

**ASISTENCIA TECNICO-ADMINISTRATIVA EN LA SECRETARIA DE
PLANEACION E INFRAESTRUCTURA DE LA ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE
SAN VICENTE DE CHUCURI**

SAUL ERNESTO PICO GOMEZ



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2008**

**ASISTENCIA TECNICO-ADMINISTRATIVA EN LA SECRETARIA DE
PLANEACION E INFRAESTRUCTURA DE LA ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE
SAN VICENTE DE CHUCURI**

SAUL ERNESTO PICO GOMEZ

**Trabajo de Grado en la modalidad de Práctica Empresarial
como requisito para optar por el titulo de
Ingeniero Civil**

Director:

MARIO GARCÍA SOLANO

Ingeniero Civil, M Sc.

Tutora:

LARY YAJAIRA MENDOZA ACEVEDO

Ingeniera Civil



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA**

2008

*A mis padres Ángela y Saul,
por su amor e inquebrantable apoyo
a lo largo de todas las etapas de mi vida.*

*A mis hermanos,
Oscar, Mayra y María Lucía
por su afecto y ayuda incondicional.*

*A mi familia, mis amigos
y a todas aquellas personas que de una u otra
manera han hecho parte de mi vida
y me motivaron a darle vida a este sueño.*

Saul Ernesto

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

Mario García Solano, Ingeniero Civil M.Sc. y Director de Proyecto, por su orientación y valiosa colaboración.

Doctora Emilce Suárez Pimiento, Alcaldesa Municipal de San Vicente de Chucuri por brindarme la oportunidad de hacer parte del equipo de trabajo de la Secretaria de Planeación e Infraestructura, y así poder consolidar, y demostrar los conocimientos adquiridos a lo largo de mi carrera.

Jorge Armando Pico Ardila, Ingeniero Civil, por persuadirme, por su colaboración y enseñanzas.

A mis compañeros de la Secretaria de Planeación e Infraestructura, por estar abiertos a brindarme todo su conocimiento y experiencia, a lo largo de la práctica empresarial.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	13
1. OBJETIVOS	14
1.1 OBJETIVO GENERAL	14
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
2. ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO SAN VICENTE DE CHUCURI	15
2.1 RESEÑA HISTORICA	15
2.2 RESEÑA GEOGRAFICA	15
2.3 ECONOMIA	18
3. INFORME DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL	20
3.1 BANCO DE PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVERSION MUNICIPAL	20
3.1.1 Definición del Banco de Programas y Proyectos de Inversión Pública Municipal.	20
3.1.2 Procedimientos del Banco de Programas y Proyectos de Inversión de Pública Municipal	21
3.1.3 Procedimientos para la actualización de programas y proyectos en el Banco de Programas y Proyectos de Inversión Pública Municipal.	34
3.1.4 Proceso presupuestal.	36
3.1.6 Procedimientos para el seguimiento a los programas y proyectos del municipio.	41
4. DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL CENTRO POBLADO LLANA CALIENTE DEL MUNICIPIO DE SAN VICENTE DE CHUCURI	43
4.1 DESCRIPCION	43

4.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE AGUAS RESIDUALES	44
4.2.1 Parametros de diseño.	44
4.2.2 Caudal medio de aguas residuales.	46
4.2.3 Caudal maximo horario (QMH).	48
4.2.4 Aportes por aguas de infiltración.	48
4.2.5 Aportes conexiones erradas.	49
4.2.6 Caudal de diseño.	49
4.2.7 Especificaciones de diseño.	49
Tabla 2. especificaciones de diiseño	50
Tabla 3. Diseño de alcantarillado	51
4.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	52
4.3.1 Tratamiento de cribrado.	52
4.3.2 Reactor UASB	59
4.3.3 Filtro anaerobio.	66
4.3.4 Humedal artificial de flujo subsuperficial.	68
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
BIBLIOGRAFIA	75
ANEXOS	76

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema UASB	60
Figura 2. Sistema de distribución UASB	61
Figura 3. Esquema filtro anaerobio	67

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Veredas de San Vicente	17
Tabla 2. especificaciones de diiseño	50
Tabla 3. Diseño de alcantarillado	51

RESUMEN

TITULO: ASISTENCIA TECNICO-ADMINISTRATIVA EN LA SECRETARIA DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA DE LA ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN VICENTE DE CHUCURI*

AUTOR: PICO GOMEZ, Saul Ernesto **

PALABRAS CLAVES: Alcantarillado, Agua residual, cribado, UASB, filtro anaerobio, humedal artificial de flujo subsuperficial.

DESCRIPCION

El objetivo de este libro es mostrar los diferentes documentos y requisitos con que debe contar un proyecto para su registro dentro del Banco de Programas y Proyectos de Inversión Municipal, este banco es una herramienta para la gestión proyectos, de la cual pueden hacer uso las distintas instancias y diferentes organismos territoriales encargados de cumplir actividades relacionadas con dicha gestión. A través del banco se registran y sistematizan los programas y proyectos que posean viabilidad técnica, ambiental y socioeconómica.

El libro cuenta con diferentes partes, objetivos, los cuales son los lineamientos que se siguieron durante la ejecución de la práctica empresarial. Aspectos generales del Municipio, en el cual se hace una reseña global de San Vicente de Chucuri mostrando sus principales características geográficas y económicas. Diseño de un sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales en el centro poblado llana caliente perteneciente a la vereda Llana Caliente del municipio, una de las problemáticas que se ha incrementado a lo largo de los últimos años en Colombia, es la contaminación de los recursos hídricos debido al vertimiento de las aguas residuales sin un previo tratamiento. El proyecto muestra una solución a la problemática ambiental a través de un alcantarillado con un posterior proceso sobre las aguas, por medio de una cámara de cribado, un tanque para realizar un tratamiento por flujo ascendente a través de un manto de lodo (U.A.S.B), un tanque que se usara como filtro anaerobio y por ultimo un humedal artificial de flujo subsuperficial.

* Proyecto de grado, Modalidad Práctica Empresarial

** Universidad Industrial de Santander, Ingeniería Civil. Asesor Ing. Msc Mario García Solano

ABSTRACT

TITLE: TECHNICAL ASSISTANCE-MANAGEMENT IN THE SECRETARIAT OF PLANNING AND INFRASTRUCTURE OF THE ALCALDIA THE MUNICIPALITY OF SAN VICENTE DE CHUCURÍ*

AUTHOR: PICO GOMEZ, Saul Ernesto**

KEY WORDS: Drainage, sewage, screening, UASB, filter anaerobic, subsurface flow wetland.

DESCRIPTION

The objective of this book is to show the various documents and requirements it must have a project for registration within the Bank of Programs and Projects Municipal Investment. this bank is a tool for managing projects, which may use different levels and different agencies territorial enforcement activities related to such management. Through the bank are recorded and systematized programs and projects that have technical feasibility, environmental and socioeconomic.

The book has several different parts, objectives, which are the guidelines that were followed during the execution of business practice. General aspects of the Municipality, which is a comprehensive overview of San Vicente de Chucuri showing its major geographic and economic characteristics. Design of a sewage system and waste water treatment in the town Llana Caliente belonging to the village of Llana Caliente of the municipality, one of the problems that has increased over recent years in Colombia, is the pollution of resources water due to dumping of waste water without prior treatment. The project demonstrates a solution to environmental problems through a sewer with a posterior process on the water, through a screening chamber, a tank for a treatment for flow upward through a sludge blanket (UASB) a tank that was used as filters anaerobic and finally a subsurface flow wetland.

* Grade project

** Industrial university of Santander, Civil Engineering. Advisory Engineer Msc Mario García Solano

INTRODUCCION

En los últimos años en las zonas urbanas de nuestro país se han conseguido grandes aumentos en la calidad y cobertura de los servicios de acueducto y alcantarillado, pero aun quedan desafíos importantes ya que por otra parte la zona rural presenta rezagos significativos en los servicios de abastecimiento de agua y disposición de aguas servidas, reflejando de esta manera la inequidad en relación con las zonas urbanas. Optimizar el entorno de vida humana en el campo significa protección del territorio, conservación de recursos naturales, disminución de la migración a la ciudad, seguridad alimentaria y garantía de la biodiversidad y la pluralidad cultural representada en cada región y en las múltiples etnias asentadas en la zona rural.

La práctica empresarial es un instrumento idóneo para que el estudiante ponga a prueba y consolide los conocimientos adquiridos a lo largo de su carrera. Este libro mostrara las labores adelantadas en el Banco de Programas y Proyectos de Inversión Publica Municipal del municipio de San Vicente de Chucurí, en este banco se lleva a acabo un control estricto de los diferentes ciclos de un proyecto.

El aporte técnico de este libro es realizar el diseño de un sistema de alcantarillado con su posterior tratamiento de aguas residuales como planteamiento de una solución al problema de contaminación de la quebrada La Llana, debido a la entrega al cuerpo de agua de las aguas servidas por parte del centro poblado Llana Caliente.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de alcantarillado con un tratamiento de aguas residuales en el centro poblado Llana Caliente del Municipio de San Vicente de Chucuri, Departamento de Santander.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar proyectos de planeación e infraestructura, con los requerimientos técnicos exigidos por el Banco de Programas y Proyectos de Inversión Pública Municipal.
- Estimar las cantidades de obra y presupuestos con precios unitarios fijos para los proyectos presentados al Banco de Programas y Proyectos de Inversión Pública Municipal.

2. ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO SAN VICENTE DE CHUCURI

2.1 RESEÑA HISTORICA

Fue fundado el 7 de septiembre de 1876 por el Señor Sacramento Tristancho. Inicialmente fue llamado la Angostura como corregimiento de Zapatoca. Es erigida en aldea el 6 de octubre de 1881 por la Ley 34 y en municipio el 30 de septiembre de 1887, confirmado por la Ordenanza 16 del 5 de agosto de 1890.

En la finca Chimitá de propiedad del fundador se construyó la primera Capilla u Oratorio en el año 1878, donde se oficio la primera misa, el primer cura párroco fue el Dr. Gil Antonio Serrano y el primer alcalde juez Sacramento Tristancho nombrado por la jefatura departamental.

En 1908 llegó el Telégrafo y en 1916 el Teléfono; en 1925 se construye el acueducto y planta eléctrica; la carretera hacia Barrancabermeja fue terminada en 1932 y en 1985 el corregimiento del Carmen se conforma como municipio siendo autorizado mediante la ordenanza número 28 y el decreto 075 de 1985 en la administración de José Agustín Sedano González.

2.2 RESEÑA GEOGRAFICA

El municipio de San Vicente de Chucurí, está enmarcado entre las coordenadas planas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC - con origen Bogotá NORTE: 1'226.000 a 1'283.000 y ESTE: 1'036.000 a 1'083.000. Ubicado en la provincia de Mares, al centro occidente del departamento de Santander, a una distancia de 98 Km. de la ciudad de Bucaramanga, capital departamental, posee un área rural de **1195,51 Km2 (119.514,41 Has)** Conformada por 37 veredas y 5.394 predios. El área urbana posee una superficie de **185,41 Has (1, 18541 Km2)**, cuenta con 30 Barrios y 3.647 predios (3.345 viviendas.).

San Vicente de Chucurí es un municipio del Departamento de Santander, que limita por el Norte con Betulia, por el Sur con el Carmen de Chucurí, al Oriente con Zapatota y Galán y al Occidente con Barrancabermeja.

San Vicente se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas: 6° 52"57" latitud norte y a 73° 24" 46" longitud occidental.

