

# Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos Municipio de Betéitiva



Diciembre de 2005

---

---



República de Colombia  
 Departamento de Boyacá  
 Alcaldía Municipal de Betéitiva

Duitama, 27 de diciembre de 2005

**RECIBIDO**  
 Por \_\_\_\_\_ Hora \_\_\_\_\_  
 Fecha **27 DIC. 2005**  
 No. Radicación **00 0100-17**  
 CORPOBOYACÁ  
 NIT. 800252843  
 Ing. Martha A. [Signature]

Señores:  
**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE BOYACÁ**  
**CORPOBOYACÁ**  
 Subdirección de Gestión Ambiental  
 Att: Ingeniero JAVIER GRISMALDOS  
 Tunja

Itou

REF. CONVENIO 044-2005

Respetado Ingeniero:

Comendidamente me permito presentar la formulación del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos para el Municipio de Betéitiva, PSMV según términos de referencia y especificaciones técnicas de la Corporación para su respectivo estudio y aprobación.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente,

*[Signature]*  
**JORGE ENRIQUE ALBARRACÍN VARGAS**  
 Alcalde Municipal

*"Liderazgo, Responsabilidad y Compromiso Social"*

## CONTENIDO

	Pág.
1. DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO	1
1.1 GENERALIDADES	1
1.2 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS: POBLACION ACTUAL Y FUTURA	1
1.3 DELIMITACIÓN DEL AREA URBANA	3
1.3.1 Usos del suelo urbano	4
1.3.2 Suelos de expansión urbana	6
1.4 ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS IDENTIFICADAS EN EL CASCO URBANO	6
1.5 SERVICIOS PÚBLICOS	6
1.5.1 Zona Periurbana	7
1.7 GEOLOGÍA	7
1.7.1 Geología estructural	9
1.7.2 Geomorfología del sector	10
2. PRINCIPALES PROBLEMAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS EN EL AREA DE ESTUDIO	11
2.1 EVALUACIÓN DE AMENAZAS NATURALES	11
2.1.1 Factor geológico. Sector urbano	11
2.1.2 Erosión	12



2.1.3	Sísmica	12
2.1.4	Climáticos	13
2.1.5	Zonificación de riesgos por geoinestabilidad	13
2.2	AMENAZAS CONTRA LA SALUD PUBLICA	13
2.2.1	Amenazas por contaminación hídrica	13
2.2.2	Amenazas por desabastecimiento del casco urbano	14
2.3	IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS AMBIENTALMENTE CRÍTICAS	14
2.3.1	Zonas de interés hídrico	14
2.3.2	Zonas susceptibles a erosión hídrica	15
2.3.3	Área donde se ubica el casco urbano	15
3.	DESCRIPCIÓN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO	16
3.1	FUENTES DE ABASTECIMIENTO	16
3.2	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	17
3.3	LINEA DE CONDUCCION	17
3.4	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	18
3.5	TANQUES DE DISTRIBUCIÓN Y REGULACIÓN	19
3.6	RED DE DISTRIBUCIÓN	20
3.7	ACOMETIDAS Y MICROMEDICIÓN	21
3.8	COBERTURA DEL SISTEMA	22
3.9	MACROMEDICIÓN	22
3.10	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DOMICILIAR	22
3.11	CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA	22



3.12	CONSUMO DOMICILIAR	23
4	DIAGNOSTICO SISTEMA ALCANTARILLADO	24
4.1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	24
4.1.1	Redes de colectores	25
4.2	CARACTERIZACIÓN DE VERTIMIENTOS	34
4.3	COBERTURA DEL SISTEMA	34
4.4	MEDIO RECEPTOR	34
4.5	SISTEMA TARIFARIO	34
5.	ENCUESTA	36
6.	ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE LA FUENTE RECEPTORA	43
6.1	DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE RECEPTORA	43
6.1.1	Cuenca Quebrada Otengá	43
6.2	MORFOLOGÍA DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA OTENGÁ	43
6.2.1	Posición y orientación	43
6.2.2	Cálculo e interpretación de parámetros de forma	44
6.2.3	Elevación media	46
6.2.4	Pendiente	47
6.2.5	Sistema de drenaje	48
6.2.6	Orden de los cauces	48
6.2.7	Cauce principal	49
6.3	PRECIPITACIÓN	50



6.4	ASPECTOS CLIMÁTICOS	51
6.5	BALANCE HÍDRICO	53
6.5.1	Precipitación	53
6.5.2	Evapotranspiración	53
6.5.3	Esorrentía	53
6.5.4	Cambio en el almacenamiento	56
6.5.5	Infiltración	56
7.	FLUJO HÍDRICO DEL SISTEMA URBANO	57
7.1	SISTEMA DE ACUEDUCTO	57
7.2	ALCANTARILLADO	62
7.2.1	Determinación del caudal corregido de aguas residuales – día típico	64
7.2.2	Día atípico	66
7.2.3	Análisis curvas de alcantarillado	69
7.3	CARACTERIZACIÓN DESCARGAS	71
7.3.1	Determinación de cargas contaminantes	71
7.4	FLUJOS HÍDRICOS	75
7.4.1	Análisis flujo hídrico del sistema	77
8.	CARACTERIZACIÓN Y MONITOREO QUEBRADA OTENGÁ	79
8.1	MONITOREO Y CARACTERIZACIÓN - QUEBRADA OTENGÁ	79
8.2	USOS DEL RECURSO HÍDRICO Y OBJETIVOS DE CALIDAD	86
8.3	EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA QUEBRADA OTENGÁ	88
8.3.1	Clasificación de la fuente receptora según índices de contaminación	88



9.	UNIFICACIÓN DE VERTIMIENTOS Y ALTERNATIVA DE LLEVAR EL EMISARIO FINAL HASTA LA QUEBRADA OTENGÁ	93
9.1	PROPUESTA UNIFICACIÓN D VERTIMIENTOS	93
9.1.1	Descripción de las obras requeridas	93
9.2	EMISARIO FINAL HASTA LA QUEBRADA OTENGÁ	97
10.	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE LOCALIZACIÓN DEL SISTEMA DE MANEJO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	100
11.	PREALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA EL MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES	103
11.1	PREDISEÑO DE ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO	106
11.1.1	Requerimientos de remoción de carga	106
11.1.2	Caudales de diseño	106
11.2	PRETRATAMIENTOS	109
11.3	EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO	136
11.4	CONDICIONES OPERATIVAS Y MANTENIMIENTO PTAR	147
12.	DOCUMENTO BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA RED DE ALCANTARILLADO	152
12.1	ASPECTOS DE MANTENIMIENTO	152
12.2	RECOMENDACIONES	156
13.	REGLAMENTACIÓN SANITARIA DE LA RED	158
14.	DESCRIPCIÓN DE PROGRAMAS, PROYECTOS Y ACTIVIDADES PARA ALCANTARILLADO, CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE VERTIMIENTO Y PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS	159
14.1	PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS	159



14.2	ACTORES INVOLUCRADOS	161
14.3	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	164
14.3.1	Análisis estratégico	166
	PLAN DE ACCIÓN, FUENTES DE FINANCIACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE PROYECTOS	169
	ANEXOS	





## INTRODUCCIÓN

Dentro de las políticas ambientales de orden nacional y regional emanadas por el Ministerio del Medio Ambiente y las Corporaciones Autónomas regionales, el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos surge como una medida para contrarrestar la creciente contaminación de las fuentes superficiales y la afectación al medio natural que durante años se ha venido dando a nivel nacional, regional y local sin tener una real conciencia de la gravedad del problema.

Los entes territoriales encargados del manejo de los servicios públicos domiciliario deben ver la exigencia de presentar el PSMV como una oportunidad para planear la inversión en el sector de Saneamiento básico y para generar y ejecutar los proyectos prioritarios para el municipio que lo lleven a contar con infraestructura adecuada de acueducto y alcantarillado y a tener un sistema de tratamiento de las aguas servidas que mitiguen la afectación al medio receptor disminuyendo los pagos por contaminación y generando bienestar y calidad de vida a lo habitantes de su jurisdicción.

El Municipio de Betétiva en la actualidad presenta algunas dificultades para el abastecimiento de agua potable, la cobertura en alcantarillado y el manejo de aguas servidas. Por tanto los esfuerzos deben centrarse en optimizar las redes existentes, aumentar la cobertura y establecer un manejo y disposición adecuado de los desechos líquidos.

La situación que se vive en la actualidad es el resultado de la indiferencia administrativa y de la comunidad ante la problemática existente, de los limitados recursos económicos y de la inadecuada planeación que limita la implementación de soluciones a largo plazo.

La administración actual está comprometida en brindar a la población de Betétiva mejores condiciones de vida. De ahí que en los últimos años se han visto avances importantes en el sector de agua potable, manejo de residuos sólidos y recolección y disposición de aguas residuales, materializados en la implementación de un sistema de potabilización, remodelación de la red de suministro de agua urbana, montaje del micro-relleno para disposición de residuos sólidos, estructuración del Plan Maestro de Alcantarillado y las proyecciones que se tienen para optimizar la captación, aducción y conducción del acueducto municipal.

Este documento busca ser la herramienta para lograr el ordenamiento y protección del recurso hídrico a nivel urbano en base a la recopilación de la información específica disponible y con la generación de nuevos parámetros de diagnóstico para acertar en la formulación de soluciones.

## 1. DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

### 1.1 GENERALIDADES

El municipio de Betétiva está situado al Noreste de Colombia, sobre la cordillera oriental en el Departamento de Boyacá. Se ubica a 32 Km. del municipio de Sogamoso por la vía alterna entre Corrales y Tasco. Pertenece a la provincia de Valderrama.

Betétiva se encuentra a 5-55'20" de longitud en relación con el meridiano de Bogotá y a 72-49' de longitud oeste en relación con el meridiano de Greenwich.

El Municipio de Betétiva tiene una extensión de 123 Km<sup>2</sup>. con una altura promedio de 2575 m.s.n.m. que corresponden al piso térmico frío, con una temperatura promedio de 14. C.

El Municipio de Betétiva presenta los siguientes límites:

Por el Norte: con el municipio de Belén, por el Noreste limita con Paz del Río, por el Este limita con el Municipio de Tasco, por el Sur este con el Municipio de Corrales, por el oeste Limita con el municipio de Floresta.

Betétiva fue elevada a municipio en 1974; se encuentra conformado por 7 veredas, Buntia, Centro, Divaquía, Saurca, Soiquía, Villa Franca, y Otengá, Esta última corresponde a una inspección de Policía.

### 1.2 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS: POBLACIÓN ACTUAL Y FUTURA

La cantidad de habitantes asentados en el casco urbano ha tenido un aumento en los últimos años, aunque no significativo, que se ha dado básicamente por la migración de los habitantes del sector rural hacia esta parte del municipio, en busca de mejores oportunidades.

El censo del DANE del año 1993 reportó una población total en la zona urbana de 253 personas, que corresponde a un 9% del total de habitantes del municipio; el tipo de crecimiento poblacional según el departamento nacional de estadísticas es lineal, situación generada principalmente por las características socio-económicas y culturales de la localidad, dado el aparente bajo nivel de vida de sus habitantes, siendo muy pocas las alternativas de trabajo con que cuenta la población urbana, es por esta razón que el número de personas residentes en el casco urbano permanece casi constante.



Al año 2005 se proyecta un número de habitantes igual a 370 personas, es decir, 153 individuos más que el año 1993. A continuación se presenta el consolidado de habitantes desde 1993 al 2005.

Cuadro 1. Estimación población – Municipio de Betétiva

Año	cabecera	resto
1993	253	2587
1995	273	2815
1996	284	2782
1997	295	2.748
1998	306	2.714
1999	316	2.679
2000	326	2.644
2001	335	2.609
2002	345	2.571
2003	354	2.533
2004	362	2.495
2005	370	2.455

Fuente. DANE

Para determinar la población futura se utilizó el método geométrico, aplicable a comunidades pequeñas como Betétiva.

$$Pf = P_{uc} (1+r)^{Tf-Tuc}$$

Donde:

- Pf: Población proyectada
- Puc: Población ultimo censo
- Tuc: Año último censo
- Pci: Población censo inicial
- Tf: Año de proyección.

Donde la tasa de crecimiento anual (r) se obtiene a partir de:

$$r = \left( \frac{Puc}{Pci} \right)^{\left( \frac{1}{Tuc-Tci} \right)} - 1$$

Al aplicar el modelo geométrico se obtiene una tasa de crecimiento del 3.31% valor que es demasiado alto para la realidad demográfica del municipio, por lo tanto, se toma como referencia las proyecciones realizadas por el DANE en las cuales el crecimiento es lineal de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$Y = 9.86X - 19400$$



Los resultados son los siguientes:

Cuadro 2. Proyección Población

AÑO	HAB	AÑO	HAB
2005	370	2023	550
2006	383	2024	560
2007	393	2025	570
2008	402	2026	580
2009	412	2027	590
2010	422	2028	600
2011	432	2029	610
2012	442	2030	619
2013	452	2031	629
2014	462	2032	639
2015	472	2033	649
2016	481	2034	659
2017	491	2035	669
2018	501	2036	679
2019	511	2037	688
2020	521	2038	698
2021	531	2039	708
2022	541	2040	718

Fuente. DANE

### 1.3 DELIMITACIÓN DEL ÁREA URBANA'

El casco Urbano del municipio de Beteitiva se encuentra ubicado al Noreste del departamento de Boyacá, en la Vereda Centro con una extensión de 10 Ha. La zona urbana posee forma rectangular orientada de Sur a Nor-este Ubicado a 32 Km. de Sogamoso.

Delimitado de Sur a Norte de la siguiente manera: Parte del kilómetro o ubicado frente al Cementerio y termina en la esquina la escuela Urbana del Municipio (Norte) salida para el Municipio de Paz de Río. Con longitud de 759.8 m.

Por el sector Este; Parte de la esquina del Cementerio Central continuo a la proyección de la calle primera, siguiendo la línea hasta la proyección de la calle 1ª terminación cerro la Antena (Piedra de Bolívar) para converger en la Escuela Urbana del Municipio.

Por el Oeste; Parte del Colegio Agrícola del Municipio, en línea continúa a la terminación de la calle cuarta y converge con la carrera cuarta (salida para Paz de Río).

---

BETEITIVA, Esquema de ordenamiento territorial. La alcaldía.



El perímetro urbano incluye el área urbana actualmente desarrollada o en proceso de consolidación y áreas complementarias para albergar el futuro crecimiento de la población, según las previsiones del plan de ordenamiento urbano y del área rural circundante.

**1.3.1 Usos del suelo urbano.** El municipio de Betéitiva tiene una distribución en su mayoría residencial, que se presentan según las necesidades y características socio-económicas de sus habitantes. Según el E.O.T los usos se distribuyen así: 96 edificaciones, que representan 8092 m<sup>2</sup> construidos. Ubicadas la mayoría en un sector de alto riesgo por su geomorfología

**Uso residencial (Vivienda unifamiliar):** Correspondiente al 67.7% de las construcciones ubicadas en la zona urbana. Predominan construcciones en mampostería y son constadas las de adobe.

**Uso mixto (residencial-comercial):** El 17.7% del total de viviendas emplazadas en el casco urbano son mixtas, es decir, construcciones utilizadas para habitación y negocio (tiendas familiares, en su mayoría).

**Uso Institucional:** 14 edificaciones de carácter institucionales (14.5%). Entre los que se cuentan:

- En la cabecera Municipal funcionan dos centros educativos; El colegio y la escuela urbana; la cual esta ubicada en el Nor Este del casco Urbano.
- El palacio Municipal esta localizado en el parque principal, tiene un área de 192 m<sup>2</sup>, consta de dos plantas. Funciona la sede de la Alcaldía Municipal, Tesorería, inspección de policía, Personería, la sede del Consejo Municipal, la oficina de planeación, la UMATA.
- La Iglesia Central del Municipio. Construcción que fue remodelada en 1996 con recursos propios de la parroquia, quedando la CAPILLA SANTA RITA DE CASIA (monumento nacional), relegada y en un aparente descuido.
- El puesto de salud, funciona en la cabecera municipal.
- Inspección de Policía.

**Uso de explotación agropecuaria.** Se localizan en el sector urbano algunas áreas pequeñas de cultivos como papa, maíz con frijol, trigo y tierras con pastos dedicados a la alimentación de animales domésticos.

**Otros usos.**

- En el sector urbano existen 1857 m. en vías, lo cual constituye el anillo vial del municipio.
- Dentro del casco Urbano vale la pena resaltar la existencia de una fuente hídrica conocida como la pila ecosistema estratégico para conservar, la mayoría de los habitantes se abastecen de agua de este nacimiento en época de verano y algunos lo hacen de forma permanente.



- En zonas aledañas al casco urbano se encuentran minas de arenas las cuales son explotadas en diferentes épocas según la demanda de material en el casco urbano
- Recreativo deportivo.
- Las zonas libres. Usadas como espacio público aunque se concentran en la plaza central o parque, son complementadas con las vías peatonales.

Figura 1. Usos del suelo urbano



Fuente. Esquema de ordenamiento territorial. Municipio de Betéitiva



**1.3.2 Suelos de expansión urbana<sup>2</sup>.** El crecimiento urbano del municipio se ha llevado a cabo en una forma lenta y de manera desorganizada. Con la incorporación de programas de vivienda de interés social en terrenos ubicados en zonas de medio riesgo geológico, se pretende conformar zonas urbanas planificadas que desarrollen que logren establecer normas y parámetros para un mejor asentamiento del casco Urbano.

El casco urbano es pequeño posee un índice de construcción anual (0.16 %) tiene ochenta y dos casas repartidas a lo largo del pueblo, y un total de ochenta y siete predios que los poseen ciento treinta y cinco propietarios. En los últimos años se evidencia la construcción de 21 viviendas. Según Subdirección Nacional de Catastro

En la zona hacia donde se proyecta la expansión del casco urbano se está construyendo la escuela urbana, y se proyecta la prolongación de la carrera 2, la calle 2 y las calles 1-1 Bis, adecuando el espacio vial y prolongando el sistema de servicios públicos, al mismo tiempo se recomienda la adquisición de un terreno con el objetivo de general un plan de vivienda de interés social en esta zona.

Se proyecta en mediano plazo la reubicación del cementerio en dirección Norte con el objeto de adecuar un parque.

#### 1.4 ACTIVIDADES SOCIECONÓMICAS IDENTIFICADAS EN EL CASCO URBANO<sup>3</sup>.

En la cabecera municipal no se encuentra comercio organizado, 17 tiendas con precarios surtidos, se establece un intercambio comercial mínimo con los municipios vecinos. (Sogamoso, Paz del Río, Tasco). los cuales abastecen al municipio de productos de primera necesidad. No existe plaza de mercado ni centro de acopio, No existe Matadero Municipal, existe una fama que suministra carne y sacrifica una vez a la semana de acuerdo a la demanda del consumidor.

Como se mencionó anteriormente en el casco urbano también se desarrollan actividades agropecuarias cuyos productos son para el sustento diario.

#### 1.5 SERVICIOS PÚBLICOS

- *Infraestructura vial y comunicación del casco urbano:* Se encuentran 3 tipos de vías; con una vía principal (Carrera 4 Pavimentada), vías secundarias (carrera 3-4, y calles 2-2Bis-3-4) y unas vías peatonales (calle 5-6), se encuentra pavimento en diferentes materiales como; asfalto y concreto, trocha y se divisan algunos sectores viales en piedra.

---

·Ibid  
·Ibid



- *Acueducto.* En la actualidad este servicio público tiene una cobertura igual al 100%
- *Alcantarillado.* El municipio cuenta con un sistema de recolección, evacuación, transporte y disposición final de residuos líquidos. Cobertura 85%.
- *Salud.* El municipio cuenta con una E.S.E, entidad descentralizada, que brinda a los usuarios atención permanente por una auxiliar de enfermería, en la semana atiende 2 veces él medico general y un Odontólogo. Se presta atención de primer nivel.
- *Energía eléctrica.* El índice de cobertura alcanza el 100%. El sistema eléctrico del casco urbano se deriva de la subestación del municipio de Tasco, el servicio a pesar de ser permanente es regular por los continuos flujos irregulares de energía
- *Manejo de residuos.* En la actualidad el municipio firmó un convenio con CORPOBOYACÁ para la realización del PGIRS el cual se está haciendo mancomunadamente con otros municipios de la provincia Valderrama.

El municipio cuenta con un sitio destinado para la confinación de los residuos no aprovechables.

- *Educación.* En el casco urbano se ubica una institución educativa que brinda educación básica y media a las personas en edad escolar residentes en el municipio y en sus alrededores.

**1.6.1 Zona Peri-Urbana.** En la zona peri-urbana y en el área rural, la actividad económica más representativa es la agricultura. Esta se desarrolla a nivel familiar por la escasez de mano de obra para tal fin, razón por la cual el núcleo familiar se involucra de lleno en la actividad; esta mano de obra que no es valorada dentro de la economía familiar; se emplea también en asocio (intercambio), donde dos propietarios y sus familias se ayudan con la mano de obra que cada uno requiera en su terreno.

Los cultivos que mayoritariamente se presentan son: papa, maíz, y las hortalizas. La producción obtenida es comercializada en la cabecera municipal. Este sistema de producción es tradicional empleando mano de obra y por ende generando empleo familiar.

## 1.7 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

En el sector urbano del municipio de Betétiva afloran rocas originadas en el periodo terciario pertenecientes a las formaciones Picacho y Concentración y un área cubierta por depósitos Cuaternarios, específicamente Depósito Coluvial.





**Formación Picacho (Tep).** De edad Eoceno inferior. El nombre dado por ALVARADO B. y SARMIENTO R. (1941) a las areniscas que forman el cerro Picacho, en el alto el portillo, al noreste del casco urbano de Paz del Río.

La formación Picacho es predominantemente arenosa. Las areniscas son de color blanco a pardo, bastante limpias, masivas, moderadamente duras y friables, de grano fino a grueso, con niveles conglomeráticos. El miembro inferior consta de gruesos bancos de arenisca (hasta 50 m) que siendo muy porosas frecuentemente tienen zonas impregnadas de asfalto. Las areniscas presentan marcas de corrientes, estratificación cruzada y otras estructuras de sedimentación. El miembro superior está constituido por arcillosita (60%) en parte arenosa con dos intercalaciones importantes de arenisca.

La formación Picacho presenta un espesor variable entre 180 y 220 m. Yace sobre la formación Socha Superior y marca el paso a la arenisca ferruginosa de la formación Concentración.

En el área de estudio, esta unidad es fácilmente reconocible en la parte alta del casco urbano donde se observan escarpes casi verticales de arenisca. En este sector la Formación Picacho se encuentra sobre la formación concentración de edad más reciente básicamente por la presencia de una estructura importante como lo es el Sinclinal de Betétiva.

**Formación Concentración (Toc).** De edad Eoceno medio y oligoceno Medio. Esta Denominación dada por ALVARADO B. y SARMIENTO R. (1944) A la sección que aflora en los alrededores del caserío de Concentración, sobre la carretera Belén – Paz del Río.

Se divide en dos conjuntos, El inferior presenta en la base arenisca gris de grano fino, sobre la cual yace un banco de mineral de hierro de 2 a 12 m. luego un conjunto de 150 m de arcillositas negruscas piríticas para dar paso a un banco de unos 60 m de mineral, siguen 110 m de arcillosita pizarrosa gris con intercalaciones importantes de arenisca de grano fino, micácea, y algunas cintas de lignito. Sobre esta parte yacen 150 m de arcillositas fisibles gris verdosas. Encima se hallan 75 m de arcillas arenosas blancas. En la que se intercala un banco de arenisca de grano grueso con niveles conglomeráticos y culmina con 110 m de arcillositas fisibles grises en cuya parte superior intercalan 5 bancos de arenisca masiva. El conjunto superior consta principalmente de arcillositas grises con constantes intercalaciones de bancos de arenisca de grano medio, La parte superior está limitada por la Falla de Soapaga.

El espeso total de la formación alcanza los 1400 m en la región de Paz del Río.

En el municipio de Betétiva esta unidad aflora en la margen derecha de la quebrada Otengá y la mayoría del casco urbano de localiza sobre esta formación, se observan profundas cárcavas causadas por la erosión del hídrica, en cuyos taludes se observan arcillositas abigarradas de color preferiblemente amarillo, beige y blanco con algunos niveles arenosos.

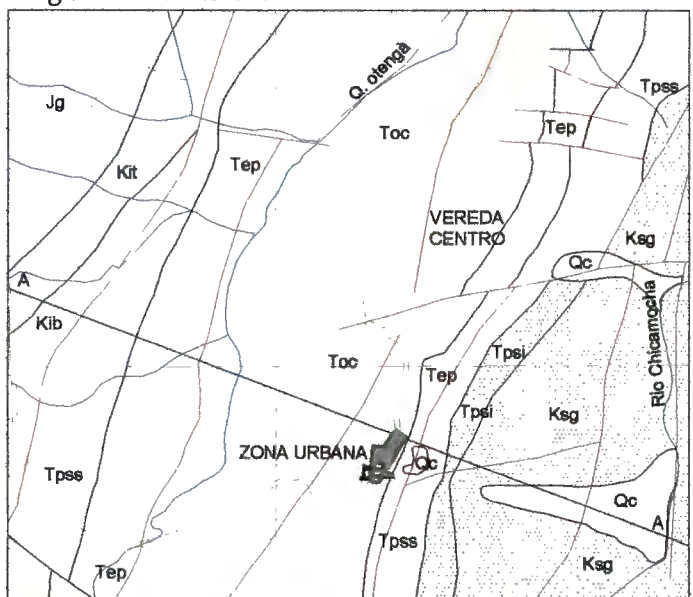


**Depósito Coluvial.** Compuesto básicamente por el desprendimiento de material, perteneciente a la formación picacho ubicada en la parte este del casco urbano, unidad de la que se desprenden bloques de arenisca que se acumulan en el pie de la ladera embebidos en una matriz básicamente arenosa.

**1.7.1 Geología estructural.** Los principales eventos que tienen importancia a nivel local y regional son la ocurrencia del Sinclinal de Betétiva y la presencia de la Falla se Soapaga y la falla de Otengá.

La Falla de Soapaga separa dos regiones morfoestructuralmente muy diferentes, La falla se localiza paralela al río Chicamocha, esta dislocada en su trayecto por algunas fallas direccionales (falla de Otengá) que la desplazan transversalmente unos 200 m. En la zona de Betétiva complicaciones estructurales colocan las formaciones Picacho y Socha superior contra la falla. El Sinclinal de Betétiva se desarrolla entre la Quebrada Otengá y la Quebrada Calacote, siempre contiguo a la falla de soapaga. El plegamiento, bastante apretado, está reclinado hacia el sureste, con el flanco noroccidental subvertical o en posición invertida, lo que indica el esfuerzo al que fue sometida la zona por el empuje del macizo de Floresta.

Figura 2. Plano geológico zona de estudio



Fuente. INGEOMINAS.



**1.7.2 Geomorfología del sector.** Es influenciada por el grado de control estructural de las unidades litológicas presentes. Es así como en la parte alta del casco urbano donde afloran las areniscas de la formación Picacho se observan escarpes pronunciados con pendientes superiores al 75% y con afloramientos importantes de arenisca, En el sector donde esta asentado el municipio, la topografía es mas suave, consecuente con las geoformas que moldean las unidades deposicionales y arcillosas. Abajo del casco urbano nuevamente encontramos fuertes pendientes y presencia de procesos morfodinámicos con aparición de cárcavas y área erosionadas por el agua de escorrentía que han moldeado el paisaje de la zona.

Figura 3. Procesos erosivos presentes en la zona de estudio



Fuente. El estudio



## 2. PRINCIPALES PROBLEMAS Y RIESGOS IDENTIFICADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.

### 2.1. EVALUACIÓN DE AMENAZAS NATURALES.

Las condiciones geológicas, topográficas y climáticas existentes en el municipio de Betétiva, generan amenazas naturales tales como deslizamientos, desabastecimiento de agua, sismos etc.

**2.1.1 Factor Geológico. Casco Urbano.** Por estar ubicado en un depósito cuaternario tipo residual en el cual se encuentra saprayecido sobre un depósito arenarcilloso, Plástico y expansivo; con una pendiente tal que favorece el deslizamiento en masa sobre los estratos, cuya dirección de buzamiento en su mayoría coincide con la dirección de la pendiente.

Un deslizamiento muy lento (fenómeno geológico denominado Reptación) en la parte superficial del terreno se presenta en taludes de pendiente moderada, la velocidad del desplazamiento de los materiales involucrados mínima y casi imperceptible pero existe, entre uno y dos cms al año acelerándose en época de lluvias, lo cual se evidencia por: la deformación de las construcciones civiles, separación del suelo con el contacto de grandes rocas resistentes. Este tipo de movimiento se presenta en la formación denominada Concentración donde se encuentra el casco urbano del municipio de Betétiva.

Figura 4. Fracturamiento de vivienda causado por fenómeno de Reptación.



Fuente. El estudio.



La tectónica que afecta esta área es muy intensa, reflejando un alto fracturamiento y fallamiento de las formaciones rocosas y en la Topografía quebrada, escarpada y accidentada. Desde el punto de vista de las unidades litológicas puede observarse que las unidades de areniscas y limonitas.<sup>4</sup>

**2.1.2 Erosión.** Dentro de los problemas morfodinámicos presente en el casco urbano la erosión se ha constituido en un factor determinante que contribuye a los problemas de deslizamiento y de deterioro del paisaje, causado por el manejo inadecuado de aguas lluvias y las insostenibles prácticas de técnicas agrícolas que han dejado el suelo desprotegido y susceptible a la erosión (aumento de la frontera agrícola, abuso de fertilizantes químicos, no rotación de cultivos, entre otros)

Figura 5. Carcavamiento causado por erosión hídrica. Fenómeno común en la zona.



Fuente. El estudio.

**2.1.3 Sísmica.** En el Municipio de Beteitiva los sismos son agentes que provocan movimientos en masa y que actúan directa o indirectamente sobre la corteza causando una desestabilización de terrenos. Problema que puede en determinado caso afectar el asentamiento del casco urbano debido a su localización geológica.

