. Al depositarse los lodos en el fondo del reactor, parte de estos se degradan por medio de procesos anaerobios; sin embargo, la tasa de degradación es menor que la de acumulación del afluente aportante, es por esto que las fosas sépticas deben vaciarse cada 2 a 5 años. No obstante, se proponen revisiones anuales para evaluar su funcionamiento y tasa de recarga de lodos. (Arnal, García Fayos, Martínez, & Verdú, 2013)

El efluente proveniente de la fosa séptica, posee contaminantes disueltos, ya que el reactor solo garantiza remoción de sólidos y materia fecal; por esto es fuente potencial de infección, y se recomienda que no se utilice estas aguas para riego de cultivos, ni descargas a canales o cuerpo de agua sin la adecuada regulación de la autoridad pertinente. (Once Sarmiento & Ruiz Herrera, 2014).

### **Tiempo de retención**

Entre los factores más importantes que intervienen en el diseño de una fosa séptica se tienen: la cantidad de habitantes, la dotación de la población, la temperatura promedio de la zona y la caracterización de las aguas residuales. Es por esto que el tiempo de retención es muy importante, ya que para alcanzar un adecuado tratamiento se requiere de al menos 3 días de

retención hidráulica (Romero Rojas, 2004); sin embargo, dicho valor se puede reducir debido a las características del agua que se presentan en este informe. (Crites & Tchobanoglous, 2000)

**Tabla XX.- Tiempo de retención recomendados.**

Contribución (L/día)	Tiempo de retención	
	Horas	Días
<6000	24	1
6000 – 7000	21	0,875
7000 - 8000	19	0,79
8000 – 9000	18	0,75
9000 – 10000	17	0,71
10000 - 11000	16	0,67
11000 – 12000	15	0,625
12000 - 13000	14	0,585
13000 – 14000	13	0,54
>14000	12	0,50

Fuente: (Zambrano, Saltos, & Villamar, 2004).

### **Aspectos técnicos**

Por lo general, las fosas sépticas pueden alcanzar eficiencia de eliminación de sólidos del 45% al 85%, de demanda bioquímica de oxígeno entre el 15% y 60%, aceites y grasas de 70 a 80%, de fósforo en un 15% y de coliformes fecales de 10% a 90% (Romero Rojas, 2004). En ocasiones estos porcentajes de eliminación se ven afectados por condiciones de operación, mantenimiento y aspectos climáticos, ya que la eficiencia de estas se ve mermada en climas fríos; mas dicho factor no afectará el diseño de esta solución para el manejo de las aguas residuales de la comuna de Sacachún. (Arnal, García Fayos, Martínez, & Verdú, 2013)

Se debe proporcionar una tubería de ventilación, ya que el interior de la fosa séptica experimenta transformaciones bioquímicas, se generan gases nocivos e inflamables, por esta razón cuando se realicen las inspecciones periódicas los usuarios deben tomar las debidas precauciones.

### **Diseño de la cámara séptica**

El tiempo de retención se asume de 3 días, por lo tanto el volumen de la cámara séptica será:

$$V = 0,001 * T * Q \quad \text{[Ecuación 40]}$$

Donde: T: Tiempo de retención

Q: Caudal de A.A.S.S. generado en un día

$$V = 0,001 * 3\text{días} * 57000 \frac{\text{L}}{\text{día}}$$

$$V = 171 \text{ litros}$$

Mientras que el volumen de digestión de lodos estará dado por:

$$V_d = 70 * 0,001 * P * N \quad \text{[Ecuación 41]}$$

Donde: N: Intervalo en años de limpieza y remoción de los lodos.

P: Población

$$V_d = 70 * 0,001 * 150 \text{ hab} * 1 \text{ año}$$

$$V_d = 10,5 \frac{\text{m}^3}{\text{hab} * \text{año}}$$

La profundidad máxima de aceites y grasas acumuladas en la fosa séptica será de:

$$H_e = \frac{0,7}{A} \quad \text{[Ecuación 42]}$$

Siendo A, el área superficial del tanque séptico. Se propone que tenga 20 metros de longitud y 5 metros de ancho, entonces:

$$A = 20 * 5 = 100 \text{ m}^2$$

Por lo tanto,

$$H_e = \frac{0,7}{100} = 0,007 \text{ m}, \quad \text{asuma aproximadamente } 0,15 \text{ m}$$

Profundidad mínima de sedimentación:

$$H_s = \frac{V}{L * B} \quad \text{[Ecuación 43]}$$

Donde: V: Volumen de la cámara séptica, para 3 días de retención hidráulica.

L: Longitud de la cámara.

B: Ancho de la cámara.

$$H_s = \frac{57000 \frac{\text{L}}{\text{día}}}{(20 \text{ m})(5 \text{ m})}$$

$$H_s = 1,71 \text{ m}$$

Entonces, las dimensiones de la cámara séptica serían de:

Longitud = 20 metros

Ancho = 5 metros

Profundidad = 2 metros

### **Consideraciones**

#### ➤ **Ventajas**

- Tratamiento de A.A.S.S. recomendado para poblaciones rurales.
- De fácil construcción y mantenimiento.
- Bajo costo de implantación y operación.
- No requiere de personal especializado para su mantenimiento y control operacional. (Metcalf & Eddy, 1998).
- No siempre requiere de tratamiento adicional previo, para extraer sólidos de mayor tamaño o trampa de grasas, ya que se pueden retener en la cámara, sin embargo, si se desea mejores resultados se lo puede adicionar. (Zambrano, Saltos, & Villamar, 2004).
- Materiales fáciles de conseguir para la construcción.
- Con el adecuado mantenimiento, esta construcción, puede servir por un largo periodo.
- No genera problemas de malos olores, ni proliferación de vectores.
- Se requiere un espacio moderado para su implantación.

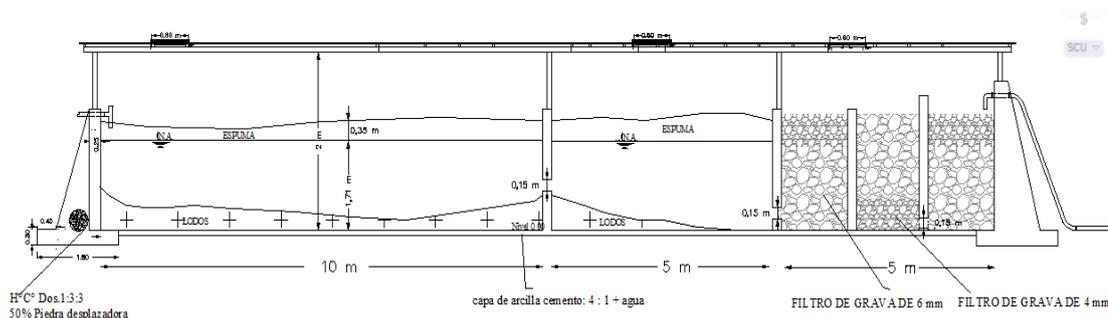
➤ **Desventajas**

- Uso limitado para poblaciones pequeñas. (Romero Rojas, 2004).
- No alcanza capacidades de remoción altas.
- Requiere tratamiento secundario, para controlar las concentraciones de contaminantes en el efluente.
- Requiere suministro constante de aguas servidas.

**Filtro anaerobio**

Los filtros anaerobios están rellenos con un medio sólido, que favorece al crecimiento biológico anaerobio. Gran parte de la biomasa se acumula en el volumen de vacíos que hay entre cada partícula del medio filtrante. Se utilizará filtro de flujo ascendente ya que así hay menor riesgo de que dicha biomasa sea arrastrada con el efluente. (Tilley, Luthi, Morel, Zurbugg, & Schertenleib, 2012). En estudios hechos en Brasil, se indican filtros que han alcanzado remociones de 80% de DBO, con lecho de grava de aproximadamente 6 mm y altura de 1,2 metros. (Romero Rojas, 2004).

Mientras que la eliminación de nitrógeno total es limitada, y normalmente esta no es excedida del 50%. (Tilley, Luthi, Morel, Zurbugg, & Schertenleib, 2012). Para este caso se opta por una profundidad de filtro de 1,4 metros, con grava de 6 a 12 mm dispuesta en el primer metro, ubicado desde la base, y posteriormente se colocarán 40 cm de grava de tamaño de 3 a 6 mm.



**Figura 22: Vista transversal de la cámara séptica con filtro anaerobio.**

Elaboración: Autoras. Cortesía de: Ing. Miguel Ángel Chávez, Ph. D.

### Remoción esperada

Puesto que la fosa séptica cuenta con dos cámaras trabajando en serie, se espera alcanzar una remoción considerable del 75% de sólidos, DBO de al menos el 50%, y por la longitud de las cámaras, se estima eficiencia de remoción de aceites y grasas del 80% aproximadamente.

Este tratamiento tiene lugar de ocurrencia en dos fases, la siguiente es por medio de un filtro de grava de flujo ascendente anaerobio, el cual removerá 80% de DBO, y de nitrógeno total aproximadamente de 40%.

En general, el sistema de cámaras sépticas, combinado con el filtro de flujo ascendente, arrojará las siguientes concentraciones de salida del efluente.

**Tabla XXI.- Concentración final del agua residual doméstica – OPCIÓN 2.**

CARACTERIZACIÓN	CONCENTRACIÓN DE INGRESO (mg/L)	REMOCIÓN ESPERADA CÁMARA SEPTICA (%)	REMOCIÓN ESPERADA FILTRO ANAEROBIO (%)	CONCENTRACIÓN DE SALIDA (mg/L)
SST	260	75	93	4.55
DBO5	200	50	87	13.0

NT	30	-	75	7.5
PT	10	15	-	8.5
Aceites y grasas	30	85	-	4.5
Coliformes fecales	1*10 <sup>4</sup> NMP/100ml	90	85	80 NMP/100ml

Elaboración: Autoras.

En la tabla anterior, se muestra concentraciones de efluente, valores de baja magnitud que cumplen con los valores máximos permitidos para agua de riego, según lo expuesto en el ACUERDO MINISTERIAL 028, Feb 2015.

Fue necesario que el filtro contara con más de una sección, haciendo que el agua recircule por el lecho filtrante, para lograr la remoción deseada. Por otra parte, no se registra valores típicos de remoción de sólidos volátiles, pero se sabe que estos se liberan en un gran porcentaje cuando se inspeccionan las cámaras sépticas. (Ver ANEXO E)

#### **5.2.4. Planta de tratamiento por reactores biológicos secuenciales (SBR).**

El tratamiento de aguas residuales por activación biológica fue descubierto en Inglaterra en 1914 por Arden Und Lockett. Durante algunos años fue perfeccionado por varias empresas, hasta que en 1998 la empresa familiar ATB Umwelttechnologien GmbH introduce la producción en serie de AQUAmax, la primera pequeña planta clarificadora desarrollada para el

tratamiento de aguas residuales. En la actualidad cuentan con puntos de distribución en Francia, Irlanda, Bélgica y Rumanía. (GmbH, ATB Umwelttechnologien)

Esta tecnología alemana se desarrolló para atender las necesidades de empresas gastronómicas, hoteles e industrias de gran tamaño; sin embargo, su uso también fue considerado para fábricas de alimentos, urbanizaciones y pequeñas poblaciones.

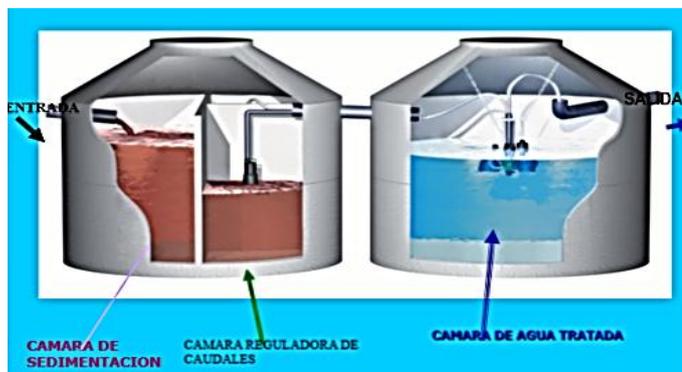
### **Funcionamiento**

La técnica de remoción de lodos consiste en captar el agua servida, almacenarla en un reactor para que dé lugar a la sedimentación y después someterse a un proceso de aireación controlado automáticamente.