A partir de 1986 (después de la creación del Municipio del Carmen de Chucurí), nuestro municipio está dividido en 5 corregimientos y 37 veredas:

Los corregimientos son: Puente Murcia, Llana Fría, Pozo Nutria, Albania y Yarima. Comprende tierras ubicadas entre los casi 3.000 m.s.n.m. y los 200 m.s.n.m., la cabecera municipal se ubica a una altura de 692 msnm, con una temperatura promedio de 25° - 27°C y una precipitación media anual del orden de 2100 mm. Cuenta con una población aproximada de 29.000 (Registro Oficial, y según SISBEN de 38250 Hab. De los cuales 17125 habitantes, localizados en la cabecera municipal, y el resto en la parte rural y centro poblado de Yarima. Las actividades principales del municipio son, la agricultura, la ganadería y la extracción de petróleo. El municipio está conformado por 37 veredas, las cuales se mencionan a continuación:

Tabla 1. Veredas de San Vicente

Nº	VEREDA	SUPERFICIE	Nº	VEREDA	SUPERFICIE	Nº1	VEREDA	SUPERFICIE
1	La Viscaina	23433.48	13	Palestina	698.19	25	Yarima	11154.75
2	Albania	6472.58	14	Palmira	817.11	26	Cascajales	4405.78
3	La Tempestuosa	7133.53	15	Naranjito	498.96	27	Alto Viento	949.59
4	Llana Fría	7002.41	16	La Esmeralda	1654.64	28	Agua Blanca	1177.74
5	Llana Caliente	2216.68	17	El Ceibal	677.67	29	Pertrecho	118.17
6	Barro Amarillo	797.96	18	Campo Hermoso	919.72	30	Santa Rosa	594.60
7	Cantarranas	1661.96	19	Guadual	1930.91	31	La Granada	384.41
8	Los Medios	1991.47	20	Nuevo Mundo	912.81	32	La Colorada	528.39
9	La Esperanza	672.48	21	Marcito	2293.95	33	Guamales	4265.09
10	Chanchón	2621.68	22	El León	1104.77	34	La Pradera	1787.63
11	Santa Ines	1413.78	23	Taguales	3075.51	35	Mérida	4384.04
12	El Centro	2385.01	24	Arrugas	5812.02	36	Primavera	3038.39
						37	Pamplona	7559.04

El Municipio tiene partes planas, cerros, valles, páramos y una meseta; accidentes geográficos que influyen en el clima, por lo cual encontramos desde el caliente en la zona de llanura al occidente, hasta clima frío o de páramo en la zona montañosa al oriente.

Sus mayores alturas son el Cerro de Pan de Azúcar (2.026 metros de altura sobre el nivel del mar) y el Cerro de Coconucos.

Geológicamente las tierras de San Vicente de Chucurí están conformadas por rocas sedimentarias del periodo terciario y cuaternario que forman terrazas aluviales, conos y abanicos escalonados.

2.3 ECONOMIA

San Vicente de Chucurí es un municipio con grandes riquezas agrícolas y minerales, generadas por el espíritu emprendedor de sus gentes y la riqueza de sus suelos.

Somos el mayor productor de cacao del departamento y el país. Este producto representa el 60% del total de la producción agrícola municipal (7.000 toneladas anuales).

Las veredas sobresalientes en sus cultivos son: Llana Fría (mayor productor Santa Inés), La Esmeralda, Campo Hermoso, Mérida, El Centro, Palestina, Nuevo Mundo, Guadual, El León, Ceibal, Aguablanca, El Pertrecho y la Esperanza.

El segundo producto agrícola en importancia es el café con 4.000 toneladas anuales y las veredas de mayor producción son El Chanchón, Los Medios, El Centro, Mérida, Pamplona, La Pradera, Guamales, La Colorada, Primavera y la Granada.

Los cítricos (Naranja en un 20%, limón en un 15% y mandarina en un 60%) son otros de los productos de mayor cosecha con 800 toneladas anuales y las veredas de mayor cultivo son Mérida, La Esmeralda, Santa Inés, Palmira, Campo Hermoso, La Palestina, La Esperanza, El Guadual, El Naranjito; y el limón las veredas Albania y la Vizcaína.

Nuestro pueblo es famoso por el sabor de sus aguacates, de los cuales se producen 200 toneladas anuales y las veredas de mayor producción son Altoviento, El Ceibal, León y Llana Fría. El Filón y la Unión con el 80% de la producción.

De plátano se producen 1.500 toneladas anuales en el Marcito y Nuevo Mundo, con el 60% de la producción. El banano con 3.000 toneladas anuales en las Veredas El Centro, Mérida, La Esmeralda, Pamplona y Santa Inés.

La yuca produce 16.000 toneladas anuales en las veredas de Albania, Vizcaína, Yarima, La Llana Cascajales y Llana de Cascajales.

De maíz se cosechan 1.500 toneladas anuales en Llana Caliente, Vizcaína, Yarima, Llana Cascajales y Albania.

También se cultivan en nuestro pueblo frutas como guanábana, mora, lulo, tomate de árbol y guayaba en las veredas de Chanchón, el Centro, Vizcaína, Albania y las Arrugas.

Otra fuente de nuestro pueblo es la ganadería con 42.600 cabezas de ganado bovino aproximadamente siendo las veredas de mayor ganadería El Marcito, Nuevo Mundo, Llana Caliente, Taguales, Vizcaína, Albania y Yarima.

Otros ganados son el porcino con 6.000 cabezas y los equinos con 4.500 a 5.000 cabezas distribuidas en las diversas veredas de nuestro pueblo.

Últimamente ha florecido la piscicultura como nueva tendencia en la producción y diversificación agrícola y ganadera en San Vicente, proyectos que se desarrollan en las veredas El Marcito, Albania, Tempestuosa y Yarima.

Por último, la minería se constituye como otra de las fuentes de recursos en nuestro pueblo, ocupando un primer lugar la explotación petrolera y gas en las veredas cercanas a las riberas del Río Magdalena (Yarima, Albania y la Vizcaína) y los grandes yacimientos de carbón en las veredas El Marcito, Taguales y Llana Caliente.

3. INFORME DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL

3.1 BANCO DE PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVERSIÓN MUNICIPAL

Con el propósito de optimizar el desempeño del Banco se designó al estudiante como apoyo al Banco de Programas y Proyectos de Inversión Pública Municipal, para que por medio del desempeño de diferentes actividades como revisión de especificaciones técnicas, presupuestos, cantidades de obras y documentación general, se logre aumentar el rendimiento en el ejercicio del mismo.

3.1.1 Definición del Banco de Programas y Proyectos de Inversión Pública Municipal. El Banco de Programas y Proyectos de Inversión Pública Municipal es una herramienta para la gestión proyectos, de la cual pueden hacer uso las distintas instancias y diferentes organismos territoriales encargados de cumplir actividades relacionadas con dicha gestión. A través del banco se registran y sistematizan los programas y proyectos que posean viabilidad técnica, ambiental y socioeconómica.

Además es un instrumento el cual nos permite compendiar los planes de desarrollo de las entidades territoriales y el gobierno nacional, en determinados proyectos que se identifiquen con los lineamientos políticos de las diferentes partes en que se realiza la inversión pública, es decir, el banco es un elemento que permite engranar los presupuestos anuales de inversión, con los planes de desarrollo, a través de sistemas de información diseñados para tal fin.

3.1.2 Procedimientos del Banco de Programas y Proyectos de Inversión de Pública Municipal.

3.1.2.1 Información General. Con el fin de captar la información necesaria para la planeación y gestión de la inversión pública, es que se realiza el registro de proyectos en el banco; y así de esta manera lograr que las decisiones de inversión se encaminen hacia criterios de desarrollo y beneficios socioeconómicos. Esta información permitirá que los planes, programas y proyectos de inversión sean sometidos a posteriores tareas de seguimiento y evaluación. Se registran todos los proyectos susceptibles de ser financiados con recursos de inversión pública en el municipio. Los proyectos a registrar en el banco se pueden agrupar de la siguiente manera, teniendo en cuenta la fuente de financiación.

- ❖ Programas y Proyectos municipales que solicitan recursos municipales
- ❖ Programas y Proyectos municipales que solicitan recursos municipales
- ❖ Programas y Proyectos municipales que solicitan recursos municipales:

Esta clase es la que solicita recursos del fondo nacional de regalías, del sistema nacional de cofinanciación (S.N.C.), de la red de Solidaridad Social u otros entes de financiación diferentes a los recursos departamentales o municipales. Estos proyectos se obligan a ser planteados sin obviar los criterios y exigencias de las pertinentes fuentes de financiación a las que se solicitan los recursos.

- ❖ Programas y proyectos municipales que se registran con fines informativos:

Para poder contar con información de los proyectos y programas de entidades descentralizadas del orden municipal que deban realizarse con recursos del respectivo ente, se hará el registro de los mismos.

En todos los casos, los proyectos estarán formulados y evaluados de acuerdo con los criterios básicos de formulación de proyectos de inversión, las metodologías establecidas y los requerimientos adicionales del ente.

3.1.2.2 Procedencia de los programas y proyectos. Los proyectos o programas a ser registrados en el banco de programas y proyectos son los que las diferentes instancias pueden proponer a las secretarías, oficinas o entes descentralizados del municipio a las que le corresponda realizar la inversión. Estas instancias son las siguientes:

- a. Entidades públicas del orden nacional que operen en este municipio
- b. Entidades públicas del orden departamental que operen en este municipio
- c. Del despacho del Alcalde
- d. De miembros de corporaciones públicas de elección popular
- e. De las diferentes secretarías u oficinas de la alcaldía municipal
- f. De los institutos descentralizados de la Administración municipal
- g. De las entidades adscrita o vinculadas a alguna de las anteriores dependencias
- h. De organizaciones gremiales de la producción y el trabajo
- i. En general, toda entidad comunitaria reconocida legalmente

3.1.2.3 Entidad responsable del programa o proyecto. Es el ente gubernamental a quien le corresponde realizar la inversión y quien con la decisión de la comunidad, formule y evalúe los proyectos acorde a las metodologías tomadas y responda por la realización del proyecto frente a los diferentes entes gubernamentales que operan en el municipio. A su vez debe responder por las diligencias de adelantar la solicitud de registro en el banco de programas y proyectos; por lo tanto debe haber un solo responsable, independientemente de la cantidad de entidades cofinanciadoras.

3.1.2.3 Requisitos y documentación necesaria para el registro. Un proyecto para ser registrado de tener una viabilidad favorable. Por lo tanto para empezar el estudio de dicha viabilidad, se deben cumplir unos requisitos básicos dependiendo de la cuantía del proyecto.

- **Para proyectos de cuantía hasta de 40 salarios mínimos legales vigentes:**
 - a. Carta de solicitud de registro en el Banco de Programas y Proyectos de Inversión Pública Municipal firmada por el titular de la secretaría, oficina o ente descentralizado del municipio que es la entidad responsable del proyecto.
 - b. Acta de concertación del proyecto con la comunidad, según modelo adjunto anexo No. 3
 - c. Ficha de Estadística Básica de inversión EBI: Es una ficha esquemática en la cual se sintetizan los principales datos contenidos en la evaluación del proyecto. Esta ficha incluye la información básica necesaria para identificar los principales aspectos inherentes al proyecto, además se constituye en el formato de acceso al Sistema de Información del Banco de Programas y proyectos de Inversión Pública Municipal. Esta ficha debe ser diligenciada correctamente a fin de que los proyectos puedan ser inscritos sin problemas en el sistema.
 - d. Fotocopia de los diseños (si son obras de infraestructura)
 - e. Presupuesto detallado
 - f. Título de propiedad de los terrenos, requerido para las obras a construir

- g. Si se trata de un proyecto de pavimentación de vías urbanas, certificado de que se encuentran instaladas las redes de servicios públicos o que se prevé la culminación oportuna de éstas.
 - h. En caso de que el proyecto sea cofinanciado, anexar carta de compromiso de todos y cada uno de los cofinanciadore, que garanticen la cofinanciación del proyecto y el monto que el respectivo cofinanciadore aportará.
- **Para proyectos de cuantías de 40 a 400 salarios mínimos legales vigentes:**
 - a. Todos los requisitos anteriores establecidos para cuantías hasta 40 salarios mínimos legales vigentes.
 - b. Metodología BPIN, según sector de la inversión (*ver anexo 4*). La evaluación del proyecto la realizará la entidad responsable utilizando las metodologías del Banco de Programas y Proyectos de Inversión Pública Municipal Nacional aplicadas a cada sector.
 - c. Un estudio del proyecto.
- **Proyectos mayores de 400 salarios mínimos legales vigentes:**
 - a. Lo establecido para proyectos de cuantía desde 40 hasta 400 salarios mínimos legales vigentes.
 - b. Estudios y diseños cuyo contenido mínimo según el sector se establece como sigue:

- **OBRAS DE INFRAESTRUCTURA:** Estudio de suelos, levantamiento topográfico, diseño estructural firmado por un ingeniero civil matriculado, diseño sanitario hidráulico firmado por un ingeniero civil o sanitario matriculado, diseño eléctrico firmado por un ingeniero electricista matriculado, cantidades de obra y presupuesto del proyecto, especificaciones técnicas de la construcción, a continuación se presenta la lista de los proyectos macro y micro registrados dentro del Banco de Proyectos.