Su grado de amenazas está sometido a la parte tectónica ya que en todas sus áreas están siendo afectadas por fallas locales que convergen a la denominada falla Soapaga, parámetro que ha de tenerse en cuenta por que en cualquier momento puede darse un

---

· EOT. Municipio de Beteitiva.



desplazamiento de ésta activando antiguos movimientos y generando daños como agrietamiento de algunas de las viviendas en el casco urbano.

**2.1.4 Climáticos.** El casco urbano por la topografía del terreno se ve afectado en época de lluvias. (Erosión) y por descargas eléctricas (ocasionadas por los rayos) que dejan sin servicio de energía al municipio. En época de verano escasea el recurso hídrico por lo cual la comunidad se hace más susceptible, se disminuye la calidad de vida y hay más alta potencialidad de contraer enfermedades.

**2.1.5 Zonificación de Riesgos por geoinestabilidad.** En el casco urbano realizando el análisis de amenazas y vulnerabilidad tienen en cuenta dos rangos para la clasificación del peligro inmediato a que está sometida la población del área de estudio.

- Zona de alto riesgo.
- Zona riesgo moderado.

**Zona de Riesgo Alto.** Localizada al Nor-Oeste área urbana, zona en la cual se ubica la mayor parte del asentamiento del casco urbano actual. La Topografía y la pendiente predisponen la erosión y el fenómeno de reptación (Identificado por HIDROCOL Ltda.) en 1995 si a lo anterior le sumamos el mal manejo de las aguas servidas aumentan en la zona la geoinestabilidad y el riesgo se incrementa.

**Zona de Riesgo Moderado:** Las áreas que constituyen un riesgo moderado son las que presentan pendientes menores al 40 % y que su estructura está compuesta por areniscas compactas que no han sido afectadas por la meteorización con baja densidad de población y buena cobertura vegetal. Localizadas al Sur-Este del Casco Urbano (zona de Expansión). Sin embargo se recomienda en esta zona tener en cuenta las normas urbanísticas y de sismo resistencia, además mantener y adecuar la zona de conservación ambiental con el fin de proporcionar una mayor estabilidad al terreno en el talud inferior.

## 2.2 AMENAZAS CONTRA LA SALUD PÚBLICA.

**2.2.1 Amenaza por Contaminación Hídrica.** Uno de los mayores contaminantes del medio es la disposición inadecuada de las ARD generadas en el casco urbano del municipio que son usadas para el regadío de los predios donde se realizan las descargas. Esta situación genera riesgos considerables pues el consumo de lácteos y derivados producidos con la leche de los bovinos que consumen los pastos irrigados con AR pueden afectar la salud de los consumidores.



Figura 6. Vertimiento directo al suelo.



Fuente. El Estudio.

El vertimiento de las aguas servidas directamente al suelo genera contaminación de este componente, las cargas orgánicas, patógenas y nutrientes presentes en las aguas residuales, seguramente se acumulan en las áreas de vertimiento y son lavadas y descargadas a la quebrada Otengá en los periodos lluviosos de alto escurrimiento terminando por contaminar este cuerpo de agua que es de esencial importancia para los moradores de las riberas de la quebrada quienes la usan para riego, abrevadero y consumo humano.

Otra afectación grave que provocan estos vertimientos es la variación de la condiciones de humedad del subsuelo lo que potencializa el fenómeno de reptación e inestabilidad de la ladera.

**2.2.2 Amenaza por desabastecimiento del Casco Urbano.** Esta posibilidad mas que ser una amenaza es una realidad que se vive año a año en los periodos de baja pluviosidad. Como ya se ha mencionado la unión de varios factores limita el suministro de Agua Potable a una o dos horas en las épocas críticas, situación que cohibe el desarrollo socioeconómico de los habitantes del centro poblado.

### 2.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS AMBIENTALMENTE CRÍTICAS

En el área de estudio existen zonas que por su importancia ambiental y/o ecológica deben ser tratadas de manera especial. En el contexto ambiental del municipio de Betéitiva tienen importancia singular:

**2.3.1 Zonas de Interés Hídrico.** Ante la limitante de agua existente, adquiere gran importancia la conservación de los cauces naturales, en especial las fuentes



abastecedoras de los acueductos veredales y urbanos entre las que se cuentan, la quebrada Otengá, la quebrada Seca, Fuente Hato Viejo, Q. Divaquía entre otras y los nacimientos y aljibes que de cierta forma alivian mitigan situación de suministro de AP.

Las medidas para preservar el recurso hídrico consisten en la adquisición de predios en los nacimientos, la conservación de rondas hídricas y la implementación de programas de reforestación de las cuencas con especies nativas lo que debe conllevar a la solución de la problemática de abasto.

**2.3.2 Zonas susceptibles a erosión hídrica.** Son todas las áreas que en la actualidad se encuentran expuestas a los agentes erosivos; son el producto de la deforestación, de las prácticas agrícolas inadecuadas, zonas cultivadas abandonadas, áreas con escasa vegetación.

Estos terrenos se les debe dar un manejo tendiente a controlar la erosión y a restaurar el paisaje deteriorado por la presencia de estas áreas. La reforestación con especies controladoras de erosión como la acacia es la medida a aplicar para contrarrestar este problema.

**2.3.3 Área donde se ubica el casco urbano.** El municipio se cimentó en un sector con potencialidad de ocurrencia de fenómenos de remoción en masa. La intervención antrópica varía las condiciones de humedad, infiltración de agua, escurrimiento etc. lo que acrecienta y acelera estos procesos. Por tal razón es importante la implementación de medidas tendientes a prevenir la ocurrencia de desastres de este tipo recolección y disposición de las aguas servidas, la construcción de drenajes para evacuar la escorrentía evitando la infiltración excesiva de agua y la implementación de un plan de contingencias.





### 3. DESCRIPCIÓN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

#### 3.1 FUENTES DE ABASTECIMIENTO

En la actualidad el municipio se abastece de tres fuentes superficiales, así:

- *Quebrada El arenal*. No existe bocatoma. La línea de aducción es un canal en tierra que llega al tanque de almacenamiento el cual se ubica a escasos 25 metros del punto donde se deriva el caudal para abastecer la zona urbana.

Dadas las condiciones de esta aducción (canal abierto), tiende a transportar gran cantidad de material articulado (grueso y fino), sobre todo hojas de árboles que se descomponen en el tanque alterando la calidad del recurso.

En épocas de invierno la derivación es constante, el problema es en verano pues el canal principal tiene ramificaciones en varias fincas aledañas y el flujo que corre por el drenaje es repartido a cada uno de los usuarios asentados aguas abajo del punto de toma, permaneciendo el suministro de agua al tanque de almacenamiento únicamente unos 30 minutos al día, además este cauce no tiene capacidad para proveer a todos los usuarios (zona urbana y fincas) que se surten de esta fuente.

El conflicto por el agua en el sector ha llegado a extremos tales que se ha requerido que una persona vigile el paso de caudal al tanque de almacenamiento. Los vecinos de sector cortan el flujo arbitrariamente para que continúe por el canal de riego una cantidad considerable para poder regar los potreros y parcelas, sin importar que se esté interfiriendo con el abastecimiento de la comunidad urbana. Por lo tanto es urgente que la autoridad ambiental en conjunto con la administración municipal tomen las medidas respectivas para dar solución a este conflicto de tal forma que se garantice el suministro y se conserve la fuente hídrica. Es de tener en cuenta que cualquier tipo de derivación de una fuente de uso público para fines agrícolas debe contar con la respectiva concesión y que en este caso debe hacerse prevalecer el interés general sobre el particular.

La quebrada el arenal se ubica en la vereda Divaquía, en la actualidad el municipio de Betétiva tiene en concesión un caudal de 1.0 l/s, con destino a uso doméstico de las familias residentes en el perímetro urbano.

- *Hato viejo*. El caudal captado de esta fuente hídrica es transportado hasta el tanque de almacenamiento ubicado en la vereda Divaquía por medio de un tramo de tubería en PVC de 1½", con una longitud aproximada de 2 kilómetros. Cuenta con su respectiva concesión la cual fue otorgada en la misma resolución que la quebrada el Arenal.



- *Quebrada Seca*. Al igual que las demás captaciones converge al mismo punto de almacenamiento, el caudal es transportado por tubería PVC. No existe estructura de captación alguna.

Es difícil determinar la cantidad de caudal captado en cada una de las fuentes de abasto pues ninguna cuenta con estructuras que permitan controlar el flujo, variando la cantidad del mismo a lo largo de día.

El sistema no cuenta con desarenador. Cerca del tanque de almacenamiento existe una estructura que desde el momento de su construcción a la fecha no ha entrado en funcionamiento.

### 3.2 TANQUE DE ALMACENAMIENTO (VEREDA DIVAQUÍA).

Ubicado en el predio denominado El Dato, propiedad del municipio, aproximadamente a 1Km. de la captación del arenal.

Las dimensiones de esta estructura de almacenamiento son:

Ancho: 6.25 m → e: 0.30 m (muro)  
Largo útil: 8.10 m → e : 0.30 m  
Profundidad útil: 2.62 m  
Volumen de almacenamiento: 115 m<sup>3</sup>

Es tanque tiene anexo una estructura clarificadora que se comunica con el compartimiento de almacenamiento mediante orificios en las paredes.

Estructuralmente los muros constan de contrafuertes, es construido en concreto ciclópeo sin refuerzo, su espesor es de 30 cm. para resistir la presión del agua. El estado del tanque es aceptable, no presenta filtraciones visibles, no cuenta con tuberías de ventilación, además carece de válvulas y/o accesorios para control de caudal lo que genera desperdicio o pérdidas cuando se capta mas de la demanda del municipio.

### 3.3 LÍNEA DE CONDUCCIÓN.

El material de la línea de conducción es en Hierro Fundido y conserva un diámetro igual a 2", con una longitud aproximada de 4 Km., la red presenta serias deficiencias hidráulicas por pérdidas del caudal, pues a lo largo de este conducto se derivan gran cantidad de acometidas "más de 30 derivaciones" en su mayoría fraudulentas, donde el usuario no solo utiliza el líquido para fines domésticos sino que además le da usos para riego y abrevadero, lo que perjudica enormemente el caudal que fluye por el sistema



que es exclusivo para la comunidad del sector urbano, situación se refleja en pérdidas de presión y caudal a la llegada de la planta de potabilización.

### 3.4 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.

El sistema de tratamiento existente en la red de abasto es de tipo compacto y consta de las siguientes unidades<sup>5</sup>:

- ↪ *Coagulador. (1)*
- ↪ *Filtro mixto No. 1 (2)*
- ↪ *Filtro mixto No. 2 (3)*
- ↪ *Clorinador*

Figura 7. Planta de potabilización



Fuente. El estudio

El material de las unidades de la planta es acero inoxidable. En el anexo A se encuentra el manual de operación y mantenimiento. La PTAP lleva funcionando aproximadamente un año (finales del 2004).

Los *filtros son a presión y mixtos*, de flujo descendente, que se deben operar a altas velocidades debido a la utilización de diversos estratos de material filtrante de diferentes granulometrías o tamaños (arena y antracita). El principio de estos filtros radica en las capas inferiores, de partículas más gruesas (arena), sirven de soporte a las capas superiores cuyas partículas son más finas (antracita). La calidad del filtrado va a depender del material más fino, que es la que se ubicaría en la parte superior del filtro.

<sup>5</sup> Manual de operación y mantenimiento PTAP.



La razón de colocar estratos de diferentes granulometrías a lo largo del filtro, no es otra si no la de impedir que las partículas más finas, que al fin y al cabo son las que determinan la calidad del filtrado, atraviesan el lecho filtrante y pueden llegar al fondo del filtro; de allí sería muy fácil que pasaran por entre el sistema de distribución, transponiendo el filtro y ocasionando, además de la pérdida de material filtrante, posibles daños a sistemas y otros por la presencia de dicho material.

- **Operaciones de los Filtros.** La operatividad de los filtros depende de la cantidad del material acumulado dentro del mismo, siendo que a mayor volumen de sólidos retenidos, mayor es la caída de presión dentro del filtro, puesto que los intersticios entre las partículas disminuyen sus tamaños y por ende la velocidad a través de los mismos aumenta. Este fenómeno puede ocasionar que los sólidos a retener vayan penetrando las capas inferiores del filtro. Es por esta razón que se hace necesaria una limpieza periódica y efectiva de estos filtros.

Otro factor que debe tomarse en cuenta es el sistema de distribución a emplearse en los filtros, mismos cuya variedad posibilitan su adaptación a una amplia gama de requerimientos. En este aspecto, el factor más importante es aquel que involucra el flujo uniforme a través del lecho filtrante, el cual se logra a medida en que la recolección de las aguas al final del filtro, se encuentre adaptada a la geometría del mismo, impidiendo de esta manera la formación de rutas preferenciales de líquidos que podrían saturar prematuramente el filtro, ocasionando lavados mas frecuentes. Entre los sistemas de distribución mayormente conocidos, se encuentran:

En la actualidad la planta no funciona de la mejor forma. En épocas de verano el líquido se deja pasar directamente al tanque de distribución pues la presión de llegada del flujo al sitio de potabilización es insuficiente para pasar por las unidades de tratamiento. En períodos lluviosos el caudal captado aumenta considerablemente, pero dado las condiciones de operación de la red de conducción y la posición del tanque ubicado en la vereda Divaquía que se encuentra casi a la misma elevación que la PTAP, la presión de llegada del líquido al paso de la planta no garantiza que esta trate el caudal que debería.

No se tiene certeza de los parámetros de diseño del sistema de tratamiento ( $Q_{\text{diseño}}$ ), ni de las características y espesores de los lechos filtrantes.

### 3.5 TANQUES DE DISTRIBUCIÓN Y REGULACIÓN. (CENTRO)

Existen dos tanques, uno de los cuales funciona como reserva, es decir que sus funcionamiento es intermitente.

Los tanques están contruidos en concreto ciclópeo con contrafuertes, con espesor de muros de 30 centímetros, las dimensiones son las siguientes:



### Tanque 1

H = 2.25 m.  
L = 6.05 m.  
B = 4.8 m.  
V = 51.5 m<sup>3</sup>

### Tanque 2

H = 2.5 m.  
L = 5.68 m  
B = 5.63 m  
V = 63.9 m<sup>3</sup>

En general los tanques están en buen estado, su construcción es reciente y cuentan con escalones de acceso que facilitan el mantenimiento, en total se tiene un almacenamiento para reserva y regulación de consumo de 230 m<sup>3</sup>

Figura 8. Llegada tanque 2 – Sector Urbano



Fuente. El estudio

## 3.6 RED DE DISTRIBUCIÓN

La red de distribución del sector urbano fue reemplazada en su totalidad hace aproximadamente un año (año 2005).

Dicha red se encuentra en tramos de tubería P.V.C de 3", 1½", 1", ¾" y ½" pulgadas.

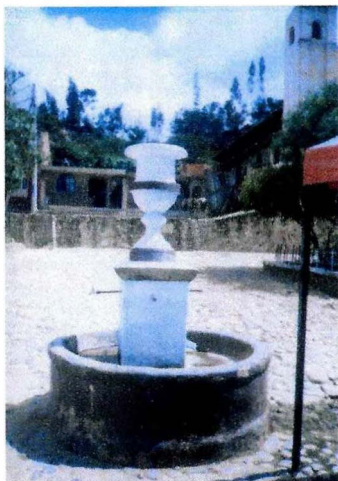
La mayoría de usuarios que se abastecen del acueducto urbano solo utilizan el líquido del sistema para labores de limpieza en el hogar, para la preparación de alimentos toman el agua de la Pila, que esta ubicada en el centro del parque. El origen de esta agua es un nacimiento ubicado en los alrededores del municipio.

Según encuesta (ver capítulo 5) realizada en el municipio se pudo detectar la baja confianza que los habitantes del sector tiene del agua suministrada por la red de acueducto, es por esto que se ven avocados a recolectar el líquido de fuentes superficiales a las que no se les realiza ningún tipo de tratamiento, las cuales tienen características estéticas aceptables, haciendo a la población vulnerable y propensa a



contraer enfermedades de origen hídrico y por consiguiente a que exista un alto índice de morbilidad que se origina por la deficiente prestación el servicio.

Figura 9. Pila provista de llave – Ubicada en el parque principal

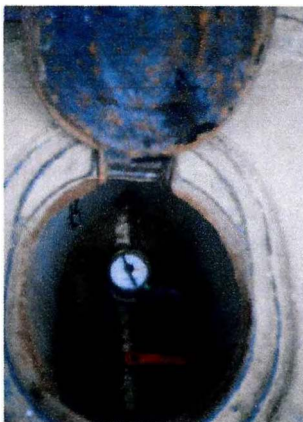


Fuente. El estudio

### 3.7 ACOMETIDAS Y MICROMEDICIÓN

A raíz de la optimización de la red de distribución y de la implementación de un sistema de tratamiento, la Administración Municipal opto por instalar acometidas domiciliarias con sus respectivos medidores de tipo volumétrico, caja en hierro fundido y registro de corte (Ver Foto), esta medida se aplicó con el fin de darle ordenamiento y control a la prestación del servicio de acueducto dado el evidente déficit hídrico y para obtener información real de los consumos y de esta forma establecer un sistema tarifario acorde con las características del centro poblado.

Figura 10. Medidor tipo – red de distribución.



Fuente. El Estudio



### 3.8 COBERTURA DEL SISTEMA

A causa de la sustitución de la infraestructura de acueducto se dio cobertura a la totalidad de usuarios del casco urbano. Cubriendo a 95 abonados.

Lo preocupación no radica en la cobertura sino en la calidad del servicio, entendida como potabilidad y continuidad del suministro. En épocas de verano la comunidad urbana se ve sometida a intensos racionamientos, incluso días completos sin abastecimiento y no existe un horario definido para la prestación del servicio.

### 3.9 MACROMEDICION

En el momento no se cuenta con medidores que permitan determinar el caudal tratado ni el caudal suministrado, datos importantes a la hora de determinar las pérdidas en la red y para tener un control de la capacidad real del sistema de tratamiento y del agua entregada a los usuarios.

### 3.10 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DOMICILIAR

La mayoría de las viviendas del sector urbano cuentan con tanque de almacenamiento, el cual les es muy útil dadas las condiciones de prestación del servicio en lo referente a continuidad. La periodicidad con que los usuarios realizan el mantenimiento es variable pero en general existe falta de información sobre la forma y el lapso en que se debe lavar el tanque de reserva.

### 3.11 CALIDAD DEL AGUA DISTRIBUIDA

El municipio a pesar de tener planta de tratamiento no garantiza calidad de agua a los usuarios del acueducto y esto lo demuestra un análisis físico, químico y microbiológico realizado en una de las viviendas del sector urbano, a una muestra de agua tratada, los resultados obtenidos fueron:

Cuadro 11. Resultados análisis fisicoquímico, organoléptico y bacteriológico

Parámetro	Punto: Grifo de entrada zona verde	Valor Admisible Dto 475/98
pH (unidades)	7.4	7 - 9
Turbiedad (NTU)	9	<5
Color (UPC)	48	<15
Olor	Aceptable	Aceptable
Sustancias flotantes	Ausentes	Ausentes
ST (mg/l)	40	<500
Cloro residual libre (mg/l)	0.13	0.2 - 1
Acidez total (mg CaCO <sub>3</sub> /l)	1	50
Alcalinidad Total (mgCaCO <sub>3</sub> /l)	4	100
Dureza Total (mgCaCO <sub>3</sub> /l)	24	160
Dureza Cálctica	16	-



Parámetro	Punto: Grifo de entrada zona verde	Valor Admisible Dto 475/98
Dureza magnésica	8	-
Conductividad (umhos/cm)	90	1000
Cloruros (mg/l)	11	250
Fosfatos (mg/l)	0.13	0.2
Sulfatos (mg/l)	0	250
Hierro (mg/l)	0	0.3
Coliformes Totales UFC/100 cm <sup>3</sup>	13	0
NMP de E-Coli/100 ml	7	0
OBSERVACIONES	No apta. La muestra está contaminada con E-Coli. Los parámetros de turbiedad y color están fuera de lo permitido.	

Fuente. Secretaria de Salud de Boyacá.

Es prioritario revisar el funcionamiento del sistema (captación, aducción, tanque, conducción, planta de tratamiento, distribución), pues las medidas no serán suficientes si no se hace en conjunto la optimización de los componentes del acueducto. Pues cada uno de ellos tiene su cuota de responsabilidad en la calidad del líquido suministrado.

3.12 CONSUMO DOMICILIAR. Ver flujo balance hídrico del sistema urbano.





#### 4. DIAGNOSTICO SISTEMA ALCANTARILLADO

La cantidad de población residente en el perímetro urbano del municipio de Betétiva lo sitúa dentro del nivel de complejidad bajo, otra variable que lo coloca en este rango es la baja capacidad económica de esta comunidad dada las limitadas actividades productivas en que la población se puede desarrollar y la ubicación geográfica que reduce el intercambio comercial y de bienes y servicios con centros comerciales importantes de la región.

Para la elaboración de este diagnóstico se recurrió a la información catastral del sistema contenida dentro del **PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO**<sup>6</sup>, en este documento únicamente se encuentran los diseños de la nueva red que se propone implementar en el municipio, no aparecen los diagnósticos ni físicos ni hidráulicos del sistema, como tampoco se proponen alternativas para la descontaminación de medio receptor producido por las descargas ni una solución para la separación de las aguas lluvias, no hay una formulación del plan como tal. Por tanto se recomienda a la administración revisar, validar y complementar la información allí contenida, pues este es un instrumento muy valioso para la toma de decisiones en la parte de saneamiento básico y de inversión en el sector.

##### 4.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

El municipio de Betétiva posee un sistema de alcantarillado de tipo combinado, es decir, que transporta y evacua las aguas residuales domésticas y aguas lluvias producidas en la zona urbana del municipio. Se divide en cuatro sectores de acuerdo a la topografía urbana, cada uno de los cuales tiene una descarga que vierte las aguas combinadas directamente al suelo y cuyo uso es el regadío de potreros.

La red de alcantarillado tiene una edad de aproximadamente 28 años<sup>7</sup>. Los tramos de colector que transportan el caudal descargado por el vertimiento tres no superan los nueve años.

No se tiene certeza de los diámetros que contiene la red, puesto que en la visita de campo realizada fue difícil revisar las cámaras de inspección.

La red alcanza una longitud aproximada de 1300 metros.

---

<sup>6</sup> Documento elaborado en septiembre de 2005 que está avalado por la administración municipal.

<sup>7</sup> Información suministrada por el Fontanero encargado del mantenimiento y operación del sistema de alcantarillado.



El municipio no cuenta con matadero. Una vez a la semana se sacrifican animales para satisfacer la demanda en el sector urbano, en las casas de habitación de las personas que se dedican a esta labor.

**4.1.1 Redes de Colectores.** La red de alcantarillado está conformada por un sistema de recolección, transporte y evacuación de aguas combinadas. La red no transporta caudales significativos de aguas lluvias pues no cuenta con un buen sistema de evacuación de estas aguas (sumideros) por tanto la mayoría de escorrentía transita por las calles hasta llegar a los puntos bajos del municipio (potreros), en este aspecto el municipio no presenta problemas por inundaciones de las vías urbanas, dada la topografía del sector. Esto no quiere decir que la red no necesite de sumideros ubicados en puntos estratégicos.

El sistema de evacuación de excretas en general se encuentra en buen estado no registran colapsos ni ruptura de tramos de tubería.

La descripción de cada uno de los componentes (pozos, box, sumideros, vertimientos) presentes en la red está contenida en las fichas que a continuación aparecen.



**Descripción.** Existen en el municipio actualmente 20 cámaras de inspección. (Catastro de redes)

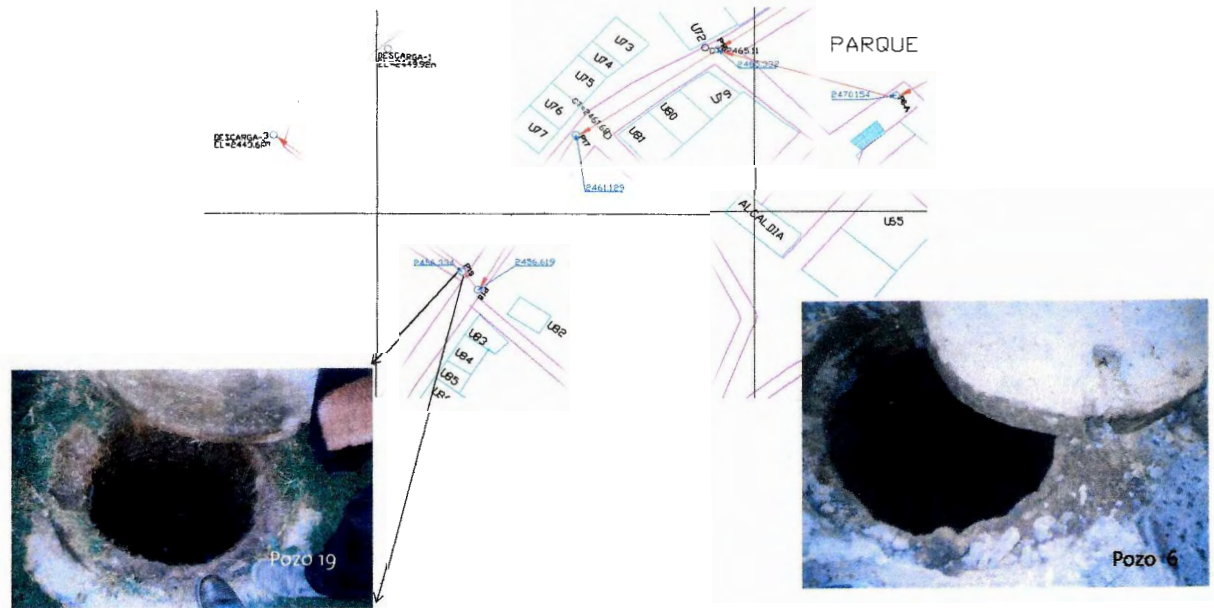
Únicamente se lograron destapar dos pozos (19 y 6), los demás la tapa se encontraba pegada con cemento ó son muy pesadas para removerla ó recubiertos por reparcho y/o pavimentación de las vías urbanas. Por lo tanto se tiene una idea clara del estado actual de las estructuras del sistema.

Las cámaras inspeccionadas cuentan con: cono de reducción, revestimiento parcial en pañete y se encuentran en buen estado independientemente de la edad de estos.

La cantidad de sedimentos presentes es baja dada la topografía del terreno, que produce velocidades altas y el arrastre del material particulado.

- *Cañuela.* Los pozos inspeccionados cuentan con cañuela definida.

**Pozo 19.** Tiene una profundidad de 1.90 metros, se encuentra en buen estado, cuenta con cono de reducción. El fondo está colmatado con sedimento fino (ver hoja de vida)

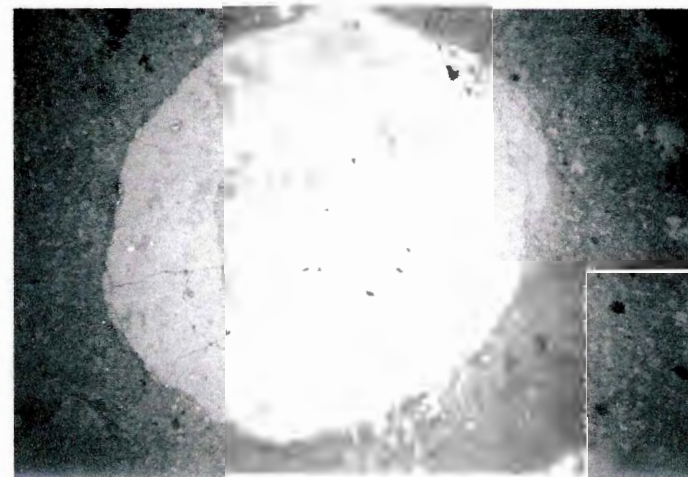


**Función Pozos de Inspección.** Permiten el cambio de dirección en el alineamiento horizontal o vertical, el cambio de diámetro o sección y las labores de inspección, limpieza y mantenimiento. Se detectaron conflictos pues por lo visto algunos pozos cuentan con dos salidas lo que dificulta la determinación de áreas de drenaje y de caudales por vertimiento.



## Tapa de Acceso

**Función.** Permiten el acceso a las cámaras para la realización de labores de limpieza y mantenimiento general de las tuberías y pozos, además debe poseer orificios que permitan la ventilación de los componentes del sistema y disminuyan el deterioro de los pozos y tramos de tubería por efectos de la corrosión del concreto que acorta la vida útil del sistema.

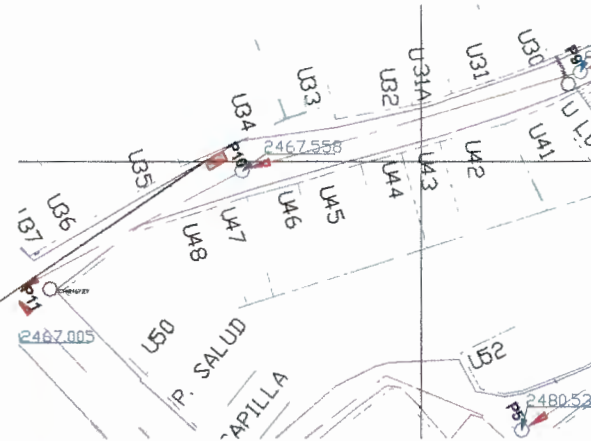


**Descripción.** Las tapas de acceso del sistema de alcantarillado del municipio están construidas en concreto con espesores de 20 - 30 cm. Estas son demasiado pesadas o están selladas con mortero y es casi imposible removerlas para realizar las respectivas inspecciones de mantenimiento. Solo unas pocas cuentan con orificios de ventilación y con gancho de remoción.



## SUMIDEROS

**Función.** Estructura encargada de recoger la escorrentía superficial de las calles e introducirla a la tubería de alcantarillado. Se ubican a lado y lado de la calle, en esquinas aguas abajo de cada manzana antes del cruce peatonal.