Las plantas de tratamiento AQUAmax PROFESSIONAL operan utilizando el reactor SBR, el cual remueve la materia orgánica y los sólidos suspendidos, de forma similar a los sistemas convencionales de lodos activados; pero además, éste también puede ser empleado para la remoción biológica de nutrientes (fósforo y nitrógeno) ya que el proceso de limpieza se ejecuta con desnitrificación, como resultado se tiene un lodo enriquecido en minerales que podría ser utilizado como abono orgánico (compostaje). (GmbH, ATB Umwelttechnologien)

Estas plantas de tratamiento cuentan con varios reactores, de diferentes capacidades dependiendo de la cantidad de caudal a tratar o de la cantidad de pobladores que lo generan. Para este estudio se requiere de cinco reactores, los cuales cumplen el proceso en tres fases siguientes:

- **El tratamiento primario.-** Los primeros reactores están dispuestos para almacenar lodos y sustancias flotantes, como resultado de la primera reducción de carga.
- **Piscina Buffer.-** Reactor de almacenamiento provisional, que sirve como amortiguador, en caso de que el material se someta a alta carga hidráulica y orgánica.
- **Reactor SBR.-** En este ocurre la depuración biológica. El equipo técnico está formado por: Aireador (s) montados en carrozas y los cuales producen supresión de carbono y nitrificación, y mezclador (dependiendo de la versión y el objetivo de limpieza). Luego del tratamiento se evacua efluente clarificado, y al final del ciclo se retira el lodo excedente, para que el depósito del embalse esté listo de nuevo para completar otro ciclo, a través de bombas sumergibles.  
(ATB Umwelttechnologien GmbH , 2015)



**Figura 23.- Esquema de ensamblaje, utilizando la tecnología de activación biológica en el segundo reactor.**

Fuente: (GmbH, ATB Umwelttechnologien)

### Consideraciones

#### ➤ Ventajas

- Su diseño es versátil
- Cuenta con un sistema modular de aireadores superficiales
- Puede tratar hasta 60m<sup>3</sup>/día.
- Requiere de poco espacio para su instalación
- La puesta en operación no es de mucha complejidad
- El mantenimiento es sencillo, cada agregado electromecánico se extrae de los depósitos directamente desde arriba, sin necesidad de vaciarlos.
- Ahorro de energía en el tratamiento.- Requiere de menos bombeo, además de que necesita menos tiempo para su funcionamiento, puesto que el soplador opera a una potencia muy baja el consumo

por habitante y año. Aprox. 30 kWh / PTY. (ATB Umwelttechnologien GmbH , 2015)

- No se tienen molestias por generación de olores
- Puede ser instalado en grandes edificios, grupos de viviendas, industrias, hoteles, etc

➤ **Desventajas**

- Requiere de personal capacitado para realizar el mantenimiento
- Es costoso, ya que es elaborado en taller
- La tecnología es originaria de Alemania, por lo tanto, necesita ser importado
- Los repuestos son difíciles de adquirir, ya que es necesario contactarse con el proveedor.

**Remoción esperada**

Con la utilización de este sistema para la depuración de aguas, se garantiza un efluente hasta del 95% más limpio, que puede ser utilizado para otras actividades, como: Riego, limpieza, descarga de sanitarios, agua con fines decorativos, entre otras.

Los proveedores aseguran una remoción del 97.9% de DBO<sub>5</sub>, del 95.1% de DQO, hasta un 95% de sólidos totales, ya que estos se sedimentan antes de llegar al reactor SBR. Las grasas y aceites también son removidas en el 85%.

Para nutrientes tales como nitrógeno y fósforo, se estima eliminación del 65% y 85% respectivamente.

La tecnología Reactores Biológicos Secuenciales, elimina casi en su totalidad los coliformes fecales durante su proceso, ya que al pasar por cada una de las fases ocurren procesos biológicos que degradan la materia orgánica y contribuyen a su eliminación.

**Tabla XXII.- Concentración final del agua residual doméstica – OPCIÓN 3**

CARACTERIZACIÓN	CONCENTRACIÓN DE INGRESO (mg/L)	REMOCIÓN ESPERADA (%)	CONCENTRACIÓN DE SALIDA (mg/L)
SST	260	95	18.2
DBO5	200	97.9	18.0
NT	30	66.7	10.0
PT	10	65	3.5
Aceites y grasas	30	85	4.5
Coliformes fecales	$1 \cdot 10^4$ NMP/100ml	99	$1 \cdot 10^2$ NMP/100ml

Elaboración: Autoras.

# **CAPÍTULO VI**

## **6. ESTUDIO AMBIENTAL**

### **6.1. Objetivos**

#### **6.1.1. Objetivo general**

Conocer el posible impacto ambiental que causarían los tipos de sistemas de manejo de aguas residuales propuestos en este trabajo.

#### **6.1.2. Objetivos específicos**

- 1) Identificar los posibles problemas asociados al funcionamiento de estos sistemas.
- 2) Evaluar la afectación que causarían las actividades planteadas, por medio de los resultados obtenidos.

## **6.2. Actividades durante el funcionamiento de los sistemas de manejo de aguas residuales**

A continuación, se describen las posibles actividades más importantes que se darán durante el funcionamiento de la red de recolección de aguas servidas y el tratamiento de las mismas, mediante el empleo de un Humedal subsuperficial de Flujo Horizontal, Cámara Séptica o Planta de Activación Biológica. Es importante conocer el impacto ambiental que podrían generar dichas actividades sobre los recursos: Agua, aire y suelo. Estas son:

- *Funcionamiento del sistema de red de distribución de AASS.*
- *Funcionamiento del sistema de tratamiento de AASS.*

De igual forma, existen actividades que de no tener un buen desempeño, pueden llegar a causar serios daños para la población en donde se realicen y en zonas aledañas. Sin embargo, estas actividades también pueden generar impactos positivos en el desarrollo tanto económico como social, de la comuna Sacachún. Entre estas actividades se tiene:

- *Mantenimiento del sistema de tratamiento.*
- *Remoción de lodos.*
- *Cerramiento de la zona de implantación del sistema de tratamiento.*

### **6.3. Componentes ambientales**

Se evaluará la afectación que cada una de las actividades anteriormente descritas, cause a los siguientes recursos:

#### **6.3.1. Físico**

- Agua
  - Calidad de agua superficial.
  - Calidad de agua subterránea.
  - Calidad del efluente.
- Aire
  - Emisión de gases.
- Suelo
  - Contaminación de tierras de sembrío.

#### **6.3.2. Biótico**

- Flora
- Fauna

#### **6.3.3. Social**

- Habitantes
  - Salud

- Empleos
- Turismo

#### **6.4. Evaluación de matrices**

Para cada una de las alternativas planteadas para el manejo de aguas residuales y planta de tratamiento, se ha realizado la evaluación ambiental en las siguientes matrices:

- Matriz Intensidad (I)
- Matriz Extensión (EX)
- Matriz Duración (D)
- Matriz Bondad de Impacto (Signo)
- Matriz Magnitud (M)
- Matriz de Reversibilidad (RV)
- Matriz de Riesgo (RG)
- Matriz de Valoración de Impacto Ambiental (VIA)
- Matriz Rango de Significancia de Impacto Ambiental

A continuación, se presenta la Matriz Rango de Significancia de Impacto Ambiental de las siguientes propuestas de tratamiento de aguas servidas, siendo:

N: Impacto neutro

B: Bajo

M: Impacto medio

A: Impacto alto

### 6.5. Humedal de flujo subsuperficial horizontal

Tabla XXIII.- Matriz rango de significancia – ALTERNATIVA 1.

ACTIVIDADES	COMPONENTES AMBIENTALES									
	Físico					Biótico		Social		
	Agua			Aire	Suelo	Fauna	Flora	Habitantes		
	Calidad de agua superficial	Calidad de agua subterránea	Calidad de efluente	Emisión de gases	Tierras de sembrío			Salud	Empleos	Turismo
Funcionamiento del sistema de red de distribución de AASS.	N	N	N	N	N	N	N	N	N	M
Funcionamiento del sistema de tratamiento de AASS.	N	N	N	N	N	N	N	N	N	B
Mantenimiento del sistema de tratamiento.	N	N	N	N	N	N	N	N	A	N
Remoción de lodos.	N	B	B	B	N	N	N	N	A	N
Cerramiento de la zona de implantación de sistema de tratamiento.	N	N	N	N	N	N	N	N	B	N

Elaboración: Autoras.

## 6.6. Cámara séptica

Tabla XXIV.- Matriz rango de significancia – ALTERNATIVA 2.

ACTIVIDADES	COMPONENTES AMBIENTALES									
	Físico					Biótico		Social		
	Agua			Aire	Suelo	Fauna	Flora	Habitantes		
	Calidad de agua superficial	Calidad de agua subterránea	Calidad de efluente	Emisión de gases	Tierras de sembrío			Salud	Empleo	Turismo
Funcionamiento del sistema de red de distribución de AASS.	N	N	N	N	N	N	N	N	N	M
Funcionamiento del sistema de tratamiento de AASS.	N	N	N	N	N	N	N	N	N	B
Mantenimiento del sistema de tratamiento.	N	N	N	N	N	N	N	N	B	N
Remoción de lodos.	N	N	B	B	N	N	N	N	B	N
Cerramiento de la zona de implantación de sistema de tratamiento.	N	N	N	N	N	N	N	N	B	N

Elaboración: Autoras.

## 6.7. Reactores biológicos secuenciales

Tabla XXV.- Matriz rango de significancia – ALTERNATIVA 3

ACTIVIDADES	COMPONENTES AMBIENTALES									
	Físico					Biótico		Social		
	Agua			Aire	Suelo	Fauna	Flora	Habitantes		
	Calidad de agua superficial	Calidad de agua subterránea	Calidad de efluente	Emisión de gases	Tierras de sembrío			Salud	Empleos	Turismo
Funcionamiento del sistema de red de distribución de AASS.	N	N	N	N	N	N	N	N	N	M
Funcionamiento del sistema de tratamiento de AASS.	N	N	N	N	N	N	N	N	N	B
Mantenimiento del sistema de tratamiento.	N	N	N	N	N	N	N	N	B	N
Remoción de lodos.	N	N	N	N	N	N	N	N	B	N
Cerramiento de la zona de implantación de sistema de tratamiento.	N	N	N	N	N	N	N	N	B	N

Elaboración: Autoras.

## 6.8. Análisis

En los procesos de depuración de agua residual de origen domiciliario de la comuna Sacachún, se ha propuesto como objetivo remover tentativamente la mayor cantidad de contaminantes del agua, para que la misma sea reutilizada en sembríos. Siendo así, que la concentración del agua depurada

que es expulsada tanto del Humedal de Flujo Subsuperficial Horizontal, de la Cámara Séptica y de los Reactores Biológicos Secuenciales, ha sido comparada con los límites máximos permisibles de contaminantes que pueden estar presentes en el agua para riego, del ACUERDO MINISTERIAL 028.

Se puede observar, que en general, las actividades que se deban realizar en cada una de las alternativas de solución, no ocasionarían un elevado impacto ambiental negativo, sino, un impacto entre bajo y nulo.

Se debe destacar que el aspecto económico es el que mayormente se ve afectado de forma positiva, ya que se requerirá de mantenimiento del sistema, remoción de lodos y de cerramiento de la zona de implantación que involucra el servicio prestado de guardianía. Esta característica proporcionará empleo a un grupo de personas. No obstante, la alternativa de tratamiento de aguas servidas que generaría más tasas de empleo, sería el Humedal de Flujo Subsuperficial Horizontal, debido a que requiere de un mayor mantenimiento del sistema y de cuidados para evitar la pérdida de los lirios amarillos que florecerán en la zona y que posteriormente podrían ser comercializados.

La cámara séptica también presentaría un impacto ambiental positivo. La generación de empleo sería en menor proporción que en el caso del Humedal, pues la misma no requiere de mantenimientos de sistema o vigilancia rigurosa.

Finalmente, los Reactores Biológicos Secuenciales no desarrollarían daños ambientales, pero, de igual forma producirían bajas tasas de empleo, pues estos reactores requieren mantenimiento básico y no tan cuidadoso ya que solo los lodos serán extraídos de los mismos y pueden ser utilizados como fertilizantes, puesto que fue diseñada para grandes prestaciones.

En cuanto a los lodos que se generen en las dos alternativas expuestas inicialmente, es necesario que los mismos sean evacuados en cortos períodos, se recomienda que se lo realice mensualmente, por quienes administran el proyecto.