- **PROYECTOS VIALES:** Planos, levantamiento topográfico (planta y perfil), cartas de tránsito, nivel y movimiento de tierra, presupuesto de obra, especificaciones técnicas de obra, especificaciones técnicas de construcción (planos, detalle de obra de arte, firmado por un ingeniero civil o de vías o transporte).

- **AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO:**

Acueductos: Planos de levantamiento topográfico (planta y perfil), memorias y planos de obras complementarias como bocatoma, desarenador, tanque de almacenamiento y planta de tratamiento, presupuesto de obra y especificaciones técnica de la construcción.

Alcantarillados: Planos de levantamiento topográfico (planta y perfil), memorias y planos de obras de pozos de inspección, estructura de entrega, conexiones domiciliarias, presupuesto de obra, especificaciones técnicas de construcción.

Disposición final de basuras: Ubicación, selección del predio, selección de alternativas, diagnostico del servicio actual de aseo en el municipio, cuantificación y clasificación de basuras, estudio demográfico y urbanístico,

definición del sistema de disposición de basuras, diseño técnico del sistema, cantidad y presupuesto de la obra, especificaciones técnicas de construcción y especificaciones de manejo y operación del sistema.

- **SANEAMIENTO AMBIENTAL:** Tratamiento y uso de aguas residuales: Planos del alcantarillado (si no existe colector para llevar los afluentes a un único punto de descarga), diseño de esa obra, población y tendencias de crecimiento, caudal a tratar, caracterización físico-química del afluente, plano del lote para la planta, descripción técnica del sistema de tratamiento, diseño de la planta, eficiencia esperada del tratamiento.

- **MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES:**

Ordenamiento de recursos: Diagnostico, localización, delimitación y extensión, climatología, geología y características generales de los suelos y los ecosistemas del área, estudio socioeconómico, infraestructura vial y de servicios.

Reforestación: Localización, delimitación y extensión del área, climatología, topografía, aguas, uso actual del suelo, características físico-químicas del suelo especies vegetales arbóreas de la zona, técnicas de la tierra, beneficios, descripción técnica del plan de reforestación, evaluación económica dentro de un marco de ordenamiento de cuencas.

Reforestación: Localización, delimitación y extensión del área, climatología, topografía, aguas, uso actual del suelo, características físico-químicas del suelo especies vegetales arbóreas de la zona, técnicas de la tierra, beneficios, descripción técnica del plan de reforestación, evaluación económica dentro de un marco de ordenamiento de cuencas.

Educación ambiental: identificación de la población objetivo y ubicación, características del programa, plan de trabajo, costos y presupuesto de financiación.

Mitigación de contaminación atmosférica: Inventario de las fuentes emisoras con emisión de las contradicciones de contaminantes, descripción técnica del plan de control y monitoreo, costos y propuestas financieras.

Planes de contingencias: Ubicación, estudio geológicos, geomorfológico, comportamiento hidrológico, territorialización de las amenazas, población expuestas, condiciones de la infraestructura productiva y reproductiva, elaboración y diseño del plan de contingencias que mitigue y prevenga eventuales desastres, propuestas económicas, costo y financiación de la inversión.

- **Proyectos Agropecuarios, Agroindustriales y extractivos:**

Condiciones socioeconómicas generales del espacio regional del proyecto, condiciones actuales del sistema de comercialización y su proyección del desarrollo, análisis sobre el sistema de mercados, análisis financiero y de sostenibilidad del proyecto, monto de la inversión y fuentes de financiación, costo total del proyecto y desarrollo industrial.

- **Proyectos Sociales:**

Análisis sobre el nivel socioeconómico actual de la población actuales de la población y su proyección de mejoramiento, análisis financiero y sostenibilidad del proyecto, monto tal de inversión y fuentes de la financiación, costos del proyecto y desarrollo industrial.

3.1.2.4 Procedimiento para el registro en el banco de programas y proyectos de inversión pública municipal.

- **Radicación:**

Es la constancia de recepción de un proyecto con la documentación requerida, esta constancia es otorgada por el banco. La revisión de la documentación es realizada en el monto en el que el proyecto a sido presentado.

Los proyectos que requieran fuentes de financiación diferentes a el presupuesto municipal deberán estar acompañados de una documentación adicional exigida por cada una de la entidades financiadoras, como ocurre en el caso de aquellos proyectos que requieren de recursos del sistema nacional de cofinanciación.

Inmediatamente el proyecto este radicado, la documentación será remitida por el banco al equipo de planeación responsable de emitir si el proyecto es viable o no, se tendrá una constancia de la recepción del proyecto.

- **Presentación de programas y proyectos al Banco para la radicación:**

Programas y proyectos municipales que solicitan recursos municipales:

Estos programas y proyectos deben ser presentados al banco por las secretarías oficinas

Programas y proyectos municipales que solicitan recursos departamentales:

Estos programas y proyectos serán presentados al banco municipal por las secretarías, oficinas o entidades descentralizadas del orden municipal. El banco los remitirá al equipo de planeación responsable de emitir el concepto de viabilidad, y luego lo registrará y remitirá al banco de proyecto departamental.

Programas y proyectos municipales que solicitan recursos de otras fuentes:

Estos programas y proyectos serán presentados al banco de la secretaria, oficina o ente descentralizado sectorial respectivo, en cuyo caso se considera que se presenta con el concepto sectorial favorable. El banco remitirá la información a la UDECO.

Programas y proyectos que se registran con fines informativos:

Estos programas y proyectos serán presentados por las entidades descentralizadas del orden municipal y serán registradas en Banco.

- **Viabilidad**
- **Las competencias para emitir conceptos de viabilidad son las siguientes:**

Programas y proyectos municipales que solicitan recursos municipales:

Cuando el proyecto sea propuesto por entidad privada o de la comunidad, la oficina de Planeación Municipal, mediante resolución le delegará el concepto de viabilidad de su competencia a la secretaria, oficina descentralizada del orden municipal que tenga que ver con el sector, la cual será la encargada de emitir concepto de viabilidad antes de presentarlo al Banco Municipal.

Si el proyecto es propuesto por una secretaria, oficina o entidades descentralizadas del municipio, la viabilidad será emitida por la oficina de Planeación Municipal, para la cual se conforma el siguiente equipo de trabajo, compuesto por la planta de personal existente en dicha oficina:

- Para proyectos de infraestructura física: Un ingeniero civil, dos arquitectos, un economista.
- Para programas o proyectos sociales: Un administrador de empresas, un sociólogo o trabajador social, un economista.

Todos los proyectos del municipio (independiente de la fuente), deben contar con concepto de viabilidad favorable del municipio.

- **Conceptos que se deben tener en cuenta para emitir una viabilidad**

- a. Verificar que la ejecución del proyecto sea función competente de la entidad que pretende dar solución al problema o necesidad.
- b. Conceptuar aspectos técnicos, socioeconómicos y ambientales.
- c. Analizar la consistencia y la viabilidad del proyecto fundamentada en el problema o necesidad que origina la realización del mismo y con base en los indicadores de evaluación del proyecto a través de:
 - d. El plan de desarrollo.
 - e. El programa de gobierno.
 - f. Programas y proyectos que entienden a finalizar obras inconclusas.

- g. Macroproyectos de impactos socioeconómico a nivel regional.
- h. Programas y proyectos de conservación del medio ambiente.
- i. Programas y proyectos de investigación que generen proyectos productivos.
- j. Constatar la no existencia de otro (s) programa (s) o proyecto (s) que cubran las mismas necesidades.
 - o Verificación de la utilización correcta y completa de la metodología.
 - o utilizada para la identificación, preparación y evaluación del proyecto.
 - o Verificación de la existencia de las cartas de respaldo necesarias, las cuales deberán expresar la intención de cofinanciar el programa o proyecto.

- **Los plazos para emitir concepto de viabilidad son:**

Se da un plazo de 30 días hábiles a partir de la radicación del proyecto en el Banco Municipal, este es el plazo máximo para emitir concepto de viabilidad sobre los programas y proyectos que solicitan recursos municipales.

- **Los resultados de la calificación de viabilidad:**

Cuando el proyecto es viable, la instancia encargada de emitir el concepto respectivo, remitirá al Banco inmediatamente la ficha EBI, estudios y documentos que le hayan sido entregados, para proceder a su registro.

Si el programa o proyecto no es viable, dicha instancia lo devolverá a la secretaría, oficina o ente descentralizado municipal que lo presentó dentro de un plazo de (10) días máximo, dando a conocer las razones que motivaron la no viabilidad, estos darán a conocer dichas razones al proponente del proyecto, si es el caso, en un plazo máximo de 5 días contados a partir de la fecha de recibido.

- **Registro:**

- **Competencia y función del registro:**

El registro de los programas y proyectos es competencia del Banco Municipal y pueden tener dos fines:

- Solicitud de recursos municipales, departamentales o nacionales.
 - Información para que el municipio pueda realizar el seguimiento que debe presentar a la fuente de financiación de los programas y proyectos de inversión pública.
 - El registro en el Banco de Programas y Proyectos de Inversión Pública Municipal, indica siempre que los programas y los proyectos son viables, y por lo tanto pueden ser ejecutadas con recursos públicos.

- **Código de registro:**

Todo proyecto en el momento de ser registrado recibirá un código de registro: Código BPIM. Un programa o proyecto puede ser registrado en varios Bancos (caso de programas y proyectos cofinanciados por varios niveles territoriales), dicho código de registro es único y es el que se le asigna al programa o proyecto en el primer Banco en el cual se registra. Por ejemplo, un proyecto municipal que

solicita recursos del departamento y de la nación, será registrado en tres Bancos y tendrá un solo código. Los tres Bancos en que se registra son los de dos niveles municipal, departamental y nacional.

- **La estructura del código BPIM.**

Toda instancia donde se registre posteriormente el programa o proyectos está obligada a mantener el código original asignado.

EJEMPLO DE ASIGNACIÓN DE UN CÓDIGO BPIM

A manera de ejemplo, el código BPIM con el cual queda registrado en el 2004, en el Banco de Programas y Proyectos de Inversión Pública Municipal de (entidad Territorial) un proyecto calificado como viable, cuyo número de radicación es 00012, es el siguiente:

2004-1-68-689-00012.

El 2004 indica que fue radicado en el año 2004; el 1 que el municipio cuenta con un sistema; 68 que dicho Banco es del Departamento de Santander; el 689 que está localizado en el municipio de San Vicente de Chucurí (Entidad territorial) y el 00012 que el proyecto fue radicado bajo el número 00012.

- **Oportunidad del registro**

Los proyectos pueden ser registrados durante todo el año en el Banco Municipal. Sin embargo, solo se tendrá en cuenta para integrar EL PLAN OPERATIVO ANUAL DE INVERSIONES (POAI), aquellos proyectos que hayan sido registrados a la fecha señalada por acto administrativo emanado del Alcalde Municipal.

- **Proyectos municipales que solicitan recursos municipales:**

Una vez el programa o proyecto es calificado como viable, se registra en el Banco Municipal.