Sumidero de cuneta

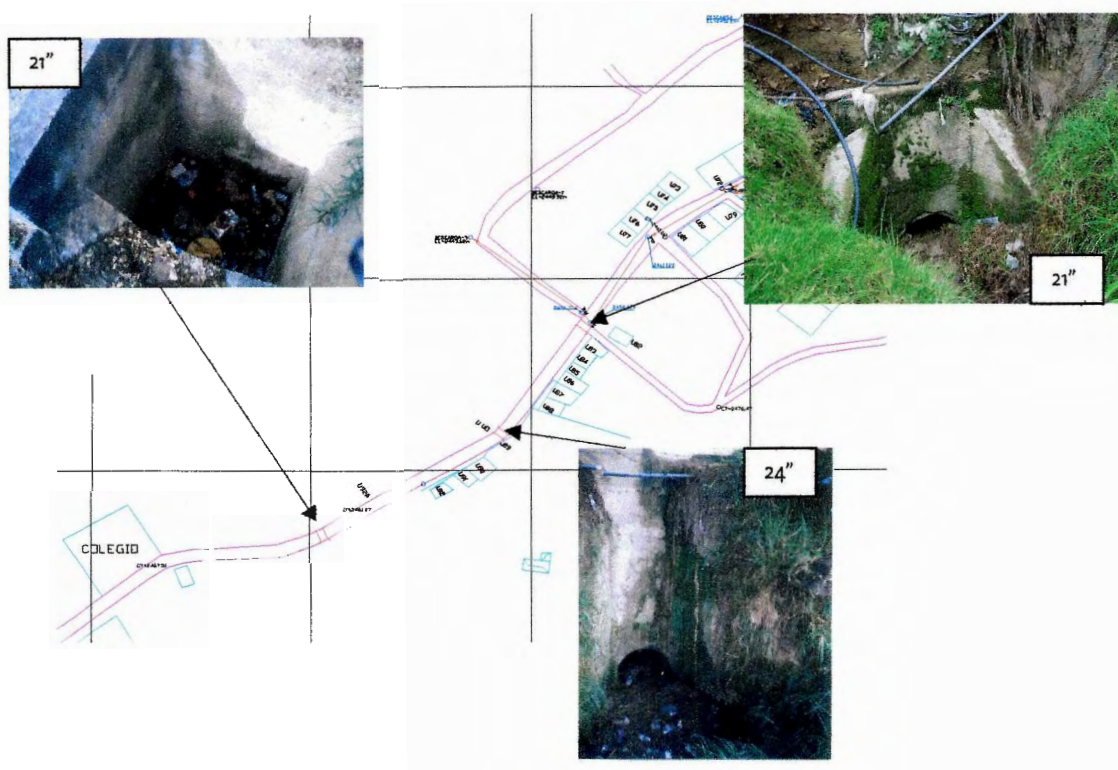
**Descripción.** En el casco urbano únicamente se encontraron tres sumideros, en regulares condiciones, que son:

Dos sumidero de calzada

Un Sumidero de cuneta el cual no posee sello hidráulico (ubicado en la carrera 4 No. 4-35), el cual se encuentra en muy malas condiciones y colmatado por material grueso y basura.



## OBRAS DE ARTE –CULVERT'S



En el perímetro urbano se localizan cuatro estructuras encargadas de recoger y evacuar la escorrentía superficial de drenajes naturales intermitentes. Dichas estructuras son de tipo pipe culvert, construidas en concreto.

Estos elementos requieren un mantenimiento urgente por encontrarse parcialmente tapados a causa de los sedimentos y basura que se han venido acumulando durante mucho tiempo. Como se puede observar en las imágenes estos componentes del sistema de alcantarillado tienen buenas características constructivas, pero la reducción del diámetro puede ocasionar daños a la infraestructura vial e inconvenientes a la comunidad urbana ante la ocurrencia de un evento pluviométrico importante.

El cuarto box se ubica al frente del Puesto de Policía (antigua escuela). En tubería de 21 pulgadas.



## DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES (Vertimiento 1)

El sistema de recolección y evacuación de aguas residuales del municipio de Betétiva tiene en la actualidad cuatro (4) puntos de descarga (sin contar los vertimientos puntuales de las viviendas que no conectan a la red)



Áreas aferentes descarga 1

Drena las aguas servidas de un área igual a 0.87 Ha.

**Descripción.** Se ubica metros abajo de la salida a Sogamoso frente a un árbol frondoso de uvo.

La tubería de la descarga es en Gress, diámetro 6 pulgadas; este vertimiento se ha canalizado de tal forma que las aguas negras lleguen directamente a los potreros aledaños, donde se cría ganado de doble propósito (carne y leche).

Esta descarga se realiza en muy malas condiciones sanitarias (aparición de vectores y proliferación de olores) creando un problema de salud pública en el sector; un aspecto relevante y que cabe mencionar es la relativa cercanía a zonas residenciales (aproximadamente 40 m)

Otra variable que acentúan los problemas detectados por este vertimiento es la presencia de una porqueriza situada a lado de la descarga, incrementando el grado de contaminación del medio receptor; pues los desechos provenientes de este sitio se mezclan con el agua residual doméstica descargada en este sitio.



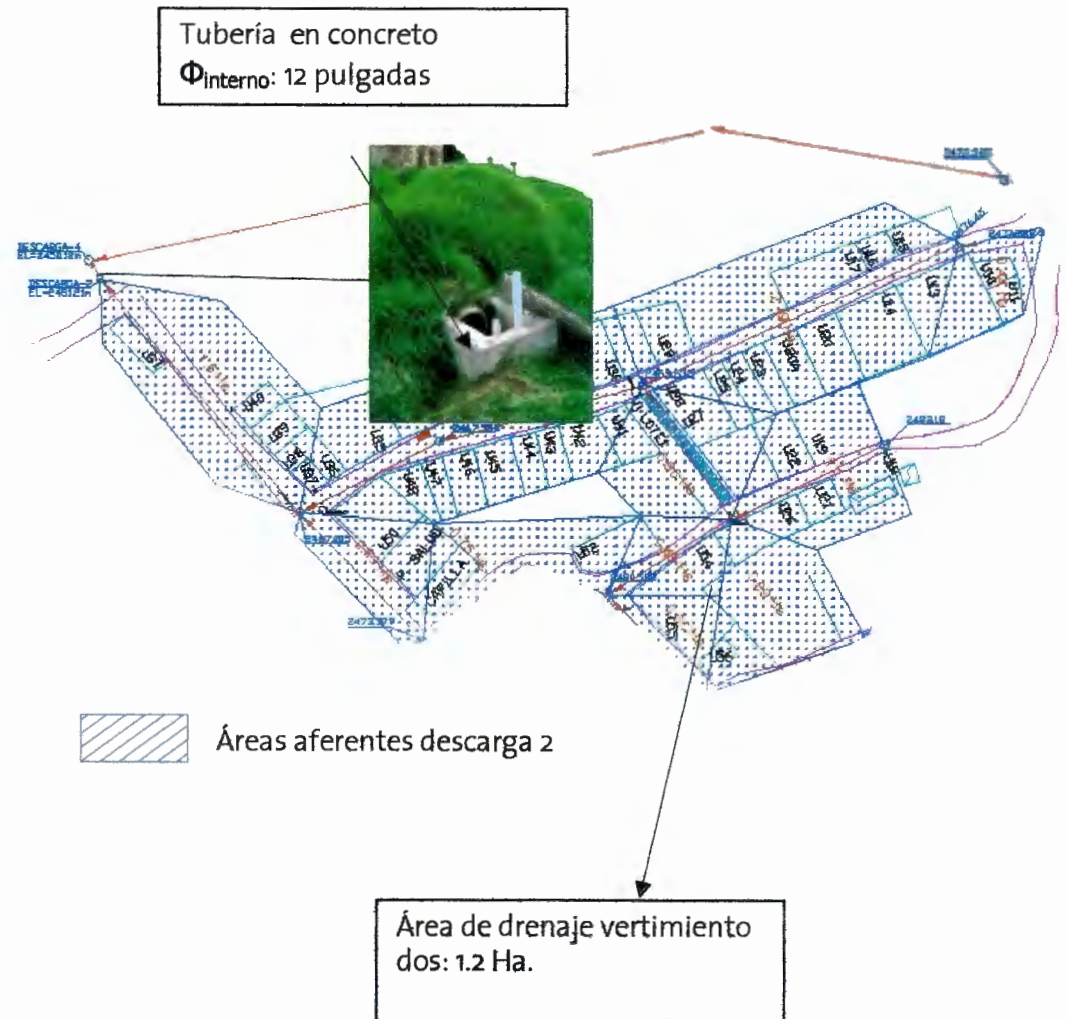
## DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES (Vertimiento 2)

**Descripción.** Ubicado aproximadamente a 130 metros del primer vertimiento.

La tubería descarga a una caja de inspección en concreto de 0.8 x 0.8 m, que permanece tapada (ver foto), esta estructura tiene dos salidas una de las cuales comunica con la cámara de inspección final de este vertimiento, la cual fue tapada para descargar directamente a unas zanjas acondicionadas que recorre gran parte del terreno aledaño.

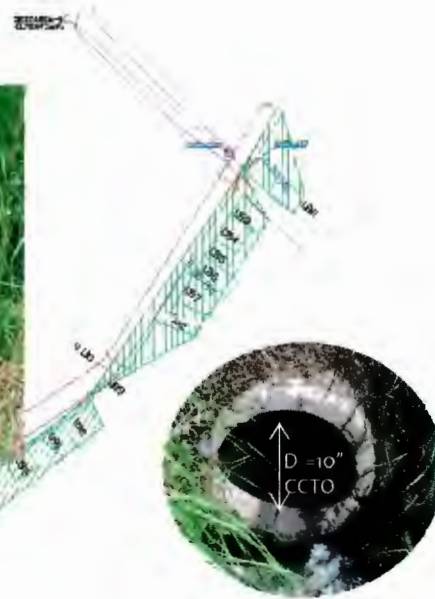
Al igual que el vertimiento 1 esta descarga es usada como regadío de los porteros cercanos creando un inminente problema de contaminación del medio receptor.

En general los cuatro vertimientos se encuentran muy cerca de las viviendas de la zona urbana, trayendo consigo problemas de salud pública a la población aledaña.





## DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES (Vertimiento 3)



**Descripción.** Ubicado aproximadamente a 40 metros del vertimiento uno.

La tubería en concreto de 10" descarga directamente al suelo, el agua es utilizada para regadío, al igual de los demás vertimientos se han adaptado drenajes para "aprovechar" el líquido residual y de esta forma obtener pastos abundantes que son utilizados para propósitos pecuarios.

COLEGIO

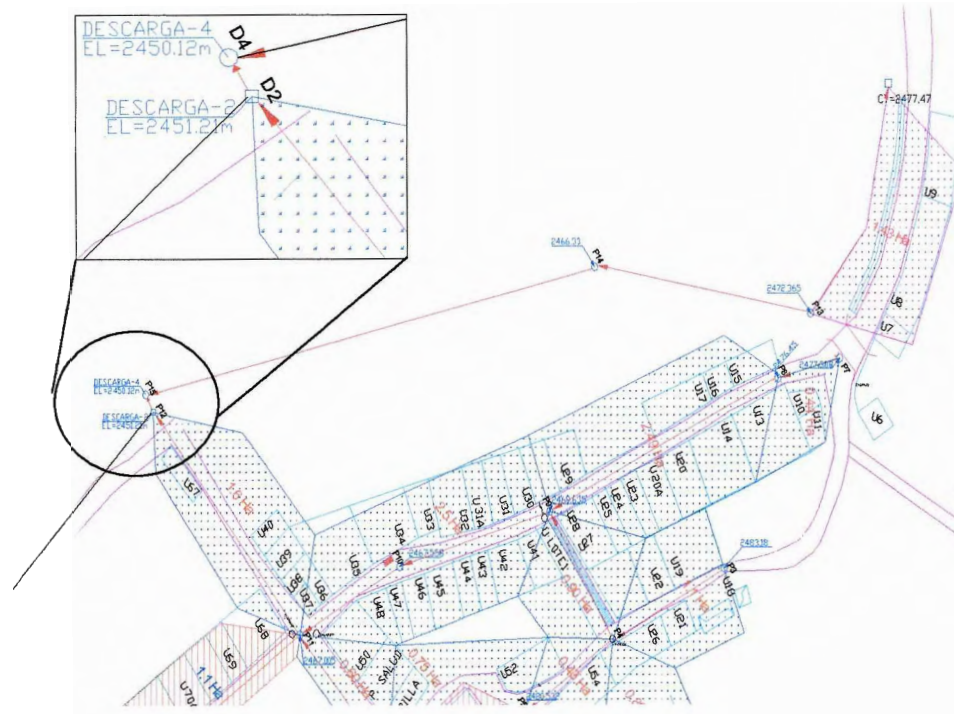
Áreas aferentes descarga

Área de drenaje descarga tres:  
0.32 Ha.

Los vertimientos de aguas residuales sin tratamiento previo son causantes de diversos problemas en: la salud de las personas, alteraciones en el medio ambiente intervenido (agua, suelo, aire).



## DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES (Vertimiento 4)



**Descripción.** Se localiza unos metros adelante del puesto de policía al lado de la vía que conduce a la vereda Villa Franca.

Esta descarga recoge aguas servidas provenientes del puesto de policía y 2 abonados más, su punto final es una cámara de inspección, luego el AR continúa por zanja para regarse en los potreros aledaños.

Área de drenaje descarga cuatro: 0.14 Ha.



#### 4.2 CARACTERIZACIÓN DE VERTIMIENTOS.

Se programaron dos jornadas de 24 horas cada una para el muestreo de las descargas, las seleccionadas para tal fin fueron los vertimientos 1 y 2, por ser las que mayor área de drenaje poseen y evidentemente más caudal evacuan. No se tomó el vertimiento cuatro por las dificultades para su acceso y el tres porque el caudal descargado es mínimo, casi nulo la mayor parte del día. Las fechas escogidas fueron:

Día Típico: 16 de noviembre de 2005 (día de la semana donde el comportamiento poblacional, institucional y comercial transcurren en normalidad.)

Día atípico: 20 de noviembre de 2005. (Día de mayor afluencia de personas en la semana, la actividad comercial es relativamente agitada comparada con el resto de la semana, aparentemente los sistemas trabajan a mayor capacidad situación que se refleja en mayores caudales de consumo y de descarga.)

Los datos obtenidos de estas jornadas se encuentran en el capítulo 7. (Flujo hídrico del sistema)

**4.3 COBERTURA DEL SISTEMA.** En la actualidad existe una cobertura alrededor del 85%. Las viviendas que no conectan al sistema vierten sus aguas a cielo abierto creando problemas sanitarios importantes en el sector. El colegio en la actualidad no descarga las aguas servidas al alcantarillado, en su defecto el AR es evacuada a un tanque séptico y luego a los potreros ubicados debajo de esta institución.

**4.4 MEDIO RECEPTOR.** Las descargas se realizan a campo abierto en zonas de potreros la fuente hídrica más cercana es el quebrada Otengá que se localiza aproximadamente a 500 metros de los puntos vertimiento actual. Este drenaje es permanente, en la sección 6 se hará el análisis respectivo de la capacidad de este cauce natural para la posible recepción de las excretas producto de las actividades del sector urbano.

**4.5 SISTEMA TARIFARIO.** El sistema tarifario del acueducto urbano lo administra el municipio. Al año 2005 se cobra una tarifa fija mensual de \$2.083 la totalidad de dinero recaudado por este concepto es utilizado para inversión en acueducto.

A pesar de ser un valor relativamente bajo y que según encuesta realizada los usuarios están conformes con esta tarifa a la fecha se encuentra la mayoría de los abonados dentro de los deudores morosos por este concepto.



En la actualidad el municipio está iniciando el proceso para la creación de la unidad de servicios públicos domiciliarios, como primera medida sacó a licitación la cual fue declarada desierta.



## 5. ENCUESTA

Como una herramienta para conocer la opinión de los habitantes residentes en la zona urbana con respecto a la problemática detectada en el desarrollo del proyecto referente a la escasez de agua potable y la ausencia de tratamiento de los residuos sólidos, se formuló una serie de preguntas que buscan tener una idea más clara sobre la percepción de la comunidad urbana sobre este tema de saneamiento básico. Esta actividad es de gran ayuda pues es una fuente invaluable de información, por ser la población residente en el casco urbano quienes mejor conocen su municipio.

La encuesta se diseñó con tres componentes principales: datos generales, agua potable y residuos sólidos.

Se encuestó a un total de 20 personas residentes en el sector urbano del municipio de Beteitiva.



**PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS  
MUNICIPIO DE BETEITIVA**

FECHA: \_\_\_\_\_

**OBJETIVO:** Conocer la opinión de los habitantes residentes en la zona urbana con respecto a la problemática generada por la escasez de agua potable y el no tratamiento de los residuos líquidos.

NOMBRE: \_\_\_\_\_

DIRECCIÓN: \_\_\_\_\_

**1. DATOS GENERALES**

1.1 DEPENDENCIA ECONOMICA PADRE  MADRE  OTRO  AL? \_\_\_\_\_

1.2 ACTIVIDAD ECONÓMICA: PADRE \_\_\_\_\_ MADRE \_\_\_\_\_ OTRO \_\_\_\_\_

1.3 NUMERO DE INTEGRANTES DEL NÚCLEO FAMILAR \_\_\_\_\_

**1.4 SERVICIOS QUE POSEE**

**CALIDAD DEL SERVICIO**

ACUEDUCTO SI  NO  B\_\_ R\_\_ M\_\_

ALCANTARILLADO SI  NO  B\_\_ R\_\_ M\_\_

TELEFONO SI  NO  B\_\_ R\_\_ M\_\_

ENERGIA SI  NO  B\_\_ R\_\_ M\_\_

ASEO SI  NO  B\_\_ R\_\_ M\_\_

**2. AGUA POTABLE**

2.1 Tiene Usted tanque de reserva?  
SI  NO

2.2 Cuántas horas de servicio de agua potable tiene al día? \_\_\_\_\_

2.3 En caso de escasez cómo se abastece? \_\_\_\_\_

2.4 ¿Qué medidas toman en su hogar para disminuir el consumo de agua? \_\_\_\_\_

2.5 Ha recibido Usted charlas y/o información sobre temas de:

AGUA POTABLE SI  NO

RESIDUOS SOLIDOS SI  NO

RESIDUOS LÍQUIDOS SI  NO

**3. RESIDUOS LÍQUIDOS**

3.1 Conoce Usted el destino que se le dan a las aguas residuales generadas en el casco urbano del municipio?  
SI  NO

CUAL? \_\_\_\_\_

3.2 Está Usted de acuerdo con el manejo que actualmente se le están dando a las aguas residuales de su localidad?  
SI  NO

PORQUE? \_\_\_\_\_

3.3 Cree Usted que el agua residual puede producir enfermedades?  
SI  NO

CUALES? \_\_\_\_\_

3.4 Esta Usted de acuerdo con la tarifa que actualmente está pagando por los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO  PORQUE? \_\_\_\_\_

3.5 Pagaría Usted una tarifa mayor siempre y cuando se optimicen los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



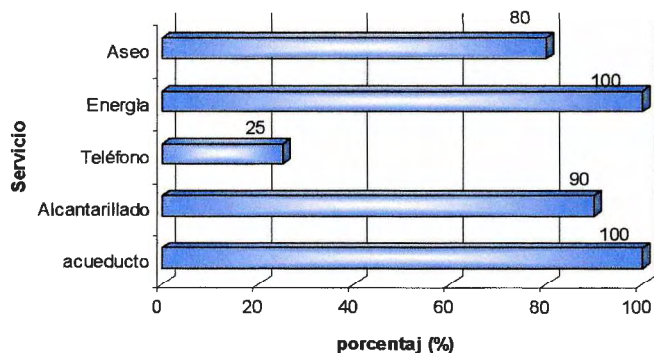
⊕ *Servicios que posee.*

Cuadro 3. Servicios que posee

Servicio	No.	%	Calidad del servicio	No.	%
Acueducto	20	100	Bueno	5	25
			Regular	9	45
			Malo	6	30
Alcantarillado	18	90	Bueno	11	55
			Regular	4	20
			Malo	3	15
Teléfono	5	25	Bueno	1	5
			Regular	2	10
			Malo	1	5
Energía	20	100	Bueno	19	95
			Regular	0	-
			Malo	1	5
Aseo	16	80	Bueno	8	40
			Regular	8	40
			Malo	0	-

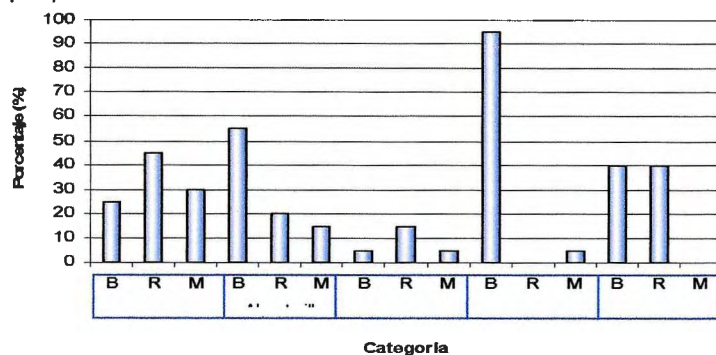
Fuente. El estudio

Figura 11. Servicios que posee.



Fuente. El estudio

Figura 12. Servicios que posee.



Fuente. El estudio



De las veinte personas que se encuestaron un porcentaje representativo (75%) opinan que el servicio que se presta en la localidad es regular (45%) y malo (30%), el restante (25%) opinan que es bueno. La personas que contestaron que el servicio es bueno son en su mayoría jóvenes que aún no están consientes de la problemática que se viven en este sector. Los adultos mayores son los que muestran su inconformidad y/o preocupación sobre este tema.

En el tema de Alcantarillado se observó una mejor percepción sobre el servicio que se presta en el municipio; del 90% de las personas que gozan de este servicio un 55% lo califican como bueno, el restante se reparte entre regular (20%) y malo (15%).

Sobre el servicio de aseo se observó que las personas entrevistadas no asocian de entrada la recolección de basuras, barrido y limpieza de vías y áreas públicas, transporte y disposición final de los residuos sólidos con este aspecto, el 80% de los encuestados afirman contar con el servicio de aseo (este resultado se da por las consideraciones hechas anteriormente), cuyo porcentaje esta repartido equitativamente entre calidad del servicio bueno y regular. Quienes opinan que el servicio es regular dicen que en ocasiones el carro recolector no pasa por sus viviendas.

Tan solo un 25% de los encuestados cuentan con este servicio. La energía reporta un alto nivel, pues cuenta con un cubrimiento del 100%.

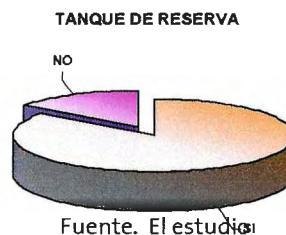
#### ☉ *Tanque de reserva*

Cuadro 4. Tanque de reserva

CATEGORIA	No.	%
SI	17	85
NO	3	15

Fuente. El estudio

Figura 13. Tanque de reserva.



El 85% de los entrevistados dicen tener en sus residencias un tanque de reserva, más por necesidad, por los continuos racionamientos que se registran en épocas de verano. El porcentaje restante 15% afirman no tenerlo.

☉ *Horas de servicio de agua potable.* En esta pregunta por ser abierta se obtuvieron un sin número de respuestas dentro de la que prevalece un rango promedio de 2-3 horas en épocas de verano, mientras que en períodos lluviosos la prestación del servicio es continuo.

☉ *Cómo se abastecen en caso de escasez.* La mayoría de entrevistados manifiestan que obtienen el líquido de la "Pila", ubicada en el centro del parque principal, esta agua





es utilizada para preparar los alimentos dadas sus características organolépticas y su origen ya que proviene de un nacimiento o manantial ubicado en predios de la Parroquia en las inmediaciones del casco urbano. Para labores de aseo y/o limpieza se almacena la mayor cantidad de agua del acueducto durante la horas de suministro o se utiliza el agua de la quebrada Otengá para el lavado de ropa a pesar que dista del perímetro aproximadamente 500 m, esta rutina se lleva a cabo durante todo el año independiente si es época de invierno o verano. La explicación de este comportamiento es que el agua proveniente del sistema de acueducto no genera confianza a los encuestados pues asocian la turbiedad del agua con contaminación del líquido.

⊕ *Qué medidas toman en su hogar para disminuir el consumo de agua.* Debido a la escasez y a los constantes racionamientos que se viven en el sector (sobre todo en épocas de intenso verano), la comunidad urbana se ha visto en la necesidad de poner en práctica rutinas de ahorro de agua dentro de las que se destacan:

- Reuso del agua producto de lavado de ropa para ser utilizada en los sanitarios.
- Ahorro del líquido en el momento de lavar los utensilios de cocina (generalmente se lava toda la losa con el volumen de agua que pueda contener un platón, utilizado para tal fin.)
- Verificar las posibles fugas que se presenten en la red interna
- Almacenamiento de Aguas Lluvias.

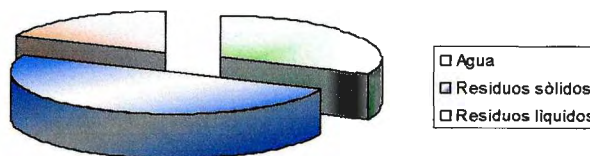
⊕ *Ha recibido información y/o charlas sobre temas de agua potable, residuos sólidos, residuos líquidos.*

Cuadro 5. Charlas recibidas.

Categoría	No.	%
Agua	5	25
Residuos sólidos	8	40
Residuos líquidos	3	15

Fuente. El estudio

Figura 14. Charlas recibidas



Fuente. El estudio

En el contexto de agua potable y saneamiento básico se detectó una ausencia de información sobre el tema, son muy pocas las personas que tiene conocimiento sobre estos aspectos, que son importantes si se tiene en cuenta que la capacitación continuada permite que un individuo y/o un grupo o comunidad puedan llegar a apropiarse de su realidad y ser un agente dinámico en la búsqueda de soluciones efectivas a la problemática que vive el municipio. Las personas que tienen algún tipo de



formación sobre el particular son en su mayoría empleados del municipio y docentes; es preocupante que la población estudiantil afirme no tener formación sobre estos temas.

En residuos sólidos un 40% manifiesta haber recibido alguna vez charlas informativas, en el tema de agua potable se registró un 25% y en el aparte en el que menor número de personas han recibido capacitación es el de residuos líquidos con tan solo un 15%.

⊕ *Destino de las aguas residuales generadas en el municipio y su manejo.* El 50% (10) de la población encuestada dicen conocer el manejo que en la actualidad se le están dando a los residuos líquidos, los cuales son utilizados para el regadío de potreros. El 50% restante no conoce que se están haciendo las descargas de las aguas del alcantarillado municipal.

De las 10 personas que conocen los puntos de descarga de las aguas residuales el 80% no está de acuerdo con el manejo que actualmente se le está dando a estos residuos pues opinan que:

- Contaminan el medio ambiente
- Se encuentra cerca de viviendas
- Produce malos olores
- Aparición de mosquitos y ratas

El 20% restante está de acuerdo pues mejora los pastizales.

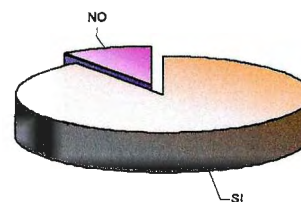
⊕ *El agua residual causa enfermedades.*

Cuadro 6. El agua residual causa enfermedades

CATEGORIA	No.	%
SI	18	90
NO	2	10

Fuente. El estudio

Figura 15. El agua residual causa enfermedades



Fuente. El estudio

Un 90% están de acuerdo que las aguas servidas causan algún tipo de patología a quienes estén en contacto directo con ellas, dentro de las enfermedades que se mencionaron se tienen: diarrea, infecciones en la piel, problemas gastrointestinales. Un bajo porcentaje de los encuestados desconocen el tipo de enfermedades que los residuos líquidos pueden causar a las personas. El 10% restante no cree que el agua residual pueda causar algún tipo de complicación en la salud de las personas.



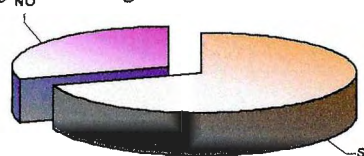
☉ *Está usted de acuerdo con la tarifa de acueducto y alcantarillado que actualmente esta pagando? - ¿Pagaría una mayor tarifa si se optimiza el servicio?*

Cuadro 7. Esta de acuerdo con la tarifa

CATEGORIA	No.	%
SI	14	70
NO	6	30

Fuente. El estudio

Figura 16. El agua residual causa enfermedades



Fuente. El estudio

La tarifa que pagan por la prestación del servicio de acueducto según los mismos usuarios es económica es por esto que un 70% esta de acuerdo con este pago. Algunas personas afirmaron que no es la adecuada (30%) básicamente por las condiciones de prestación del servicio, es decir, por los continuos racionamientos y por qué según ellos el agua no es potable.

El mismo porcentaje del ítem anterior se obtuvo para la pregunta: *¿Pagaría Usted una tarifa mayor siempre y cuando se optimicen los servicios de acueducto y alcantarillado?*, es decir, 70% por el si y 30% por el no. En el momento que se garantice continuidad y calidad del servicio la mayoría de las personas estarían de acuerdo en pagar una tarifa que se adecue a las nuevas condiciones del servicio.



## 6. ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE LA FUENTE RECEPTORA

Para realizar la caracterización hidrológica del cuerpo receptor se debe considerar el concepto de Cuenca Hidrográfica. En el caso particular la potencial fuente receptora es la Quebrada Otengá, principal afluente de municipio de Betétiva, se localizada en la cordillera oriental y hace parte de la cuenca del Río Chicamocha, cauce en el que vierte sus aguas a la altura de Cosgua.

### 6.1 DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE RECEPTORA

**6.1.1 Cuenca Quebrada Otengá.** Atraviesa 17.43 km del municipio de occidente a oriente, nace en el sector denominado las Puentes y es formado por la unión de Chorro Colorado, Quebrada las Puentes y Quebrada las Canoas. Abarca un área aproximada a 76.2 Km<sup>2</sup> que representan mas del 65% del municipio.