# **CAPÍTULO VII**

## **7. PRESUPUESTO REFERENCIAL**

### **7.1. Estimación de presupuesto**

La propuesta de diseño está dada en dos fases, la primera comprende un sistema de captación y evacuación de las aguas negras generadas en las viviendas del poblado, mientras que la segunda fase se rige por el manejo y tratamiento de estos residuos líquidos.

Partiendo del análisis de costos unitarios, se estimó el presupuesto para cada una de las alternativas planteadas para el tratamiento de las A.A.S.S. Además, el presupuesto del diseño de las redes, fue único, dadas las condiciones naturales de lugar.

Las soluciones de ingeniería otorgadas para el tratamiento cuentan con un diseño individual, es por esta razón que el costo es independiente del beneficio que cualquiera de estas alternativas brinde al poblado y a la calidad de vida de sus habitantes.

Cada solución se presenta en detalle en el ANEXO F; es importante destacar, que el costo de inversión para este servicio ausente en la comuna, es un factor determinístico para la selección del proceso a implantar.

**Tabla XXVI.- Costo de inversión vs. Alternativa de tratamiento.**

	Costo de inversión para el sistema de alcantarillado para la comuna Sacachún
Humedal de flujo subsuperficial horizontal	\$ 111.081,89
Cámara séptica con filtro anaerobio	\$ 88.299,02
Reactores biológicos secuenciales	\$ 142.572,56

Elaboración: Autoras.

La comuna Sacachún necesita la realización del sistema de alcantarillado, el cual es una inversión para los habitantes; sin embargo, se debe considerar que los costos de construcción deben ser módicos y accesibles; además, de que el mantenimiento posterior debe ser sencillo, es decir que no necesite de limpieza constante (tiempos prolongados) y sobretodo que lo puedan realizar personas del sector con capacitación previa, para que sea una fuente de empleo.

# **CAPÍTULO VIII**

## **8. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **8.1. Análisis de alternativas expuestas**

Los aspectos considerados a analizar para seleccionar la alternativa más conveniente para este proyecto son los siguientes:

#### **8.1.1. Eficiencia**

Las tres alternativas para tratamiento de aguas residuales tienen una eficiencia teórica alta. Un factor importante para alcanzar los porcentajes de remoción deseados, es el tiempo de retención hidráulico en el sistema. Se puede optar por cualquiera de las tecnologías expuestas en este documento ya que la eficiencia esperada cumple con los límites máximos permisibles para utilizar el efluente como agua de riego de sembríos.

### **8.1.2. Costo de inversión**

La economía es un factor determinístico para la elección del proceso a emplear, ya que al ser la comuna Sacachún un poblado pequeño, cuenta con subsidio económico bajo, que se debe invertir en mejoras para la calidad de vida de los habitantes, sin dejar de lado las demás obligaciones con la comunidad.

Es por esto que, se recomienda la implantación de la cámara séptica con filtro anaerobio, ya que puede ser construida con materiales económicos y de fácil obtención.

### **8.1.3. Impacto ambiental**

En la tabla adjunta al final de este análisis, se puede observar que las tres alternativas causan un impacto ambiental relativamente bajo, se sabe que las plantas del humedal pueden ser una fuente de ingreso y eso es un impacto positivo. Sin embargo, es posible la construcción de esta opción ya que su incidencia en el aspecto ambiental es baja y sobre todo es un bien para la población.

#### **8.1.4. Complejidad constructiva**

Los reactores biológicos secuenciales representan una gran ventaja en este aspecto, ya que la empresa que los fabrica y comercializa, por su capacidad los realiza en talleres, es decir, son prefabricados. No obstante, esto encarece esta alternativa, lo cual se convierte en una desventaja.

Por otra parte la construcción de la cámara séptica es sencilla, no requiere gran inversión y mano de obra calificada, y no conlleva mucho tiempo en su elaboración, lo cual la convierte en una buena alternativa. En el caso de los humedales de flujo subsuperficial, el tiempo de construcción es un factor de desventaja, además de la adecuada implantación de la especie vegetal.

#### **8.1.5. Mantenimiento**

El humedal de flujo subsuperficial requiere de constante mantenimiento, puesto que se tiene que preservar las plantas ornamentales que se implanta sobre el mismo, además, se necesita más extensión de terreno en caso de que se considere para la construcción.

El periodo en el que tiene que darse mantenimiento en las cámaras sépticas es aproximadamente de un año, esto es una gran ventaja, porque los pobladores no tendrán que dar inspección durante un tiempo considerable.

En el caso de los reactores biológicos secuenciales, estos almacenan los lodos en uno de los reactores de su sistema y es de fácil limpieza, sin embargo, cuenta con un sistema de bombas en su interior, y en caso de afecciones durante el proceso, se necesitaría personal calificado para la inspección y mantenimiento.

#### **8.1.6. Beneficio social**

El beneficio para la comunidad es una de las razones más importantes por las cuales se realizan este tipo de proyectos, ya que las condiciones de vida es lo que los ingenieros civiles buscan mejorar y preservar como obligación con la sociedad.

Es por esto, que este proyecto de graduación está orientado al servicio de la comunidad, y se han planteado soluciones viables a una problemática que percibe esta comuna.

Tabla XXVII.- Aspecto vs. Alternativa de tratamiento.

<b>ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE AASS DE ORIGEN DOMICILIARIO</b>			
<b>ASPECTO</b>	<b>HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL</b>	<b>CÁMARA SÉPTICA CON FILTRO ANAEROBIO</b>	<b>REACTORES BIOLÓGICOS SECUENCIALES</b>
<b>EFICIENCIA</b>	92% de pureza de efluente	90% de pureza de efluente	95% de pureza de efluente
<b>COSTO DE INVERSIÓN</b>	\$ 111.081,99	\$ 88.299,02	\$ 142.572,56
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	Bajo a Medio	Neutro a Bajo	Neutro a Bajo
<b>COMPLEJIDAD CONSTRUCTIVA</b>	Medio	Bajo	Bajo
<b>MANTENIMIENTO</b>	Alto	Medio	Bajo
<b>BENEFICIO SOCIAL</b>	Alto	Medio	Medio

Elaboración: Autoras.

Por lo tanto, al analizar cualitativa y cuantitativamente cada alternativa, se llega a la conclusión de que la cámara séptica con filtro anaerobio es la mejor opción recomendada para la Comuna Sacachún, ya que cumple de forma eficiente con los aspectos mencionados anteriormente.

# **CAPÍTULO IX**

## **9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **9.1. Conclusiones**

- 1) El estudio realizado demuestra que es posible la implementación de una de las tecnologías propuestas para depuración de aguas, ya que se dio desarrollo considerando siempre normas que regulen los parámetros para poblaciones pequeñas.

- 2) La construcción de la red de recolección de aguas residuales en la comuna Sacachún contribuirá a mejorar la calidad de vida de sus habitantes, debido a que esta cooperará con la salud y el medio ambiente.
  
- 3) La población de Sacachún se encuentra en una elevación, misma que favorece a la evacuación de las aguas residuales, por lo tanto, la red de alcantarillado trabajará a gravedad; es decir, no se requiere del empleo de costosos sistemas de bombeo. Siendo así, que el afluyente llegaría a la cámara séptica con filtro anaerobio para comenzar el proceso de depuración.
  
- 4) Un correcto funcionamiento del sistema de distribución de aguas servidas, el tratamiento y reutilización de las mismas, generará incremento en el turismo y contribuirá con mayores tasas de empleo en Sacachún.
  
- 5) La zona dedicada para la implantación de la planta de tratamiento esta sobre la cota 77, que es aproximadamente a la cual alcanza el nivel del agua en crecidas del río, por lo tanto no

afectará a la solución para el manejo de las A.A.S.S. de Sacachún.

## **9.2. Recomendaciones**

- 1) Sacachún está rodeado por pequeños ríos que forman una gran cuenca hidrográfica, lo que implica que en épocas de intensas lluvias, la zona baja a la comuna, se inunda completamente. En este trabajo, se realizó un breve análisis del caudal de inundación de la cuenca y subcuenca; sin embargo, se recomienda un estudio más riguroso y el planteamiento de posibles soluciones que ayuden a mejorar este problema que aqueja a la comuna.
  
- 2) De acuerdo a lo expuesto por comuneros, las tuberías de agua potable se encuentran a 1 m de profundidad, aproximadamente. Puesto que no es información exacta, es aconsejable que se faciliten los planos de agua potable de la empresa que estuvo a cargo de dicha obra y así confirmar el diseño realizado en este trabajo.

- 3) Los cálculos realizados para el diseño de las alternativas de tratamiento, fueron realizados en base a datos típicos de caracterización de aguas servidas domiciliarias. No obstante, se sugiere realizar las respectivas pruebas en laboratorios, de muestras tomadas de los pozos sépticos ubicados en cada vivienda y de esta forma, contar con la real caracterización del agua residual que genera el poblado.
  
- 4) Se recomienda realizar ensayos de laboratorio al efluente, que se obtiene como producto de los sistemas de tratamiento planteados en este documento, para verificar si cumple con la remoción teórica que se obtuvo de los procesos de depuración, y que sirva como agua de riego, con la confianza de los parámetros permisibles.
  
- 5) Es importante considerar la utilización de la zeolita como lecho filtrante que requiere el humedal de flujo subsuperficial o la cámara séptica, en caso de su realización, puesto que la zeolita es un material excelente por su capacidad de remoción de contaminantes. Por otra parte, es un mineral abundante a lo largo de la Cordillera Chongón Colonche, lo que garantizaría

una disminución en los gastos que implica un sistema de tratamiento de este tipo.

- 6) Se recomienda que los lodos generados en el proceso de tratamiento de las aguas servidas, sean retirados del sistema, por acción de la entidad pública a la que le concierna lo expuesto. En caso de tener la idea de reutilizar estos lodos como compostaje, se sugiere realizar las pruebas respectivas y constatar que son aptos para dicho uso.
  
- 7) Es recomendable que de construirse alguna de las soluciones planteadas, se cuente con un correcto cerramiento de la zona de tratamiento para de esta forma evitar accidentes que conlleven pérdidas económicas o poner en riesgo la vida de algún comunero o turista. De igual forma, se recomienda contar con el servicio de guardianía, para preservar y respaldar el cerramiento de la zona.

**ANEXOS**

# **ANEXO A**

**MAPA GEOLÓGICO DE LA PROV.  
DE SANTA ELENA**

# **ANEXO B**

**PRE DISEÑO DE LAS TUBERÍAS**

**PRINCIPALES DE AA.SS.**

## Traído del capítulo III. Pre diseño de las tuberías matrices de AA.SS.

DATOS BÁSICOS (S original)				DISEÑO DE COLECTORES											
n:	0.009			PREDISEÑO											
SIMBOLOGIA	CAUDAL DISEÑO (L/s)	CAUDAL DISEÑO ACUMULADO (Qd)	LONGITUD (m)	%D (Asumido)	u Viscosidad Cinemática a 20°C	Ks Rugosidad Absoluta (PVC)	S (Asumido)	D (Asumido)	Yni = %D	$\theta$	A	P <sub>m</sub> Perímetro Mojado	R <sub>h</sub>	Q	Q > Qd?
				%	(m <sup>2</sup> /s)	(m)	%	m	m	(rad)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	Si/No
1	0.12	0.12	100.0	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.0300	0.1817	0.1363	4.19	0.021	0.38	0.055	0.0670	SI
2	0.14	0.26	100.0	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.0400	0.1817	0.1363	4.19	0.021	0.38	0.055	0.0783	SI
3	0.13	0.39	62.5	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.0200	0.1817	0.1363	4.19	0.021	0.38	0.055	0.0537	SI
4	0.11	0.50	26.5	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.0100	0.1817	0.1363	4.19	0.021	0.38	0.055	0.0367	SI
5	0.16	0.66	9.3	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.0200	0.1817	0.1363	4.19	0.021	0.38	0.055	0.0537	SI