En caso de los proyectos que buscan recursos del fondo Nacional de Regalías, una vez cumplido los procedimientos de viabilidad y registro, deberán obtener concepto del CORPES, la Corporación Autónoma o la Región correspondiente, según el caso, y ser representado por aquellas entidades territoriales a la Comisión Nacional de Regalías, en forma individual, conjunta o asociada, para su estudio por parte del Comité técnico a que se refiere el artículo 8 de la ley 141 de 1994.

Estos proyectos se registrarán igualmente en el Banco de Programas de Inversión Nacional BPIN, una vez se apruebe la respectiva asignación.

- **Información sobre el registro:**

El Banco de Programas y Proyectos de Inversión Pública Municipal, deberá informar sobre la situación del programa o proyecto a la secretaría, oficina o ente descentralizado del municipio que lo presentó, dentro de un plazo de (10) días contados a partir de la fecha de entrega del concepto de viabilidad con la instancia correspondiente.

3.1.3 Procedimientos para la actualización de programas y proyectos en el Banco de Programas y Proyectos de Inversión Pública Municipal. Cuando se producen modificaciones en cierta información de un programa o proyecto que se encuentra registrado en el Banco Municipal, es necesario actualizarla. La actualización deberá realizarla la entidad u organismo que lo presentó al Banco.

Los programas y proyectos registrados en el Banco de Programas y Proyectos de Inversión Pública Municipal, deben actualizarse en los siguientes casos.

- Cuando han transcurrido 2 años desde su registro en el Banco, sin que hayan sido actualizados, ni se le hayan sido asignados recursos y se quiera mantener el proyecto para optar a recursos en la vigencia siguiente.

Todo proyecto registrado en el Banco, al que no se le haya asignado recursos un haya sido actualizado durante 2 años consecutivos, será excluido del Banco.

- Cuando los requerimientos de los recursos solicitados para cada vigencia presupuestal y/o fuentes de financiación originalmente identificadas han cambiado, sin que el costo total del proyecto varíe.
- Cuando los costos del proyecto han variado con respecto a lo calculado inicialmente, independientemente de los costos de inflación.

La actualización debe efectuarse teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:

- El proyecto se debe identificar con el código de BPIM asignado inicialmente.
- En el espacio de observaciones se debe explicar brevemente las razones por las cuales se actualiza el proyecto.

Los proyectos que son presentados para solicitar recursos del Sistema Nacional de Cofinanciación, a los cuales no se les ha asignado recursos para la vigencia en la cual fueron presentados, deberán ser actualizados, con el fin de hacer las modificaciones técnicas que exige el sistema Nacional de Cofinanciación (SNC) y

retirar el interés en seguir buscando recursos de algunos de los fondos para la vigencia presupuestal siguiente.

Cuando la información que cambia se refiere a los objetivos y/o metas, se trata de un proyecto distinto, por lo tanto se debe realizar nuevamente el estudio de formulación y evaluación, diligenciar una nueva ficha EBI del proyecto y presentarlo al Banco para su registro siguiendo los procedimientos normales de registro.

3.1.4 Proceso presupuestal. El objetivo del siguiente capítulo es describir las diferentes etapas a que son sujetos los programas y proyectos de inversión que han de ser susceptible de financiar o cofinanciar con recursos del presupuesto general del municipio.

3.1.4.1 Programación. Con la programación se identifican las necesidades básicas de la comunidad, las cuales deben estar en el programa planteado. Para desarrollar esta etapa, hemos de tener en cuenta el método de participación comunitaria, proceso que es realizado a través de las Secretarías, oficinas y entes descentralizados del municipio, de acuerdo con el sector que corresponda, reciben las necesidades de la comunidad, y luego son estos los responsables de identificar, formular y evaluar programas y proyectos de su competencia; con las cuales se tendrá actualizado el Banco de Programas y Proyectos de Inversión Pública Municipal, permitiendo así ejecutar obras que fueron pensadas y evaluadas en el tiempo y evitar la dilapidación de los recursos en forma improvisada.

Dentro de la programación se ha de considerar, además de lo anterior el registro de programas y proyectos en el Banco de Programas y Proyectos de Inversión Pública Municipal, el Plan Operativo Anual de Inversiones y el Presupuesto General del Municipio.

3.1.4.2 Registro de programas y proyectos en el Banco de Programas y Proyectos de Inversión Pública Municipal. El registro de proyectos en el BPIM, indica siempre que los proyectos son viables por lo tanto que son susceptibles de ser financiados o cofinanciados con recursos del Presupuesto general del municipio o recursos propios de entidades descentralizadas del orden municipal, del departamento, de la nación u otras posibles fuentes de financiación diferentes a las anteriores.

3.1.4.3 Plan Operativo Anual de Inversiones. Es un elemento del sistema presupuestal que muestra los proyectos de inversión clasificado por sectores, órganos y programas.

Adicionalmente define para cada proyecto su valor, teniendo en cuenta el origen de las fuentes de financiación y el destino de los recursos. Este plan se elabora tomando como base los estimativos fijados en el plan financiero. Los programas y proyectos que aparezcan en el plan operativo anual de inversiones, deberán estar registrados en el BPIM.

El plan de inversiones es preparado conjuntamente con la secretaría de Hacienda y la oficina de planeación, el cual debe incorporar la totalidad de los programas y proyectos que ejecutará el municipio con sus rentas y participaciones, programas para la respectiva vigencia presupuestal, discriminado el detalle de los de inversión social que se financiaron con la participación en los ingresos corrientes de la nación que le corresponden al municipio.

3.1.4.4 Presupuesto general del municipio. Es un componente del sistema presupuestal que sirve como instrumento para dar aplicación del plan de Desarrollo Municipal para el cumplimiento en lo económico y social contemplado en sus planes y programas.

Una vez consolidado el presupuesto de funcionamiento e inversión; se discutirá en consejo de Gobierno, para que cada jefe de independencia plantee sus observaciones y reparos las cuales serán decididas por el alcalde.

3.1.4.5 Presentación. Hechos los ajustes en el consejo de Gobierno, si a eso hubiere lugar, el alcalde debe presentar el proyecto de presupuesto a las Juntas Administrativas Locales para que rindan concepto sobre las partidas presupuestales propuestas por el Alcalde y luego el Alcalde presentará el proyecto de presupuesto general a consideración del Consejo durante los primeros (10) días del último periodo de sesiones ordinarias para iniciar en esta los trámites correspondientes.

3.1.5.6 Análisis y estudio por parte de las corporaciones. Podrá eliminar y reducir las partidas para gastos propuestos en gastos generales que no impliquen parálisis administrativa.

3.1.5.7 Aprobación. Hechas las modificaciones pertinentes si el consejo decide, aprueba el proyecto de presupuesto para la siguiente vigencia fiscal, el cual sancionará el ejecutivo y procederá a efectuar la liquidación previa, por decreto para iniciar su ejecución el 1º de enero del año siguiente.

El presupuesto debe ser aprobado por el Concejo Municipal en el segundo debate antes de la media noche del 30 de noviembre del año respectivo, de no ser así, regirá el proyecto presentado por el alcalde, incluyendo las modificaciones que hayan sido aprobadas en el primer debate.

3.1.5.8 Ejecución presupuestal. Se desarrolla a través del recaudo de las rentas y la autorización de los gastos mediante los siguientes instrumentos:

3.1.5.9 Programa Anual de Caja (PAC). Con el PAC son determinados los flujos

de pagos que se proyectan para la vigencia fiscal, tomando como base los estimativos fijos en el plan financiero.

Por otra parte regula la ejecución de las apropiaciones presupuestales. Este programa comprende la totalidad de los ingresos y gastos autorizados en el acuerdo de presupuesto y determina el volumen e pagos que son posibles realizar mensualmente en el transcurso de la vigencia fiscal. Este se presenta por organismos y entidades descentralizadas municipales desagregadas en el funcionamiento, deuda e inversión.

El programa anual de caja estará clasificado en la misma forma de presupuestos y estará elaborado por los diferentes órganos incluidos en el presupuesto general del municipio, con la asesoría de la Secretaría de Hacienda y teniendo en cuenta las metas financieras establecidas por el Comité de Hacienda.

Los órganos que conforman secciones o partes del presupuesto general del municipio presentarán el programa anual mensualizado de caja a la Secretaría de Hacienda, Unidad de presupuesto, antes del 10 de diciembre, clasificando el funcionamiento en servicios personales, gastos generales, transferencia y previsión social; el servicio de la deuda externa e interna si existiere y la inversión diferenciando los pagos con recurso por transferencias, de la nación, de los correspondientes a los ingresos propios de los establecimientos públicos.

Las modificaciones al programa anual de caja, serán aprobadas por el Comité de Hacienda con base en las metas establecidas. Estos podrán reducir el programa anual de caja en caso de detectarse una deficiencia en su ejecución.

3.1.5.10 Control presupuestal.

- **Control Político:**

Es ejercido por las corporaciones vigilando la ejecución del presupuesto y las normas que lo regulan, así como su adecuada ejecución orientación de acuerdo con los planes y programas en él contemplados.

- **Control financiero:**

La Secretará de Hacienda en el momento de la programación y la ejecución presupuestal, efectuará el seguimiento financiero del presupuesto general del municipio.

La oficina de Planeación Municipal evaluará la gestión y realizará el seguimiento financiero de los programas y proyectos de inversión pública, para lo cual podrá solicitar directamente la información financiera necesaria.

- **Vigilancia Administrativa:**

Concentra su atención en el desarrollo de los programas y actividades y en sus resultados, según los objetivos trazados, para verificar las desviaciones, retrasos e interferencias, que se presentan en el cumplimiento de la misión. La Secretaría de Hacienda ejercerá la vigilancia administrativa del uso que se de a los aportes o prestamos del presupuesto municipal a las empresas industriales y comerciales del municipio y sociedades de economía mixta del orden municipal.

- **Control fiscal:**

Es un control externo, ejercido por un organismo independiente de la administración, vigilas la gestión fiscal de la administración y de los particulares o

entidades que manejan fondos o bienes de estado, en todas sus órdenes o niveles.

La Contraloría Municipal ejercerá la vigilancia de la ejecución del presupuesto sobre todos los sujetos presupuestales, previstos en la ley 42 de 1993 y normas que la sustituyen o adicionen.

3.1.6 Procedimientos para el seguimiento a los programas y proyectos del municipio. Se debe realizar el seguimiento físico – financiero por la entidad responsable del proyecto, este se realizará de manera directa, sin embargo, esta deberá remitir trimestralmente al Banco de Programas y Proyectos de Inversión Pública Municipal la información del avance físico-financiero del proyecto con base en la ficha de seguimiento y control de proyectos.

Además del municipio de (Entidad territorial), a través de la oficina de Planeación Municipal, deberá adoptar el sistema de seguimiento y evaluación de proyectos de inversión SSEPI, herramienta informática para el manejo de los proyectos de inversión en los entes territoriales, diseñado para el uso de las dependencias de Planeación y especialmente en la primera etapa para los Banco de Programas y Proyectos de Inversión Pública Municipal. El objetivo de este programa es permitir el acceso posterior al sistema por parte de las Secretarías Sectoriales y Secretarías de Hacienda, cuando estas dependencias pueden articularse a las redes locales. Esta versión tiene habilitada la función de proyectos, que, de acuerdo con lo dispuesto en la ley se realizará en los Bancos de Programas y Proyectos; apoya las funciones de radicación y calificación de viabilidad y permite realizar la labor de seguimiento físico-financiero a los proyectos de inversión.

4. DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL CENTRO POBLADO LLANA CALIENTE DEL MUNICIPIO DE SAN VICENTE DE CHUCURI

4.1 DESCRIPCION

El área de estudio del proyecto de la red de alcantarillado sanitario corresponde al centro poblado **Llana Caliente de la Vereda Llana Caliente**, perteneciente al **Municipio de San Vicente de Chucuri** del **Departamento de Santander**, el área de estudio esta localizada en el sector central del municipio entre las coordenadas Norte 1'253.750 - 1'254.000 y Este 1'058.550 - 1'058.850, el centro poblado dista aproximadamente unos 20 Km. del casco urbano del municipio.