Esta cuenca, es alimentada por una serie de cuencas tributarias formados por: Canada Ranchería, cuyo colector principal mide 1.15 Km.: Quebrada Gaspar, Su colector recorre 3.5 km, abarca un área de 375 ha., Quebrada Aguachica, la cual se une con Quebrada la Paja y recorren 3.38 km y 2.53 Km., respectivamente, cubren un área de 731.25 Ha.; Quebrada Totanona, recorre 3.7 Km. tiene un área de 443.75 has. Quebrada Sicuanova, su colector principal mide 2.5 km y tiene un área de 181.25 has; Quebrada Chamizal, se une con Quebrada Soiquia, recorre 2.9 km y 5.88 km, cubren un área de 1212.5 has. Las Quebradas Saurca y azufre hacen un recorrido de 5.35 km y 1.88 km respectivamente, abarcando un área de 656.25 has. La unión de las Quebradas Seca, Divaquía y Flores cubren un área de 893.75 has y recorren en su orden 2.5 km, 5.35 km y 3.9 km. Chorro Colorado, su colector principal, mide 4.8 km, abarca un área de 7.25 has y las Canoas, recorre 3.55 km y abarca un área de 193.75 has. Quebrada las Puentes, antes de formar la Quebrada Otenga, ha recorrido 4.9 km, abarca 606.25 ha.

### 6.2 MORFOLOGÍA DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA OTENGÁ

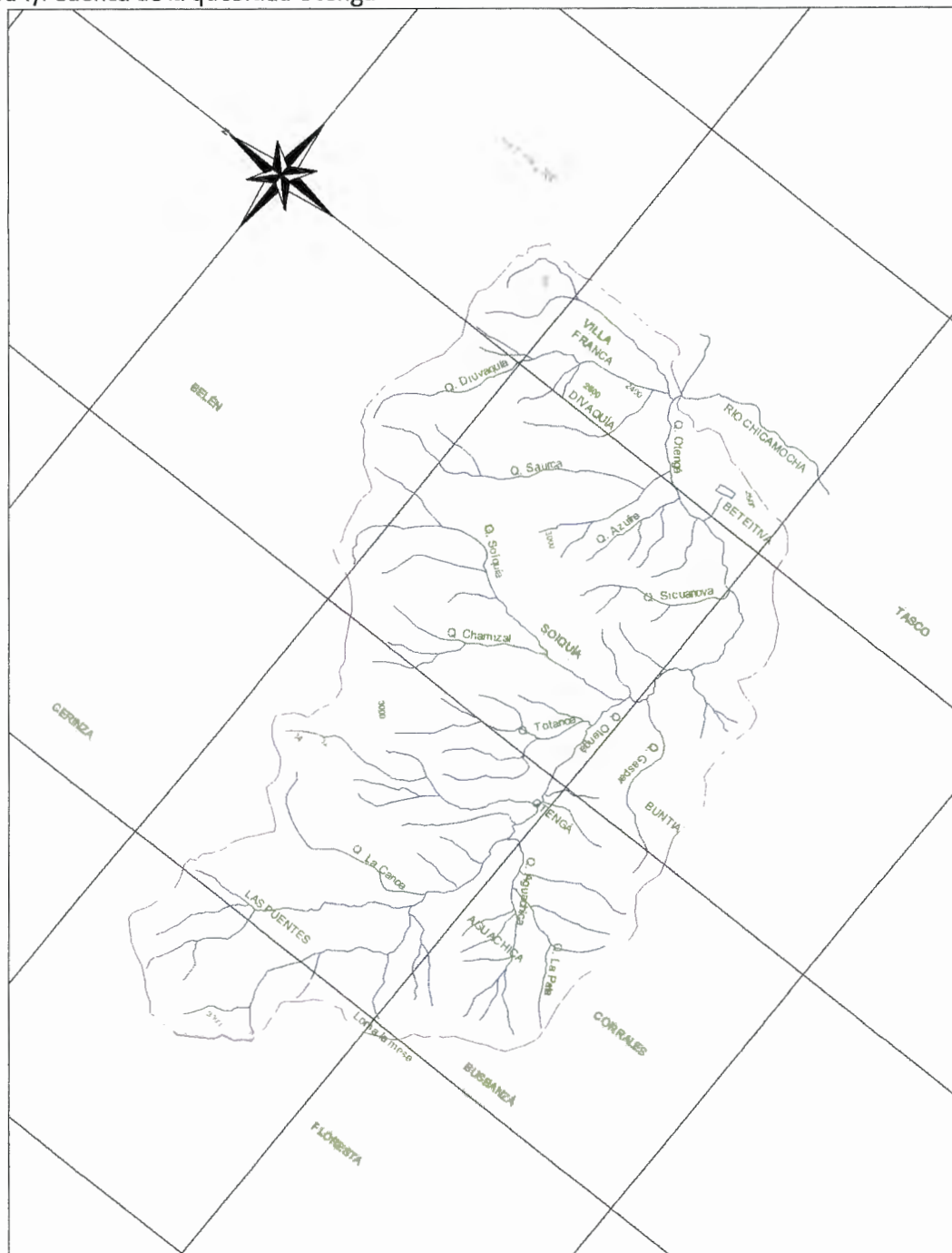
**Identificación.** Mediante la digitalización de parte de la carta 172 suministrada por el IGAC, en escala 1:100.000, se delimito la divisoria de aguas de la cuenca y se obtuvo un área de 76,2 Km<sup>2</sup>; que la clasifican como una **Subcuenca Hidrológica**. El área de la cuenca determina el gran parte el caudal transportado e influye en la atenuación de crecientes.

**6.2.1. Posición y orientación.** El área de la cuenca se encuentra ubicada en la cordillera oriental, en el municipio de Betétiva. La orientación principal es Oeste - este, lo cual indica que se tendrá una cantidad alta de Horas sol diarias: que influye directamente en alta evaporación y evapotranspiración.



6.2.2. Cálculo e Interpretación de parámetros de forma. Los factores geológicos principalmente son lo encargados de moldear la fisiografía de una región y particularmente de la forma que tienen las cuencas hidrográficas.

Figura 17. Cuenca de la quebrada Otengá



Fuente. El estudio



- **Factor de Forma (Kf)**. Es la relación entre el ancho promedio ( $L^*$ ) del área de captación (A) con respecto a la longitud de la cuenca (L), medida desde el punto mas alejado de ella hasta la salida.

$$L = 13,5 \text{ km}$$

$$Kf = A / L^2 = 76.2 / 13.5^2 = 0.42$$

Este factor permite determinar que la cuenca es alargada, con un río principal largo que amortigua el efecto de las crecientes, al presentarse una lluvia prolongada.

- **Coefficiente de Compacidad**. Compara la forma a la de una circunferencia de igual área y se define como la razón entre el perímetro de la cuenca (P) y el perímetro de la circunferencia.

$$P = 41.6 \text{ Km}$$

$$Kc = 0.28 P / \sqrt{A} = 1.33$$

El resultado nos indica que la cuenca tiene forma oval oblonga como efectivamente se puede observar en el plano de la cuenca.

- **Índice de alargamiento (Ia)**. Propuesto por Horton, relaciona la longitud máxima (Lm) encontrada en la cuenca medida en el sentido del cauce principal y el ancho máximo (b) medido en forma perpendicular al anterior.

$$Lm = 13,5 \text{ Km.}$$

$$b = 6.64 \text{ Km}$$

$$Ia = 13.5 / 6.64 = 2.03$$

Este valor indica que la cuenca es alargada con tendencia a amortiguar crecientes.

- **Índice Asimétrico (Ias)**. Resulta del cociente entre el área de las vertientes Mayor y área de de la vertiente menor, las cuales están separadas por el cauce principal.

$$Ias = A_{may} / A_{men} = 47.98 / 28.22 = 1.7$$

El valor de 1,7 indica que la cuenca está recargada hacia la vertiente norte donde se encuentran la mayor parte de las quebradas que aportan caudal a la quebrada Otengá.



### 6.2.3. Elevación Media.

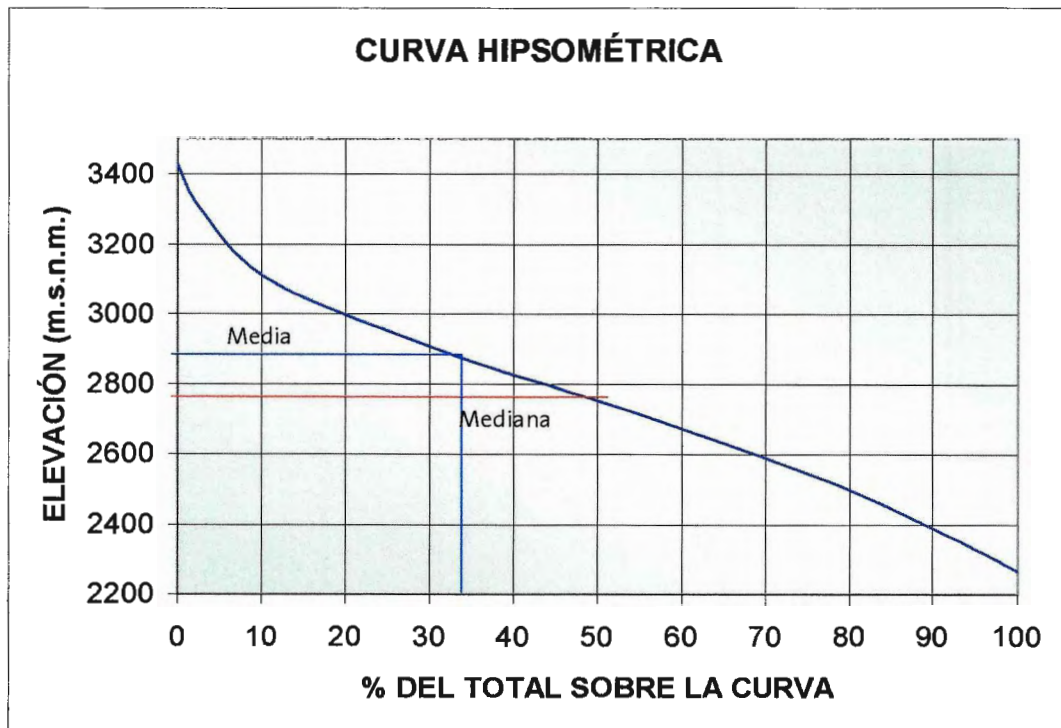
**Curva Hipsométrica.** Es la representación gráfica de la variación altitudinal de una cuenca y se obtiene a partir del plano topográfico, tomando las áreas que existen entre curvas de nivel consecutivas, luego se hallan los valores de área que hay por arriba de una determinada altura; que inicialmente será el punto mas bajo de la cuenca.

Cuadro 8. Cálculo de la Curva Hipsométrica. Cuenca Quebrada Otengá.

CURVA DE NIVEL	ELEVACIÓN PROMEDIO (m)	AREA (KM <sup>2</sup> )	% del total	% acumulado	% AREA SOBRE LA CURVA DEL NIVEL INFERIOR
< 2400	2332.5	4.05	5.31	5.31	94.69
2400-2600	2500	11.26	14.78	20.09	79.91
2600-2800	2700	17.54	23.02	43.11	56.89
2800-3000	2900	19.78	25.96	69.07	30.93
3000-3200	3100	15.23	19.99	89.06	10.94
3200-3400	3300	6.26	8.22	97.27	2.73
> 3400	3430	2.08	2.73	100.00	0.00
<b>SUMATORIA</b>		<b>76.2</b>			

Fuente. El estudio.

Figura 18. Curva Hipsométrica. Cuenca Quebrada Otengá



Fuente. El Estudio.



De esta gráfica se puede obtener la elevación mediana que es la altura que separa la cuenca en dos partes de igual área.

$$\text{Elevación mediana} = 2750 \text{ m.s.n.m.}$$

- **Método área elevación.** El método consiste en la medición del área de las diferentes franjas del terreno, delimitada por las curvas de nivel consecutivas (de igual diferencia de nivel) y la divisoria de aguas.

$$Em = \frac{\sum_1^n Ai * Ei}{At}$$

Cuadro 9. Determinación de la elevación media

CURVAS DE NIVEL	ELEVACIÓN PROMEDIO (M)	AREA (KM <sup>2</sup> )	Ai*Ei
< 2400	2325	4.05	9446.625
2400-2600	2500	11.26	28150
2600-2800	2700	17.54	47358
2800-3000	2900	19.78	57362
3000-3200	3100	15.23	47213
3200-3400	3300	6.26	20658
> 3400	3430	2.08	7134.4
SUMATORIA		76.2	217322.025

Fuente. El estudio

$$Em = 217322.025 / 76.2 = 2852 \text{ m.s.n.m.}$$

- **Coefficiente de masividad.** Representa la variación entre la elevación media de la cuenca y la superficie.

$$Km = Em (m) / At(Km^2) = 2852 / 76.2 = 37.53 \text{ m/Km}^2$$

La cuenca está ubicada en una región montañosa. Posee una altura en la cual el rendimiento medio de precipitación y caudal específico es de 20 (L/s / Km<sup>2</sup>) lo cual se ve reflejado en la conservación de caudal en las épocas secas del año.

**6.2.4 Pendiente.** La cuenca de la quebrada Otengá, presenta fuertes pendientes en la mayor parte de su extensión, las áreas planas y de pendientes suaves se encuentran principalmente en el valle formado por la quebrada. Bajo estas consideraciones, la cuenca es susceptible a sufrir fenómenos generalizados de erosión hídrica.



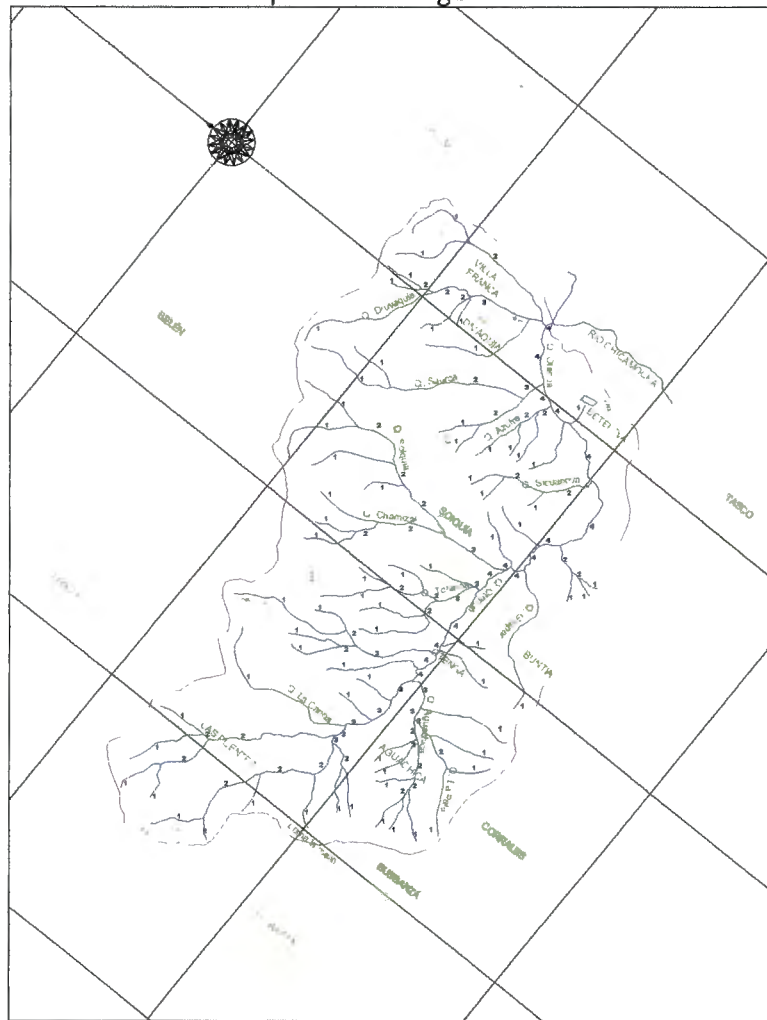


**6.2.5 Sistema de Drenaje.** El patrón de drenaje presente en esta cuenca es dendrítico, en los cuales existe un control de pendientes en los cauces de segundo y tercer orden y alta densidad de drenajes. (Ver figuras)

**6.2.6. Orden de los cauces.** En la clasificación que se da a los diferentes cauces y que toma un valor determinante de acuerdo al grado de bifurcación.

En la cuenca de la quebrada Otengá, el cauce principal tiene gran cantidad de afluentes que son clasificados de primero y segundo orden, llegando hasta un máximo de cuarto orden el cual se mantiene casi en todo el cauce principal de la quebrada debido a que en la parte alta inicial de la cuenca existen afluentes importantes (Chorro blanco y Chorro colorado) bastante ramificados.

Figura 19. Orden de los cauces. Cuenca quebrada Otengá.



Fuente. El estudio.



6.2.7 El cauce principal. El cauce principal de la quebrada Otengá recorre el terreno comprendido entre su desembocadura en el río Chicamocha, hasta el nacimiento el sector de Las puentes a cerca de 3400 m.s.n.m.

Posee una longitud total de 17,43 Km.

- Pendiente Del Cauce. Se busca ajustar una rasante al perfil del río.

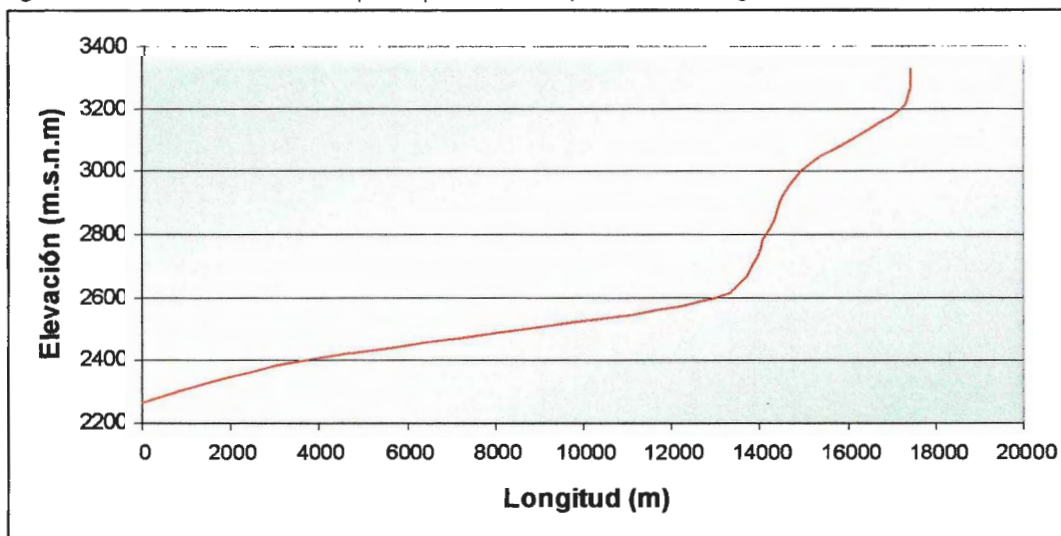
Cuadro 10. Determinación de pendiente del cauce.

CURVAS DE NIVEL	LONGITUD (m)	ΔH (m)	PENDIENTE S (m/M)	ΔL / VS
2265-2400	3683.4	135	0.04	100499.523
2400-2600	9329.74	200	0.02	435220.242
2600-2800	1121.79	200	0.18	6292.06402
2800-3000	788.9	200	0.25	3111.81605
3000-3200	2256.79	200	0.09	25465.5055
3200-3330	252.04	130	0.52	488.647397
SUMATORIA	17432.66			571077.798

Fuente. El Estudio.

$$S = \frac{L}{\frac{L_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{L_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{L_n}{\sqrt{S_n}}} = 0.031 = 3.1\%$$

Figura 20. Pendiente del cauce principal. Cuenca quebrada Otengá.



Fuente. El estudio.



### 6.3 PRECIPITACIÓN.

Para determinar la precipitación media de la cuenca se usan las series históricas de las estaciones que circundan al municipio de Beteitiva y la esta ubicada en el casco urbano del municipio.

Los valores medios de precipitación registrados en las estaciones son:

Cuadro 11. Localización estaciones metereológicas tenidas en cuenta en el análisis

ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VR. Anual mm/año
Sta Rosa	23.8	41.7	79.4	150.2	128.4	64.1	49.4	51.3	79.3	140.1	109.9	42.4	960
Ceranza	29.9	53.3	96.2	142.8	129	72.7	55.7	58.3	85	143.6	103.3	48.6	1018.1
Beteitiva	32.3	51.1	80.7	97.2	90.6	52	49.7	53.1	72.9	82.4	88	45.2	795.2
Belencito	29	40.6	70.2	112.6	98	54.1	47.6	40.7	63	105.5	87.6	39.5	788.5
SUMATORIA	28.75	46.675	81.625	125.7	111.5	60.725	50.6	50.85	75.05	117.9	97.2	43.925	890.45

Fuente. IDEAM

El comportamiento de la precipitación es variable y dependiente de la topografía y de la influencia de las corrientes de aire que fluyen por el canal del chicamocha. Es así como en el sector de las puentes, donde nace este cauce, en Otengá y en las demás partes altas del municipio la precipitación es mucho mayor a la que se registra en el sector del casco urbano y en la parte terminal de la quebrada antes de su desembocadura lo cual se ve reflejado en el desarrollo de la vegetación puesto que una zona difiere inmensamente de la otra.

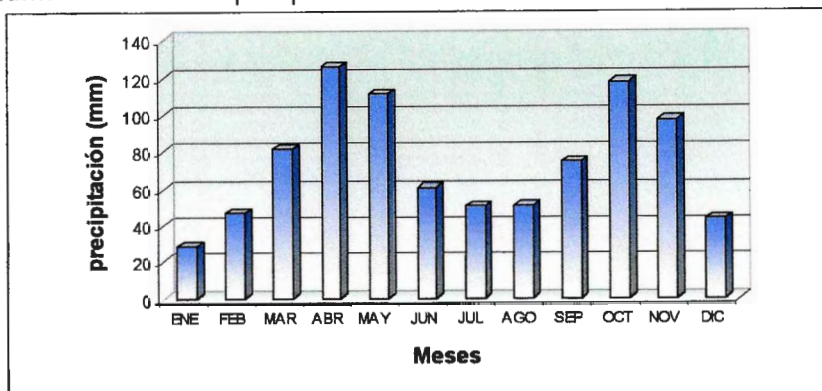
Usando el método aritmético para obtener la precipitación obtenemos que en la cuenca la precipitación está en 890.45 mm/año valor que es concordante con las consideraciones atrás expuestas.

$$h_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_{pi}$$

El comportamiento de la precipitación a lo largo del año se puede observar el la siguiente gráfica.



Figura 21. Histograma multianual de precipitación.



Fuente. IDEAM.

Del gráfico se puede inferir que el comportamiento de las lluvias es bimodal, donde existen dos periodos bien definidos, secos y lluviosos. Los periodos lluviosos se presentan en los meses de Abril, mayo, junio, septiembre, noviembre y diciembre. Los demás meses del año se caracterizan por la baja precipitación y alto número de horas sol lo que aumenta la evaporación y la temperatura ambiente.

#### 6.4 ASPECTOS CLIMÁTICOS

Los valores mensuales de los diferentes parámetros climatológicos como temperatura, humedad relativa, precipitación, evaporación, fueron obtenidos de la Estación Beteitiva.

Cuadro 12. Datos climáticos, estación Beteitiva.

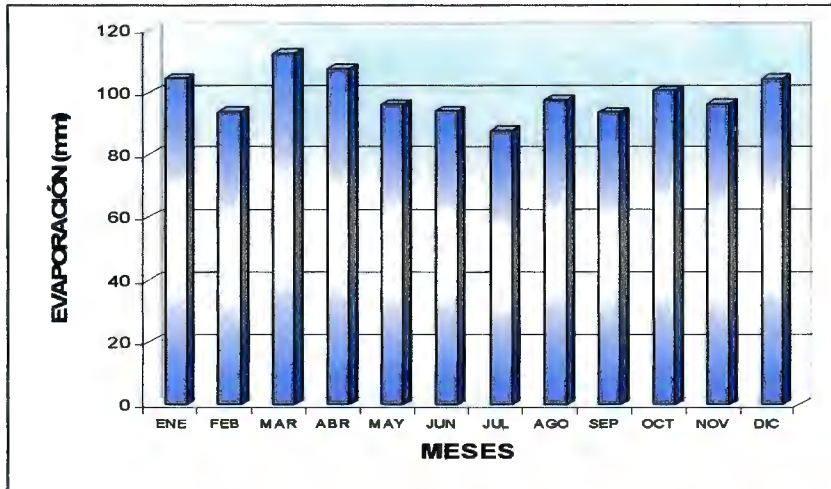
MESES	Precip. (mm)	Evap. (mm)	TEMPERATURA Media °C
Enero	21,2	104,6	15,1
Febrero	52,7	93,7	15,3
Marzo	79,6	112,7	15,4
Abril	100,5	107,7	15,7
Mayo	85,9	96	15,2
Junio	49,7	93,9	15,1
Julio	45,8	87,6	14,5
Agosto	50,6	97,4	14,7
Septiembre	53,6	93,5	14,9
Octubre	76,6	100,5	14,9
Noviembre	88,3	96,2	15,2
Diciembre	40,8	104,4	15

Fuente. El Estudio.

La evaporación promedio anual fue de 1188.1 mm con un máximo anual de 1286 mm, registrada en 1995 y una mínima anual de 664.8 mm. Los mayores valores se presentaron en los meses de diciembre - enero y el menor valor durante el mes de julio.



Figura 22. Comportamiento de la evaporación Estación Beteitiva.

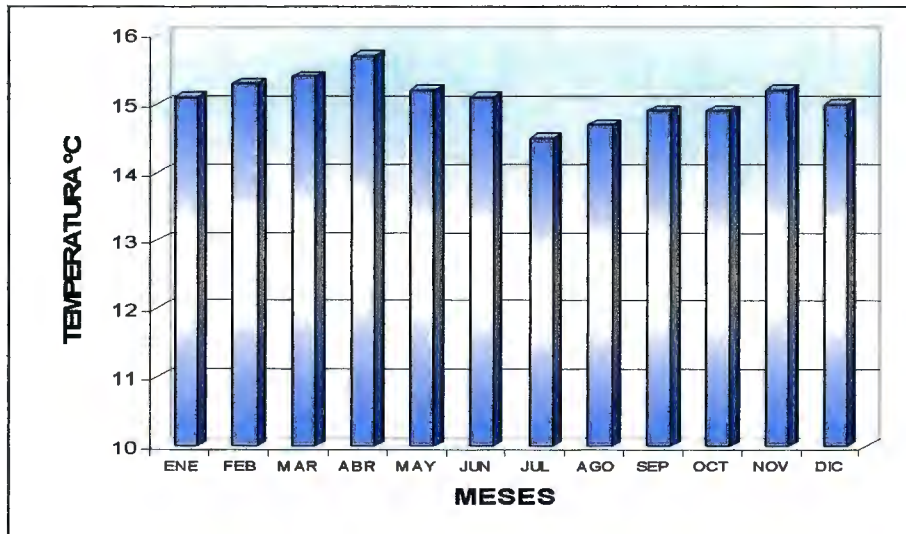


Fuente. IDEAM

Los mayores valores de Humedad relativa media, se registraron durante el mes de abril con un 86% y los mínimos medios mensuales en el mes de enero con un 80%.

Los valores medios mensuales de temperatura registran 15.1°C con medios mensuales máximos de 15.7°C correspondientes al mes de abril y mínimos medios mensuales de 14.5°C para el mes de julio.

Figura 23. Comportamiento medio de la Temperatura Estación Beteitiva.



Fuente. IDEAM.

Los parámetros climáticos indican que el municipio pertenece a las zonas de vida Bosque seco Montano bajo (Bs-Mb) y Bosque húmedo Montano (Bh - M). Holdridge (1979).



## 6.5 BALANCE HIDRICO

Para la determinación de un balance hídrico confiable, se debe contar con información meteorológica, climatológica y pluviográfica suficiente para que los parámetros calculados estén acordes con la realidad del área estudiada. La existencia de estación meteorológica en el municipio es un aliciente importante que nos da alguna certeza de los valores aquí estimados.

Las variables de la ecuación general del ciclo hidrológico son: La precipitación, evapotranspiración, escorrentía, la infiltración y cambio en el almacenamiento de agua. La evaluación de estos parámetros resulta difícil en algunos casos, sobre todo porque la información hidrológica en la región es escasa ya que la estación meteorológica lleva apenas unos años operando.

**6.5.1. Precipitación.** Este valor se estimó en una altura anual media de  $P = 890.45$

**6.5.2 Evapotranspiración.** Es un factor importante en la evaluación del balance hídrico; consiste en el proceso combinado que comprende la evaporación de todo tipo de superficie (vegetal, suelo, lámina de agua) y la transpiración de las plantas. Depende de las condiciones atmosféricas (radiación, viento, humedad) del suelo (color, abastecimiento de agua, exposición) y de la vegetación existente.

Existen diferentes métodos para el cálculo de la evapotranspiración, la fórmula de TURC es la más aceptada en el medio para obtener la evaporación real en un área determinada.

$$EVT_r = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Donde:

$$L = 300 + 25T + 0.05T^3$$

Siendo T: (15.1 °C)

$$L = 849.65$$

$$EVT_r = 631.52 \text{ mm/año}$$

**6.5.3. Escorrentía.** La escorrentía superficial está íntimamente relacionada con la precipitación y con el área de la cuenca, su determinación es simple si se cuenta con datos de caudal; estos datos deben ser de al menos un año, que es el periodo de análisis. La cuenca de la quebrada Otengá presenta conservación importante de caudal, incluso



en época de máximo verano debido a su extensa área y al estado de conservación, sobretodo en las partes altas.