DISEÑO DE COLECTORES										COTA TERRENO		COTA PROYECTO		CORTE	
VALORES PARA VERIFICACIÓN DE RESULTADOS															
D (definitivo)	Y <sub>n</sub> Calculado	$\theta$ Calculado	A (definitivo)	P <sub>m</sub> (definitivo)	R <sub>h</sub> (definitivo)	T	Fr	V (Q/A)	$\tau$ (esfuerzo cortante - autolimpieza)	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO
(m)	(m)	(rad)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)		m/s	Pa						
0.182	0.0059	0.72	0.000	0.066	0.004	0.064	2.41	0.47	1.134	99.00	97.00	96.50	93.50	2.50	3.50
0.182	0.0079	0.84	0.000	0.076	0.005	0.074	2.91	0.66	2.018	97.00	93.00	93.50	89.50	3.50	3.50
0.182	0.0112	1.00	0.001	0.091	0.007	0.087	2.16	0.59	1.423	93.00	92.00	89.50	88.25	3.50	3.75
0.182	0.0148	1.16	0.001	0.105	0.010	0.100	1.59	0.50	0.93	92.00	91.00	88.25	87.99	3.75	3.01
0.182	0.0138	1.12	0.001	0.102	0.009	0.096	2.41	0.73	1.74	91.00	89.00	87.99	87.80	3.01	1.20

**Ks:** Rugosidad Absoluta, **Pm:** perímetro mojado, **U:** viscosidad cinemática, **T:** esfuerzo cortante – autolimpieza

# **ANEXO C**

**PRE DISEÑO DE LAS TUBERÍAS  
SECUNDARIAS DE AA.SS.**

## Traído del capítulo III. Pre diseño de las tuberías secundarias de AA.SS.

DATOS BÁSICOS (S original)				DISEÑO DE COLECTORES											
n:	0.009			PRELISEÑO											
SIMBOLOGIA	CAUDAL DISEÑO (L/s)	CAUDAL DISEÑO ACUMULADO (Qd)	LONGITUD (m)	%D (Asumido)	u Viscosidad Cinemática a 20°C	Ks Rugosidad Absoluta (PVC)	S (Asumido)	D (Asumido)	Yni = %D	$\theta$	A	P <sub>m</sub> Perímetro Mojado	R <sub>h</sub>	Q	Q > Qd?
				%	(m <sup>2</sup> /s)	(m)	%	m	m	(rad)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	Si/No
1-A	0.01	0.01	4.9	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.1500	0.1080	0.0810	4.19	0.007	0.23	0.033	0.0407	SI
2-B	0.02	0.02	4.7	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.0800	0.1080	0.0810	4.19	0.007	0.23	0.033	0.0289	SI
2-C	0.02	0.02	8.9	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.1500	0.1080	0.0810	4.19	0.007	0.23	0.033	0.0407	SI
3-D	0.02	0.02	4.6	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.0800	0.1080	0.0810	4.19	0.007	0.23	0.033	0.0289	SI
3-E	0.02	0.02	8.7	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.2500	0.1080	0.0810	4.19	0.007	0.23	0.033	0.0538	SI
4-F	0.01	0.01	11.8	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.0900	0.1080	0.0810	4.19	0.007	0.23	0.033	0.0308	SI
4-G	0.01	0.01	17.8	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.1500	0.1080	0.0810	4.19	0.007	0.23	0.033	0.0407	SI
5-H	0.04	0.04	10.6	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.1000	0.1080	0.0810	4.19	0.007	0.23	0.033	0.0327	SI
5-I	0.02	0.02	4.5	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.0300	0.1080	0.0810	4.19	0.007	0.23	0.033	0.0169	SI

**Ks:** Rugosidad Absoluta, **Pm:** perímetro mojado, **U:** viscosidad cinemática, **T:** esfuerzo cortante – autolimpieza

## Traído del capítulo III. Pre diseño de las tuberías secundarias de AA.SS.

DISEÑO DE COLECTORES										COTA TERRENO		COTA PROYECTO		CORTE	
VALORES PARA VERIFICACIÓN DE RESULTADOS															
D (definitivo)	Y <sub>n</sub> Calculado	θ Calculado	A (definitivo)	P <sub>m</sub> (definitivo)	R <sub>h</sub> (definitivo)	T	Fr	V (Q/A)	τ (esfuerzo cortante - autolimpieza)	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO
(m)	(m)	(rad)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)		m/s	Pa						
0.108	0.0014	0.46	0.000	0.025	0.001	0.025	4.29	0.42	1.41	99.40	99.00	97.40	96.67	2.00	2.33
0.108	0.0023	0.59	0.000	0.032	0.002	0.031	3.38	0.42	1.19	97.00	98.00	94.50	94.12	2.50	3.88
0.108	0.0020	0.54	0.000	0.029	0.001	0.029	4.52	0.52	1.93	99.00	98.00	97.00	95.66	2.00	2.34
0.108	0.0023	0.59	0.000	0.032	0.002	0.031	3.38	0.42	1.19	92.00	93.00	90.00	89.63	2.00	3.37
0.108	0.0018	0.51	0.000	0.028	0.001	0.027	5.73	0.62	2.87	94.80	93.00	92.80	90.63	2.00	2.37
0.108	0.0016	0.49	0.000	0.027	0.001	0.026	3.39	0.35	0.95	92.00	91.00	90.00	88.93	2.00	2.07
0.108	0.0014	0.46	0.000	0.025	0.001	0.025	4.30	0.42	1.41	94.00	92.00	92.00	89.33	2.00	2.67
0.108	0.0030	0.67	0.000	0.036	0.002	0.036	3.94	0.56	1.95	92.00	91.00	90.00	88.95	2.00	2.06
0.108	0.0029	0.66	0.000	0.036	0.002	0.035	2.14	0.30	0.56	90.00	91.00	88.50	88.37	1.50	2.64

**K<sub>s</sub>**: Rugosidad Absoluta, **P<sub>m</sub>**: perímetro mojado, **U**: viscosidad cinemática, **T**: esfuerzo cortante – autolimpieza

# **ANEXO D**

## **ANÁLISIS DE PRECIPITACIONES**

## Traído del capítulo IV. Análisis de precipitaciones.

Datos mensuales de precipitación máxima; E. M1152 – Sube y Baja. Fuente: INAMHI

<b>Año/ Mes</b>	<b>Ene.</b>	<b>Feb.</b>	<b>Mar.</b>	<b>Abr.</b>	<b>May.</b>	<b>Jun.</b>	<b>Jul.</b>	<b>Ago.</b>	<b>Sep.</b>	<b>Oct.</b>	<b>Nov.</b>	<b>Dic.</b>	<b>Máx.</b>
<b>1997</b>	18,0	70,0	67,0	80,0	30,0	10,0	0,0	0,0	45,0	19,0	70,0	61,0	<b>80,0</b>
<b>1998</b>	96,0	110,0	140,0	130,0	50,0	60,0	6,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>140,0</b>
<b>1999</b>	0,0	30,0	80,0	42,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		<b>80,0</b>
<b>2002</b>	29,5	84,2	83,8	80,2	0,0	0,0	2,6	0,6	0,0	0,0	5,0	0,5	<b>84,2</b>
<b>2003</b>	49,8	55,0	37,3	60,6	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	0,0	0,0	<b>60,6</b>
<b>2004</b>	26,2	52,0	4,0	10,0	10,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,5	0,0	0,0	<b>52,0</b>
<b>2005</b>	0,0	14,0	14,3	21,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>21,2</b>
<b>2006</b>	14,0	40,0	10,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,3	<b>50,3</b>
<b>2007</b>	50,3	40,0	15,2	7,4	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8	5,1	<b>50,3</b>
<b>2008</b>	40,0	39,0	50,8	10,1	1,7	0,0	0,0						<b>50,8</b>
<b>2009</b>							0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	1,5	<b>1,5</b>
<b>2010</b>	20,0	31,8	50,1	60,9	28,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	12,4	<b>60,9</b>
<b>2011</b>	10,0	27,5	17,4	15,7	0,0	2,0	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0	5,2	<b>27,5</b>
<b>2012</b>	15,8	40,0	30,8	11,4	15,4	1,0	0,1	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	<b>40,0</b>
<b>2013</b>	20,5	30,5	80,7	19,0	0,0	0,2	0,0	0,1	0,1	2,1	1,0	0,3	<b>80,7</b>
<b>2014</b>	18,0	14,0	17,2	0,0	12,1	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>18,0</b>
<b>2015</b>	3,4	5,0	18,2	60,2	15,0	4,7	0,0						<b>60,2</b>

# **ANEXO E**

**ACUERDO MINISTERIAL 028**

**Acuerdo Ministerial 028, sustituyese el libro VI del  
Texto Unificado de Legislación Secundaria.**

**TABLA 12. : Criterios de calidad de aguas para uso agrícola en riego.**

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aluminio	Al	mg/L	0,3
Arsénico	As	mg/L	0,1
Berilio	Be	mg/L	0,1
Boro	B	mg/L	0,75
Cadmio	Cd	mg/L	0,05
Dnc	Zn	mg/L	2,0
Cobalto	Co	mg/L	0,01
Cobre	Cu	mg/L	0,2
Cromo	Cr*	mg/L	0,1
Flúor	F	mg/L	1,0
Hierro	Fe	mg/L	5,0
Litio	Li	mg/L	2,5
Mercurio	Hg	mg/L	0,001
Manganeso	Mn	mg/L	0,2
Molibdeno	Mo	mg/L	0,01
Níquel	Ni	mg/L	0,2 – 6,0
pH	pH		9
Plomo	Pb	mg/L	5,0
Selenio	Se	mg/L	0,02
Vanadio	V	mg/L	0,1
Coliformes Fecales	NMP	NMP/ICO ml	1000
Huevos de parásitos			Ausencia
Aceites y grasas	Película Visible		Ausencia
Materia flotante	Visible		Ausencia

**TABLA 13. : Parámetros de los niveles de calidad de aguas para uso agrícola en riego.**

Problema potencial	Unidades	Grado de Restricción		
		Ninguno	Ligero- moderado	Severo
Salinidad				
CE	Miimhos/cm	0.7	450 - 2000	>3.0
SDT	Mg/L	450		>2000
Infiltración: RAS = 0-3yCE			0.7 0.2	<6.2
RAS = 3-6yCE			1.2 - 0.3	<0.3
RAS = 6-12yCE=		1.9	1.9 – 0.5	<0.5
RAS = 12-20yCE=		279	2.9 – 1.3	
RAS = 20-40yCE=		5	5.0 - 2.9	<2.9
Toxicidad por iones Específicos, sodio				
Irrigación superficial RAS	Meq/L	3	3.0 – 9.0	>9
Aspersión Cloruros	Meq/L	3	3	
Irrigación superficial	Meq/L	4	4.0 – 10.0	>10
Aspersión	Meq/L	3	0.7 – 0.3	
Boro	mg/L	0.7	0.7 – 0.3	>3
Efectos misceláneos				
Nitrógeno			5.0 – 30.0	>30
Bicarbonato	mg/L	5	1.5 – 8.5	>8.5
Solo aspersión		1.5		
pH	Rango normal		6.5 – 8.4	

# **ANEXO F**

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

**Solución No.1: RED DE DISTRIBUCIÓN DE AA.SS. Y TRATAMIENTO EN HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL**

**REALIZADO POR:**

GABRIELA JACQUELINE CEVALLOS VILLAMAR

DÁLIDA KAYMARA VERA QUIROZ

**PROYECTO:**

MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-  
CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.

T ABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
1.01	Limpieza y preparaparación del terreno	M2	619.25	1.21	749.24
1.02	Trazado, replanteo del eje de tubería	ML	984.50	9.19	9,047.93
1.03	Cerramiento perimetral de seguridad	ML	200.00	4.91	982.58
1.04	Instalación provisional de luz eléctrica	GLB	1.00	106.91	106.91
1.05	Instalación provisional de reservorios para Agua	GLB	1.00	279.96	279.96
<b>02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>				
2.01	Excavación, relleno y desalojo para instalación de tuberías	ML	984.50	14.62	14,396.79
2.02	Excavación, relleno y desalojo para cajas de registro y cámaras de inspección	M3	50.98	14.65	747.06
<b>03</b>	<b>INSTALACIÓN SANITARIA</b>				
3.01	Cama de arena (arena de sitio tamizada)	M3	30.96	14.65	453.73
3.02	Suministro e instalación de tubería d=110mm	ML	699.03	14.24	9,954.73
3.03	Suministro e instalación de tubería d=200mm	ML	285.48	19.35	5,523.09
3.04	Suministro e instalación de caja de registro	U	60.00	111.46	6,687.77
3.05	Suministro e instalación de cámara de inspección	U	4.00	170.46	681.83

**Solución No.1: RED DE DISTRIBUCIÓN DE AA.SS. Y TRATAMIENTO EN HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL**

**REALIZADO POR:**

GABRIELA JACQUELINE CEVALLOS VILLAMAR  
DÁLIDA KAYMARA VERA QUIROZ

**PROYECTO:**

MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-  
CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.

T ABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>04</b>	<b>HUMEDAL</b>				
4.01	Movimiento de tierra para construcción de Humedal (corte y relleno)	M3	443.22	14.62	6,481.37
4.02	Suministro e instalación de trampa de grasa	M3	1.70	135.11	229.69
4.03	Suministro e instalación de tubería d=110mm	ML	55.00	13.92	765.54
4.04	Suministro e instalación de tubería d=200mm	ML	27.84	24.18	673.08
4.05	Suministro e instalación de plantas	U	3,108.00	10.00	31,080.00
4.06	Aireadores de cascada	M3	1.55	134.39	208.30
4.07	Cribas	U	6.00	54.17	325.05
4.08	Gaviones	M3	118.00	48.04	5,668.15
4.09	Piedra lecho filtrante	M3	346.00	27.48	9,507.70
4.10	Geomenbrana	M2	1,000.00	6.34	6,344.32
4.11	Llaves de paso para tuberías de 110mm	U	2.00	93.58	187.17
				<b>TOTAL</b>	<b>111,081.99</b>

**Solución No.2: RED DE DISTRIBUCIÓN DE AA.SS. Y TRATAMIENTO EN CÁMARA SÉPTICA CON FILTRO ANAEROBIO**

**REALIZADO POR:**

GABRIELA JACQUELINE CEVALLOS VILLAMAR

DÁLIDA KAYMARA VERA QUIROZ

**PROYECTO:**

MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-  
CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
1.01	Limpieza y preparaparación del terreno	M2	619.25	1.21	749.24
1.02	Trazado, replanteo del eje de tubería	ML	984.50	9.19	9,047.93
1.03	Cerramiento perimetral de seguridad	ML	75.00	4.91	368.47
1.04	Instalación provisional de luz eléctrica	GLB	1.00	106.91	106.91
1.05	Instalación provisional de reservorios para Agua	GLB	1.00	279.96	279.96
<b>02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>				
2.01	Excavación, relleno y desalojo para instalación de tuberías	ML	984.50	14.62	14,396.79
2.02	Excavación, relleno y desalojo para cajas de registro y cámaras de inspección	M3	50.98	14.65	747.06
<b>03</b>	<b>INSTALACIÓN SANITARIA</b>				
3.01	Cama de arena (arena de sitio tamizada)	M3	30.96	14.65	453.73
3.02	Suministro e instalación de tubería d=110mm	ML	699.03	14.24	9,954.73
3.03	Suministro e instalación de tubería d=200mm	ML	285.48	19.35	5,523.09
3.04	Suministro e instalación de caja de registro	U	60.00	111.46	6,687.77
3.05	Suministro e instalación de cámara de inspección	U	4.00	170.46	681.83

**Solución No.2: RED DE DISTRIBUCIÓN DE AA.SS. Y TRATAMIENTO EN CÁMARA SÉPTICA CON FILTRO ANAEROBIO**

**REALIZADO POR:**

GABRIELA JACQUELINE CEVALLOS VILLAMAR

DÁLIDA KAYMARA VERA QUIROZ

**PROYECTO:**

MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-  
CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>04</b>	<b>CÁMARA SÉPTICA</b>				
4.01	Movimiento de tierra	M3	355.00	16.11	5,718.05
4.02	Piedra lecho filtrante	M3	346.00	27.58	9,543.51
4.03	Geomenbrana	M2	400.00	6.34	2,537.73
4.04	Hormigón Armado FY=280kg/cm3	M3	160.00	134.39	21,502.22
				<b>TOTAL</b>	<b>88,299.02</b>

**Solución No.3: RED DE DISTRIBUCIÓN DE AASS Y TRATAMIENTO EN REACTORES BIOLÓGICOS SECUENCIALES**

GABRIELA JACQUELINE CEVALLOS VILLAMAR

**REALIZADO POR:**

DÁLIDA KAYMARA VERA QUIROZ

**PROYECTO:**

MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-  
CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
1.01	Limpieza y preparaparación del terreno	M2	619.25	1.21	749.24
1.02	Trazado, replanteo del eje de tubería	ML	984.50	9.19	9,047.93
1.03	Cerramiento perimetral de seguridad	ML	50.00	4.91	245.65
1.04	Instalación provisional de luz eléctrica	GLB	1.00	106.91	106.91
1.05	Instalación provisional de reservorios para Agua	GLB	1.00	279.96	279.96
<b>02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>				
2.01	Excavación, relleno y desalojo para instalación de tuberías	ML	984.50	14.62	14,396.79
2.02	Excavación, relleno y desalojo para cajas de registro y cámaras de inspección	M3	50.98	14.65	747.06
<b>03</b>	<b>INSTALACION SANITARIA</b>				
3.01	Cama de arena (arena de sitio tamizada)	M3	30.96	14.65	453.73
3.02	Suministro e instalación de tubería d=110mm	ML	699.03	14.24	9,954.73
3.03	Suministro e instalación de tubería d=200mm	ML	285.48	19.35	5,523.09
3.04	Suministro e instalación de caja de registro	U	60.00	111.46	6,687.77
3.05	Suministro e instalación de cámara de inspección	U	4.00	170.46	681.83

**Solución No.3: RED DE DISTRIBUCIÓN DE AASS Y TRATAMIENTO EN REACTORES BIOLÓGICOS SECUENCIALES**

**REALIZADO POR:**

GABRIELA JACQUELINE CEVALLOS VILLAMAR

DÁLIDA KAYMARA VERA QUIROZ

**PROYECTO:**

MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-  
CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
04	REACTORES BIOLÓGICOS SECUENCIALES				
4.01	Movimiento de tierra	M3	540.00	16.11	8,697.88
	AQUAmax (XL)	U	1.00	85,000.00	85,000.00
				TOTAL	142,572.56

# ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL SISTEMA RECOLECTOR DE AGUAS

## SERVIDAS

### Solución No.1

**REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.

**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:** 1.01

**UNIDAD:** M2

**DETALLE:** Limpieza y Preparación del Terreno

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Herramienta menor	1.00	-	-	-	0.05
SUBTOTAL M					0.05
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Peón	2.00	3.26	6.52	0.12	0.78
Maestro de Obra	0.50	3.66	1.83	0.12	0.22
SUBTOTAL N					1.00

**Solución No.1**

**REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.

**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 1.01

**UNIDAD:** M2

**DETALLE:** Limpieza y Preparación del Terreno

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL O				0.00
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL P				0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				1.05
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	0.16
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				1.21
<b>VALOR OFERTADO</b>				1.21

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 1.02**UNIDAD:** ML**DETALLE:** Trazado, Replanteo del eje de tubería

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Equipo topográfico (Teodolito, Nivel)	1.00	2.80	2.80	0.45	1.26
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.26</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	2.00	3.26	6.52	0.45	2.93
Cadenero	1.00	3.30	3.30	0.45	1.49
Maestro de Obra	0.20	3.66	0.73	0.45	0.33
Topógrafo 1	1.00	3.66	3.66	0.45	1.65
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>6.39</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 1.02**UNIDAD:** ML**DETALLE:** Trazado, Replanteo del eje de tubería

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
Clavos 2 X 8	LBS	0.10	0.70	0.07
Cuartón 2x4 cepillado sangre fría	u	0.06	1.50	0.09
Pintura	GLN	0.01	20.42	0.10
Piola	u	0.05	1.50	0.08
SUBTOTAL O				0.34
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL P				0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				7.99
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	1.20
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				9.19
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>9.19</b>

**Solución No.1**

**REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.

**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 1.03

**UNIDAD:** ML

**DETALLE:** Cerramiento perimetral de Seguridad

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Herramienta menor	1.00	-	-	-	0.05
SUBTOTAL M					0.05
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Peón	2.00	3.26	6.52	0.12	0.78
Maestro de Obra	0.50	3.66	1.83	0.12	0.22
SUBTOTAL N					1.00

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 1.03**UNIDAD:** ML**DETALLE:** Cerramiento perimetral de Seguridad

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
Cinta Plásticas	ml	1.00	0.22	0.22
SUBTOTAL O				0.22
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
Malla metálica para cerramiento	ML	1.00	3.00	3.00
SUBTOTAL P				3.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				4.27
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	0.64
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				4.91
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>4.91</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 1.04**UNIDAD:** GLB**DETALLE:** Instalación Provisional de Luz Eléctrica

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Herramienta menor	1.00	-	-	-	1.09
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.09</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Peón	1.00	3.26	3.26	3.00	9.78
Electricista	1.00	3.30	3.30	3.00	9.90
Supervisor Eléctrico General	0.20	3.66	0.73	3.00	2.19
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>21.87</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 1.04**UNIDAD:** GLB**DETALLE:** Instalación Provisional de Luz Eléctrica

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Instalación Provisional y Consumo de Luz	glb	A 1.00	B 70.00	D=A*B 70.00
<b>SUBTOTAL O</b>				70.00
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
<b>SUBTOTAL P</b>				0.00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				92.96
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	13.94
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				106.91
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>106.91</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 1.05**UNIDAD:** GLB**DETALLE:** Instalación Provisional de Reservorios para Agua

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor	1.00	-	-	-	4.37
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>4.37</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1.00	3.26	3.26	12.00	39.12
Plomero -	1.00	3.30	3.30	12.00	39.60
Maestro	0.20	3.66	0.73	12.00	8.76
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>87.48</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 1.05**UNIDAD:** GLB**DETALLE:** Instalación Provisional de Reservorios para Agua

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
Instalación provisional de agua	Glb	1.00	150.00	150.00
Teflón 1/2	rollo	0.50	0.30	0.15
Tubería roscable PVC 3/4	ml	1.00	0.94	0.94
Kalipega	ml	1.00	0.50	0.50
SUBTOTAL O				151.59
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL P				0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				243.44
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	36.52
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				279.96
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>279.96</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 2.01**UNIDAD:** M3**DETALLE:** Excavacion, Relleno y Desalojo para instalacion de tuberias

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor	1.00	-	-	-	0.11
Retroexcavadora	1.00	45.00	45.00	0.15	6.75
Volqueta de 8M3	1.00	25.00	25.00	0.15	3.75
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>10.58</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1.00	3.26	3.26	0.15	0.49
Maestro de Obra	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
Operador de retroexcavadora	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
Chofer Licencia Tipo D	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>2.14</b>

**Solución No.1**

**REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.

**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 2.01

**UNIDAD:** M3

**DETALLE:** Excavacion, Relleno y Desalojo para instalacion de tuberias

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL O				0.00
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL P				0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				12.72
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	1.91
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				14.62
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>14.62</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 2.02**UNIDAD:** M3**DETALLE:** Excavacion, Relleno y Desalojo para Cajas de registro y Camaras de Inspección

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor	1.00	-	-	-	0.11
Retroexcavadora	1.00	45.00	45.00	0.15	6.75
Volqueta de 8M3	1.00	25.00	25.00	0.15	3.75
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>10.61</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1.00	3.26	3.26	0.15	0.49
Maestro de obra	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
Operador de retroexcavadora	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
Chofer licencia tipo D	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>2.14</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 2.02**UNIDAD:** M3**DETALLE:** Excavacion, Relleno y Desalojo para Cajas de registro y Camaras de Inspección

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL O				0.00
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL P				0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				12.74
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	1.91
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				14.65
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>14.65</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:**MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA  
COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 3.01**UNIDAD:** M3**DETALLE:** Cama de arena (arena de sitio tamizada)

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor	1.00	-	-	-	0.11
Retroexcavadora	1.00	45.00	45.00	0.15	6.75
Volqueta de 8M3	1.00	25.00	25.00	0.15	3.75
SUBTOTAL M					10.61
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1.00	3.26	3.26	0.15	0.49
Maestro de Obra	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
Operador de retroexcavadora	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
Chofer Licencia Tipo D	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
SUBTOTAL N					2.14

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:**MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA  
COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 3.01**UNIDAD:** M3**DETALLE:** Cama de arena (arena de sitio tamizada)

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL O				0.00
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL P				0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				12.74
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	1.91
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				14.65
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>14.65</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 3.02**UNIDAD:** ML**DETALLE:** Suministro e instalación de tubería d=110mm

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Retroexcavadora de llantas	1.00	25.00	25.00	0.15	3.75
Compactador tipo bailarina	1.00	5.00	5.00	0.15	0.75
Herramienta menor	1.00	0.30	0.30	0.15	0.08
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>4.58</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	2.00	3.26	6.52	0.15	0.98
Maestro de Obra	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.53</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 3.02**UNIDAD:** ML**DETALLE:** Suministro e instalación de tubería d=110mm