En la actualidad el centro poblado no cuenta con un sistema de alcantarillado, el sistema de evacuación de las aguas residuales es independiente para los domicilios y establecimientos públicos, estos pozos sépticos no tienen la capacidad para la demanda actual y su vida útil ya expiro, estos sistemas de descarga directa sobre la quebrada aumentan notoriamente el grado de contaminación en el cuerpo de agua.

Estas circunstancias permiten plantear un sistema que constara básicamente de una red de tuberías que trabajan a flujo libre con la cual se pueda realizar una recolección individual para cada domicilio y establecimiento publico, para de estar manera hacer una captación total del agua residual y así transportarlas al punto de entrega en la planta de tratamiento, la red estará sobre el eje de la vía, tendrá 4 tramos y contara con 4 pozos de inspección. No se contara con ningún tipo de aliviadero ya que el sistema es de uso exclusivo para aguas negras, por lo tanto no se generan excesos en el transporte de las aguas. Este sistema se diseñara con todos los requerimientos y normas técnicas necesarias para dar solución a esta

necesidad prioritaria de contaminación, promoviendo así el desarrollo y mejorando la calidad de vida de la comunidad.

A continuación se plantea el cálculo de los parámetros necesarios para estimar el caudal de diseño del sistema de alcantarillado sanitario. El cálculo de este caudal servirá con el fin de calcular los diámetros de los colectores y del emisor final, el cual transportara las aguas que llegaran a la planta de tratamiento para su posterior entrega al cuerpo de agua de la quebrada LA LLANA.

4.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE AGUAS RESIDUALES

4.2.1 Parametros de diseño.

4.2.1.1 Nivel de complejidad. La clasificación del proyecto para determinar su nivel de complejidad depende del número de habitantes en la zona del centro poblado proyectado al periodo de diseño del sistema, su capacidad económica y el nivel de exigencia técnica que demande el proyecto, para todo el territorio nacional se establecen los siguientes niveles de complejidad, Bajo, Medio, Medio Alto y Alto.

El sistema contempla un Nivel De Complejidad Bajo, el cual se establece para todos los componentes del proyecto.

4.2.1.2 Periodo de diseño. Para un nivel de complejidad bajo como el asignado en el proyecto, se recomienda diseñarlo a un periodo de 15 años.

4.2.1.3 Población. Para el nivel de complejidad asignado al centro poblado **Llana Caliente**, la RAS permite usar el método exponencial para determinar el

crecimiento poblacional, este método se basa en información de los últimos censos de la zona en estudio.

EL MÉTODO EXPONENCIAL

La utilización de este método requiere conocer por lo menos dos censos para poder determinar el promedio de la tasa de crecimiento de la población. Se recomienda su aplicación a poblaciones que muestren apreciable desarrollo y poseen abundantes áreas de expansión. La ecuación empleada por este método es la siguiente:

$$P_f = P_{ci} \cdot e^{k \cdot (T_f - T_{ci})}$$

$$k = \frac{\ln P_{ci} - \ln P_{ca}}{t_{ci} - t_{ca}}$$

Pf: Población futura correspondiente al año del periodo

Pci: Población correspondiente al censo inicial con información = 146 hab

Tci: Año correspondiente al censo inicial con información = 2005

Tf: Año al cual se quiere proyectar la información = 2023

K: Tasa de crecimiento de la población la cual se calcula como el promedio de las tasas calculadas para cada par de censos. Donde:

Pca: Población del censo anterior = 120 hab

Tca: Año correspondiente al censo anterior = 2000

Ln: Logaritmo natural o neperiano.

$$k = \frac{\ln(146) - \ln(120)}{2005 - 2000}$$

$$k = 0,03922$$

$$P_f = 146 \cdot e^{0,03922 \cdot (2023 - 2005)}$$

$$P_f = 296 \text{ hab}$$

4.2.2 Caudal medio de aguas residuales. La cantidad de aguas residuales producidas esta compuesta por las aguas domesticas, industriales, comerciales e institucionales. La estimación del caudal medio se hará sumando las diferentes contribuciones.

$$QMD = QD + QC + QI + QIN$$

- APORTES DOMESTICOS (QD)

El aporte domestico esta dado por la siguiente expresión

$$Q_d = \frac{R * D * A * C}{86400}$$

$$Q_d = \frac{R * P * C}{86400}$$

Q_d = Caudal medio diario de aguas residuales domesticas en litro por segundo
(LPS)

R= Coeficiente de retorno

D= Densidad bruta de población en habitantes por hectárea (Hab/ha)

A=Área residencia brutal en hectáreas (ha)

P=Población servida (hab) P=D*A

C= Consumo por habitante en litros por habitante y por día (L/hab-día)

Coefficiente de retorno (R)

El coeficiente de retorno es la porción de agua de uso domestico que se entrega al sistema de recolección de aguas residuales, en este caso se adopto un valor de 0.9

Población servida (P)

Hace relación a la población para cada tramo y se calcula como el producto entre la densidad de población y el área de análisis.

Consumo por habitante (C)

El valor del consumo diario de agua por habitante, conocido como la dotación por habitante, dependerá del nivel socio económico de la zona, en nuestro caso es nivel de complejidad bajo para este caso se recomienda tomar 150 L/hab-día.

- APORTES COMERCIALES (QC)

Para zonas mixtas comerciales y residenciales puede ponderarse el caudal con base en la RAS, la zona cuenta con áreas que poseen actividad comercial, por ende se considero un valor de aporte comercial de 0,5 (L/s-ha comercial) según el reglamento.

$$Q_c = 0,5 * A$$

- APORTES INDUSTRIALES (QI)

Debido a que en el centro poblado la actividad industrial es muy baja, no se consideran este parámetro para efectos de diseño.

$$Q_i = 0$$

○ APORTES INSTITUCIONALES (QIN)

La zona cuenta con el Colegio Llana Caliente y un puesto de salud, para considerar su aporte se baso en el dato suministrado por la RAS el cual recomienda un caudal mínimo de 0,5 (L/s ha IN).

$$Q_{IN} = 0,5 * A$$

$$Q_{IN} = 0,5 * 0,77$$

$$Q_{IN} = 0,385 \text{ LPS}$$

4.2.3 Caudal maximo horario (QMH). Este se calcula multiplicando el caudal medio diario (QMD) por el factor de mayoración, este factor se puede calcular en función de la población según la formula de FLORES, el valor de f se calcula tramo a tramo a medida que aumenta la población, así:

$$F = \frac{3,5}{P^{0,1}} \quad \text{FLORES}$$

$$QMH = F * QMD$$

4.2.4 Aportes por aguas de infiltración. La zona en estudio se caracteriza por ser un área plana que cuenta con una quebrada aledaña, para este caso el coeficiente de infiltración recomendado es de 0,4 LPS/Ha, ya que es una zona de alta infiltración.

$$C_{IF} = 0,4 * A$$

$$C_{IF} = 0,4 * A$$

4.2.5 Aportes conexiones erradas. Este aporte corresponde básicamente a la incorporación de los desagües pluviales (Bajantes de los tejados y patios) a la red sanitaria, por lo tanto se debe adicionar al caudal de diseño de aguas negras, para este caso no se cuenta con un sistema pluvial y se cuenta con un nivel de complejidad bajo, para esta situación se recomienda tomar un aporte por un valor de 2 (L/s-ha)

$$C_{CE} = 0,2 * A$$

$$C_{CE} = 0,2 * A$$

4.2.6 Caudal de diseño. Este valor se calcula sumando el caudal máximo horario, los aportes por aguas de infiltración y los aportes por conexiones erradas para cada uno de los tramos.

$$QD = QMH + QIF + QCE$$

QD: Caudal de diseño (LPS)

QMH: Caudal máximo horario (LPS)

QIF: Caudal por infiltraciones (LPS)

QCE: Caudal por conexiones erradas (LPS)

Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo es inferior a 1,5 LPS, debe adoptarse este valor como caudal de diseño. RAS **D.3.2.5**

4.2.7 Especificaciones de diseño. Estas especificaciones fueron tomadas de normas que regulan el diseño de los sistemas de recolección de aguas residuales en el país.

- En los sistemas de alcantarillado de aguas negras no se permite el uso de un diámetro inferior a 8 pulgadas.
- Con el fin de garantizar el autolavado en los colectores se debe garantizar una velocidad mínima que evite que los sólidos transportados se depositen. La RAS establece la velocidad mínima para alcantarillados sanitarios, para cualquier material y a tubo lleno, de 0.6 m/s y velocidad real de 0,45 m/s.
- La velocidad máxima esta en función de la sensibilidad a la abrasión del material usado. Las velocidades máximas, de acuerdo con el material del conducto, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 2. especificaciones de diseño

MATERIAL	V máxima (m/seg)
a. Ladrillo común	3
b. Ladrillo vitrificado y gres	5
c. Concreto de f'c=2.000 psi.	3
d. Concreto de f'c=3.000 psi.	6
e. Concreto de f'c=4.000 psi.	10
f. Cloruro de Polivinilo	10
g. Asbesto Cemento	10

Fuente: CDMB, normas técnicas de diseño de alcantarillados

- El valor de pendiente mínima se debe ajustar al valor de velocidad que garantice condiciones de autolimpieza en el colector
- La pendiente máxima en la tubería se debe ajustar igualmente a la velocidad máxima permisible según el material usado.

Tabla 3. Diseño de alcantarillado

TRAMO	AREA (Ha)		LONGITUD (m)	DENSIDAD (hab/Ha)	POBLACION (hab)	C (L/s ha.dia)	R	QD (LPS)	QC (LPS)	QI (LPS)
	PROPIA	ACUMULADA								
A-B	0,7845369	0,7845369	61,40	93	73	150	0,9	0,11447088	0	0
B-C	0,8058699	1,5904068	72,64	93	149	150	0,9	0,23205444	0	0
C-D	0,6840391	2,2744459	64,10	93	212	150	0,9	0,33186181	0,25	0
D-E	0,8929986	3,1674445	101,87	93	296	150	0,9	0,46215821	0,45	0

TRAMO	QIN (LPS)	QMD (LPS)	f	QMH (LPS)	QIF (LPS)	QCE (LPS)	QD (LPS)	S (%)	Φ (m)	Φ "
A-B	0,451	0,565470884	2,278140701	1,288222237	0,31381476	0,15690738	1,758944	1	0,0704454	2,77344
B-C	0,451	0,683054442	2,122711918	1,449927806	0,63616272	0,31808136	2,404172	2	0,0695508	2,738219
C-D	0,451	1,032861807	2,048114912	2,115419669	0,90977836	0,45488918	3,480087	2	0,079898	3,145592
D-E	0,451	1,363158215	1,981394619	2,700954352	1,2669778	0,6334889	4,601421	2	0,0887206	3,492936

TRAMO	Φ Comercial "	Φ Comercial (m)	K	θ	y/D	q/Q	a/D2	a	v	v/V	V
A-B	8	0,2032	0,01849	1,67433	0,1652152	0,059312	0,08496121	0,00350807	0,50139965	0,5482504	0,91454498
B-C	8	0,2032	0,01787	1,65951	0,1624708	0,057325	0,08293867	0,00342456	0,70203866	0,542684533	1,29364044
C-D	8	0,2032	0,02586	1,82814	0,1947354	0,082979	0,10763263	0,00444418	0,78306671	0,605366345	1,29354186
D-E	8	0,2032	0,03420	1,97042	0,2236555	0,109716	0,13115523	0,00541543	0,84968697	0,656955487	1,29337069

4.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

La planta de tratamiento de aguas residuales tiene como objetivo principal remover las cargas contaminantes generadas por el centro poblado Llana Caliente, y así poder realizar un vertimiento al cuerpo de agua con bajas concentraciones perjudiciales que le permita al medio ambiente conservar su equilibrio. El tratamiento comienza con un tratamiento de cribado, un reactor UASB, un filtro anaerobio y un humedal de flujo subsuperficial.