Dentro de este estudio se midieron algunos caudales que nos dan una idea de los volúmenes de agua que circulan por la quebrada en diferentes épocas del año. Es así como en medición realizada el 26 de septiembre del presente se midió alrededor de 25 L/s cerca de la desembocadura. El caudal máximo se determinará con el método racional debido a que no se tienen datos de los caudales de crecidas que normalmente produce la cuenca. Es de anotar que la cuenca tiene una buena capacidad de amortiguar los picos de caudal gracias a la extensión de los cauces y a las demás características morfológicas anteriormente analizadas.

La ecuación que define a este método es:

$$Q = CIA / 3,6$$

Donde

C: coeficiente de escorrentía (0.12 valor asumido) que depende de las condiciones de humedad del suelo antecedentes, de sus características, de la cobertura vegetal, de la pendiente, de la capacidad de captación de la cuenca entre otros factores.

I: Intensidad de Lluvias para un tiempo de concentración  $T_c$  que se obtiene de las curvas IDF obtenidas en el Estudio de Factibilidad para la construcción de una presa en el municipio de Floresta cuyas condiciones climáticas son muy parecidas a la situación vivida en Beteitiva.

A: área de la cuenca (76.Km<sup>2</sup>)

El tiempo de concentración es el tiempo que transcurre en llegar una gota de agua desde la parte mas alejada de la cuenca hasta el punto de control. Existen innumerables métodos para determinar el tiempo de concentración de una cuenca, desarrollados en países con climas y morfologías distintas a las de Colombia, se ha demostrado que las expresiones que más se ajustan a las condiciones locales son las de Témez y Kirpch, Razón por la cual El  $T_c$  es:

*Témez*

$$T_c = 0.3 \left[ \frac{L}{S_0^{0.25}} \right]^{0.75}$$

Donde

$T_c$ : Tiempo de concentración en Horas

L: Longitud del cauce principal en Km.

$S_0$ : Diferencia de cotas entre los puntos extremos de la corriente sobre L, en porcentaje



$$S_o = (3330 - 2265) / 17.43 * 100 = 6.1 \%$$

$$T_c = 1.82 \text{ Horas}$$

*Kirpch*

$$T_c = 0.066 \left[ \frac{L}{\sqrt{S_o}} \right]^{0.77}$$

So : Diferencia de cotas entre los puntos extremos de la corriente sobre L en m/m

$$T_c = 1.75 \text{ Horas}$$

Finalmente el tiempo de concentración es de  $T_c = 1.82 + 1.75 / 2 = 1.8 \text{ Horas} = 108 \text{ minutos}$

La ecuación genérica de las curvas IDF a usar es:

$$i = 21.038 * \frac{T^{0.18}}{d^{0.66}}$$

Con el valor de Tc se obtienen las diferentes intensidades para cada correspondiente tiempo de incidencia y consecuentemente los caudales al reemplazar la ecuación del método racional.

Cuadro 13. Determinación de caudales. Método racional

PERIODO DE RETORNO (años)	INTENSIDAD (mm/h)	Q MAX m <sup>3</sup> /s
1	15	38.1
5	18	45.72
10	21	53.34
20	25	63.5
50	29	73.66
100	34	86.36

Fuente. El estudio

Los caudales teóricos calculados son bastante altos, y evidentemente no se han presentado recientemente. Caudales entre 5 y 10 m<sup>3</sup>/s son valores que normalmente pueden llegar a registrarse dado el tamaño de la cuenca y las características de pendiente y cobertura vegetal.

De las mediciones realizadas en la quebrada se infiere que el caudal medio es del orden de los 0.25 m<sup>3</sup>/s. El volumen de escorrentía es:





$$E = Q_{\text{medio}} / \text{área}$$

$$E = 0.25 \text{ m}^3/\text{s} / 76.2\text{E}6 = 103.46 \text{ mm/año}$$

**6.5.4 Cambio en el almacenamiento.** El cambio en el almacenamiento de agua se define como las variaciones que se producen en las reservas subterráneas. Como el periodo de análisis es un año se aduce que la variación de este parámetros no es significativa y por tanto ( $\Delta A = 0$ ) en el ciclo hidrológico.

**6.5.5 Infiltración.** La cantidad de agua que penetra el suelo y el subsuelo, donde pasa a alimentar aguas subterráneas se determina despejando este valor de la ecuación general del ciclo hídrico:

$$I = P - (EVTR + E + \Delta A) = 890.45 - (631.52 + 103.46 + 0) = 155.47 \text{ mm/año.}$$



## 7. FLUJO DEL SISTEMA HÍDRICO URBANO

Para la realización del balance hídrico de los sistemas de abastecimiento y de recolección, evacuación y disposición de aguas servidas del perímetro urbano del municipio de Betétiva, evaluando cuantitativamente el recurso en cada uno de los componentes de los citados sistemas se programaron dos jornadas de aforos y caracterización, datos necesarios a la hora de elaborar el balance; cada jornada comprendió un período de 24 horas, efectuándose mediciones simultáneas sobre las estructuras de los sistemas de acueducto y alcantarillado que lo permiten, de tal forma que se pudo contabilizar el volumen de agua suministrada, determinar las pérdidas de agua dentro del sistema, las infiltraciones, la cantidad de líquido retornada al sistema y las cargas contaminantes producidas por la comunidad urbana en términos de DBO<sub>5</sub>, DQO, SST, Nitrógeno Total y Fósforo Total.

La primera jornada se llevó a cabo el miércoles 16 de noviembre de 2005 hasta el jueves 17 (Día Típico), fecha en el cual las actividades y afluencia de personas en el casco urbano transcurren normalmente. Se dispuso de personal en las estructuras en las que fue posible realizar aforos para determinar las entradas y salidas del sistema de abastecimiento y de recolección de AR simultáneamente.

La segunda jornada se realizó el domingo 20 de noviembre de 2005. En esta fecha hubo una gran afluencia de gente, pues se desarrollaba un campeonato Inter-veredal de tejo, el cual reunió a un buen número de personas de las diferentes veredas e incluso de otros municipios. También se escogió este día por ser de singular importancia para los creyentes (mayoría de población urbana y rural) que se congregan en la cabecera municipal para asistir a la misa dominical y después de permanecer buena parte del día en el municipio se dirigen nuevamente a sus hogares a retomar sus labores cotidianas.

**7.1 SISTEMA DE ACUEDUCTO.** En el sistema de abastecimiento se midió en las siguientes estructuras:

↳ **Tanque de almacenamiento Vereda Divaquía.** La medición se llevó a cabo la primera jornada, la cual brinda una idea aproximada del caudal que llega al tanque de almacenamiento ya que este flujo es constate en esta época del año. En el momento del aforo la fuente abastecedora era Hato Viejo y se observó fluctuación en el caudal quizás por presencia de aire en la tubería que ocasiona este efecto. Los caudales medidos fueron:



Cuadro 14. Aforo tanque Divaquía. Acueducto urbano municipio de Beteitiva

Método: Volumétrico		
Tiempo (s)	Volumen (l)	Caudal (l/s)
1.2	1.75	1.46
0.99	1.50	1.52
1.28	2.5	1.95
1.21	1.40	1.16
1.0	1.70	1.70
Caudal Medio		1.56

Fuente. El Estudio

↳ Determinación del caudal de consumo - Tanque de almacenamiento 1 – Planta de tratamiento (Sector Urbano) – DIA TÍPICO (16 de noviembre de 2005). En esta estructura se realizó mediciones en la tubería de llegada, después de pasar por el sistema de tratamiento. Además se midió la variación de la lámina de agua para poder tener unos datos de mayor confiabilidad. Este día hubo corte en el servicio durante el período de 15 horas.

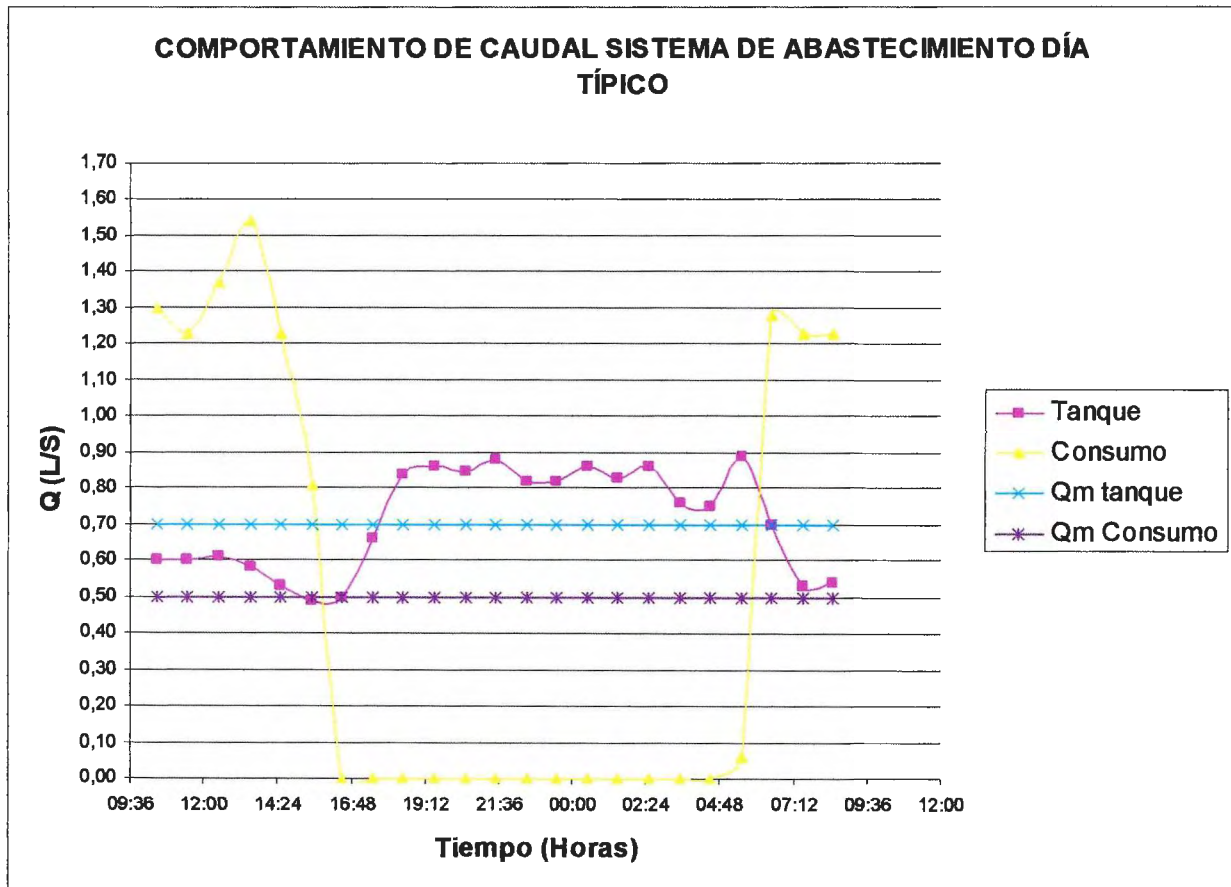
Cuadro 15. Medición caudal entrada tanque 1 (de llegada y de salida) – día Típico

No.	HORA	Volumen (ml)	Tiempo (s)	H libre T.A (m)	H agua (m)	Q entrada (l/s)	Q medio (l/s)	V ingresado m <sup>3</sup>	Volumen almacenado (m <sup>3</sup> )	Consumo l/s
1	10:00	1.057	1,72	1,15	1,11	0,67			25,47	
							0,60	2,16		1,30
2	11:00	810	1,38	1,25	1,01	0,59			23,12	
							0,60	2,15		1,23
3	12:00	1.031	1,70	1,35	0,91	0,61			20,83	
							0,61	2,18		1,37
4	13:00	1.042	1,72	1,47	0,79	0,60			18,08	
							0,58	2,10		1,54
5	14:00	1.115	1,98	1,62	0,64	0,56			14,65	
							0,53	1,90		1,23
6	15:00	813	1,65	1,73	0,53	0,49			12,13	
							0,49	1,75		0,81
7	16:00*	900	1,87	1,78	0,48	0,48			10,99	
							0,50	1,82		0,00
8	17:00	934	1,77	1,68	0,58	0,53			13,28	
							0,66	2,37		0,00
9	18:00	1.604	2,04	1,62	0,64	0,79			14,65	
							0,84	3,02		0,00
10	19:00	1.106	1,24	1,52	0,74	0,89			16,94	
							0,86	3,09		0,00
11	20:00	1.294	1,57	1,38	0,88	0,83			20,14	
							0,85	3,06		0,00
12	21:00	1.442	1,65	1,28	0,98	0,87			22,43	
							0,88	3,17		0,00
13	22:00	1.300	1,47	1,13	1,13	0,89			25,87	
							0,82	2,97		0,00
14	23:00	1.270	1,67	1,00	1,26	0,76			28,84	
							0,82	2,97		0,00
15	00:00	1.479	1,67	0,85	1,41	0,89			32,27	
							0,86	3,10		0,00
16	01:00	1.170	1,40	0,73	1,53	0,84			35,02	
							0,83	2,97		0,00
17	02:00	1.125	1,38	0,60	1,66	0,82			38,00	
							0,86	3,10		0,00



No.	HORA	Volumen (ml)	Tiempo (s)	H libre T.A (m)	H agua (m)	Q entrada (l/s)	Q medio (l/s)	V ingresado m <sup>3</sup>	Volumen almacenado (m <sup>3</sup> )	Consumo l/s
18	03:00	1,362	1,50	0,45	1,81	0,91			41,43	
							0,76	2,72	-2,98	0,00
19	04:00	958	1,59	0,32	1,94	0,60			44,41	
							0,75	2,69	-2,98	0,00
20	05:00	1,546	1,73	0,19	2,07	0,89			47,38	
							0,89	3,19	-2,98	0,06
21	06:00	1.164	1,32	0,06	2,20	0,88			50,36	
							0,70	2,53	2,06	1,28
22	07:00	858	1,63	0,15	2,11	0,53			48,30	
							0,53	1,91	2,52	1,23
23	08:00	841	1,56	0,26	2,00	0,54			45,78	
							0,54	1,93	2,52	1,23
24	09:00	1.036	1,95	0,37	1,89	0,53			43,26	
								58,85		10,35
								2,56		1,75
								0,71		0,49

Fuente. El estudio.

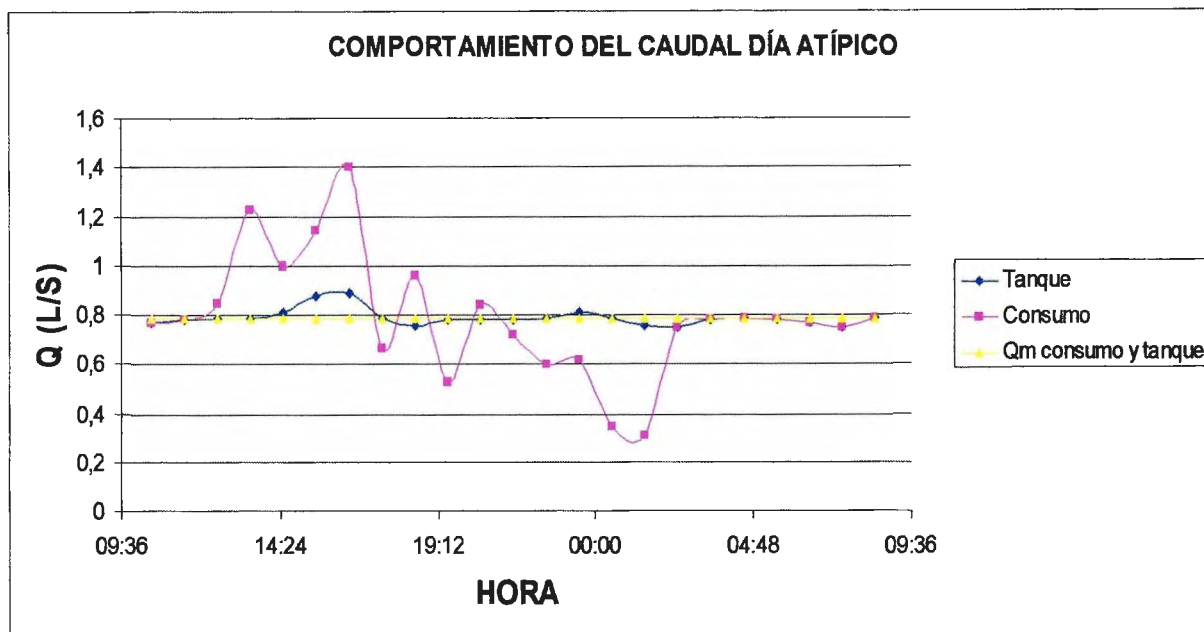


Cuadro 16. Medición caudal entrada tanque 1 (de llegada y de salida) – día atípico

No.	Hora	Volumen (ml)	Tiempo (s)	H Agua (m)	H Libre (m)	Q entrada (l/s)	Q medio (l/s)	V ingresado (m <sup>3</sup> )	V almacenado (m <sup>3</sup> )	Consumo (l/s)
1	06:00	984	1,27	2,26	0	0,78			51,73	
							0,77	2,78	0,00	0,77
2	07:00	1276	1,68	2,26	0	0,76			51,73	
							0,78	2,79	0,00	0,78
3	08:00	1360	1,73	2,26	0	0,79			51,73	
							0,79	2,83	0,23	0,85
4	09:00	1008	1,286	2,25	0,01	0,78			51,50	
							0,79	2,83	1,60	1,23
5	10:00	916	1,16	2,18	0,08	0,79			49,90	
							0,81	2,93	0,69	1,00
6	11:00	1515	1,81	2,15	0,11	0,84			49,21	
							0,88	3,19	0,92	1,14
7	12:00	849	0,91	2,11	0,15	0,93			48,30	
							0,89	3,22	1,83	1,40
8	13:00	1050	1,228	2,03	0,23	0,86			46,47	
							0,79	2,85	-0,46	0,67
9	14:00	1120	1,53	2,05	0,21	0,73			46,92	
							0,76	2,75	0,69	0,96
10	15:00	1086	1,36	2,02	0,24	0,80			46,24	
							0,78	2,82	-0,92	0,53
11	16:00	1216	1,58	2,06	0,2	0,77			47,15	
							0,78	2,81	0,23	0,84
12	17:00	1311	1,65	2,05	0,21	0,79			46,92	
							0,78	2,82	-0,23	0,72
13	18:00	1082	1,40	2,06	0,2	0,77			47,15	
							0,79	2,85	-0,69	0,60
14	19:00	1190	1,48	2,09	0,17	0,81			47,84	
							0,81	2,92	-0,69	0,62
15	20:00	1228	1,51	2,12	0,14	0,81			48,53	
							0,79	2,85	-1,60	0,35
16	21:00	1164	1,51	2,19	0,07	0,77			50,13	
							0,76	2,73	-1,60	0,31
17	22:00	1124	1,51	2,26	0	0,74			51,73	
							0,75	2,72	0,00	0,75
18	23:00	1062	1,39	2,26	0	0,77			51,73	
							0,78	2,80	0,00	0,78
19	00:00	1000	1,26	2,26	0	0,79			51,73	
							0,79	2,84	0,00	0,79
20	01:00	1055	1,34	2,26	0	0,79			51,73	
							0,78	2,82	0,00	0,78
21	02:00	1110	1,42	2,26	0	0,78			51,73	
							0,77	2,77	0,00	0,77
22	03:00	1123	1,48	2,26	0	0,76			51,73	
							0,75	2,71	0,00	0,75
23	04:00	1136	1,526	2,26	0	0,74			51,73	
							0,79	2,84	0,00	0,79
24	05:00	1076	1,29	2,26	0	0,83			51,73	
						Qp=	0,79		Qp=	0,79 l/s

Fuente. El estudio.





Consumo domiciliario. Ante la falta de registros históricos confiables de micromedición, se optó por tomar los valores recomendados por el RAS-2000. Por tanto la dotación para un municipio con las características de Betétiva (teniendo en cuenta que la población tiene una fuente alterna de abasto (La Pila)), es de alrededor de 120 l/hab-día.

El caudal de consumo según esta dotación es igual a 0,51 l/s.

Análisis curvas de acueducto. El comportamiento del sistema de acueducto es bastante complejo. Iniciando por la captación, el caudal medido fue de 1,52 L/s. este valor variable dependiendo de la fuente que se esté captando y de la época del año, ya que en la fecha de las jornadas de muestreo el agua disponible es abundante, pero en los meses secos la disponibilidad de agua para suministro urbano es limitada lo que obliga a intensos racionamientos.

En cuanto a la conducción, este trayecto de 4 Km aproximadamente en tubería de hierro galvanizado, el cual presenta derivaciones en la mayor parte de su recorrido y usualmente es objeto de intervención por parte de los propietarios de los predios por los que atraviesa, quienes realizan roturas a la tubería para captar agua la cual es utilizada para regadío, también se debe considerar que los conductos de Hierro fundido van perdiendo capacidad con el tiempo lo que ocasiona que el diámetro de dos pulgadas no pueda transportar la cantidad para la cual se diseñó generando altas pérdidas por fricción, que afecta también el buen funcionamiento de la planta de potabilización si se considera que este sistema está planteado para operación a presión, condición que no se cumple. Estas situaciones explican el hecho de que haya rebose constante en el tanque ubicado en Divaquía y que captando 1,52 L/s únicamente lleguen al tanque entre



0.7 y 0.8 L/s cantidad que no es suficiente para cubrir la demanda de agua potable de la población urbana de Beteitiva.

Pasando ya a la red de distribución, la obtención del consumo de agua de los usuarios del acueducto municipal se hizo en base a la medición del caudal de entrada a los tanques de almacenamiento y de la variación de niveles ante la inexistencia de macro medición y de datos suficientes de micro medición. La información obtenida no es del todo confiable debido a varias razones, entre las que se tienen:

- Los cortes en el suministro afectan la operación normal del sistema y los hábitos de consumo de la población e impiden contabilizar el uso de agua ya que en este periodo se recurre a los dispositivos de reserva (albercas y tanques aéreos).
- La existencia de una fuente de abasto alterna (Pila) imposibilita la estimación real del consumo de agua.
- La ausencia de un sistema de control de llenado en los tanques genera rebose en estas estructuras sobretodo en horas de la madrugada y de la mañana.

Estos inconvenientes desnudan problemas en la operación del sistema en general que influyen de cierta forma en el desabastecimiento, por tanto se debe pensar en optimizar los procesos involucrados dentro del suministro.

De la información obtenida en las jornadas se concluye que las horas del medio día (11:00am - 3:00pm) presentan picos de consumo con un valor máximo de 1.54 L/s registrado entre la 1:00 y las 2:00 de la tarde, valor coherente. Las horas de menor demanda evidentemente son las de la madrugada y las de las horas donde no hay suministro.

## 7.2 ALCANTARILLADO

### ↳ VARACIÓN DEL CAUDAL DE AGUA RESIDUAL

- Día Típico

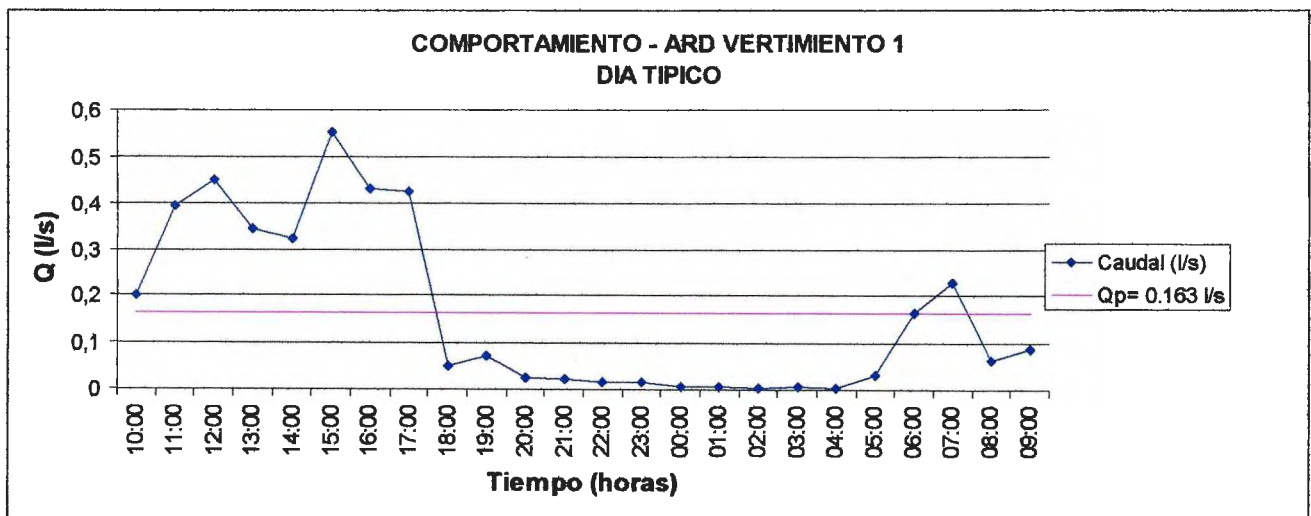
Cuadro 17. Variación caudal residual doméstico (día típico) – vertimiento 1 y vertimiento 2.

VERTIMIENTO 1					VERTIMIENTO 2				
No.	Hora	V (l)	T (s)	Q (l/s)	No.	HORA	V (L)	T (S)	Q (L/S)
1	10:00	0,86	4,31	0.20	1	10:00	0,56	7,41	0,076
2	11:00	0,9	2,28	0.40	2	11:00	0,59	5,57	0,106
3	12:00	0,86	1,91	0.45	3	12:00	0,542	7,28	0,074
4	13:00	0,967	2,81	0.34	4	13:00	0,628	6,62	0,095
5	14:00	0,645	2	0.32	5	14:00	0,79	2,25	0,351
6	15:00	0,86	1,56	0.55	6	15:00	0,7	2,69	0,260

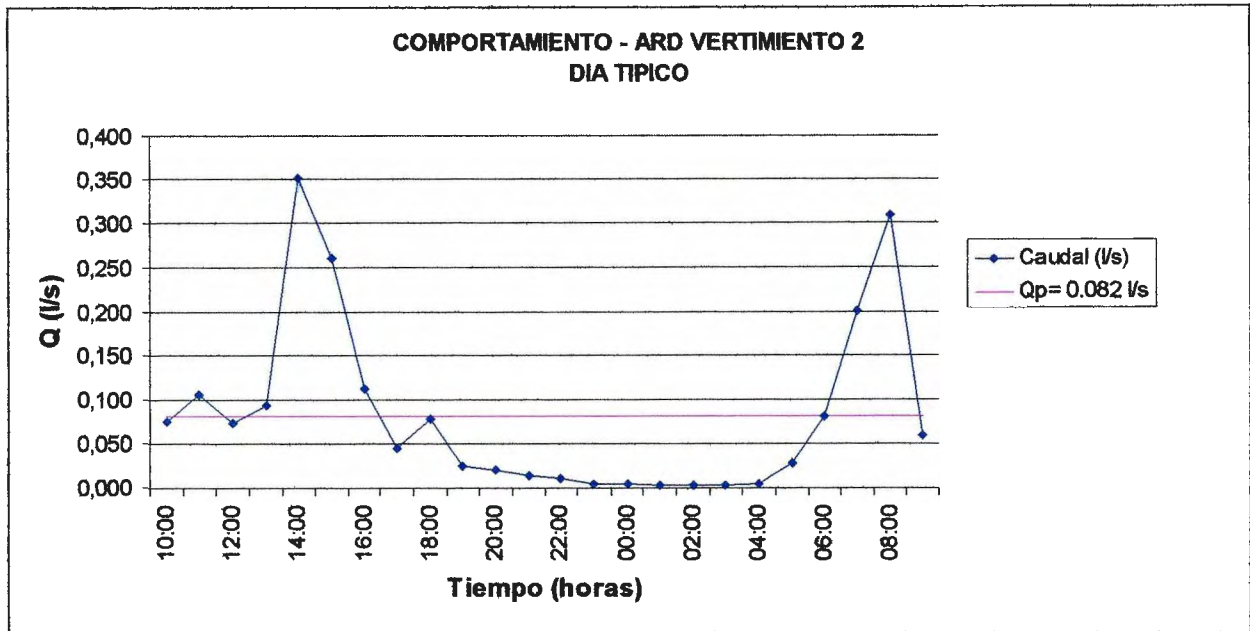


No.	Hora	V (l)	T (s)	Q (l/s)	No.	HORA	V (L)	T (S)	Q (L/S)
7	16:00	0,835	1,94	0.43	7	16:00	0,513	4,53	0,113
8	17:00	0,792	1,87	0.42	8	17:00	0,426	9,35	0,046
9	18:00	0,29	5,96	0.049	9	18:00	0,385	4,91	0,078
10	19:00	0,43	6,15	0.070	10	19:00	0,4	16,41	0,024
11	20:00	0,37	14,91	0.025	11	20:00	0,343	17,22	0,020
12	21:00	0,215	9,53	0.022	12	21:00	0,175	12,28	0,014
13	22:00	0,215	14,5	0.015	13	22:00	0,21	18,35	0,011
14	23:00	0,13	20,66	0.016	14	23:00	0,14	28	0,005
15	00:00	0,078	15,43	0.005	15	00:00	0,185	37,43	0,005
16	01:00	0,118	26,25	0.005	16	01:00	0,095	30,22	0,003
17	02:00	0,09	20,38	0.004	17	02:00	0,215	68,81	0,003
18	03:00	0,135	27,87	0.005	18	03:00	0,098	30,21	0,003
19	04:00	0,095	27,75	0.003	19	04:00	0,099	23,03	0,004
20	05:00	0,192	6,68	0.03	20	05:00	0,44	16,0	0,028
21	06:00	0,4	2,44	0.16	21	06:00	0,298	3,63	0,082
22	07:00	0,522	2,29	0.228	22	07:00	0,395	1,97	0,201
23	08:00	0,24	3,87	0.062	23	08:00	0,81	2,62	0,309
24	09:00	0,26	3,0	0.087	24	09:00	0,305	5,06	0,060

Fuente. El estudio







7.2.1 Determinación del caudal corregido de aguas residuales – Día Típico. Teniendo como base el caudal de aguas residuales medido en los aforos, es necesario efectuar una corrección ya que la población abastecida por el acueducto no es la misma que la población servida por el alcantarillado. La población tiene una cobertura de acueducto del 100%, mientras que el servicio de alcantarillado tiene una cobertura del 85% en el casco urbano. Se utilizó un factor de corrección que describe la relación de cobertura que existe entre el acueducto y el alcantarillado, como se registra a continuación.

$$\text{Factor de corrección (F)} = P_{\text{acueducto}} / P_{\text{alcantarillado}}$$

Donde:  $P_{\text{acueducto}}$ : Población servida del acueducto  
 $P_{\text{alcantarillado}}$ : Población servida del alcantarillado

$$F = 370/314$$

$$F = 1.18$$



Cuadro 18. Variación caudal residual doméstico día típico (corregido) – vertimiento 1 y vertimiento 2

VERTIMIENTO 1					VERTIMIENTO 2				
No.	Hora	Caudal (l/s)	F	QARD (l/s)	No.	Hora	Caudal (l/s)	F	QARD (l/s)
1	10:00	0,2	1,18	0,2360	1	10:00	0,076	1,18	0,0897
2	11:00	0,4	1,18	0,4720	2	11:00	0,106	1,18	0,1251
3	12:00	0,45	1,18	0,5310	3	12:00	0,074	1,18	0,0873
4	13:00	0,34	1,18	0,4012	4	13:00	0,095	1,18	0,1121
5	14:00	0,32	1,18	0,3776	5	14:00	0,351	1,18	0,4142
6	15:00	0,55	1,18	0,6490	6	15:00	0,26	1,18	0,3068
7	16:00	0,43	1,18	0,5074	7	16:00	0,113	1,18	0,1333
8	17:00	0,42	1,18	0,4956	8	17:00	0,046	1,18	0,0543
9	18:00	0,049	1,18	0,0578	9	18:00	0,078	1,18	0,0920
10	19:00	0,07	1,18	0,0826	10	19:00	0,024	1,18	0,0283
11	20:00	0,025	1,18	0,0295	11	20:00	0,02	1,18	0,0236
12	21:00	0,022	1,18	0,0260	12	21:00	0,014	1,18	0,0165
13	22:00	0,015	1,18	0,0177	13	22:00	0,011	1,18	0,0130
14	23:00	0,016	1,18	0,0189	14	23:00	0,005	1,18	0,0059
15	00:00	0,005	1,18	0,0059	15	00:00	0,005	1,18	0,0059
16	01:00	0,005	1,18	0,0059	16	01:00	0,003	1,18	0,0035
17	02:00	0,004	1,18	0,0047	17	02:00	0,003	1,18	0,0035
18	03:00	0,005	1,18	0,0059	18	03:00	0,003	1,18	0,0035
19	04:00	0,003	1,18	0,0035	19	04:00	0,004	1,18	0,0047
20	05:00	0,03	1,18	0,0354	20	05:00	0,028	1,18	0,0330
21	06:00	0,16	1,18	0,1888	21	06:00	0,082	1,18	0,0968
22	07:00	0,228	1,18	0,2690	22	07:00	0,201	1,18	0,2372
23	08:00	0,062	1,18	0,0732	23	08:00	0,309	1,18	0,3646
24	09:00	0,087	1,18	0,1027	24	09:00	0,06	1,18	0,0708

Fuente. El estudio.