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
Tubería d=110mm	ml	1.00	6.00	6.00
Anillo de caucho 110mm	U	1.00	0.28	0.28
SUBTOTAL O				6.28
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL P				0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				12.38
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	1.86
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				14.24
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>14.24</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 3.03**UNIDAD:** ML**DETALLE:** Suministro e instalación de Tubería d=200mm

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Herramienta menor	1.00	-	-	-	0.08
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.08</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Peón	2.00	3.26	6.52	0.15	0.98
Maestro de Obra	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.53</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 3.03**UNIDAD:** ML**DETALLE:** Suministro e instalación de Tubería d=200mm

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
Tubería d=200mm	ml	1.00	14.42	14.42
Anillo de caucho 200mm	U	1.00	0.80	0.80
<b>SUBTOTAL O</b>				15.22
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
<b>SUBTOTAL P</b>				0.00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				16.82
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	2.52
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				19.35
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>19.35</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 3.04**UNIDAD:** U**DETALLE:** Sumisnistro e Instalación de Caja de Registro

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor	1.00	-	-	-	0.12
Soldadora eléctrica	0.2	2.00	0.40	0.15	0.06
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.18</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro de Obra	0.5	3.66	1.83	0.15	0.27
Maestro Soldador	0.2	3.66	0.73	0.15	0.11
Albañil	1	3.3	3.30	0.15	0.50
Peón	3	3.26	9.78	0.15	1.47
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>2.35</b>

**Solución No.1**

**REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.

**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 3.04

**UNIDAD:** U

**DETALLE:** Sumisnistro e Instalación de Caja de Registro

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
Cemento	Kg	25.00	0.18	4.50
Agregado fino (arena)	m3	0.04	11.00	0.40
Agregado grueso (grava)	m3	0.33	20.50	6.77
Encofrado	m3	0.45	11.45	5.15
Agua	m3	0.10	1.00	0.10
Platina 1 1/2"X1/8" (38X 3)MM	ML	3.00	2.00	6.00
Punto de Soldadura	u	8.00	1.78	14.24
Caja de Registro	u	1.00	30.24	30.24
Accesorios	u	2.00	13.50	27.00
				94.40

**Solución No.1**

**REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.

**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 3.04

**UNIDAD:** U

**DETALLE:** Sumisnistro e Instalación de Caja de Registro

<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL P				0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				96.92
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	14.54
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				111.46
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>111.46</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 3.05**UNIDAD:** U**DETALLE:** Suministro e instalación de cámara de inspección

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor	1.00	-	-	-	0.12
Soldadora Electrica	0.2	2.00	0.40	0.15	0.06
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.18</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro de Obra	0.50	3.66	1.83	0.15	0.27
Maestro Soldador	0.20	3.66	0.73	0.15	0.11
Albañil	1.00	3.30	3.30	0.15	0.50
Peón	3.00	3.26	9.78	0.15	1.47
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>2.35</b>

**Solución No.1**

**REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.

**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 3.05

**UNIDAD:** U

**DETALLE:** Suministro e instalación de cámara de inspección

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
Cemento	Kg	25.00	0.18	4.50
Agregado fino (arena)	m3	0.04	11.00	0.40
Agregado grueso (grava)	m3	0.33	20.50	6.77
Acero de Refuerzo F'Y=4200 KG/CM2	Kg	10.00	1.50	15.00
Encofrado	m3	0.45	11.45	5.15
Agua	m3	0.10	1.00	0.10
Platina 1 1/2"X1/8" (38X 3)MM	ML	3.00	2.00	6.00
Punto de Soldadura	u	8.00	1.78	14.24
Camara de inspección	u	1.00	118.70	118.70
Accesorios	u	2.00	13.50	27.00
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>145.70</b>

**Solución No.1**

**REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.

**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 3.05

**UNIDAD:** U

**DETALLE:** Suministro e instalación de cámara de inspección

<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL P				0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				148.22
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	22.23
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				170.46
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>170.46</b>

# ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO

## Solución No.1

**REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.

**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:** 4.01 **UNIDAD:** M3

**DETALLE:** Movimiento de tierra para construcción de Humedal (corte y relleno)

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor	1.00	-	-	-	0.11
Retroexcavadora	1.00	45.00	45.00	0.15	6.75
Volqueta de 8M3	1.00	25.00	25.00	0.15	3.75
SUBTOTAL M					10.58
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1.00	3.26	3.26	0.15	0.49
Maestro de Obra	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
Operador de retroexcavadora	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
Chofer licencia tipo D	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
SUBTOTAL N					2.14

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.01**UNIDAD:** M3**DETALLE:** Movimiento de tierra para construcción de Humedal (corte y relleno)

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL O				0.00
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL P				0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				12.72
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	1.91
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				14.62
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>14.62</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.02**UNIDAD:** M3**DETALLE:** Suministro e instalación de trampa de grasa

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Herramienta menor	1.00	-	-	-	0.11
SUBTOTAL M					0.11
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Maestro de Obra	0.50	3.66	1.83	0.15	0.27
Albañil	1.00	3.30	3.30	0.15	0.50
Peón	3.00	3.26	9.78	0.15	1.47
SUBTOTAL N					2.24

**Solución No.1**

**REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.

**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 4.02

**UNIDAD:** M3

**DETALLE:** Suministro e instalación de trampa de grasa

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
Hormigón premezclado F'C=280 KG/CM2	u	0.68	127.00	86.36
Acero de Refuerzo F'Y=4200 KG/CM2	Kg	10.00	1.50	15.00
Tablas	u	2.00	3.00	6.00
Cuartones	u	2.00	2.50	5.00
Clavos 2"	Kg	2.00	1.39	2.78
				115.14

**Solución No.1**

**REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.

**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 4.02

**UNIDAD:** M3

**DETALLE:** Suministro e instalación de trampa de grasa

<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL P				0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				117.49
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	17.62
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				135.11
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>135.11</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.03**UNIDAD:** ML**DETALLE:** Suministro e instalación de tubería de 110 mm

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Retroexcavadora de llantas	1.00	25.00	25.00	0.15	3.75
Compactador tipo bailarina	1.00	5.00	5.00	0.15	0.75
Herramienta menor	1.00	0.30	0.30	0.15	0.08
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>4.58</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	2.00	3.26	6.52	0.15	0.98
Maestro de Obra	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.53</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.03**UNIDAD:** ML**DETALLE:** Suministro e instalación de tubería de 110 mm

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Tubería d=110mm	ml	A 1.00	B 6.00	D=A*B 6.00
SUBTOTAL O				6.00
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL P				0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				12.10
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	1.82
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				13.92
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>13.92</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.04**UNIDAD:** ML**DETALLE:** Suministro e instalación de tubería de 200 mm

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Herramienta menor	1.00	-	-	-	0.08
SUBTOTAL M					0.08
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Peon	2.00	3.26	6.52	0.15	0.98
Maestro de Obra	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
SUBTOTAL N					1.53

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.04**UNIDAD:** ML**DETALLE:** Suministro e instalación de tubería de 200 mm

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Tubería d=200mm	ml	A 1.00	B 19.42	D=A*B 19.42
SUBTOTAL O				19.42
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL P				0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				21.02
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	3.15
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				24.18
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>24.18</b>

**Solución No.1**

**REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.

**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 4.05

**UNIDAD:** ML

**DETALLE:** Suministro e instalación de plantas ornamentales Iris

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Herramienta menor	1.00	-	-	-	0.03
SUBTOTAL M					0.03
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Peón	2.00	3.26	6.52	0.10	0.65
SUBTOTAL N					0.65

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.05**UNIDAD:** ML**DETALLE:** Suministro e instalación de plantas ornamentales Iris

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
Plantas Ornamentales Iris	U	1.00	10.00	10.00
SUBTOTAL O				10.00
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL P				0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				10.68
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	1.60
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				12.29
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>12.29</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.06**UNIDAD:** U**DETALLE:** Aireadores de cascada

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Herramienta menor	1.00	-	-	-	0.08
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.08</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Peón	2.00	3.26	6.52	0.15	0.98
Maestro de Obra	0.30	3.66	1.10	0.15	0.17
Albañil	1.00	3.30	3.30	0.15	0.50
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.64</b>

**Solución No.1**

**REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.

**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 4.06

**UNIDAD:** U

**DETALLE:** Aireadores de cascada

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
Hormigón premezclado F'C=280 KG/CM2	u	0.68	127.00	86.36
Acero de Refuerzo F'Y=4200 KG/CM2	Kg	10.00	1.50	15.00
Tablas	u	2.00	3.00	6.00
Cuartones	u	2.00	2.50	5.00
Clavos 2"	Kg	2.00	1.39	2.78
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>115.14</b>

**Solución No.1**

**REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.

**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 4.06

**UNIDAD:** U

**DETALLE:** Aireadores de cascada

<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL P				0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				116.86
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	17.53
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				134.39
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>134.39</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.07**UNIDAD:** U**DETALLE:** Cribas

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Herramienta menor	1.00	-	-	-	0.10
SUBTOTAL M					0.10
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Peón	1.00	3.26	3.26	0.20	0.65
Perfilero	1.00	3.48	3.48	0.20	0.70
Albañil	1.00	3.30	3.30	0.20	0.66
SUBTOTAL N					2.01

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.07**UNIDAD:** U**DETALLE:** Cribas

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Acero de Refuerzo F'Y=4200 KG/CM2	Kg	A 30.00	B 1.50	D=A*B 45.00
SUBTOTAL O				45.00
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL P		A	B	D=A*B 0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				47.11
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	7.07
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				54.17
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>54.17</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.08**UNIDAD:** M3**DETALLE:** Gaviones

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Volqueta de 8M3	1.00	25.00	25.00	0.15	3.75
Retroexcavadora de llantas	1.00	25.00	25.00	0.15	3.75
Herramienta menor	1.00	0.30	0.30	0.15	0.16
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>7.66</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	3.00	3.26	9.78	0.15	1.47
Operador de retroexcavadora	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
Chofer licencia tipo D	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
Maestro de Obra	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>3.11</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.08**UNIDAD:** M3**DETALLE:** Gaviones

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
Gaviones	M3	1.00	19.00	19.00
Malla para cerramineto	ML	1.00	12.00	12.00
SUBTOTAL O				31.00
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL P				0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				41.77
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	6.27
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				48.04
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>48.04</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.09**UNIDAD:** M3**DETALLE:** Piedra de lecho filtrante

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Volqueta de 8M3	1.00	25.00	25.00	0.15	3.75
Retroexcavadora de llantas	1.00	25.00	25.00	0.15	3.75
Herramienta menor	1.00	0.30	0.30	0.15	0.16
SUBTOTAL M					7.66
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	3.00	3.26	9.78	0.15	1.47
Operador de retroexcavadora	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
Chofer licencia tipo D	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
Maestro de Obra	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
SUBTOTAL N					3.11

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.09**UNIDAD:** M3**DETALLE:** Piedra de lecho filtrante

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
Grava mediana de 8mm	M3	0.25	15.00	3.75
Grava mediana de 4mm	M3	0.75	12.50	9.38
SUBTOTAL O				13.13
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL P				0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				23.89
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	3.58
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				27.48
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>27.48</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.10**UNIDAD:** M2**DETALLE:** Geomembrana

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Herramienta menor	1.00	0.30	0.30	0.15	0.10
SUBTOTAL M					0.10
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Peón	3.00	3.26	9.78	0.15	1.47
Maestro de Obra	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
SUBTOTAL N					2.02

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.10**UNIDAD:** M2**DETALLE:** Geomembrana

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Geomembrana	M2	A 1.00	B 3.40	D=A*B 3.40
SUBTOTAL O				3.40
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL P				0.00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				<b>5.52</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	0.83
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>6.34</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>6.34</b>

**Solución No.1****REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.11**UNIDAD:** U**DETALLE:** Llaves de paso para tuberías de 110mm

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Herramienta menor	1.00	-	-	-	0.07
SUBTOTAL M					0.07
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Peón	1.00	3.26	3.26	0.20	0.65
Plomero	1.00	3.30	3.30	0.20	0.66
SUBTOTAL N					1.31

**Solución No.1**

**REALIZADO POR:** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.

**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 4.11

**UNIDAD:** U

**DETALLE:** Llaves de paso para tuberías de 110mm

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Llaves de paso	U	A 1.00	B 80.00	D=A*B 80.00
SUBTOTAL O				80.00
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL P				0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				81.38
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	12.21
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				93.58
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>93.58</b>