4.3.1 Tratamiento de cribado. Es una estructura compuesta por un canal de transporte de aguas residuales a al cual se le adaptan una serie de rejillas cuyo fin es remover basuras, material sólido grueso y en general todos aquellos desperdicios presentes en las aguas residuales que presentan peligro para la operación correcta de válvulas, bombas, etc. La rejilla consta básicamente de un sistema de barras paralelas, inclinadas o verticales, igualmente espaciadas y colocadas en la sección transversal del canal que conduce las aguas residuales. De acuerdo con el método de limpieza, las rejillas o cribas son de limpieza manual o mecánica. Según el tamaño de las aberturas se clasifican como rejillas gruesas o finas. Las gruesas son aquellas con aberturas iguales o mayores de 0,64 cm (1/4 pulgada), mientras que las finas tienen abertura menores de 0,64 cm.

La longitud de las rejillas de limpieza manual no debe exceder de la que permita su limpieza conveniente por el operador. En la parte superior de la rejilla debe proveerse una placa de drenaje temporal del material removido. El canal de acceso a la rejilla debe diseñarse para prevenir la acumulación de arena u otro material pesado, antes y después de la rejilla. El canal debe, preferiblemente, ser horizontal, recto y perpendicular a la rejilla, para promover una distribución uniforme de los sólidos retenidos por ella. A medida que el material se acumula sobre la rejilla, ésta se va taponando y la pérdida de energía, consecuentemente,

aumenta. El diseño estructural debe ser el adecuado para impedir la rotura de la rejilla cuando está taponada.

4.3.1.1 Canal de acceso a la planta. Estructura en concreto que tiene la función de transportar el agua residual proveniente de la tubería de acceso hasta la sección del tamizado grueso, en esta estructura son almacenados todos los sólidos gruesos que retiene la rejilla.

El cambio de sección se realiza para mejorar las condiciones de llegada a la cámara de cribado, las aguas residuales provenientes del alcantarillado, se transportan por medio de una tubería de acceso de 8 pulg., el cambio de canal circular a canal rectangular modifica las condiciones hidráulicas, por tal motivo se calculan dichos cambios a continuación.

- Datos hidráulicos de la Tubería de acceso

Altura Lamina de Agua (Y)

$$Q / Q_0 = 0,1097 \rightarrow Y / d_0 = 0,2527$$

$$Y = 0,2527 * d_0$$

$$Y = 0,2527 * 0,18m$$

$$Y = 0,0455m$$

$$h_v = v^2 / 2g$$

$$h_v = (0,85m/s)^2 / 2(9,81m/s^2)$$

$$h_v = 0,0368m$$

Cabeza hidráulica

- Parámetros del canal

Sección: rectangular

Dimensiones: $b = 0,2 \text{ m}$; $h = 0,3 \text{ m}$

Coefficiente rugosidad del concreto = 0,014

Caudal de diseño = 4,6 LPS = 0,0046 m³/s

- Ecuación de Conservación de la Energía para la transición de sección circular a rectangular

$$H_i = H_f + H_e + H_{fr}$$

H_i : Energía inicial o antes de la transición

H_f : Energía final o energía después de la transición

H_e : pérdidas por turbulencia = 0

H_{fr} : pérdidas por fricción = 0

- Altura de la lamina de agua (Y_{cc}) : Tirante hidráulico

$$H_t = H_{cc}$$

H_t : Energía en la tubería

H_{cc} : Energía en la cámara de cribado

$$H_t = Y_t + V_t^2 / 2 * g$$

$$H_t = 0,0455m + 0,0368m$$

$$H_t = 0,0823m$$

$$H_{cc} = 0,0823m$$

$$H_{cc} = Y_{cc} + Qd^2 / 2 * g * Acc^2$$

$$H_{cc} = 0,0823m = Y_{cc} + 0,0046m^3 / s / (2 * 9,81m / s^2 * (0,2m * Y_{cc})^2$$

$$Y_{cc} = 0,0779m$$

- Altura máxima lamina de agua (Ymax)

$$\text{Caudal maximo (Qmax)} = 3 \cdot Qd = 3 \cdot 0,0046 \text{ m}^3/\text{s} = 0,0138 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_{cc} = Y_{\max} + Q_{\max}^2 / 2 \cdot g \cdot A_{cc}^2$$

$$H_{cc} = 0,0823 \text{ m} = Y_{\max} + 0,0138 \text{ m}^3 / \text{s} / (2 \cdot 9,81 \text{ m} / \text{s}^2 \cdot (0,2 \text{ m} \cdot Y_{\max})^2)$$

$$Y_{\max} = 0,0786 \text{ m}$$

- Velocidad a flujo normal (v)

$$V = Qd / b \cdot Y_{cc}$$

$$V = 0,0046 \text{ m}^3 / \text{s} / (0,2 \text{ m})(0,0779 \text{ m})$$

$$V = 0,29 \text{ m} / \text{s}$$

- Caudal unitario (q)

$$q = Qd / b$$

$$q = 0,0046 \text{ m}^3 / \text{s} / 0,2 \text{ m}$$

$$q = 0,023 \text{ m}^3 / \text{s} \cdot \text{m}$$

4.3.1.2 Tamizado grueso. El cribado es la primera operación apreciable en un planta de tratamiento de aguas residuales, se utiliza para interceptar y retener sólidos gruesos, con el fin de proteger bombas, válvulas, tuberías y otros elementos, contra posibles daños y obturaciones ocasionados por objetos de gran tamaño como trapos, palos, alambres, botellas y en general todo tipo de basuras arrojadas al alcantarillado, esta unidad esta conformada por barras o varillas paralelas llamada rejilla (tamiz de barras) de limpieza manual, debe realizarse un cepillado periódico, dependiendo de las características del liquido residual que se esta bajo tratamiento, esto con el fin de evitar inconvenientes como lo es la perdida de carga excesiva entre las barras.

La rejilla a instalar será de ½ pulgada y tendrá una separación entre barras de 1 pulgada, la sección del canal es cuadrada con una pendiente del 0.5%, la rejilla se emplazara en el canal con un ángulo de 45° con la horizontal a la dirección del flujo.

Diseño Rejilla

Varilla 1/2 pulgadas y separación entre varillas = 0.0254 m

Caudal de diseño (Qd) = 4.6 LPS = 0.0046 m³ / s

- Ecuación de conservación de energía

$$H_i = H_f + H_R$$

H_i: Energía antes de la rejilla gruesa.

H_f: Energía después de la rejilla gruesa.

H_R : Perdidas en la rejilla gruesa.

$$H_R = \beta * (w / a)^{4/3} * h_v * \text{sen}\theta$$

β : Factor de forma (barra circular = 1,79)

w: Ancho de barra = 0,0127 m

a: Separación entre barras = 0,0254 m

h_v: Cabeza hidráulica = 0,0368 m

θ : Angulo de inclinación de las barras = 45°

$$H_R = 1,79 * (0,0127m / 0,0254m)^{4/3} * ((0,85m / s^2)^2 / 2 * 9,81m / s^2) * \text{sen}(45)$$

$$H_R = 0,0185m$$

- Altura lamina agua rejilla gruesa (YRG)

$$H_{cc} = H_{dr} + H_R$$

Hcc: Energía en la cámara de cribado = 0,0823 m

Hdr: Energía después de la rejilla

$$H_{dr} = Y_{RG} + Qd^2 / 2 * g * A^2$$

$$0.0823 = Y_{RG} + (0,0046m^3 / s)^2 / 2 * 9,81m / s^2 * (0,2m * Y_{RG})^2 + 0,0185m$$

$$Y_{RG} = 0,0548m$$

- Velocidad (V_{RG})

$$V_{RG} = Qd / (b * Y_{RG})$$

$$V_{RG} = 0,0046m^3 / s / (0,2m * 0,0548m)$$

$$V_{RG} = 0,42m / s$$

- Numero Varillas (N_v)

$$N_v = b / (a + w)$$

$$N_v = 0,2m / (0,0254m + 0,0127m)$$

$$N_v = 5 \text{ varillas}$$

recalculando se tiene

$$a = 0,0227m$$

4.3.1.3 Tamizado fino. Este elemento esta conformado por una rejilla de 3/8 pulgada con una separación entre barras de 0.01 m y sección similar a la rejilla gruesa. Los tamices finos van desde la remoción de sólidos gruesos y finos, en aguas residuales crudas, hasta la remoción de sólidos suspendidos en efluentes de procesos biológicos de tratamiento, el material removido con tamices finos posee características similares al lodo removido en sedimentadores primarios. Las rejillas para el tamizado fino son las mas utilizadas por su facilidad en la limpieza manual.

Diseño Rejilla

Varilla 3/8 pulgadas y separación (a) = 0.01 m

Caudal de diseño (Qd) = 4.6 LPS = 0.0046 m³ /s

- Ecuación de conservación de energía

$$H_i = H_f + H_R$$

H_i : Energía antes de la rejilla fina.

H_f : Energía después de la rejilla fina.

H_R : Perdidas en la rejilla fina.

$$H_R = \beta * (w / a)^{4/3} * h_v * \text{sen}\theta$$

β : Factor de forma (barra circular = 1,79)

w: Ancho de barra = 0,01 m

a: Separación entre barras = 0,01 m

h_v : Cabeza hidráulica = 0,0368 m

θ : Angulo de inclinación de las barras = 45°

$$H_R = 1,79 * (0,01m / 0,01m)^{4/3} * ((0,85m / s^2)^2 / 2 * 9,81m / s^2) * \text{sen}(45)$$

$$H_R = 0,0466m$$

- Altura lamina agua rejilla fina (YRG)

$$H_{cc} = H_{dr} + H_R$$

H_{cc} : Energía en la cámara de cribado = 0,0823 m

H_{dr} : Energía después de la rejilla

$$Hdr = Y_{RD} + Qd^2 / 2 * g * A^2$$

$$0.0638 = Y_{RD} + (0,0046m^3 / s)^2 / 2 * 9,81m / s^2 * (0,2m * Y_{RD})^2 + 0,0466m$$

$$Y_{RD} = 0,0378m$$

- Velocidad (V_{RD})

$$V_{RD} = Qd / (b * Y_{RD})$$

$$V_{RD} = 0,0046m^3 / s / (0,2m * 0,0378m)$$

$$V_{RD} = 0,61m / s$$

- Numero Varillas (Nv)

$$Nv = b / (a + w)$$

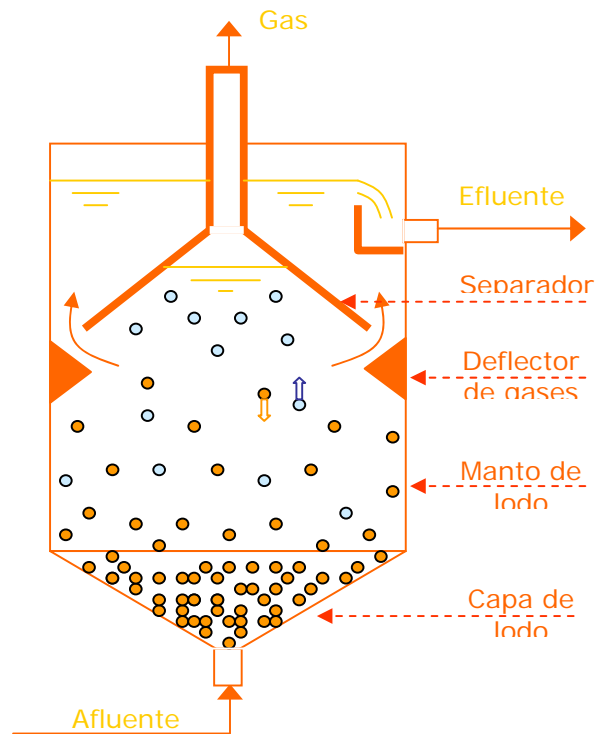
$$Nv = 0,2m / (0,01m + 0,01m)$$

$$Nv = 10 \text{ varillas}$$

4.3.2 Reactor UASB

(Upflow Anaerobic Sludge Blanket), que en español significa “Tratamiento por flujo ascendente a través de un manto de lodo”, este combina la sedimentación con la digestión. El reactor UASB es un tanque de tratamiento anaerobio desarrollado en la década de los 70 en Holanda en la Universidad de Wageningen. La tecnología UASB inicialmente fue utilizada en el tratamiento de aguas residuales industriales, y a partir de estas experiencias se estudió su aplicabilidad para otros tipos de agua residual, principalmente las aguas residuales domésticas.