Cuadro 19. Caudales mínimos (día típico) – vertimiento 1

HORA	QARD (l/s)
12:00 a.m	0,0059
01:00 a.m	0,0059
02:00 a.m	0,0047
03:00 a.m	0,0059
04:00 a.m	0,0035
05:00 a.m	0,0354
Qinfiltración	0.010

Fuente. El estudio



Cuadro 20. Caudales mínimos (día típico) – vertimiento 2

HORA	QARD (l/s)
23:00	0,0059
00:00	0,0059
01:00	0,0035
02:00	0,0035
03:00	0,0035
04:00	0,0047
Qinfiltración	0,0045

Fuente. El estudio

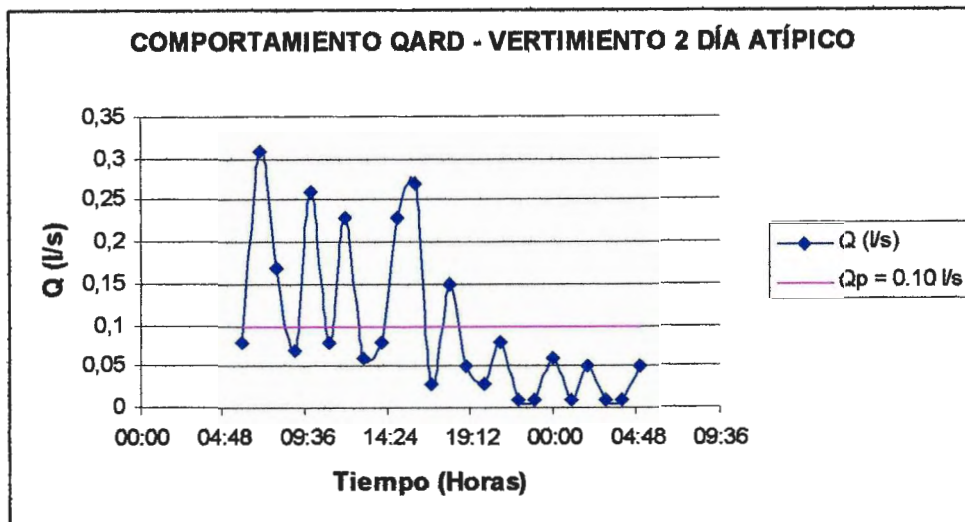
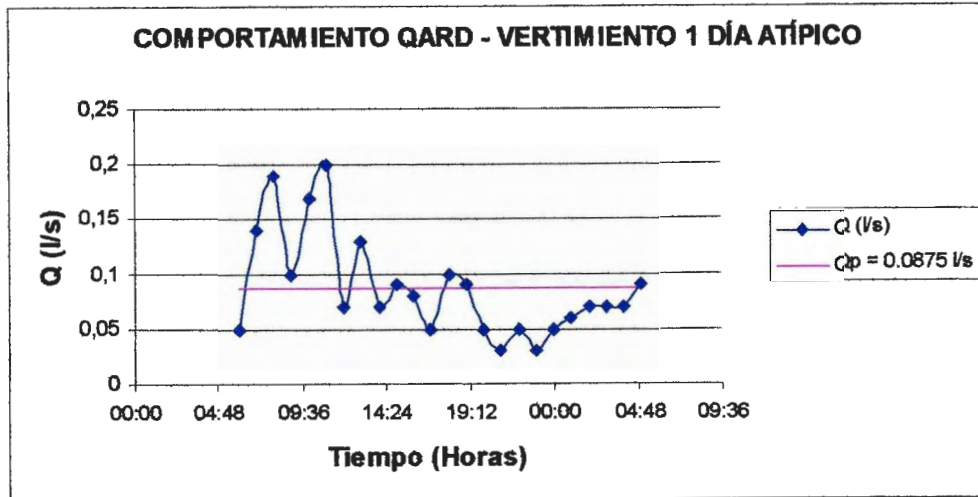
## 7.2.2 Día Atípico

Cuadro 21. Caudal residual doméstico (día atípico) – vertimiento 1 y vertimiento 2

VERTIMIENTO 1			VERTIMIENTO 2		
No.	Hora	Q (l/s)	No.	Hora	Q (l/s)
1	06:00	0,024	1	06:00	0.08
2	07:00	0,067	2	07:00	0.31
3	08:00	0,09	3	08:00	0.17
4	09:00	0,048	4	09:00	0.07
5	10:00	0,081	5	10:00	0.26
6	11:00	0,095	6	11:00	0.08
7	12:00	0,033	7	12:00	0.23
8	13:00	0,062	8	13:00	0.06
9	14:00	0,033	9	14:00	0.08
10	15:00	0,043	10	15:00	0.23
11	16:00	0,038	11	16:00	0.27
12	17:00	0,024	12	17:00	0.03
13	18:00	0,048	13	18:00	0.15
14	19:00	0,043	14	19:00	0.05
15	20:00	0,024	15	20:00	0.03
16	21:00	0,014	16	21:00	0.08
17	22:00	0,024	17	22:00	0.01
18	23:00	0,014	18	23:00	0.01
19	00:00	0,024	19	00:00	0.06
20	01:00	0,029	20	01:00	0.01
21	02:00	0,033	21	02:00	0.05
22	03:00	0,033	22	03:00	0.01
23	04:00	0,033	23	04:00	0.01
24	05:00	0,043	24	05:00	0.05

Fuente. El estudio





Cuadro 22. Variación caudal residual doméstico (corregido) – vertimiento 1 y 2 (día atípico)

VERTIMIENTO 1					VERTIMIENTO 2				
No.	Hora	Caudal (l/s)	F	QARD (l/s)	No.	Hora	Caudal (l/s)	F	QARD (l/s)
1	06:00	0,05	1,18	0,059	1	06:00	0,08	1,18	0,0944
2	07:00	0,14	1,18	0,1652	2	07:00	0,31	1,18	0,3658
3	08:00	0,19	1,18	0,2242	3	08:00	0,17	1,18	0,2006
4	09:00	0,1	1,18	0,118	4	09:00	0,07	1,18	0,0826
5	10:00	0,17	1,18	0,2006	5	10:00	0,26	1,18	0,3068
6	11:00	0,2	1,18	0,236	6	11:00	0,08	1,18	0,0944
7	12:00	0,07	1,18	0,0826	7	12:00	0,23	1,18	0,2714



No.	Hora	Caudal (l/s)	F	QARD (l/s)	No.	Hora	Caudal (l/s)	F	QARD (l/s)
8	13:00	0,13	1,18	0,1534	8	13:00	0,06	1,18	0,0708
9	14:00	0,07	1,18	0,0826	9	14:00	0,08	1,18	0,0944
10	15:00	0,09	1,18	0,1062	10	15:00	0,23	1,18	0,2714
11	16:00	0,08	1,18	0,0944	11	16:00	0,27	1,18	0,3186
12	17:00	0,05	1,18	0,059	12	17:00	0,03	1,18	0,0354
13	18:00	0,1	1,18	0,118	13	18:00	0,15	1,18	0,177
14	19:00	0,09	1,18	0,1062	14	19:00	0,05	1,18	0,059
15	20:00	0,05	1,18	0,059	15	20:00	0,03	1,18	0,0354
16	21:00	0,03	1,18	0,0354	16	21:00	0,08	1,18	0,0944
17	22:00	0,05	1,18	0,059	17	22:00	0,01	1,18	0,0118
18	23:00	0,03	1,18	0,0354	18	23:00	0,01	1,18	0,0118
19	00:00	0,05	1,18	0,059	19	00:00	0,06	1,18	0,0708
20	01:00	0,06	1,18	0,0708	20	01:00	0,01	1,18	0,0118
21	02:00	0,07	1,18	0,0826	21	02:00	0,05	1,18	0,059
22	03:00	0,07	1,18	0,0826	22	03:00	0,01	1,18	0,0118
23	04:00	0,07	1,18	0,0826	23	04:00	0,01	1,18	0,0118
24	05:00	0,09	1,18	0,1062	24	05:00	0,05	1,18	0,059

Fuente. Es estudio

Cuadro 23. Caudales mínimos (día atípico) – vertimiento 1

HORA	QARD (l/s)
23:00	0,0118
00:00	0,0708
01:00	0,0118
02:00	0,059
03:00	0,0118
04:00	0,0118
05:00	0,059
Qinfiltración	0,033

Fuente. Es estudio

Cuadro 24. Caudales mínimos (día atípico) – vertimiento 2

HORA	QARD (l/s)
11:00	0,0354
00:00	0,059
01:00	0,0708
02:00	0,0826
03:00	0,0826
04:00	0,0826
Qinfiltración	0,068

Fuente. El estudio



**7.2.3 Análisis Curvas de Alcantarillado.** Los aforos y caracterizaciones fueron realizados a los vertimientos principales uno (1) y dos (2), que recogen alrededor del 70% del total de las descargas generadas en el perímetro urbano del municipio. La descarga tres no fue tomada en cuenta en razón a que no es representativa en términos de área y obviamente de caudal vertido. Mientras que el vertimiento (4) presentó imposibilidad de acceso por lo tanto no se llevaron a cabo las respectivas mediciones de caudal y toma de muestras.

De las mediciones realizadas en las jornadas de aforo en las descargas del sistema de evacuación de aguas servidas se obtuvieron datos como caudales promedio, máximos y mínimos, caudales de infiltración, coeficiente de retorno y factor de mayoración estimados, valores que son de utilidad para el estudio; el caudal de conexiones erradas no es tenido en cuenta por ser un sistema combinado.

Cuadro 25. Análisis curvas alcantarillado

Día Típico. (16 - 17 de noviembre de 2005)	
VERTIMIENTO 1	VERTIMIENTO 2
<p>Área de drenaje: 0.87 Ha. Registró caudales altos comparados con el vertimiento dos que tiene una mayor área de drenaje. El caudal medio fue igual a 0.19 l/s. El pico de caudal de esta jornada reportó un valor de 0.65 l/s registrado a las tres de la tarde del 16 de noviembre. El caudal mínimo se presentó a las 10 de la noche con un valor igual a 0.029 l/s. (en horas de consumo) El caudal de infiltración fue de 0.10 l/s, correspondiente al promedio de los flujos reportados entre las 12:00 y 5:00 a.m.</p>	<p>Área de drenaje: 1.2 Ha. En el día típico el caudal medio fue 0.097 l/s. El caudal pico se registró hacia las dos de la tarde con un valor de 0.41 l/s. El caudal mínimo dentro de las horas de consumo o mayor actividad fue 0.0165 l/s. (9:00 p.m) El caudal de infiltración se presentó dentro del período comprendido entre las 11:00 y 4:00 a.m, con valor de 0.045 l/s..</p>
Día Atípico (20-21 de noviembre de 2005)	
VERTIMIENTO 1	VERTIMIENTO 2
<p>Este vertimiento registró un caudal promedio igual a 0.103 l/s. Se esperaba un flujo mayor en comparación con el día típico lo cual no sucedió. Hacia las 11 de la mañana hubo un aumento del caudal de aguas residuales domésticas siendo este el máximo presentado en la jornada de aforo con un valor de 0.24 l/s. El mínimo de la jornada de aforo en horas de consumo fue de 0.035 l/s reportado a las 9:00 de la noche. El valor promedio de los caudales reportados en horas de mínima actividad, es decir, el caudal de infiltración se reportó un valor de 0.033 l/s, dentro del período de tiempo de 11:00 de la noche a las 5:00 de la mañana.</p>	<p>De acuerdo con los datos obtenidos para esta jornada y para este vertimiento se presentó un caudal promedio de 0.11 l/s. Caudal máximo se presentó a las 7 de mañana igual a 0.37 l/s. El caudal mínimo reportó un valor igual a 0.012 l/s a las 10 de la noche. Dentro de las 11 y 4 de la mañana, período en el cual teóricamente no debería existir escurrimiento, se presentó un caudal de 0.068 l/s. En este vertimiento se registró un caudal importante en horas de la noche y madrugada, diluido, por lo que se deduce que en ese tiempo se quedó alguna llave abierta.</p>

Fuente. El estudio

El flujo de agua residual aforado están compuestos por: aguas residuales domésticas, institucionales y aguas de infiltración. Los caudales registrados el día típico son mayores que los de la jornada del 20 y 21 de noviembre de 2005. Este comportamiento se puede explicar porque gran parte de la población se concentró en la plaza central lo cual disminuye el consumo doméstico de agua y consecuentemente la generación de



aguan residual, además se estaba ofreciendo comidas típicas y muchas familias optaron por consumir esta alimentación y no preparar alimentos en casa siendo esta una de las actividades que mas agua residual produce.

Cuadro 26. Caudales descargas alcantarillado.

PARAMETRO	DIA TIPICO		DIA ATIPICO	
	VERTIMIENTO 1	VERTIMIENTO 2	VERTIMIENTO 1	VERTIMIENTO 2
$Q_{promedio}$ (l/s)	0.19	0.097	0.103	0.11
$Q_{max}$ (l/s)	0.65	0.41	0.24	0.37
$Q_{min}$ (l/s)	0.0035	0.0165	0.035	0.012
$Q_{infiltración}$ (l/s)	0.010	0.045	0.033	0.068
QAR (l/s)	0.18	0.052	0.07	0.042

Fuente. El Estudio

Se observa contrario a lo esperado que el vertimiento de menor área de drenaje registra mayor caudal de agua residual que la descarga dos. Este comportamiento es atribuido a la incertidumbre que genera la imposibilidad de no conocer con certeza la dirección que toma el agua residual en algunas cámaras en las cuales existen dos salidas y al no saber cual de las dos funciona como tramo inicial, además en algunos pozos de conflicto con estas características (dos salidas) el flujo toma dos direcciones, sin poder determinar la cantidad de caudal que se reparte a los colectores subsiguientes y por ende a cada vertimiento.

A continuación se presenta un consolidado de los datos medidos en campo en las dos jornadas.

Cuadro 27. Datos consolidados jornadas de muestreo.

Parámetro	Día típico	Día atípico
$Q_{promedio}$ (l/s)	0.29	0.21
$Q_{max}$ (l/s)	1.06	0.61
$Q_{min}$ (l/s)	0.02	0.047
$Q_{infiltración}$ (l/s)	0.055	0.101
QAR (l/s)	0.232	0.101
Factor de mayoración estimado $F_{est} = Q_{max}/Q_{promedio}$	3.65	2.90
Factor de minimización estimado $F_{est} = Q_{min}/Q_{promedio}$	0.070	0.22

Fuente. El estudio

**Coefficiente de retorno estimado.** Fracción de agua de uso doméstico servida (dotación neta), entregada como agua negra al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. El coeficiente determinado a partir de los datos de campo es del orden de 0.56 (Relación que existe entre el caudal medio de aguas residuales 0.29 l/s y el caudal medio que consume la población urbana 0.52 l/s). Este valor es bajo comparado con el rango establecido por el RAS-2000 para el nivel de complejidad bajo, que está entre 0.70 – 0.80; el dato obtenido en campo se explica por que la mayoría de viviendas urbanas no tienen conexión del lavadero con el sistema de alcantarillado, además porque algunos habitantes reciclan el agua producto del lavado.



### 7.3 CARACTERIZACIÓN DE LAS DESCARGAS

Como ya se dijo, a la par se tomaron muestras horarias a cada una de las descargas para conformar una muestra compuesta que describa las características de agua residual doméstica producida en el municipio.

Los análisis de laboratorio estuvieron a cargo de "Laboratorios Analizar Ltda." y cuyos resultados consolidados se muestran a continuación.

Cuadro 28. Resultados caracterización

Parámetro	Expresión	Día típico (16-17 de noviembre)		Día atípico (20-21 de noviembre)	
		Concentración Vertimiento 1	Concentración Vertimiento 2	Concentración Vertimiento 1	Concentración Vertimiento 2
DBO	mg/l	445	504	179	355
DQO	mg/l	932	939	338	768
P total	mg/l	9.5	8.5	5.3	7.0
Grasas y aceites	mg/l	220	230	120	174
Ntotal	mg/l	29.5	48.0	69.9	108
SST	mg/l	383	371	145	493
Ssed.	mg/l	4.5	4.5	1.5	4.0
SD	mg/l	315	295	593	497
ST	mg/l	698	666	738	990
pH	Unidades	6.65	6.56	7.05	7.15
Temperatura agua	°C	18.2	18.2	19	19.2
Caudal	l/s	0.16	0.082	0.10	0.10

Fuente. Analizar Ltda.

Los resultados obtenidos el día atípico en el vertimiento uno difieren en un gran porcentaje de la primera jornada como se puede observar en el cuadro anterior.

Las concentraciones del vertimiento uno el día atípico son más bajas debido a que en horas de la noche y madrugada del domingo se registró un aporte importante de caudal, cuyas características organolépticas no eran las propias de la descarga que se presentó en el resto de jornadas. Se supone que en ese período de tiempo hubo una fuga de agua potable la cual diluyó el flujo de agua residual.

Por estas razones los resultados del día atípico del vertimiento uno no serán tenidos en cuenta a la hora de generar los diseños de la futura planta de tratamiento de aguas residuales para el municipio de Betétiva, pues las concentraciones que se registraron son diluidas y no muestran la realidad de dicha descarga en términos de contaminación.

**7.3.1 Determinación de cargas contaminantes.** La cuantificación de la concentración y de la carga contaminante de un vertimiento son de máxima importancia para asegurar diseños confiables de los sistemas de tratamiento y equidad en los costos o tasas retributivas asignadas por tratamiento. Para la determinación de las cargas contaminantes se utiliza la siguiente ecuación:





$$W_x = C \cdot Q \cdot 0.0864 \cdot (T/24)$$

- W<sub>x</sub>: Carga contaminante (kg/día)  
 C: Concentración de la sustancia contaminante (mg/l)  
 Q: Caudal promedio (l/s)  
 0.0864: Factor de conversión de unidades  
 t: Tiempo de vertimiento del usuario, horas por día (para el caso es 24 horas)

Cuadro 29. Cargas contaminantes registradas en las jornadas de caracterización vertimientos

Parámetro	Expresión	Día típico (16-17 de noviembre)			Día atípico (20-21 de noviembre)		
		Carga Vertimiento 1	Carga Vertimiento 2	CARGA TOTAL	Carga Vertimiento 1	Carga Vertimiento 2	CARGA TOTAL
DBO	Kg/día	6,15	3,57	9,72	1,55	3,07	4,61
DQO	Kg/día	12,88	6,65	19,54	2,92	6,64	9,56
P total	Kg/día	0,13	0,06	0,19	0,05	0,06	0,11
Grasas y aceites	Kg/día	3,04	1,63	4,67	1,04	1,50	2,54
Ntotal	Kg/día	0,41	0,34	0,75	0,60	0,93	1,54
SST	Kg/día	5,29	2,63	7,92	1,25	4,26	5,51
Ssed.	Kg/día	0,06	0,03	0,09	0,01	0,03	0,05
SD	Kg/día	4,35	2,09	6,44	5,12	4,29	9,42
ST	Kg/día	9,65	4,72	14,37	6,38	8,55	14,93

Fuente. El estudio

Como los vertimientos caracterizados y aforados corresponden a cerca del 70% de la población servida, los valores obtenidos son significativos y por lo tanto pueden asociarse con las descargas que no fueron tenidas en cuenta en el trabajo de campo, con el objeto de obtener las cargas contaminantes del 100% de la población urbana, los valores asumidos para dichas descargas se obtienen como promedio ponderado de la jornada que registró las concentraciones más altas en términos de DBO, DQO y SST.

Cuadro 30. Concentración de contaminantes por vertimiento de alcantarillado.

VERTIMENTOS	DRENAJE (HA)	habitante area	caudal (l/s)	CONCENTRACION (mg/l)							
				DBO	DQO	ST	SD	SST	Ptotal	Grasas	Ntotal
V1	0,87	129	0,160	445,00	932,00	698,00	315,00	383,00	9,50	220,00	29,50
V2	1,20	158	0,082	504,00	939,00	666,00	295,00	371,00	8,500	230,00	48,00
V3*	0,32	38	0,026	464,99	934,37	687,16	308,22	378,93	9,16	223,39	35,77
V4	0,14	19	0,013	464,99	934,37	687,16	308,22	378,93	9,16	223,39	35,77
VP		56	0,038	464,99	934,37	687,16	308,22	378,93	9,16	223,39	35,77
CONCENTRACION PONDERADA				464,99	934,37	687,16	308,22	378,93	9,16	223,39	35,77

VP: Población sin cobertura de alcantarillado (15%)

\*: Este vertimiento incluye la población de la estación de policía.

Fuente. El estudio

DBO = 468,79

SST = 378,15



Cuadro 31. Carga contaminante por vertimiento de alcantarillado.

VERTIMENTOS	AREA DRENAJE (HA)	habitante area	caudal (l/s)	carga (Kg/día)							
				DBO	DQO	ST	SD	SST	Ptotal	Grasas	Ntotal
V1	0,87	129	0,160	6,15	12,88	9,65	4,35	5,29	0,13	3,04	0,41
V2	1,20	158	0,082	3,57	6,65	4,72	2,09	2,63	0,06	1,63	0,34
V3*	0,32	38	0,026	1,03	2,07	1,52	0,68	0,84	0,02	0,49	0,08
V4	0,14	19	0,013	0,51	1,03	0,76	0,34	0,42	0,01	0,25	0,04
VP		56	0,038	1,52	3,05	2,24	1,01	1,24	0,03	0,73	0,12
CARGA TOTAL				12,78	25,69	18,89	8,47	10,42	0,25	6,14	0,98

Fuente. El estudio

**Cargas Percápita.** Con los valores de carga contaminante y población servida, se procede a calcular el aporte (ppc) de cada uno de los parámetros analizados, que se relacionan a continuación.

Cuadro 32. Carga per cápita por vertimiento de alcantarillado.

VERTIMIENTO	habitante area	carga percapita (g/hb-día)							
		DBO	DQO	ST	SD	SST	Ptotal	Grasas	Ntotal
V1	129	47,69	99,88	74,80	33,76	41,04	1,02	23,58	3,16
V2	158	22,60	42,11	29,86	13,23	16,64	0,38	10,31	2,15
V3	38	27,10	54,46	40,05	17,96	22,08	0,53	13,02	2,08
V4	19	27,10	54,46	40,05	17,96	22,08	0,53	13,02	2,08
VP	56	27,10	54,46	40,05	17,96	22,08	0,53	13,02	2,08
TOTAL	400	31,96	64,23	47,23	21,19	26,05	0,63	15,35	2,46

Fuente. El estudio

Handwritten calculations for per capita load (P.P.C.):

- $P.P.C. = \frac{12,78 \text{ Kg/día DBO}}{413 \text{ hab.}} = 0,031 \text{ Kg/hab-día DBO}$
- $P.P.C. = \frac{10,42 \text{ Kg/día SST}}{413 \text{ hab.}} = 0,025 \text{ Kg/hab-día SST}$
- $P.P.C. = \frac{6,14 \text{ Kg/día}}{413 \text{ hab.}} = 0,015 \text{ Kg/hab-día}$
- $P.P.C. = \frac{0,25 \text{ Kg/día}}{413 \text{ hab.}} = 0,0006 \text{ Kg/hab-día}$



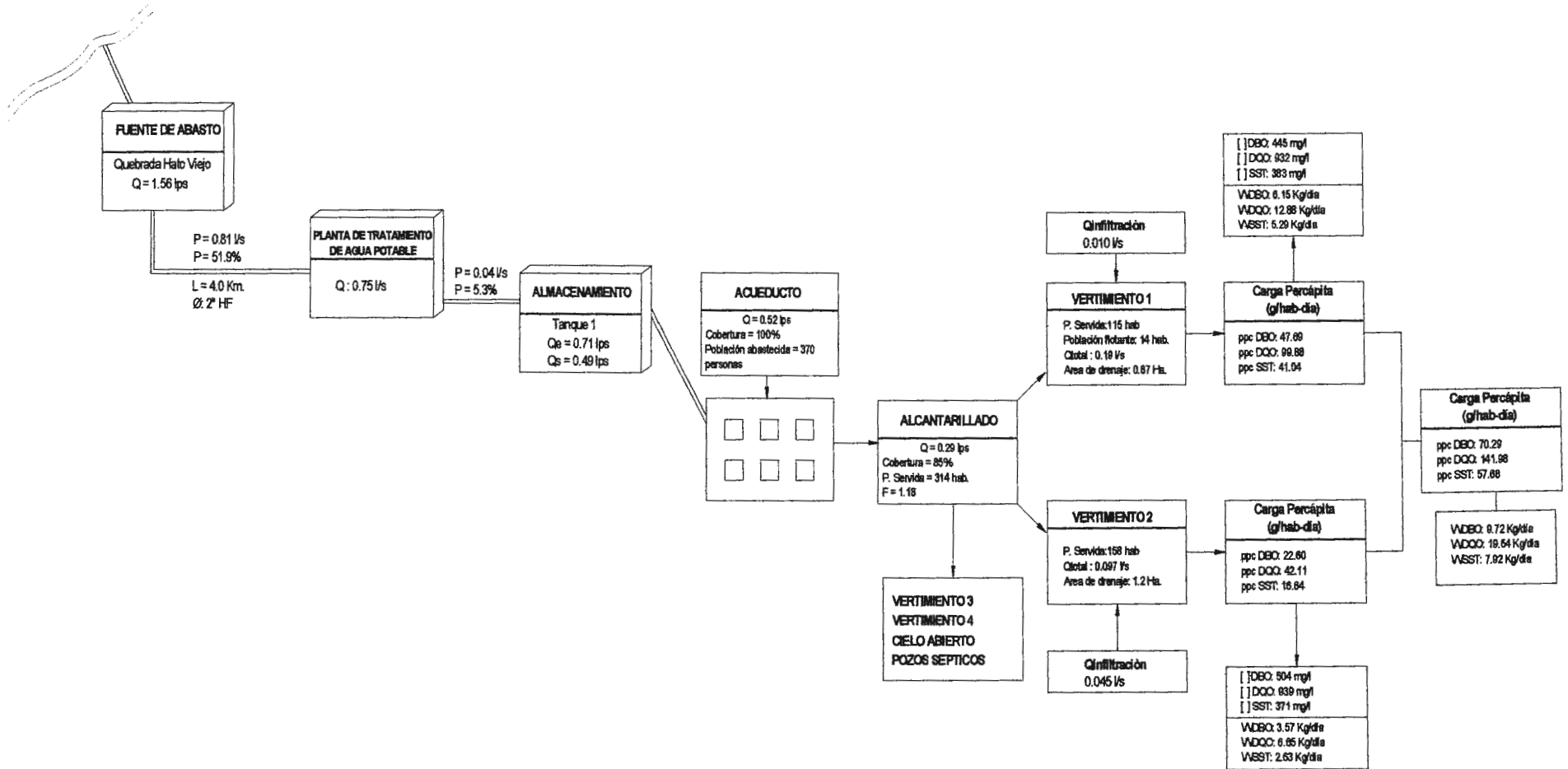
Cuadro 33. Carga generada, recolectada, transportada, tratada y vertida. Municipio de Betétiva