**Solución No. 2****REALIZADO** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.01**UNIDAD:** M3**DETALLE:** Movimiento de tierra

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor	1.00	-	-	-	0.13
Compactador tipo bailarina	1.00	5.00	5.00	0.15	0.75
Retroexcavadora	1.00	45.00	45.00	0.15	6.75
Volqueta de 8M3	1.00	25.00	25.00	0.15	3.75
SUBTOTAL M					11.38
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	2.00	3.26	6.52	0.15	0.98
Maestro de Obra	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
Operador de retroexcavador	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
Chofer licencia tipo D	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
SUBTOTAL N					2.63

**Solución No. 2****REALIZADO** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.01**UNIDAD:** M3**DETALLE:** Movimiento de tierra

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL O				0.00
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL P				0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				14.01
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	2.10
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				16.11
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>16.11</b>

**Solución No. 2****REALIZADO** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.02**UNIDAD:** M3**DETALLE:** Piedra de lecho filtrante

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Volqueta de 8M3	1.00	25.00	25.00	0.15	3.75
Retroexcavadora de llantas	1.00	25.00	25.00	0.15	3.75
Herramienta menor	1.00	0.30	0.30	0.15	0.16
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>7.66</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	3.00	3.26	9.78	0.15	1.47
Operador de retroexcavador	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
Chofer licencia tipo D	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
Maestro de Obra	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>3.11</b>

**Solución No. 2****REALIZADO** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.02**UNIDAD:** M3**DETALLE:** Piedra de lecho filtrante

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
Grava mediana de 8mm	M3	0.29	15.00	4.29
Grava mediana de 4mm	M3	0.71	12.50	8.93
SUBTOTAL O				13.22
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL P				0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				23.98
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	3.60
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				27.58
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>27.58</b>

**Solución No. 2****REALIZADO** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.03**UNIDAD:** M2**DETALLE:** Geomembrana

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Herramienta menor	1.00	0.30	0.30	0.15	0.10
SUBTOTAL M					0.10
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Peón	3.00	3.26	9.78	0.15	1.47
Maestro de Obra	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
SUBTOTAL N					2.02

**Solución No. 2****REALIZADO** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.03**UNIDAD:** M2**DETALLE:** Geomembrana

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Geomembrana	M2	A 1.00	B 3.40	D=A*B 3.40
SUBTOTAL O				3.40
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL P				0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				5.52
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	0.83
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				6.34
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>6.34</b>

**Solución No. 2****REALIZADO** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.04**UNIDAD:** U**DETALLE:** Hormigón Armado FY=280 Kg/cm<sup>3</sup>

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Herramienta menor	1.00	-	-	-	0.08
SUBTOTAL M					0.08
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Peón	2.00	3.26	6.52	0.15	0.98
Maestro de Obra	0.30	3.66	1.10	0.15	0.17
Albañil	1.00	3.30	3.30	0.15	0.50
SUBTOTAL N					1.64

**Solución No. 2****REALIZADO** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.04**UNIDAD:** U**DETALLE:** Hormigón Armado FY=280 Kg/cm3

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
Hormigón Premezclado F'C=280 KG/CM2	u	0.68	127.00	86.36
Acero de Refuerzo F'Y=4200 KG/CM2	Kg	10.00	1.50	15.00
Tablas	u	2.00	3.00	6.00
Cuartones	u	2.00	2.50	5.00
Clavos 2"	Kg	2.00	1.39	2.78
<b>SUBTOTAL O</b>				115.14
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
<b>SUBTOTAL P</b>				0.00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				116.86
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	17.53
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				134.39
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>134.39</b>

**Solución No. 3****REALIZADO** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4.01**UNIDAD:** M3**DETALLE:** Movimiento de tierra

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor	1.00	-	-	-	0.13
Compactador tipo bailarina	1.00	5.00	5.00	0.15	0.75
Retroexcavadora	1.00	45.00	45.00	0.15	6.75
Volqueta de 8M3	1.00	25.00	25.00	0.15	3.75
SUBTOTAL M					11.38
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	2.00	3.26	6.52	0.15	0.98
Maestro de Obra	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
Operador de retroexcavador	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
Chofer licencia tipo D	1.00	3.66	3.66	0.15	0.55
SUBTOTAL N					2.63

**Solución No. 3**

**REALIZADO** Gabriela Cevallos V.; Dálida Vera Q.

**PROYECTO:** MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 4.01

**UNIDAD:** M3

**DETALLE:** Movimiento de tierra

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL O				0.00
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	D=A*B
SUBTOTAL P				0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				14.01
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			15.00%	2.10
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				16.11
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>16.11</b>

# **ANEXO G**

**ENCUESTAS**

	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> <b>PROYECTO DE GRADUACIÓN</b> <b>DISEÑO DE AASS - COMUNA SACACHÚN</b>	
---	---	---

LUGAR: SANTA ELENA

DIRECCION: Km 74.3 vía Guayaquil – Santa Elena, Parroquia Simón Bolívar.

FECHA:

GÉNERO:

### ENCUESTA APLICADA A LA COMUNIDAD

*Instrucción: Seleccione la respuesta que usted considere correcta.*

**1. Edad del encuestado:**

- |  |  |
|--|--|
| <input type="radio"/> Menor a 15 años    | <input type="radio"/> Entre 15 a 25 años |
| <input type="radio"/> Entre 25 a 40 años | <input type="radio"/> Mayor a 40 años    |

**2. ¿Cuántos años ha vivido en el sector?**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="radio"/> Menor a 5 años     | <input type="radio"/> Entre 5 a 10 años |
| <input type="radio"/> Entre 10 a 20 años | <input type="radio"/> Mayor a 20 años   |

**3. ¿Cuántas personas/familias viven en su hogar?**

\_\_\_\_\_

**4. ¿Cuántos litros de agua aprox. consumen en su hogar diariamente?**

\_\_\_\_\_

**5. ¿Cuentan con servicio de recolección y evacuación de aguas servidas?**

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| <input type="radio"/> SI | <input type="radio"/> NO |
|--------------------------|--------------------------|

**6. ¿Qué tipo de sistema utilizan para recoger las aguas negras generadas en su hogar?**

- Tanque séptico por vivienda
- Tanque séptico comunitario
- No tiene conocimiento al respecto
- Otro sistema; especifique \_\_\_\_\_

**7. ¿Se perciben olores en el proceso utilizado actualmente?**

\_\_\_\_\_

8. **¿Cómo considera Ud. Que han sido tratadas las AASS en SACACHÚN?**

- Correctamente  Insuficientemente  
 No se han tratad  No tiene conocimiento del tema

9. **¿Alguna vez han contado con el apoyo del GAD o de alguna entidad gubernamental?**

- SI  NO  No sabe nada al respecto

10. **Las aguas residuales son generadas mayormente por:**

- Uso domiciliario  
 Comercio  
 Turismo  
 OTROS, ¿cuáles? \_\_\_\_\_

11. **¿Desea Ud. un mejor sistema para evacuar y tratar las aguas servidas del sector donde reside?**

- SI  NO  No le interesa

12. **¿Qué mejoras cree Ud. que se darían en la Comuna Sacachún, al contar con un buen servicio de AASS?**

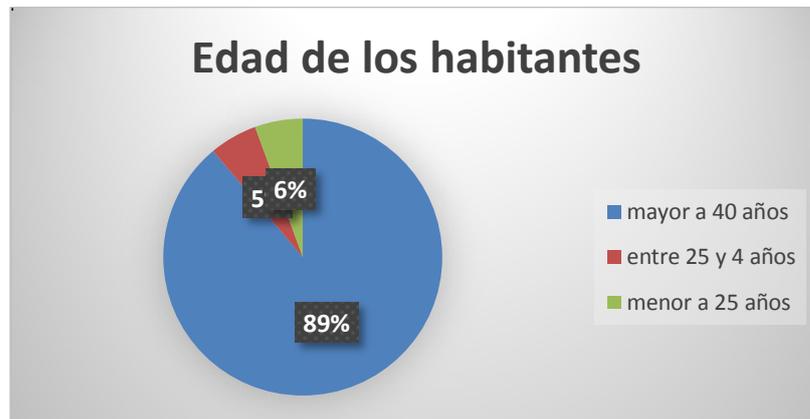
- Mejoraría el turismo  
 Menos enfermedades  
 Menor contaminación ambiental (olores)  
 OTROS, especifique \_\_\_\_\_

## EVALUACIÓN DEL SITIO

Para el desarrollo de esta investigación se hizo uso de encuestas para tener un conocimiento más amplio sobre la población y aspectos importantes sobre el servicio de alcantarillado en la comuna.

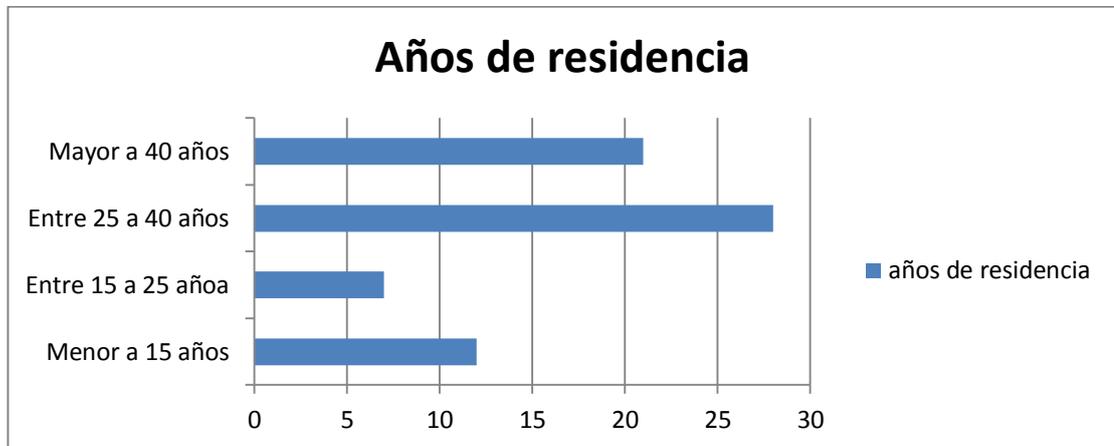
## ANÁLISIS DE ENCUESTAS REALIZADAS

### 1. Edad del encuestado:



Comentario: El 89% de los residentes son personas mayores de 40 años, lo que indica que la gente que vive mayormente son adultos o adultos mayores, el índice natalicio del sector no es alto.

## 2. ¿Cuántos años ha vivido en el sector?



Comentario: Este diagrama de barras muestra que de una población total de 8 habitantes, 49 personas corresponden a edades superiores a 25 años. La cantidad de niños y jóvenes de la comuna es baja, corresponde a tan solo el 28%; sin embargo, la población cuenta con una escuela para contribuir con la educación de los 12 niños que asisten a primaria.

## 3. ¿Cuántas personas viven en su hogar?



Comentario: El 51% de los habitantes residen en viviendas unipersonales, el 34% de las familias están conformados por dos personas, y tan solo el 15% tiene 3 o más habitantes. Lo que muestra que Sacachún está mayormente habitado por personas adultas.

**4. ¿Cuántos litros de agua aproximadamente consumen en su hogar?**

Comentario: La mayoría de los habitantes contestaron valores similares a 10 litros por persona diariamente.

**5. ¿Cuentan con servicio de recolección de desechos sólidos y cuál es su frecuencia?**

Comentario: Los comuneros contestaron esta interrogante, afirmando que, el GAD de Santa Elena envía un vehículo recolector dos veces por semana para encargarse de los desechos, que se direccionan depósito de desechos sólidos del cantón.

**6. ¿Qué tipo de sistema utilizan para recoger las AA.SS. de su hogar?**

Comentario: Las personas que contribuyeron brindando respuesta a esta pregunta, comentaron que utilizan tanque séptico por vivienda como opción de tratamiento para almacenar sus desechos sanitarios.