Figura 1. Esquema UASB



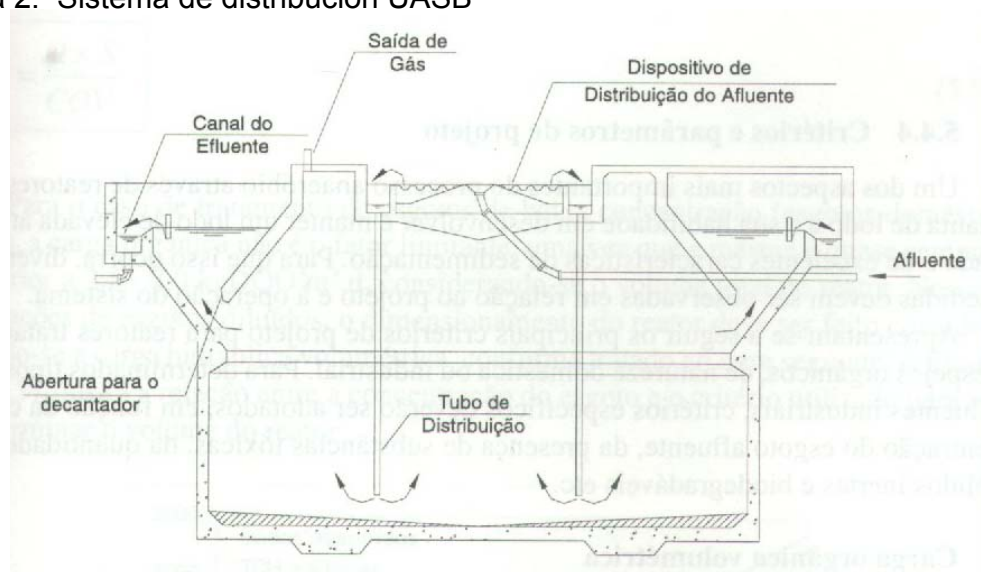
Fuente:

http://www.ingeborda.com.ar/biblioteca/Biblioteca%20Internet/Articulos%20Tecnicos%20de%20Consulta/Plantas%20de%20Tratamientos/reactores_anaerobios.ppt.

Este sistema es un reactor biológico consistente en un tanque, en este caso rectangular, donde se introduce el agua residual. En la parte inferior del tanque se genera y acumula un lodo constituido por flocs o partículas de bacterias anaeróbicas (organismos que sobreviven en ambientes desprovistos de oxígeno). En la zona superior hay un separador de gases-sólido-líquido, que ayuda a retener el lodo dentro del reactor. Sobre el separador se ubica el sedimentador donde el lodo sedimenta y vuelve al compartimiento de digestión, el sistema es auto mezclado por el movimiento ascendente de las burbujas de gas y del flujo de líquido a través del reactor. En este sistema se deben garantizar bajas velocidades en los compartimientos de digestión y sedimentación para retener la biomasa en el sistema, para favorecer la sedimentación del lodo en la cámara de sedimentación

puede ser necesario aumentar el área superficial con el fin de reducir la velocidad del flujo. El reactor UASB presenta ventajas en cuanto diseño (menor volumen), costos, eficiencia, produce poco lodo, eficiencia en remoción de DBO, operación y mantenimiento, las cuales han sido demostradas ampliamente en muchas plantas de tratamiento construidas en países de clima tropical y a nivel regional.

Figura 2. Sistema de distribución UASB



Fuente:

http://www.ingeborda.com.ar/biblioteca/Biblioteca%20Internet/Articulos%20Tecnicos%20de%20Consulta/Plantas%20de%20Tratamientos/reactores_anaerobios.ppt

El afluente se debe distribuir en forma uniforme en la parte inferior del reactor, evitando cortocircuitos a través de la capa inferior de lodo. El sistema se diseña a partir de un canal de distribución ubicado en la parte superior, que distribuye el afluente a través de tubos que descargan el líquido en la zona inferior del reactor, conviene que la canaleta se divida en compartimientos, en cada uno de los cuales se ubique un tubo de distribución y así tener una mejor respuesta frente a obstrucciones.

La eficiencia de este mecanismo de contacto del agua cruda con el lodo activo presente en el reactor y la capacidad del tanque para retener la mayor cantidad de sólidos posible.

La puesta en marcha de una planta UASB a temperatura superior a 20°C puede llevarse a cabo a un TRH de 5 h dentro de un período de 6 a 12 semanas, sin necesidad de inóculo. Si el efluente doméstico es muy fresco (poco séptico, contendrá muy pocos microorganismos anaerobios), la puesta en marcha es más lenta, resultando conveniente interrumpir la alimentación durante algunos días, lo que favorece el desarrollo del lodo metanogénico^{1,1}.

4.3.2.1 Diseño

- Caudal de diseño (Qd)

$$Qd = 4,6 \text{ LPS} = 0,0046 \text{ m}^3/\text{s} * 3600 \text{ s}/1\text{h} = 16,56 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Profundidad del tanque (H_T)

La profundidad de un reactor debe estar entre 4 y 4,5 metros, que sea suficiente para que el agua que ascienda desde el fondo reacciones con los lodos. Para el diseño se tomo una profundidad de 4 metros.

$$H_T = 4,0 \text{ m}$$

- Tiempo de retención hidráulica

El tiempo de retención hidráulica, para el reactor UASB de la temperatura, ya que el proceso de tratamiento en un proceso biológico, dependiente igualmente de la temperatura, Para una temperatura ambiente de 23 °C se

¹ RUIZ, Isabel, ÁLVAREZ, Juan Antonio y SOTO, Manuel. El potencial de la digestión naerobia en el tratamiento de aguas residuales urbanas y efluentes de baja carga orgánica. Coruña: Universidad de Coruña, 1997.

sugiere un tiempo de 7 h según tiempos medios de retención celular para digestores anaerobios, y con una longitud suficiente para que el agua que asciende desde el fondo reaccione con los lodos.

$$t_{RH} = 7 \text{ h} = 25200 \text{ s}$$

- Volumen del tanque (V_T)

El volumen para el reactor UASB se obtiene con base en el caudal y el TRH.

$$V_T = Qd * t_{RH}$$

$$V_T = 16,56 \text{ m}^3/\text{h} * 7 \text{ h} = 115,92 \text{ m}^3 \approx 116 \text{ m}^3$$

- Área superficial de tanque (A_T)

$$A_T = V_T / H_T$$

$$A_T = 116 \text{ m}^3 / 4,0 \text{ m}$$

$$A_T = 29 \text{ m}^2$$

- Dimensiones

La relación Largo (L_T) : Ancho (B_T) se recomienda que sea de:

$$3:1 (L_T : 3 B_T)$$

$$A_T = L_T * B_T$$

$$B_T = \text{Ancho del tanque} = 3,2 \text{ m}$$

$$L_T = \text{Ancho del tanque} = 9,0 \text{ m}$$

$$A_T = \text{Ancho del tanque} = 4,0 \text{ m}$$

- Velocidad de Ascenso del Agua en el Reactor (V)

Se recomienda que la velocidad de ascenso del agua en el reactor no supere los 2,00 m/h.

$$V = Q_d / A_T$$

$$V = 16,56 \text{ m}^3/\text{h} / 29 \text{ m}^2 = 0.571 \text{ m/h} < 2.0 \text{ m/h} \quad \underline{\text{OK Cumple}}$$

- Área de Sedimentación (ASed)

Se colocaran 2 sedimentadores en sentido Transversal

$$A_{Sed} = L_{Sed} * B_{Sed} * N^{\circ}Sed$$

$$B_{Sed} = 1,1 \text{ m}$$

$$L_{Sed} = L_T = 9,0 \text{ m}$$

$$A_{Sed} = 9,0 \text{ m} * 1.1 \text{ m} * 2 \text{ sedim.} = 19,8 \text{ m}^2$$

Se recomienda que el area minima total de la superficie húmeda del reactor este entre un 65 % y 80%., esta área equivale al 68% del A_T , por lo tanto cumple con la recomendación.

- Carga Superficial Hidráulica en el sedimentador (q)

La carga superficial máxima admisible (basada en el area de la superficie húmeda) para reactores UASB puede ser hasta de 2,0 m³/m²*h

$$q = Q_d / A_{Sed}$$

$$q = 16,56 \text{ m}^3/\text{h} / 19,8 \text{ m}^2$$

$$q = 0,836 \text{ m/h}$$

$$q = 0,836 \text{ m/h} < 2,0 \text{ m}^3/\text{m}^2 * \text{h} \quad \underline{\text{OK Cumple}}$$

- Separador Gas -Líquido -Sólido
Campanas de separación con ángulo de 60°
- Canaleta del efluente
Para cada sedimentador se diseño una canaleta, las cuales estan encargadas de evacuar el agua del reactor y llevarla al filtro anaerobio.
 - Ancho canaleta (bc) = 0,20 m
 - Pendiente canaleta (Yc) = 0,2%
 - Caudal canaleta (Qc)

$$Q_c = Qd / N^{\circ}_{Canaletas}$$

$$Q_c = 0,0046m^3 / s / 2$$

$$Q_c = 0,0023m^3 / s$$

- Altura agua lamina canaleta (Yc)

$$Yc = \sqrt[3]{(Qc / k * bc)^2}$$

$$Yc = \sqrt[3]{(0,0023m^3 / s / (1,84 * 0,2m))^2}$$

$$Yc = 0,03393m$$

- Velocidad Canaleta (Vc)

$$Vc = Qc / Ac$$

$$Vc = Qc / (bc * Yc)$$

$$Vc = 0.0023m^3 / s / (0,2m * 0,03393m)$$

$$Vc = 0,339m / s$$

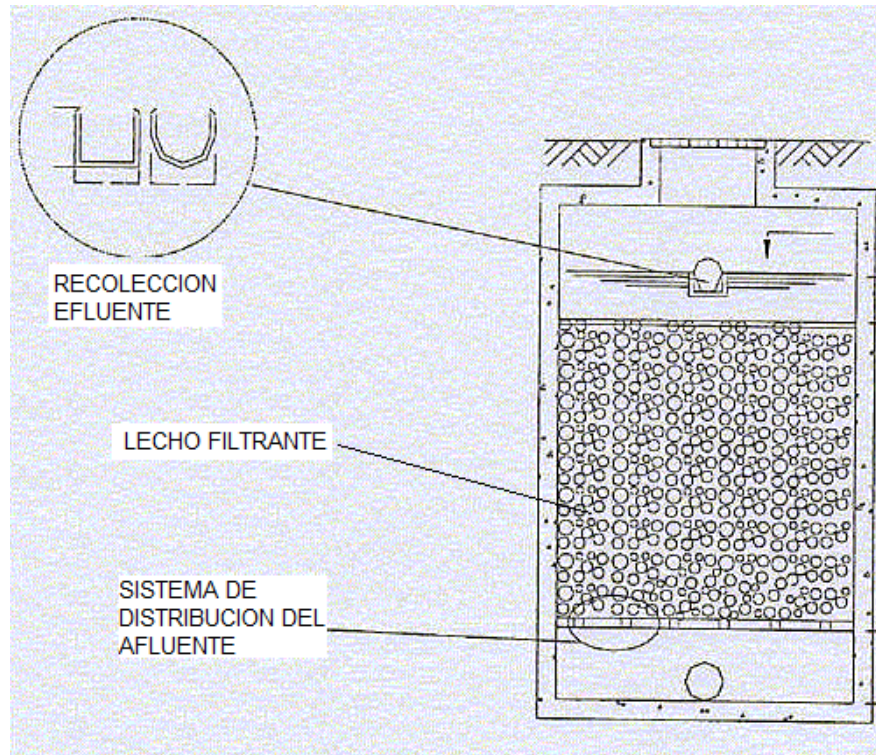
- Tubería de distribución

La tubería de conducción y distribución al filtro se hará con una tubería de 4 pulgadas de diámetro.