AÑO	POBLACIÓN	NIVEL DE COMPLEJIDAD RAS2000	DOTACIÓN NETA DE AGUA DE CONSUMO PROTECTADA (L/hab-d)	CAUDAL NETO DE AGUA DE CONSUMO (L/s)	FACTOR DE RETORNO PARA AGUAS RESIDUALES	COBERTURA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES (L/s)					CONCENTRACIÓN MEDIDA		REMOCIÓN DE CARGA EN LA PTAR		APORTE PERCAPITA DE CARGA (g/hab-d)		PROYECCIÓN DE CARGA EN (Kg/d)									
							GEN	RECOL	TRANS	TTDA	VTDA	DBO5 mg/L	SST mg/L	DBO5	SST	DBO5	SST	CARGA DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBOs)					CARGA DE LOS SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)				
																		GEN	RECOL	TRANS	TTDA	VTDA	GEN	RECOL	TRANS	TTDA	VTDA
2005	320	BAJO	72,9	0,31	0,80	85,0%	0,25	0,21	0,21	0,00	0,21	465	379	0,0%	0,0%	27,10	22,09	10,03	8,52	8,52	0,00	8,52	8,17	6,95	6,95	0,00	6,95
2006	383	BAJO	72,9	0,32	0,80	85,0%	0,26	0,22	0,22	0,00	0,22	465	379	0,0%	0,0%	27,10	22,09	10,38	8,82	8,82	0,00	8,82	8,46	7,19	7,19	0,00	7,19
2007	399	BAJO	72,9	0,33	0,80	85,0%	0,27	0,23	0,23	0,00	0,23	465	379	0,0%	0,0%	27,10	22,09	10,63	9,03	9,03	0,00	9,03	8,63	7,36	7,36	0,00	7,36
2008	402	BAJO	120,0	0,56	0,80	100,0%	0,45	0,45	0,45	0,00	0,45	465	379	0,0%	0,0%	44,64	36,38	17,95	17,95	17,95	0,00	17,95	14,63	14,63	14,63	0,00	14,63
2009	412	BAJO	120,0	0,57	0,80	100,0%	0,46	0,46	0,46	0,00	0,46	465	379	0,0%	0,0%	44,64	36,38	18,39	18,39	18,39	0,00	18,39	14,99	14,99	14,99	0,00	14,99
2010	422	BAJO	120,0	0,58	0,80	100,0%	0,47	0,47	0,47	0,00	0,47	465	379	0,0%	0,0%	44,64	36,38	18,84	18,84	18,84	0,00	18,84	15,20	15,20	15,20	0,00	15,20
2011	432	BAJO	120,0	0,60	0,80	100,0%	0,48	0,48	0,48	0,00	0,48	465	379	80,0%	80,0%	44,64	36,38	19,28	19,28	19,28	0,00	3,86	15,72	15,72	15,72	0,00	3,14
2012	442	BAJO	120,0	0,61	0,80	100,0%	0,49	0,49	0,49	0,00	0,49	465	379	80,0%	80,0%	44,64	36,38	19,73	19,73	19,73	0,00	3,95	16,08	16,08	16,08	0,00	3,22
2013	452	BAJO	120,0	0,63	0,80	100,0%	0,50	0,50	0,50	0,00	0,50	465	379	80,0%	80,0%	44,64	36,38	20,18	20,18	20,18	0,00	4,04	16,45	16,45	16,45	0,00	3,29
2014	462	BAJO	120,0	0,64	0,80	100,0%	0,51	0,51	0,51	0,00	0,51	465	379	80,0%	80,0%	44,64	36,38	20,62	20,62	20,62	0,00	4,12	16,81	16,81	16,81	0,00	3,36
2015	472	BAJO	120,0	0,66	0,80	100,0%	0,53	0,53	0,53	0,00	0,53	465	379	80,0%	80,0%	44,64	36,38	21,07	21,07	21,07	0,00	4,20	17,17	17,17	17,17	0,00	3,43
2016	481	BAJO	120,0	0,67	0,80	100,0%	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	465	379	80,0%	80,0%	44,64	36,38	21,47	21,47	21,47	21,47	4,29	17,50	17,50	17,50	17,50	3,50
2017	491	BAJO	120,0	0,68	0,80	100,0%	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	465	379	80,0%	80,0%	44,64	36,38	21,92	21,92	21,92	21,92	4,38	17,86	17,86	17,86	17,86	3,57
2018	501	BAJO	120,0	0,70	0,80	100,0%	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	465	379	80,0%	80,0%	44,64	36,38	22,36	22,36	22,36	22,36	4,47	18,23	18,23	18,23	18,23	3,65
2019	511	BAJO	120,0	0,71	0,80	100,0%	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	465	379	80,0%	80,0%	44,64	36,38	22,81	22,81	22,81	22,81	4,56	18,59	18,59	18,59	18,59	3,72
2020	521	BAJO	120,0	0,72	0,80	100,0%	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	465	379	80,0%	80,0%	44,64	36,38	23,26	23,26	23,26	23,26	4,65	18,96	18,96	18,96	18,96	3,79
2021	531	BAJO	120,0	0,74	0,80	100,0%	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	465	379	80,0%	80,0%	44,64	36,38	23,70	23,70	23,70	23,70	4,74	19,32	19,32	19,32	19,32	3,86
2022	541	BAJO	120,0	0,75	0,80	100,0%	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	465	379	80,0%	80,0%	44,64	36,38	24,15	24,15	24,15	24,15	4,83	19,68	19,68	19,68	19,68	3,94
2023	550	BAJO	120,0	0,76	0,80	100,0%	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	465	379	80,0%	80,0%	44,64	36,38	24,55	24,55	24,55	24,55	4,91	20,01	20,01	20,01	20,01	4,00
2024	560	BAJO	120,0	0,78	0,80	100,0%	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	465	379	80,0%	80,0%	44,64	36,38	25,00	25,00	25,00	25,00	5,00	20,38	20,38	20,38	20,38	4,08
2025	570	BAJO	120,0	0,79	0,80	100,0%	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	465	379	80,0%	80,0%	44,64	36,38	25,44	25,44	25,44	25,44	5,09	20,74	20,74	20,74	20,74	4,15
2026	580	BAJO	120,0	0,81	0,80	100,0%	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	465	379	80,0%	80,0%	44,64	36,38	25,89	25,89	25,89	25,89	5,18	21,10	21,10	21,10	21,10	4,22
2027	590	BAJO	120,0	0,82	0,80	100,0%	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	465	379	80,0%	80,0%	44,64	36,38	26,34	26,34	26,34	26,34	5,27	21,47	21,47	21,47	21,47	4,29
2028	600	BAJO	120,0	0,83	0,80	100,0%	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	465	379	80,0%	80,0%	44,64	36,38	26,78	26,78	26,78	26,78	5,36	21,83	21,83	21,83	21,83	4,37
2029	610	BAJO	120,0	0,85	0,80	100,0%	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	465	379	80,0%	80,0%	44,64	36,38	27,23	27,23	27,23	27,23	5,45	22,19	22,19	22,19	22,19	4,44
2030	619	BAJO	120,0	0,86	0,80	100,0%	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	465	379	80,0%	80,0%	44,64	36,38	27,63	27,63	27,63	27,63	5,53	22,52	22,52	22,52	22,52	4,50

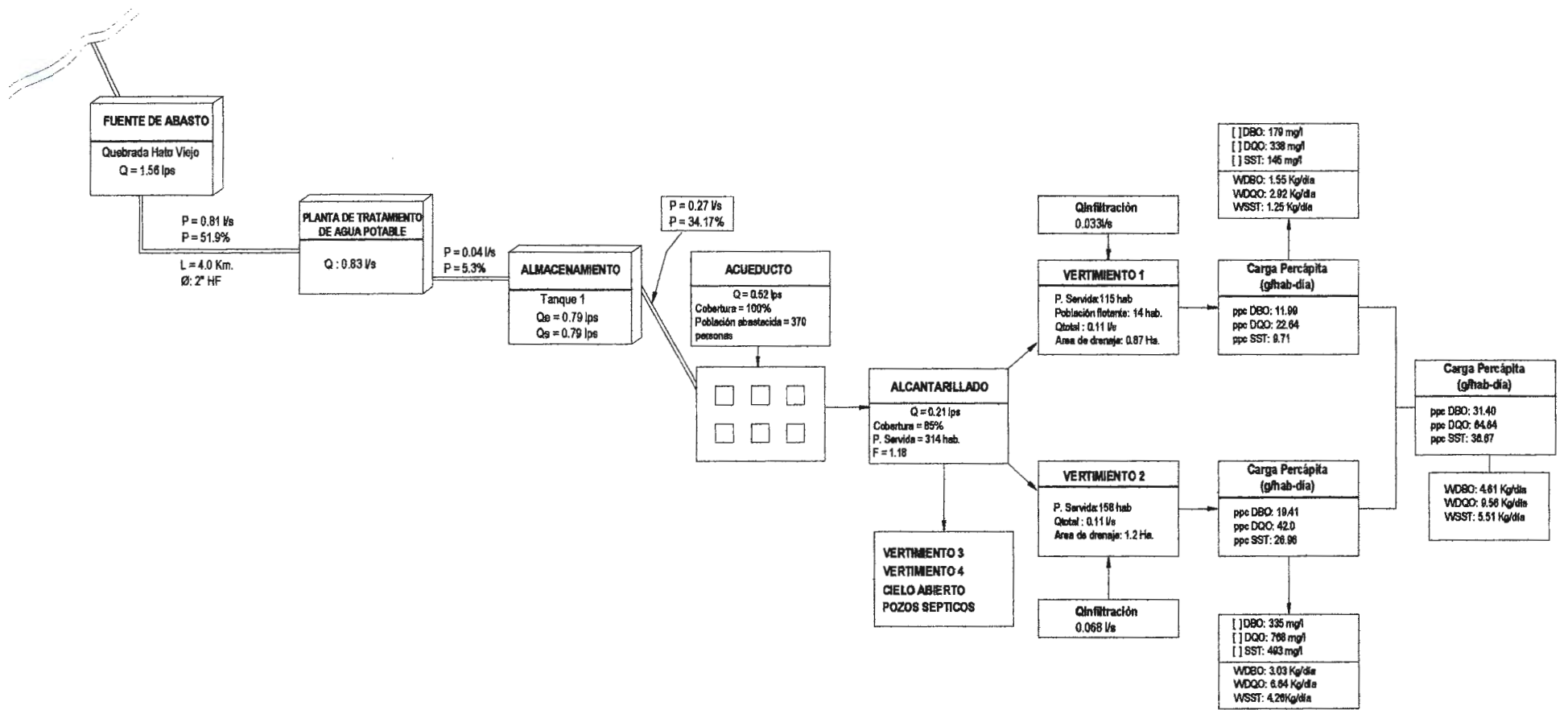


## 7.4 FLUJOS HÍDRICOS

### FLUJO DEL SISTEMA HIDRICO URBANO DÍA TÍPICO (16 - 17 DE NOVIEMBRE DE 2005)



### FLUJO DEL SISTEMA HIDRICO URBANO DÍA ATÍPICO (20 – 21 DE NOVIEMBRE DE 2005)



#### 7.4.1 Análisis Flujo Hídrico del Sistema

- **Día típico.** En las dos jornadas la fuente de captación era Hato Viejo. El día miércoles 16 de noviembre se presentó un corte de agua de las 3:45 p.m hasta las 6:00 a.m del día siguiente, por tanto el caudal suministrado a la población urbana alcanzó un valor de 0.49 l/s, en el flujo hídrico se observa que el caudal de consumo es mayor que el de suministro, en razón, a que la población urbana consume agua de La Pila para la preparación de alimentos.

Como anteriormente se ha mencionado las pérdidas en la red de conducción son altas y las mediciones así lo corroboran, con un valor igual al 53%, según RAS, estas pérdidas no pueden superar el 5% en la red.

El 16 de noviembre (miércoles) la mayor parte del día el tanque ubicado en Divaquía rebosó, esto se debe a que la planta de tratamiento estaba funcionando y la demanda fue menor a la oferta, para evitar este desperdicio se requiere la colocación de válvula de control de llenado.

Las pérdidas en la línea de conducción le restan presión al líquido a la entrada de la planta, donde los filtros mixtos deben operar a altas velocidades, al no registrar las velocidades de diseño la capacidad de operación de planta de tratamiento de agua potable disminuye significativamente, pues el líquido tiene que pasar por estratos de material filtrante de diferente granulometría. Por tal motivo el tratamiento que se lleva a cabo en la planta no es eficiente y se opta en ocasiones cuando hay escasez del líquido en dejar el paso directo a los tanques sin ningún tratamiento, es por esto que los resultados de laboratorio arrojan valores no permisibles de color, turbiedad y registra contaminación microbiológica, aún cuando está funcionando la planta.

La cantidad de agua retornada al sistema fue del 55% para esta jornada, el restante seguramente es utilizado para regar las huertas caseras o para actividades pecuarias.

- **Día atípico.** Esta jornada no se presentó cortes, el suministro fue continuo, las pérdidas en la red de distribución fueron de 34.17%. Aparentemente, el caudal de entrada al tanque fue igual al de salida, este dato no es del todo cierto por los errores que se pueden dar a hora de medir.

El caudal de aguas negras es menor que el medido el día típico, aunque no significativamente, por lo que se registra un comportamiento aparentemente similar en las dos jornadas, la diferencia esta dada en el vertimiento 1: El caudal de infiltración es mayor, las concentraciones de los contaminantes descargados las cuales disminuyeron significativamente en comparación con la primera jornada, por razones anteriormente expuestas (ver caracterización de las descargas).



En general el sistema de abasto está en muy regulares condiciones de funcionamiento y operación, es urgente que la administración municipal invierta en la optimización del acueducto.

El medio receptor de las descargas generadas en el perímetro urbano es el suelo y el líquido es utilizado para regadío de potreros, que son utilizados para la cría de ganado vacuno.



## 8. CARACTERIZACIÓN Y MONITOREO QUEBRADA OTENGÁ.

Las aguas residuales generadas en el Municipio de Betéitiva no se vierten directamente a la Quebrada Otengá potencial cuerpo receptor, debido a la considerable distancia que separa los puntos de vertimiento con este afluente (500 m Aprox). Es de anotar que los componentes orgánicos, contaminantes y nutrientes presentes en las aguas residuales domésticas descargadas por el alcantarillado, se acumulan en la zona aledaña al casco urbano donde se realizan los vertimientos y finalmente parte de estos contaminantes van a parar a este cuerpo de agua cuando se presenta escurrimiento alto que inevitablemente transporta los sedimentos acumulados en los potreros regados con agua residual, por esto la Quebrada Otengá se considera como potencial Fuente receptora de las aguas servidas del Municipio.

### 8.1 MONITOREO Y CARACTERIZACIÓN – QUEBRADA OTENGÁ

Con el objetivo de conocer los parámetros que determinan la calidad de la fuente receptora y para establecer la cantidad de líquido que fluye por este cauce en diferentes periodos hidrológicos del año, se programaron tres jornadas de aforo en las cuales se midió caudal y se obtuvieron muestras simples en tres puntos de la quebrada, los cuales fueron estudiados por el Laboratorio ANALIZAR (Ver anexos). Se escogió como puntos de monitoreo un punto aguas arriba de la zona de mezcla (300 m), otro metros abajo de la zona de mezcla o sitio donde confluye el drenaje de la zona urbana y el último 300 m aguas abajo de la zona de mezcla, en los cuales se determinó el caudal mediante la selección de un tramo recto con sección de flujo constante y de longitud considerable.

Figura 24. Localización de los puntos de monitoreo.



Fuente. El Estudio

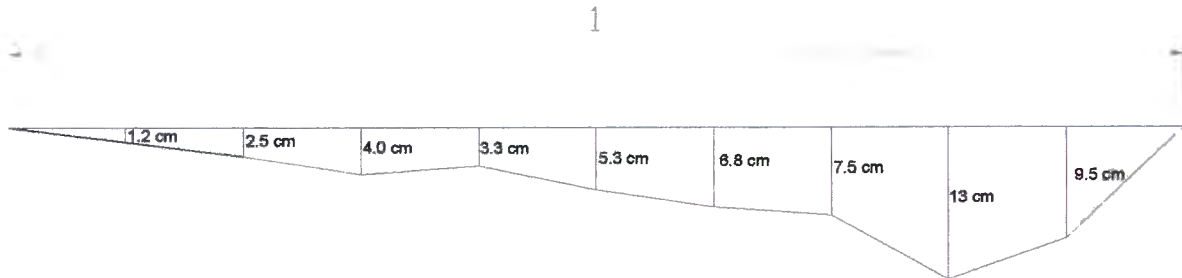




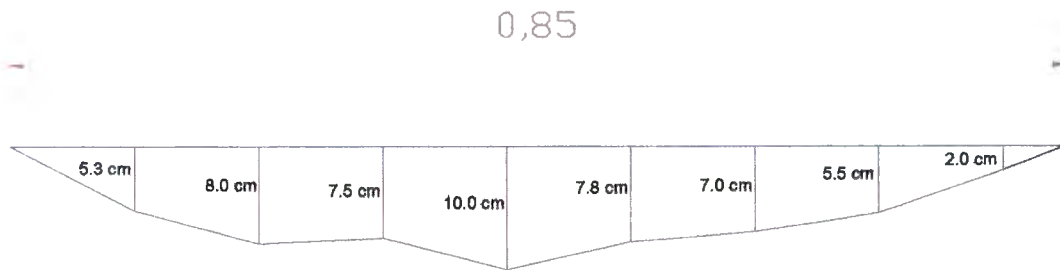
**JORNADA DE MONITOREO 1 - 26 de Septiembre de 2005 (Época Seca)**

Punto de Monitoreo 1. Puente. (15 m abajo de zona de mezcla. Elevación 2.375 m.s.n.m.)

**Sección 1.**



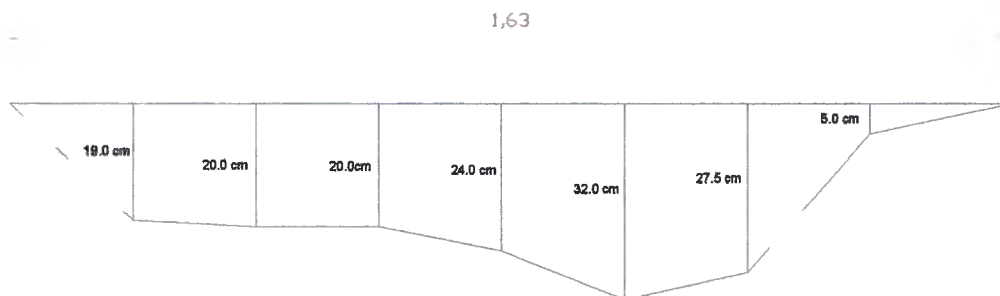
**Sección 2.**



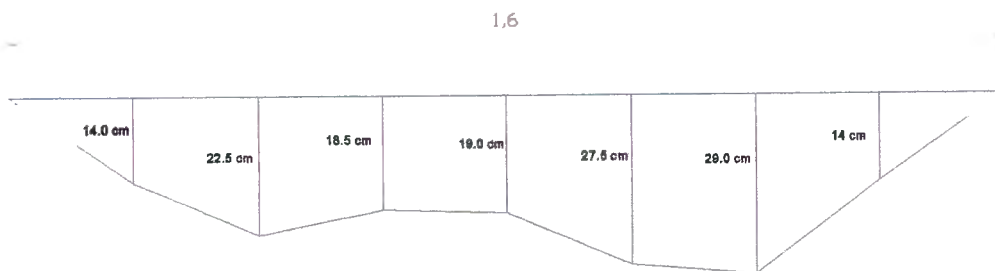
AREA 1 (m <sup>2</sup> )	AREA 2 (m <sup>2</sup> )	AREA MEDIA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO (S)	LONGITUD (m)	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL (l/s)
0.0526	0.0531	0.05	6.2	2.5	0.41	0.021	21.41

Punto de Monitoreo 2. (300 m aguas arriba del Puente, Elevación 2.392 m.s.n.m.)

**Sección 1.**



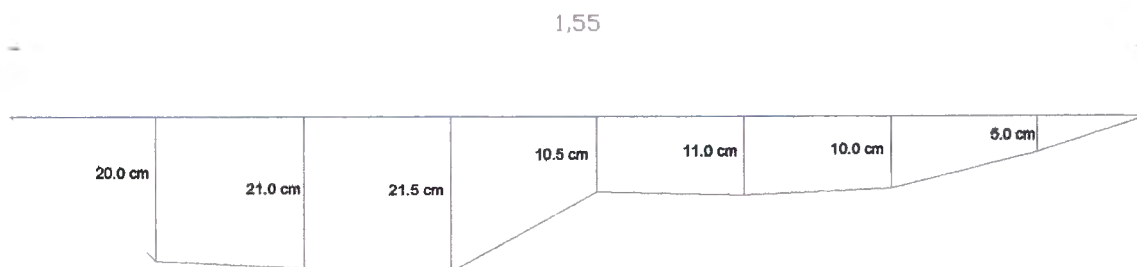
Sección 2.



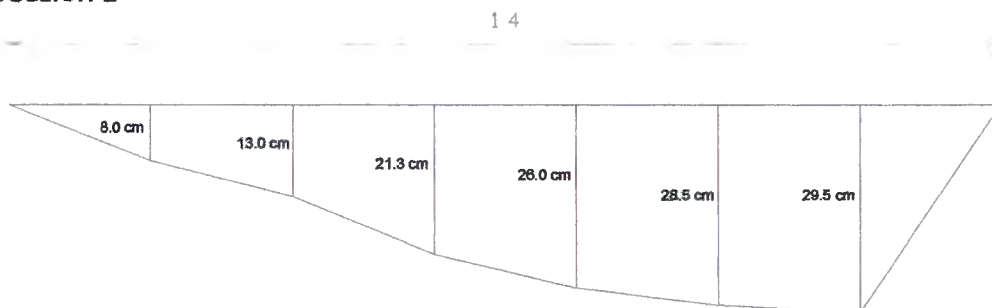
AREA 1 (m <sup>2</sup> )	AREA 2 (m <sup>2</sup> )	AREA MEDIA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO (S)	LONGITUD (m)	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL (l/s)
0.296	0.289	0.29	24.7	2.5	0.10	0.030	29.60

Punto de monitoreo 3. (300 m aguas abajo del Puente. Elevación 2.350 m.s.n.m).

Sección 1.



Sección 2



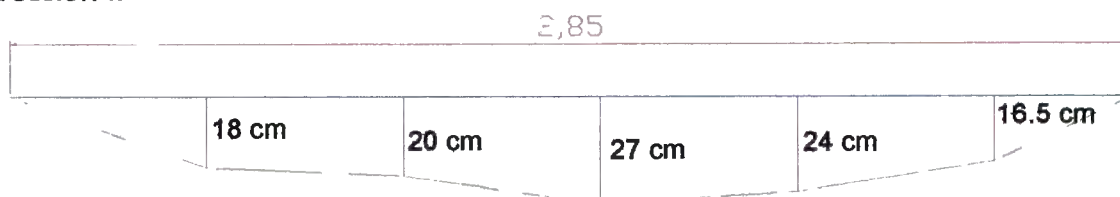
AREA 1 (m <sup>2</sup> )	AREA 2 (m <sup>2</sup> )	AREA MEDIA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO (S)	LONGITUD (m)	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL (l/s)
0.197	0.253	0.23	20.3	2.5	0.12	0.028	27.75



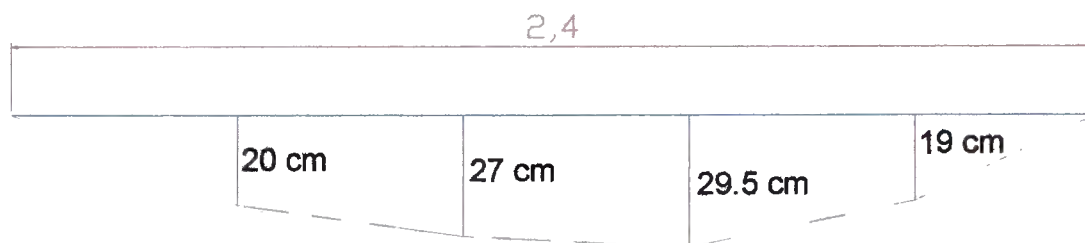
**JORNADA DE MONITOREO 2 – 24 OCTUBRE DE 2005 (Época Lluviosa)**

**Punto de Monitoreo 1. (Puente 15 m debajo de la zona de mezcla elevación 2.375 m.s.n.m).**

**Sección 1.**



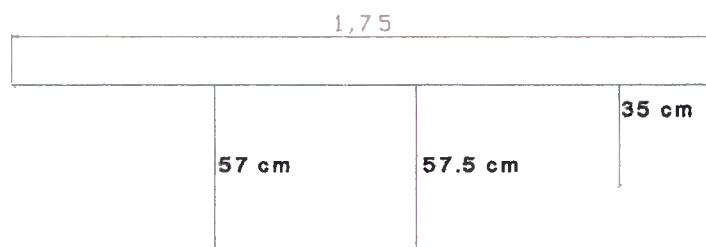
**Sección 2.**



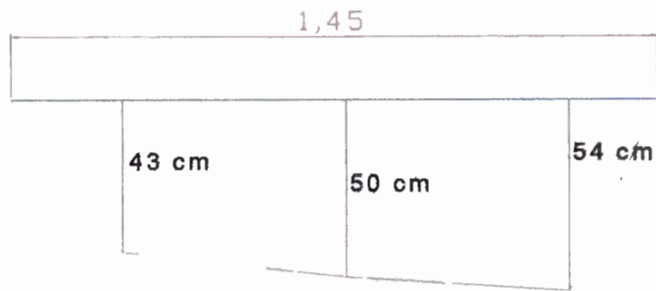
AREA 1 (m <sup>2</sup> )	AREA 2 (m <sup>2</sup> )	AREA MEDIA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO (S)	LONGITUD (m)	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL (l/s)
0.515	0.47	0.49	6.11	3.0	0.49	0.24	241.7

**Punto de Monitoreo 2. (300 m aguas arriba del Puente, Elevación 2.392 m.s.n.m.)**

**Sección 1.**



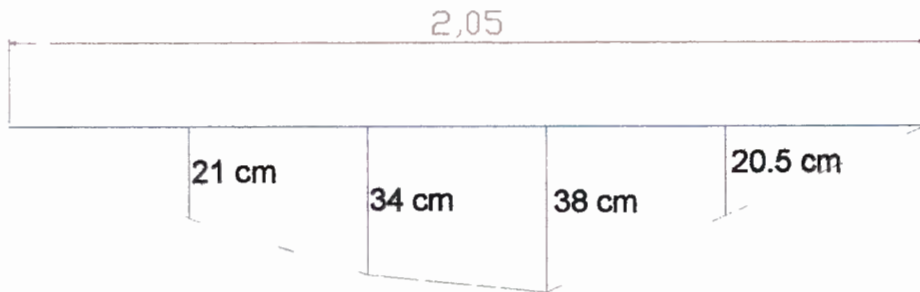
Sección 2.



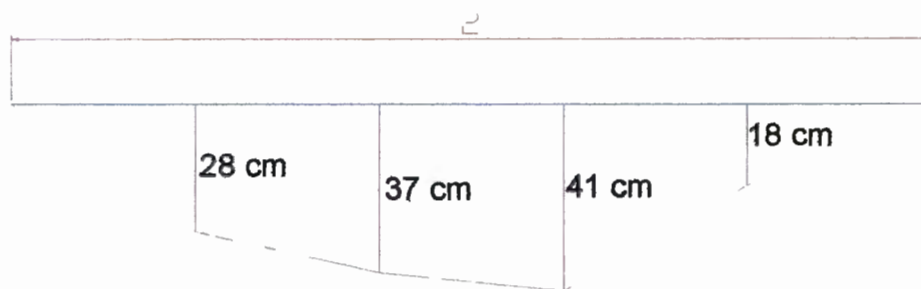
AREA 1 (m <sup>2</sup> )	AREA 2 (m <sup>2</sup> )	AREA MEDIA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO (S)	LONGITUD (m)	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL (l/s)
0.46	0.496	0.48	5.30	3.0	0.57	0.27	270.6

Punto de monitoreo 3. (300 m aguas abajo del Puente. Elevación 2.350 m.s.n.m).

Sección 1.