**7. ¿Se perciben olores en el proceso utilizado actualmente?**

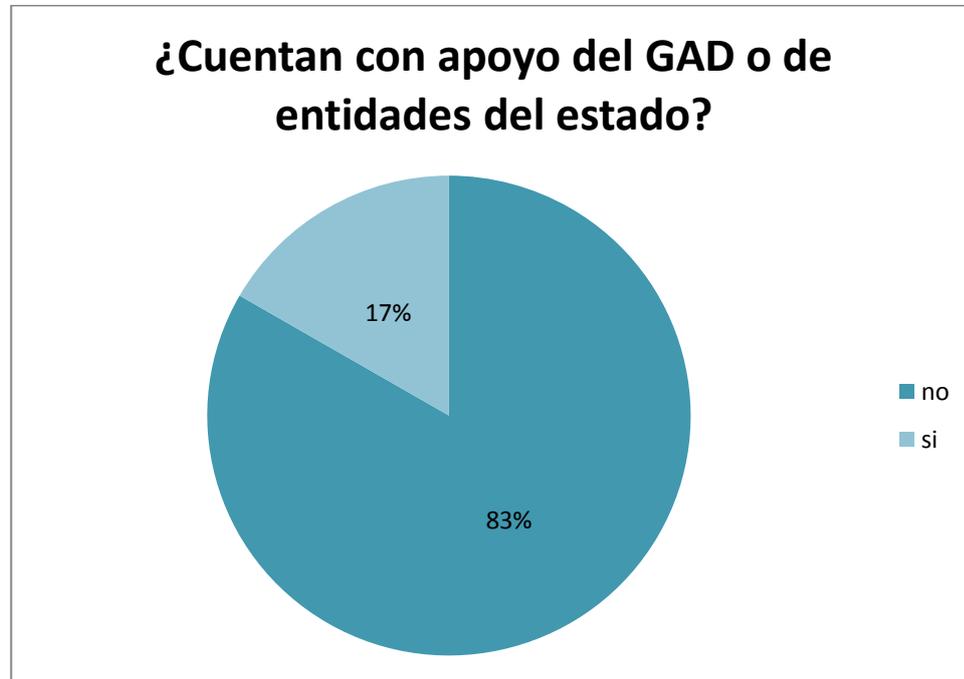


Comentario: El 83% de la muestra comentó que no se perciben olores, o que no se habían percatado de aquello; sin embargo, un 17% afirmó que aunque con los tanques sépticos la emisión de gases es eventual, por el momento si perciben olores.

**8. ¿Cómo considera usted que han sido tratadas las AASS en Sacachún?**

Comentario: En general, las personas que residen en el sitio consideran que no han sido tratadas hasta el momento.

**9. ¿Sabe usted si el GAD o alguna entidad gubernamental les ha brindado su apoyo?**



Comentario: La mayoría de los pobladores comentaron que no reciben apoyo; sin embargo, dentro de los comentarios del 17% que afirman haber tenido alguna clase de apoyo, se mencionó que la prefectura ha empezado la obra de mejoramiento de la vía principal, construyendo bordillos y hasta el 8 de Nov del 2015, día en el cual fue realizada la encuesta, aún estaba por realizarse la colocación de los adoquines en el camino principal.

**10. Las aguas residuales son generadas mayormente por:**

Comentario: Las AA.SS. son generadas mayormente por uso domiciliario.

**11. ¿Desea Ud. un mejor sistema para evacuar y tratar las aguas servidas del sector donde reside?**

Comentario: Todas las personas que conforman la población de la comuna desean tener un mejor sistema para evacuar y tratar sus AA.SS., ya que a pesar del funcionamiento del sistema actual, muestran predisposición a la mejora de su comunidad.

**12. ¿Qué mejoras cree Ud. que se darían en la Comuna Sacachún, al contar con un buen servicio de AASS?**

Comentario: Los pobladores consideran que esta mejora incrementará el turismo y habrá menos enfermedades, ya que al momento de la realización de la encuesta, se comentó la existencia de mosquitos, causantes de enfermedades como paludismo, dengue, entre otras. Por lo tanto, se considera que se producirá menor contaminación ambiental.

Como información adicional a la recolectada en esta encuesta, los moradores informaron que en el año 1997, el Río Sacachún causó una severa inundación en las faldas de la comuna, de tal forma que sus habitantes no podían hacer uso de sus vías de acceso al sector y se los proveía de víveres por medio de helicópteros.

# **ANEXO H**

**MATRICES DE EVALUACIÓN DE  
IMPACTO AMBIENTAL**













# **ANEXO I**

**PLANOS**

# BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Arnal, J. M., García Fayos, B., Martínez, M., & Verdú, G. (2013). *Diseño de una Unidad de Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas para su Aplicación en Países en Vías de Desarrollo*. España: international Conference on Project Engineering.

ASAMBLEA NACIONAL - REPUBLICA DEL ECUADOR. (07 de Agosto de 2010). COOTAD. CODIGO ORGANICO ORGANIZACION TERRITORIAL AUTONOMÍA DESCENTRALIZACIÓN. Quito, Pichincha, Ecuador.

ATB Umwelttechnologien GmbH . (2015). *Technischer Katalog AQUAmax PROFESSIONAL XL*. Alemania: Jul.

Brix, H. (1994). *Use of constructed wetlands in water pollution control: historical development, present status, and future perspectives*. New York.

Calderón Mólgora, C. G. (2014). *Serie Autodidáctica de Medición de la Calidad del Agua*. Comisión Nacional del Agua CNA, Gerencia de Recaudación y Control de la Subdirección General de Administración del Agua. México : Instituto Mexicano de Tecnología del Agua IMTA.

Chow, V. T. (1998). *Applied Hydrology*. New York.

CO 01.09 Urbanización. (Marzo de 1990). NTE INEN 1 752.  
*URBANIZACIÓN. SISTEMA DE ELIMINACIÓN DE RESIDUOS  
LÍQUIDOS. REQUISITOS.* Quito, Pichincha, Ecuador.

Comité Interno de Normas de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental  
del Ministerio De Desarrollo Urbano y Vivienda. (29 de Mayo de 1997).  
CPE INEN 5 PARTE 9-2. *CÓDIGO DE PRÁCTICA PARA EL DISEÑO  
DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE,  
DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL  
AREA RURAL.* Quito, Pichincha, Ecuador.

Crites, R., & Tchobanoglous, G. (2000). *Tratamiento de Aguas Residuales en  
Pequeñas Poblaciones*. Bogotá: McGraw-Hill Interamericana.

Delgadillo, O., Camacho, A., Pérez, L. F., & Andrade, M. (2010). *Depuración  
de Aguas Residuales por Medio de Humedales Artificiales*. Bolivia:  
Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua.

Fernández González, J. (2013). *Humedales Artificiales para Depuración*.  
Obtenido de ciencias marinas: [http://www.ciencias-  
marinas.uvigo.es/bibliografia\\_ambiental/outros/Manual%20de%20fitod  
epuracion/Capitulos%206.pdf](http://www.ciencias-marinas.uvigo.es/bibliografia_ambiental/outros/Manual%20de%20fitod%20epuracion/Capitulos%206.pdf)

Freddy Ovalle, J. O. (2012). Criterio de Diseño de Tuberías Fluyendo  
Parcialmente Llenas: Velocidad, Esfuerzo cortante y Número de  
Froude. *XX Seminario Nacional de Hidráulica e Hidrología Barranquilla*  
(pág. 10). Colombia: IAHR.

GmbH, ATB Umwelttechnologien. (s.f.). *ATB Umwelttechnologien GmbH*.

Recuperado el 12 de 11 de 2015, de <http://www.kleinklaeranlagen-aquamax.de/index.php?id=159>

GmbH, ATB Umwelttechnologien. (s.f.). *Ausgereifte technische lösungen zur Behandlung von Abwässern von Wohngebieten, Dörfern,*

*Hotels und gewerblichen Anwendungen*. Recuperado el 23 de 11 de

2015, de AQUAmax: [http://www.kleinklaeranlagen-](http://www.kleinklaeranlagen-aquamax.de/fileadmin/atbnet_eu/download/de/PROFESSIONAL/Broschueren/D20140708_AQUAmax_PRO-Prospekt_web.pdf)

[aquamax.de/fileadmin/atbnet\\_eu/download/de/PROFESSIONAL/Brosch](http://www.kleinklaeranlagen-aquamax.de/fileadmin/atbnet_eu/download/de/PROFESSIONAL/Broschueren/D20140708_AQUAmax_PRO-Prospekt_web.pdf)

[ueren/D20140708\\_AQUAmax\\_PRO-Prospekt\\_web.pdf](http://www.kleinklaeranlagen-aquamax.de/fileadmin/atbnet_eu/download/de/PROFESSIONAL/Broschueren/D20140708_AQUAmax_PRO-Prospekt_web.pdf)

Guanuhi Quito, A. (7 de Noviembre de 2012). Diseño de Sistema de

Humedales Artificiales para el Saneamiento del agua de la comunidad

de Cochapata. *Tesis de Masterado* . Nabón, Azuay, Ecuador.

INTERAGUA. (2013). NORMAS PARA AGUAS RESIDUALES PARA

POBLACIONES ENTRE 1000 y 1000000 HABITANTES. Guayaquil,

Guayas, Ecuador.

La Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y Obras Sanitarias y el Instituto

Ecuatoriano de Obras Sanitarias. (20 de Mayo de 1986). CPE INEN 5

PARTE 9-1. *CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN*

*C.E.C. NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE*

*AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA*

*POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES*. Quito, Pichincha,

Ecuador.

- Lara, J. (1999). *Depuración de aguas residuales municipales con humedales artificiales*. Universidad Politécnica de Cataluña, Instituto Catalán de Tecnología, Barcelona.
- Lemus, M., & Navarro, G. (2003). Manual para el Desarrollo de Obras de Conservación de Suelo. *corporación Nacional Forestal* , 16.
- Llagas, C. W., & Guadalupe, G. E. (2006). Diseño de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales en la UNMSM. *Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG* , vol. 15 (17).
- Lozano Rivas, W. A. (2012). *Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales*. Obtenido de UNAD: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358039/ContenidoLinea/leccion\\_37\\_trampa\\_de\\_grasas.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358039/ContenidoLinea/leccion_37_trampa_de_grasas.html)
- Martínez González, S. A., & Márquez Vásquez, M. (2011). *Humedales Artificiales de Flujo Subsuperficiales*. México: Proyecto PAPIME 100310.
- Metcalf, & Eddy. (1998). *Ingeniería de aguas Residuales*. Estados Unidos: Mc. Graw.Hill.
- Mijares, A. (1999). *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. Mexico.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. (13 de Febrero de 2015). ACUERDO MISNITERIAL No. 028. *Sustituyese el LIBRO VI del TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA*. Quito, Pichincha, Ecuador.

Morales, G., López, D., Vera, I., & Vidal, G. (2013). *HUMEDALES CONSTRUIDOS CON PLANTAS ORNAMENTALES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS*. Universidad de Concepción, Concepción-Chile.

Once Sarmiento, D. J., & Ruiz Herrera, J. F. (2014). *Evaluación de las Planta de Depuración de Agua Residual de las Comunidades de Soldados y Churuguzo*. Cuenca: Universidad de Cuenca.

PLASTIGAMA. (2015). *sitio plastigama*. Recuperado el 16 de 11 de 2015, de [http://sitio.plastigama.com/images/hojasTecnicas/Diptico\\_Manhole-2015.pdf](http://sitio.plastigama.com/images/hojasTecnicas/Diptico_Manhole-2015.pdf)

Ramalho, R. S. (2003). *Tratamiento de Aguas Residuales*. Londres: Reverté S. A.

Reed, S. (1995). *Natural Systems for waste management and treatment*. New York: Mcgraw Hill.

Rodriguez Rosales, M. G., & Martinez Delgadillo, S. A. (2005). *Tratamiento de Aguas Residuales con MATLAB*. Mexico: Reverté.

Romero Rojas, J. (2004). *Tratamiento de aguas residuales*. Colombia: Tercera edición.

Silva, J. (2013). *HUMEDALES CONSTRUIDOS*. Universidad del Valle, Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente.

*Tiempo Ecuador*. (s.f.). Obtenido de <http://www.tiempo-ecuador.com/Guayas/Sacachun/3652178>

- Tilley, E., Luthi, C., Morel, A., Zurbugg, C., & Schertenleib, R. (2012). Compendio de Sistemas y Tecnologías de Saneamiento. *Alianza por el Agua* , 164.
- Villegas de Brigard, M. P. (2008). *Purificación de Aguas*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Zambrano, X., Saltos, X., & Villamar, F. (2004). *Diseño del Sistema de Tratamiento para la Depuración de las Aguas Residuales Domesticas de la Población San Eloy, por medio de un Sistema de Tratamiento Natural compuesto por un Humedal Artificila de flujo Libre*. Guayaquil: ESPOL.