Nota: el diseño del reactor UASB, ha sido adaptado del proyecto de JULIO CESAR FAJARDO BARAJAS, Programa de Saneamiento básico, ambiental y de agua potable para el corregimiento de San Jose del Municipio de Suaita. Facultad De Ciencias Físico Mecánicas, Universidad Industrial de Santander, 2004.

4.3.3 Filtro anaerobio. Esta unidad es un complemento al tratamiento realizado por el reactor UASB, con el fin de mejorar la calidad del agua que se dispondrá en el humedal artificial de flujo subsuperficial, el filtro consiste en un tanque que contiene un lecho de material grueso, compuesto por un material sintético o piedras de diversas formas de alta relación área / volumen para soporte del crecimiento biológico. El agua residual es puesta en contacto por el fondo del tanque por medio de un falso fondo y fluye ascendentemente a través del crecimiento bacterial anaerobio adherido al medio y como las bacterias son retenidas sobre el medio y no salen en el efluente, es posible obtener tiempos de retención celular del orden de cien días con tiempos de retención hidráulica cortos, permitiendo así el tratamiento de aguas residuales de baja concentración a temperatura ambiente. El filtro en lo que hace referencia a la construcción conserva las mismas especificaciones y normas que para la construcción de tanques sépticos.

Figura 3. Esquema filtro anaerobio



Fuente:

http://www.ingeborda.com.ar/biblioteca/Biblioteca%20Internet/Articulos%20Tecnicos%20de%20Consulta/Plantas%20de%20Tratamientos/reactores_anaerobios.ppt

4.3.3.1 Diseño

- Dimensiones

$b_f = B_T$ (ancho reactor UASB) = 3,2 m

$h_f = H_T$ (altura reactor UASB) = 4,0 m

$L_f = 4,5$ m

- Lecho filtrante

Una capa de anillos de tubería con $e = 2,3$ m

Para la eficacia del tratamiento en el filtro, se instala como reemplazo de la piedra tradicional, pedazos de 2 pulgadas de tubería de policloruro de vinilo, la cual consiste en una tubería corrugada con estrías perimetrales, estos surcos proporcionan mayor área de la superficie.

- Canaletas del efluente

- Ancho Canaleta (b_C)= 0,2 m

- Caudal Canaleta (Q_C)

$$Q_C = Q_d / 2 \text{ canaletas de filtro}$$

$$Q_C = 0,0046 \text{ m}^3/\text{s} / 2 = 0,0023 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Altura lamina agua canaleta (Y_C)

$$Y_C = \sqrt[3]{(Q_C / k * b_C)^2}$$

$$Y_C = \sqrt[3]{(0,0023 \text{ m}^3 / \text{s} / (1,84 * 0,2 \text{ m}))^2}$$

$$Y_C = 0,03393 \text{ m}$$

- Velocidad Canaleta (V_C)

$$V_C = Q_C / A_C$$

$$V_C = Q_C / (b_C * Y_C)$$

$$V_C = 0.0023 \text{ m}^3 / \text{s} / (0,2 \text{ m} * 0,03393 \text{ m})$$

$$V_C = 0,339 \text{ m} / \text{s}$$

4.3.4 Humedal artificial de flujo subsuperficial. En este tipo de humedales el agua fluye por debajo de la superficie de un medio poroso sembrado de plantas emergentes. El medio es comúnmente grava gruesa y arena en espesores de 0,45

a 1 m y con pendiente de 0 a 0,5%. El movimiento de tierras es el factor predominante en la construcción de humedales, por eso topográficamente el terreno idóneo para la instalación es uno plano ó ligeramente pendiente como lo es el caso en estudio. En contraste con los humedales de flujo superficial o con espejo de agua, los humedales artificiales de flujo subsuperficial tienen menores requerimientos de área y carecen de problemas de olores y de mosquitos. Como desventaja, sin embargo, se tiene un costo mayor por el medio de grava y riesgo de taponamiento. La vegetación es semejante a la de los humedales con espejo de agua y no se requiere cosechar las plantas.

Los humedales tienen tres funciones básicas que los hacen tener un atractivo potencial para el tratamiento de aguas residuales, son estas:

- Fijar físicamente los contaminantes en la superficie del suelo y la materia orgánica.
- Utilizar y transformar los elementos por intermedio de los microorganismos.
- Lograr niveles de tratamiento consistentes con un bajo consumo de energía y bajo mantenimiento.

En cuanto a la vegetación en el humedal se puede decir que el mayor beneficio de las plantas es la transferencia de oxígeno a la zona de la raíz. Su presencia física en el sistema (los tallos, raíces, y rizomas) permite la penetración a la tierra o medio de apoyo y transporta el oxígeno de manera más profunda, de lo que llegaría naturalmente a través de la sola difusión.

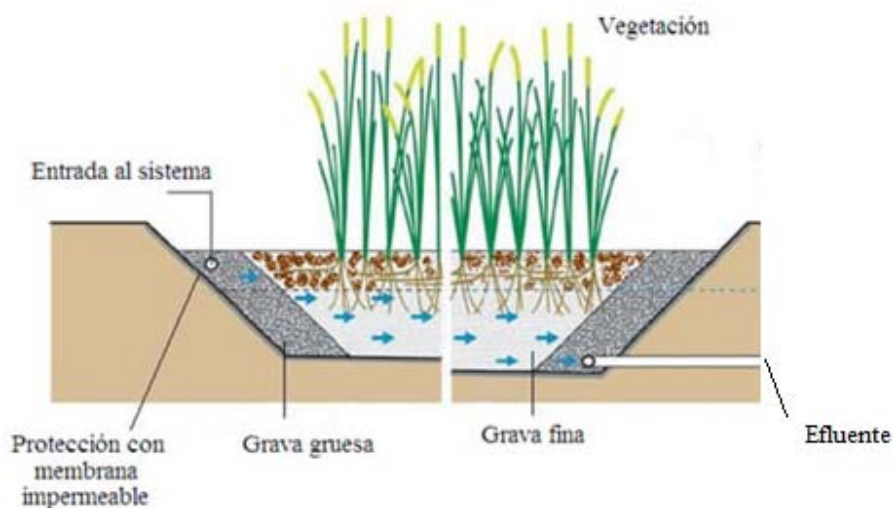
Una característica fundamental de los humedales es que sus funciones son principalmente reguladas por los microorganismos y su metabolismo. Los microorganismos incluyen bacterias, levaduras, hongos, y protozoarios. La biomasa microbiana consume gran parte del carbono orgánico y muchos nutrientes.

La actividad microbiana:

- La actividad microbiana transforma un gran número de sustancias orgánicas e inorgánicas en sustancias inocuas o insolubles.
- Altera las condiciones de potencial redox del sustrato y así afecta la capacidad de proceso del humedal.
- Está involucrada en el reciclaje de nutrientes.

Aunque los humedales son principalmente sistemas de tratamiento, proporcionan beneficios intangibles aumentando la estética del sitio y reforzando el paisaje. Visualmente, los humedales son ambientes extraordinariamente ricos. Introduciendo el elemento agua al paisaje, el humedal construido, tanto como el natural, agrega diversidad al paisaje. Pueden construirse humedales artificiales siguiendo las formas que tienen los contornos naturales del sitio, hasta el punto de que algunos humedales para el tratamiento de agua son indistinguibles, a simple vista, de los humedales naturales.

Figura 4. Esquema humedal artificial de flujo subsuperficial



FUENTE:http://www.mexicoforestal.gob.mx/UserFiles/Image/numero61/colaboracion_2.jpg

4.3.4.1 Diseño

- Parámetros

Caudal (Q) = 4,6 LPS = 397,44 m³/d

Temperatura promedio (°T) = 23 °C

Vegetación = Caña brava

Pendiente (S) = 2 %

Medios sustrato = arena gravosa

- Profundidad (d)

Para la vegetación que se escogió (caña brava) se recomienda una profundidad de 60 cms.

Altura humedal (d) = 0,6 m

- Medio Granular

Para el medio granular de arena gravosa se tienen los siguientes datos de tablas para humedales artificiales de flujo subsuperficial.

Medios sustrato = arena gravosa

Porosidad (n) = 0,35

Conductividad hidráulica (Ks) = 1000 m³/m²*d

Constante tasa de remoción (K₂₀) = 1.1 d⁻¹

- Constante tasa de remoción (K_T)

$$K_T(^{\circ}T) = K_{20} * (\theta)^{T-20}$$

$$K_T(23^{\circ}C) = 1,10d^{-1} * (1.06)^{23-20}$$

$$K_T(23^{\circ}C) = 1.31d^{-1}$$

- Tiempo de retención hidráulica en los poros intersticiales (T_{RH})

$$T_{RH} = (-LN(C_{DBO_5})) / K_T$$

C_{DBO_5} : Relación entre la DBO_5 del efluente y la DBO_5 del afluente
se tomo un valor de 0,5

$$C_{DBO_5} = 0,50$$

$$T_{RH} = (-LN(0,5)) / 1,31d^{-1}$$

$$T_{RH} = 0.53d$$

- Superficie Transversal (A_C)

$$A_C = Q / (K_s * S)$$

$$A_C = 397,44 \text{ m}^3 / \text{d} / (1000 \text{ m}^3 / \text{m}^2\text{d} * 0,02)$$

$$A_C = 19,872 \text{ m}^2$$

- Ancho del lecho (w)

$$W = A_C / d$$

$$W = 19,872 \text{ m}^2 / 0,6 \text{ m}$$

$$W = 33,12 \text{ m} \approx 33 \text{ m}$$

- Longitud del humedal (L)

$$L = T_{RH} * Q / (w * n * d)$$

$$L = 0.53d * 397,44 \text{ m}^3 / d / (33m * 0,35 * 0,60m)$$

$$L = 30,40m \approx 30,5m$$

- Área superficial del sistema (As)

$$As = L * w$$

$$As = 30,5 \text{ m} * 33 \text{ m} = 1006,5 \text{ m}^2$$

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los lineamientos que deben seguir los proyectos a través del Banco de Programas y Proyectos de Inversión Municipal son rigurosos en todas las etapas del mismo, desde su preinversión, ejecución y posterior funcionamiento, todo esto con el fin que sean lo mas idóneos posibles.
- Debido a la gran variedad de proyectos presentados ante el banco para su posterior aprobación, se adquirió gran conocimiento en diferentes áreas del conocimiento.
- Con base en la experiencia y conocimientos del director del proyecto, se definió como el tratamiento mas factible para implementar en el centro poblado, al compuesto por un UASB, un filtro anaerobio y un humedal artificial de flujo subsuperficial.
- Se realizo el diseño del tratamiento de aguas residuales en el centro poblado, logrando teóricamente un efluente con características buenas para su vertimiento en la quebrada llana caliente.
- En la etapa de operación del sistema de tratamiento diseñado, se debe llevar a cabo si es posible un programa de control y monitoreo, el cual tendrá una gran utilidad en la realización de estudios posteriores.

BIBLIOGRAFIA

- CDMB, Normas técnicas para el diseño de alcantarillado. Bucaramanga, 1994.
- CDMB, NORMAS TECNICAS diseño, construcción e instalación de tanques sépticos y disposición de efluentes finales. Bucaramanga, Febrero 2005.
- ROMERO ROJAS Jairo Alberto, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Teoría principios y diseños, Bogota, D.C. Febrero 2004.
- TCHOBANOGLOUS George, SISTEMAS DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES para núcleos pequeños y descentralizados. Tomo 2, Bogota, D.C. Mayo 2000.
- APARICIO BOHORQUEZ Nidia Consuelo, MARTNEZ OLIVEROS Arturo. Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales para el municipio de Puerto Wilches. Bucaramanga, Octubre 1994.
- Normas RAS, 2000.

ANEXOS

ANEXO A. PLANOS