Sección 2



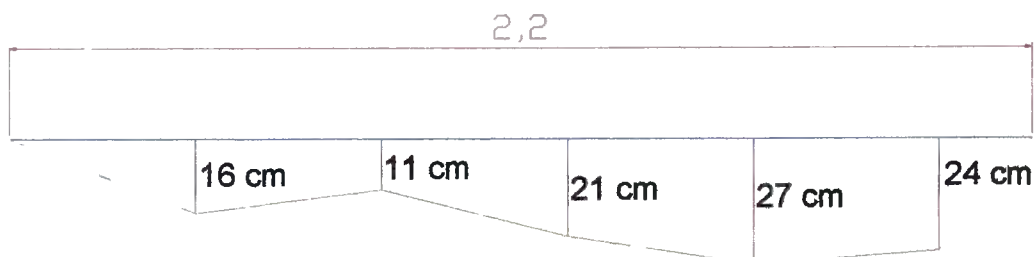
AREA 1 (m <sup>2</sup> )	AREA 2 (m <sup>2</sup> )	AREA MEDIA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO (S)	LONGITUD (m)	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL (l/s)
0.7	0.6	0.65	7.85	2.5	0.88	0.25	248.3



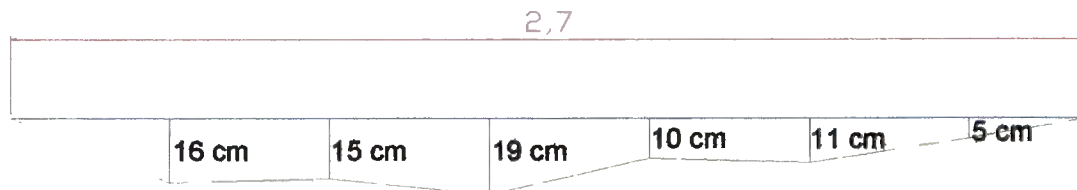
**JORNADA DE MONITOREO 3 – 20 NOVIEMBRE DE 2005 (Época de transición)**

**Punto de Monitoreo 1. (Puente 15 m debajo de la zona de mezcla elevación 2.375 m.s.n.m).**

**Sección 1.**



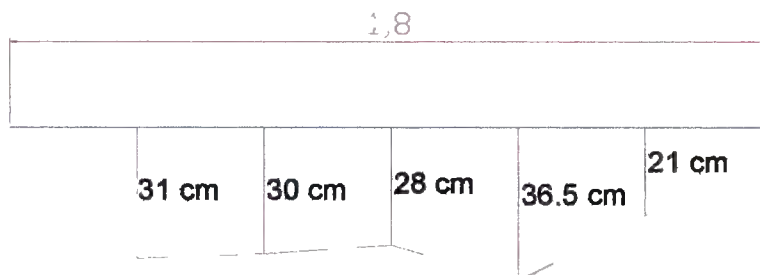
**Sección 2.**



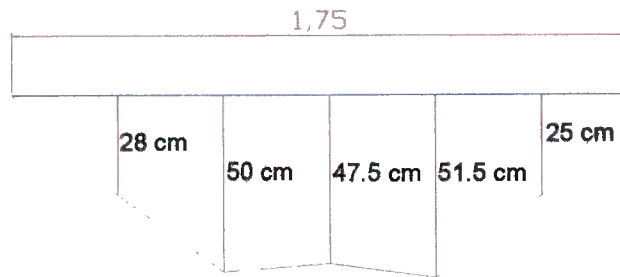
AREA 1 (m <sup>2</sup> )	AREA 2 (m <sup>2</sup> )	AREA MEDIA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO (S)	LONGITUD (m)	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL (l/s)
0.37	0.3	0.335	6.38	3.0	0.47	0.158	157.52

**Punto de Monitoreo 2. (300 m aguas arriba del Puente, Elevación 2.392 m.s.n.m.)**

**Sección 1.**



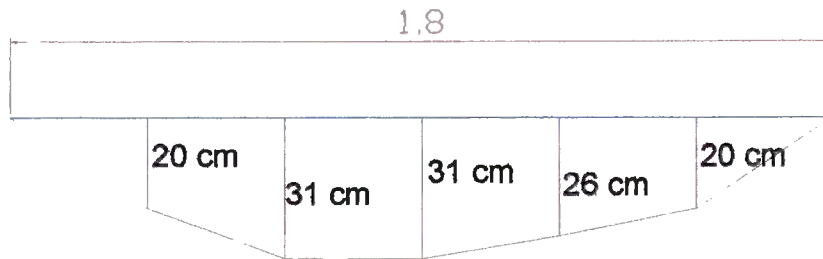
Sección 2.



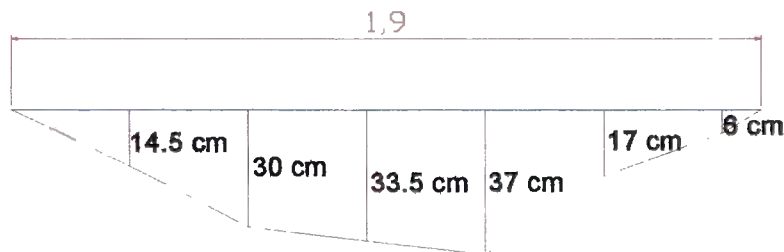
AREA 1 (m <sup>2</sup> )	AREA 2 (m <sup>2</sup> )	AREA MEDIA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO (S)	LONGITUD (m)	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL (l/s)
0.44	0.6	0.52	8.03	3.0	0.37	0.194	194.27

Punto de monitoreo 3. (300 m aguas abajo del Puente. Elevación 2.350 m.s.n.m).

Sección 1.



Sección 2



AREA 1 (m <sup>2</sup> )	AREA 2 (m <sup>2</sup> )	AREA MEDIA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO (S)	LONGITUD (m)	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL (l/s)
0.38	0.41	0.395	5.13	3.0	0.58	0.231	230.99



*No se descarta la Quebrada Otengá como fuente receptora, aunque el conducir el agua residual hasta este afluente superficial dada la distancia existente entre los vertimientos y el cuerpo de agua y la topografía de este trayecto, resulta una alternativa costosa en la etapa de inversión y técnicamente complicada.*

Esta alternativa para el manejo de las aguas residuales depende en gran parte de la capacidad de autodepuración de la fuente y de la identificación de los usos que se le da al agua que fluye por este cuerpo de agua.

## 8.2 USOS DEL RECURSO HÍDRICO Y OBJETIVOS DE CALIDAD

Dentro de las actividades programadas en el trabajo de campo del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, en los recorridos realizados para los muestreos practicados a la quebrada Otengá se pudo establecer que el principal uso que se le da al agua de este afluente es el agrícola, específicamente el agua se utiliza para el riego de pastos y el abrevadero de ganado, actividad que se adelanta de manera generalizada a lo largo del cauce de la quebrada acentuado en el sector de valle de Otengá donde la ganadería se practica de forma intensiva. En menor proporción el agua es usada para el riego de cultivos localizados en las márgenes de la quebrada.

Adicionalmente se pudo establecer que en épocas de escases el agua se usa para el consumo humano y labores domésticas inclusive para los habitantes del casco urbano quienes acostumbran realizar el lavado de ropa en la quebrada ante la escases de agua experimentada en estas épocas del año. Estos usos requieren de una calidad exigente en términos físicos, químicos y organolépticos. Los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio para las muestras de la quebrada Otengá son:

Cuadro 34. Caracterización de la Quebrada Otengá, municipio de Beteitiva.

Parámetro	Unidad	Muestreo septiembre 26/2005			Muestreo octubre 24/2005			Muestreo Noviembre 20/2005		
		A. Ar.	Z. M.	A. Ab.	A Ar.	Z. M.	A. Ab.	A Ar.	Z. M.	A. Ab.
DBO <sub>5</sub>	mg/l DBO	8	6	13	5	<5	<5	62,2	17	16
DQO	mg/l DQO	13	14	15	11	<10	<10	27,4	38	35
SST	mg/l	20	9	17	78	88	100	26	18,5	19,0
pH (25°C)	Unidades	7,59	7,62	7,71	7,09	7,15	7,07	6,97	7,2	7,16
Acidez total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	5,1	4,3	3,2	5,6	5,6	7,4	2,9	3,8	4,7
Alcalinidad Total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	86,3	88,4	103	29,6	29,6	27,6	25,6	30,6	25,6
Cloruros	mg/l Cl	3,6	5,1	4,6	6,4	6,4	3,7	3,1	3,7	3,1
Color verdadero	U.P.C	38	37	37	88	87	91	50	50	52
Conductividad (25°C)	µmhos/cm	284	300	313	61,8	62,1	62,6	64,4	63,2	62,2
Dureza Total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	131	138	156	80,6	26,8	28,9	28,9	27,4	27,4
Fosfatos	mg/l PO <sub>4</sub>	0,06	0,09	0,06	0,26	0,23	0,24	0,1	0,07	0,08
Hierro Total	mg/l Fe	0,74	0,64	0,74	2,0	2,8	2,0	1,66	1,62	1,58
Nitritos	mg/l NO <sub>2</sub>	0,025	0,024	0,027	0,064	0,06	0,062	0,036	0,03	0,031
Oxígeno disuelto	mg/l	6,62	6,29	6,50	6,29	6,32	6,62	6,58	6,35	6,50
Sulfatos	mg/l SO <sub>4</sub>	67,3	68	75,3	14,5	14,0	14,3	9,5	8,5	9,8
Turbiedad	U.N.T.	7,2	7,4	6,3	24,7	23,1	25,0	10,8	10,3	10,7
Coliformes Totales	UFC/100 cm <sup>3</sup>	2070	2630	1330	480	583	494	860	595	615
Coliformes Fecales	UFC/100 cm <sup>3</sup>	1030	980	590	16	160	206	235	185	210

Fuente. Laboratorios Analizar LTDA.



Las características organolépticas del agua son buenas aunque esta presenta contaminación bacteriológica de coliformes totales y fecales, también se puede concluir que el agua además tiene un alto contenido de Hierro y que no cumple con los parámetros de turbiedad y de color verdadero por lo tanto no es APTA para el consumo humano directo.

*La calidad del agua en los puntos de monitoreo se ve afectada por contaminación orgánica y biológica debido a que un gran número de personas viven en las riberas de la quebrada aguas arriba de la zona caracterizada, incluso la inspección de Otengá que cuenta con un número importante de habitantes y quienes no tiene un sistema de tratamiento de aguas servidas, descargando directamente las aguas residuales a este cuerpo de agua. Es importante implementar por parte de los entes territoriales un programa de saneamiento dirigido a moradores de estos sectores del municipio de Betéitiva para conservar este afluente que es de vital importancia para la comunidad en general.*

En conclusión, las características del agua son aceptables para uso agrícola de acuerdo al decreto 1594/84.

Lo correcto es proveer a los habitantes de las riberas de la quebrada, que normalmente consumen agua de la quebrada de un sistema de suministro continuo de agua potable, otra opción es mediante el suministro de filtros caseros y desinfectante garantizar la potabilidad del líquido.

En cuanto al agua residual descargada por el alcantarillado, este efluente vertido evidentemente es usado para el riego de pastos como respuesta al evidente déficit que experimenta la zona en periodos de estiaje.

Figura 25. Uso dado a las aguas residuales generadas en el municipio de Betéitiva.



Fuente. El estudio





En los talleres de socialización del PSMV se abordó el tema con los miembros de la comunidad y de la administración, y se llegó a la conclusión que lo ideal es conservar el uso que actualmente se le da al recurso previa depuración mediante la implementación de un Sistema de Tratamiento, que garantice la calidad del agua para el uso que se pretende dar a estos residuos líquidos.

### 8.3 EVALUACION AMBIENTAL DE LA QUEBRADA OTENGA

8.3.1 Clasificación de la fuente receptora según índices de contaminación<sup>8</sup>. Los índices de contaminación son complementarios de los índices de calidad del agua. Estos índices señalan problemas de contaminación particulares para cada sistema. El calculo de estos índices constituye una vía de llevar a cabo caracterizaciones físico- químicas. Es importante señalar que los ICO (índices de contaminación) no tiene en cuenta cual es la condición natural del río y en que magnitud varía un parámetro a causa de un vertimiento; este punto de vista completamente distinto y valido para evaluar problemas de polución, tiene como inconveniente inmediato para su aplicación, falta de generalidad situación que implica la necesidad de definir para cada curso su condición natural a lo largo de zonas específicas.

Índices de calidad de las aguas<sup>9</sup>. Desde hace varias décadas se han propuesto y empleado los Índices de Calidad de las Aguas (ICA), los cuales tienen como propósito simplificar en una expresión numérica las características positivas y negativas de cualquier fuente de agua.

Los ICA tienen como objeto la estimulación de un número generalmente entre 0 y 1, que define el grado de calidad de un determinado cuerpo hídrico. Con ello se pretende reconocer problemas de contaminación de una forma ágil, sin tener que recurrir a la observación de cada una de las numerosas variables fisicoquímicas determinadas; sus bondades resaltan cuando se evalúa una cantidad amplia de cursos hídricos, o uno solo en forma periódica. El procedimiento para definir uno u otro índice sigue de manera general los siguientes pasos.

- Selección de variables físicas y químicas.
- Asignación de valores de calidad (0-1) a diferentes concentraciones de las variables o establecimiento de una relación (ecuación) entre índice- variable.
- Asignación de coeficientes de ponderación (importancia) para cada variable.

---

<sup>8</sup> VINA VISCAINO, Gerardo. Limnología Colombiana. Santa Fé de Bogotá : Fundación Universitaria de Bogotá, Jorge Tadeo, 1998. p. 65-74

<sup>9</sup> Sistemas Lóticos: caracterización fisicoquímica II.



**Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO).** Se expresa en diferentes variables que incluyen nitrógeno amoniacal, nitritos, fósforo, oxígeno, demanda de oxígeno (DBO<sub>5</sub>, DQO) y Coliformes totales y fecales principalmente. Los más utilizados son DBO y coliformes totales ya que reflejan fuentes diferentes de contaminación orgánica así como el porcentaje de saturación de oxígeno que indica la respuesta o capacidad ambiental del ecosistema ante este tipo de polución.

**Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos (ICOSUS).** Se determina mediante la concentración de sólidos suspendidos.

Para todos los índices anteriores el valor medio de cada uno de las dos variables elegidas, las cuales se definen en un rango de 0-1, donde:

- 0 = Índices próximos a cero reflejan muy baja contaminación.
- 1 = Índices cercanos a uno significan contaminación.

### Cálculo de índices de contaminación

#### Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO)

$$\text{ICOMO} = 1/3 (I_{\text{-DBO}_5} + I_{\text{-COLIFORMES TOTALES}} + I_{\text{-OXIGENO \%}})$$

El índice de DBO se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$I_{\text{-DBO}_5} = -0.05 + 0.70 \text{ Log}_{10} \text{ DBO (mg/l)}$$

DBO > 30 mg/l tienen I.DBO = 1  
DBO < 2 mg/l tienen I.DBO = 0

#### Índice de COLIFORMES TOTALES

Se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$I_{\text{-COLIFORMES TOTALES}} = -1.44 + 0.56 \text{ Log}_{10} \text{ coliformes totales (NMP/100 ml)}$$

Coliformes totales > 20000 NMP/100 ml tienen I. COLIFORMES TOTALES = 1  
Coliformes totales < 500 NMP/100 ml tienen I. COLIFORMES TOTALES = 0



## El índice de OXIGENO %

Se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$I_{\text{OXIGENO \%}} = 1 - 0.01 \text{ OXIGENO \%}$$

Oxígenos en % > 100% tienen  $I_{\text{OXIGENO \%}} = 0$

**Cálculo de la concentración de saturación de oxígeno<sup>10</sup>.** La concentración de saturación de oxígeno disuelto, en agua expuesta a presión normal de 760 mm Hg, se puede calcular mediante la ecuación de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles.

$$\text{ODS} = 14.652 - 0.41022 T + 0.007991 T^2 - 0.000077774 T^3$$

Donde:

ODS : Concentración de saturación de O.D, mg/l  
T : Temperatura ° C

Para corregir el valor de ODS a diferentes altitudes se puede usar la fórmula de Halley.

$$P = 760 e^{-E/8005}$$

Donde:  
P : Presión atmosférica a la elevación E, mm Hg  
E : Elevación en m.s.n.m.

El valor de saturación de oxígeno disuelto corregido será.

$$\text{ODS}_c = \text{ODS} (P / 760)$$

Porcentaje de saturación de oxígeno

$$\% \text{ Saturación} = \frac{\text{OD}_{\text{EN CAMPO}}}{\text{ODS}_c}$$

## Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos (ICOSUS)

$$\text{ICOSUS} = -0.02 + 0.003 \text{ Sólidos Suspendidos (mg/l)}$$

---

<sup>10</sup> ROMERO ROJAS, Jaime Alberto. Tratamiento de aguas residuales: teoría y principios de diseño. 3 ed. Bogotá : Escuela Colombiana de Ingeniería, 1999. p. 988.



Sólidos suspendidos > 340 mg/l tienen, ICOSUS = 1  
Sólidos suspendidos < 10 mg/l tienen, ICOSUS = 0

A continuación se presenta un consolidado de los índices de calidad, calculados a partir de las fórmulas descritas anteriormente:



ÍNDICES DE CALIDAD PARA MONITOREO DE SEPTIEMBRE DE 2005 Y CLASIFICACIÓN DE LA FUENTE RECEPTORA – QUEBRADA OTENGÁ.

PUNTO DE MUESTREO	HORA	COTA (msnm)	PRESIÓN ATMOSFÉRICA CORREGIDA (mm de Hg)	pH	ÍNDICE I		TEMPERATURA (°C)		OXÍGENO DISUELTTO				ÍNDICE OXÍGENO DISUELTTO	DQO (mgO <sub>2</sub> /l)	DBO (mgO <sub>2</sub> /l)	ÍNDICE DBO	COLIFORMES TOTALES (NMP/100ml)	ÍNDICE I		ICOMO	CALIDAD ICOMO		SST (mg/L)	ICOSUS	CALIDAD ICOMO
					pH	AGUA	AMBIENTE	OD INICIAL (mg/l)	ODS (mg/l)	ODSc (mg/l)	% SATURACION	COLIFORMES TOTALES						ICOMO	CALIDAD ICOMO						
																					COLIFORMES TOTALES	CALIDAD ICOMO			
PUNTO 1 - QUEBRADA OTENGA	1:35 PM	2392	564	7,590	8,100	18,500	18,000	6,620	9,305	6,901	96%	0,990	13,000	8,000	0,582	2,070000.E+03	0,417	0,663	MALO	CONTAMINADA CON MATERIA ORGANICA	165,00	0,47	REGULAR		
PUNTO 2 - QUEBRADA OTENGA	7:00 AM	2375	565	7,900	7,900	20,000	22,000	6,000	9,022	6,705	89%	0,991	25,600	8,800	0,611	2,630000.E+03	0,475	0,692	MALO	CONTAMINADA CON MATERIA ORGANICA	301,00	0,88	MALO		
PUNTO 3 - QUEBRADA OTENGA	7:30 AM	2350	567	7,900	7,900	20,000	22,000	6,100	9,022	6,726	91%	0,991	17,300	8,100	0,586	1,330000.E+03	0,309	0,639	REGULAR	CONTAMINADA CON MATERIA ORGANICA	126,30	0,36	REGULAR		

ÍNDICES DE CALIDAD PARA MONITOREO DE OCTUBRE DE 2005 Y CLASIFICACIÓN DE LA FUENTE RECEPTORA – QUEBRADA OTENGÁ.

HORA	COTA (msnm)	PRESIÓN ATMOSFÉRICA CORREGIDA (mm de Hg)	pH	ÍNDICE I		TEMPERATURA (°C)		OXÍGENO DISUELTTO				ÍNDICE OXÍGENO DISUELTTO	DQO (mgO <sub>2</sub> /l)	DBO (mgO <sub>2</sub> /l)	ÍNDICE DBO	COLIFORMES TOTALES (NMP/100ml)	ÍNDICE I		ICOMO	CALIDAD ICOMO		SST (mg/L)	ICOSUS	CALIDAD ICOMO
				pH	AGUA	AMBIENTE	OD INICIAL (mg/l)	ODS (mg/l)	ODSc (mg/l)	% SATURACION	COLIFORMES TOTALES						ICOMO	CALIDAD ICOMO						
																				COLIFORMES TOTALES	CALIDAD ICOMO			
1:30 PM	2392	564	7,590	7,090	19,000	18,000	6,290	9,209	6,830	92%	0,991	11,000	5,000	0,439	4,800000.E+02	0,061	0,497	REGULAR	CONTAMINADA CON MATERIA ORGANICA	165,00	0,47	REGULAR		
1:00 PM	2375	565	7,150	7,900	19,000	18,000	6,320	9,209	6,845	92%	0,991	10,000	5,000	0,439	5,830000.E+02	0,109	0,513	REGULAR	CONTAMINADA CON MATERIA ORGANICA	301,00	0,88	MALO		
1:15 PM	2350	567	7,900	7,900	19,000	18,000	6,620	9,209	6,866	96%	0,990	10,000	5,000	0,439	4,940000.E+02	0,068	0,499	REGULAR	CONTAMINADA CON MATERIA ORGANICA	126,30	0,36	REGULAR		

ÍNDICES DE CALIDAD PARA MONITOREO DE NOVIEMBRE DE 2005 Y CLASIFICACIÓN DE LA FUENTE RECEPTORA – QUEBRADA OTENGÁ.

PUNTO DE MUESTREO	HORA	COTA (msnm)	PRESIÓN ATMOSFÉRICA CORREGIDA (mm de Hg)	pH	ÍNDICE I		TEMPERATURA (°C)		OXÍGENO DISUELTTO				ÍNDICE OXÍGENO DISUELTTO	DQO (mgO <sub>2</sub> /l)	DBO (mgO <sub>2</sub> /l)	ÍNDICE DBO	COLIFORMES TOTALES (NMP/100ml)	ÍNDICE I		ICOMO	CALIDAD ICOMO		SST (mg/L)	ICOSUS	CALIDAD ICOMO
					pH	AGUA	AMBIENTE	OD INICIAL (mg/l)	ODS (mg/l)	ODSc (mg/l)	% SATURACION	COLIFORMES TOTALES						ICOMO	CALIDAD ICOMO						
																					COLIFORMES TOTALES	CALIDAD ICOMO			
PUNTO 1 - QUEBRADA OTENGA	9:20 AM	2392	564	7,160	7,090	19,000	18,000	6,580	9,209	6,830	96%	0,990	27,400	62,200	1,206	6,150000.E+02	0,122	0,773	MALO	CONTAMINADA CON MATERIA ORGANICA	165,00	0,47	REGULAR		
PUNTO 2 - QUEBRADA OTENGA	9:25 AM	2375	565	7,200	7,900	19,000	18,000	6,350	9,209	6,845	93%	0,991	38,000	17,000	0,811	5,950000.E+02	0,114	0,639	REGULAR	CONTAMINADA CON MATERIA ORGANICA	301,00	0,88	MALO		
PUNTO 3 - QUEBRADA OTENGA	9:30 AM	2350	567	7,900	6,970	19,000	18,000	6,500	9,209	6,866	95%	0,991	35,000	16,000	0,793	8,600000.E+02	0,203	0,662	MALO	CONTAMINADA CON MATERIA ORGANICA	126,30	0,36	REGULAR		



## 9. UNIFICACIÓN DE VERTIMIENTOS Y ALTERNATIVA DE LLEVAR EL EMISARIO FINAL HASTA LA QUEBRADA OTENGÁ

### 9.1 PROPUESTA UNIFICACIÓN DE VERTIMIENTOS

La consultoría plantea una alternativa para unificar los vertimientos, consecuente con el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado existente. La situación del municipio en lo referente a las descargas de agua residual ya fueron analizados en el diagnóstico del sistema de alcantarillado, en resumen se cuenta con 4 vertimientos, de los cuales los dos principales descargan cerca del 70% del agua residual recolectada y evacuada por el sistema.

La topografía y la disponibilidad de predios para localizar un sistema de tratamiento condicionan la configuración del interceptor que debe coleccionar las descargas y conducirlos al sitio de manejo. En este orden de ideas el colector tendría una dirección preferente NE – SW.

**9.1.1. Descripción de las obras requeridas.** Para la unificación de los cuatro puntos de descargas existentes en el municipio se requiere de la construcción de cinco tramos de interceptor de 442 metros de longitud y de un tramo de emisario final de 63,1 metros. Se plantea que los dos primeros tramos de interceptor vayan en 8" de diámetro en novafort y los tres últimos en 10" Novafort, mientras que el tramo final (emisario) iría en 12" Novafort.

A continuación se presenta el plano de la alternativa para unificar los vertimientos y el presupuesto.



<b>PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIENTOS</b>	
<b>MUNICIPIO DE BETÉTIVA</b>	
<b>SISTEMA DE ALCANTARILLADO</b>	
<b>UNIFICACION DE VERTIENTOS</b>	

TRAMO	CANTIDAD	TIPO PAVIMENTO	PAVIMENTO							EXCAVACION		RELLENO				INSTALACION DE TUBERIAS					
			DIAMETRO (mm)	DIAMETRO (m)	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	PROFUNDIDAD (m)	FLEXIBLE (m <sup>2</sup> )	RIGIDO (m <sup>2</sup> )	MATERIAL COMUN (m <sup>3</sup> )	ROCA (m <sup>3</sup> )	AREA TUBERIA (m <sup>2</sup> )	RECEO (m <sup>3</sup> )	MAT. COMUN (m <sup>3</sup> )	GRAVILLA (m <sup>3</sup> )	RETIRO ESCOMBROS (m <sup>3</sup> )	DIAMETRO 200 mm	DIAMETRO 250 mm	DIAMETRO 315 mm		
P3C		C	200	0,20	15,84	0,80	1,80			18,25	4,56		0,03	7,11	15,21	2,53	7,60		15,84		
P3OC		C	200	0,2	76,48	0,80	1,80			88,11	22,03		0,03	34,31	73,42	12,24	36,71		76,48		
P39C		C	200	0,2	160,68	0,80	1,90			195,38	49,85		0,03	72,08	167,10	23,71	77,12		160,68		
P4OC		C	250	0,25	147,88	0,85	1,85			186,04	46,51		0,05	74,45	150,84	25,14	81,71		147,88		
P49C		C	250	0,25	43,00	0,85	2,15			62,86	15,72		0,05	21,69	54,83	7,51	23,76		43,00		
P5OC		C	315	0,315	104,72	0,92	2,02			154,46	38,61		0,08	60,35	124,56	19,10	68,51			104,72	
Pozos de Inspección 0-2m	6	C			22,61	1,20	1,58			28,83	7,21			2,42	4,59	36,04					
<b>TOTAL</b>										<b>735,08</b>	<b>189,48</b>		<b>0,27</b>	<b>272,35</b>	<b>385,06</b>	<b>96,65</b>	<b>331,4</b>	<b>253,0</b>	<b>190,9</b>	<b>104,72</b>	

CANTIDADES TOTALES		
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
<b>ROTURA PAVIMENTO</b>		
Pavimento Flexible	m <sup>2</sup>	
Pavimento Concreto Rígido	m <sup>2</sup>	
<b>RECONSTRUCCION PAVIMENTO</b>		
Pavimento Flexible	m <sup>2</sup>	
Pavimento Concreto Rígido	m <sup>2</sup>	
<b>EXCAVACION</b>		
Excavación en Material Común	m <sup>3</sup>	733,9
Excavación en Roca	m <sup>3</sup>	183,5
<b>RELLENO</b>		
Relleno en Recebo	m <sup>3</sup>	272,4
Relleno Material Común	m <sup>3</sup>	586,0
Gravilla	m <sup>3</sup>	96,7
<b>RETIRO SOBANTES</b>		
Retiro de Sobrantes	m <sup>3</sup>	331,4
<b>INSTALACION TUBERIA</b>		
Diámetro 200 mm	m	253,0
Diámetro 250 mm	m	190,9
Diámetro 315 mm	m	104,7
<b>CONSTRUCCION POZOS DE INSPECCION</b>		
Albura 0-2 m	und	6,0



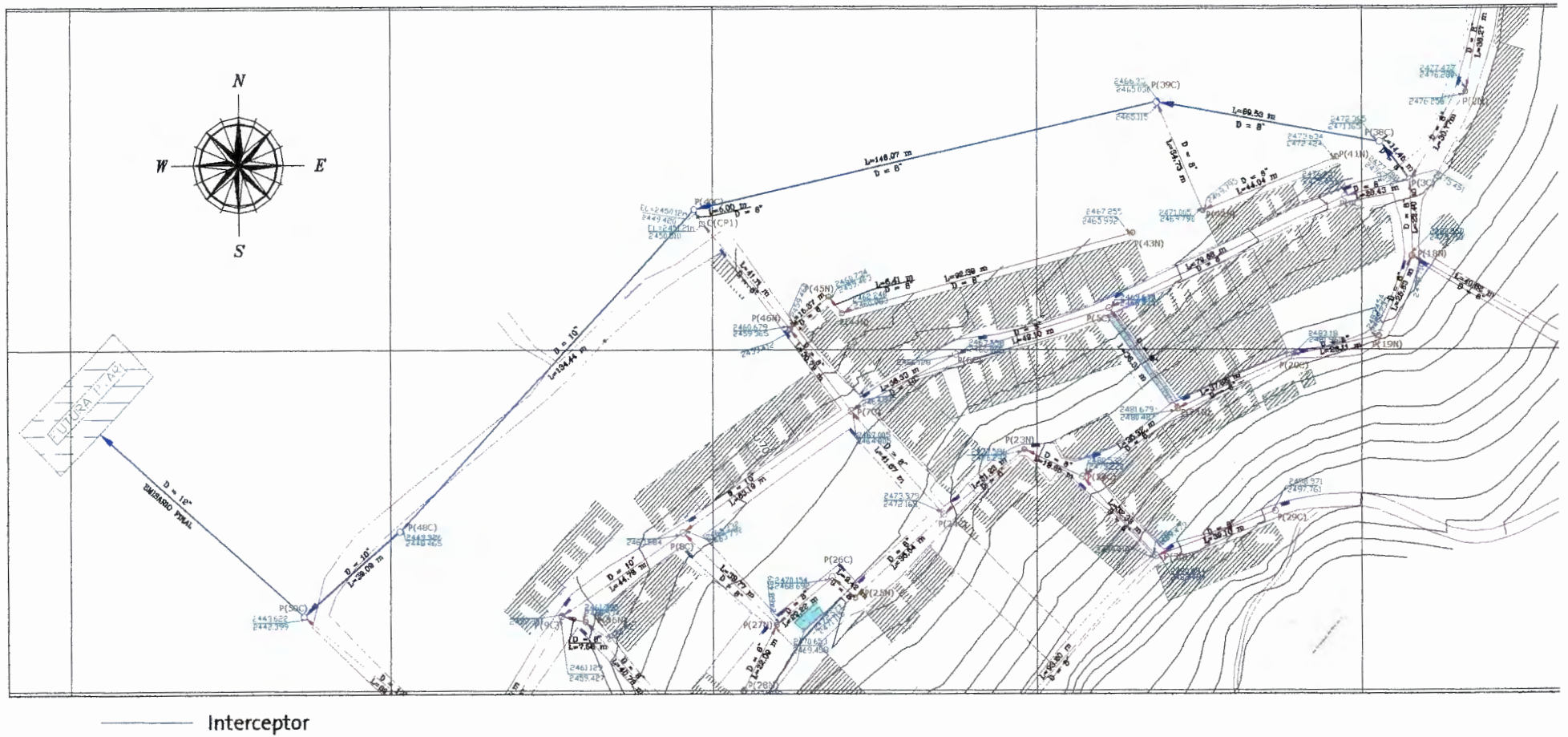
**PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS**  
**MUNICIPIO DE BETEITIVA**  
**SISTEMA DE ALCANTARILLADO**  
**PRESUPUESTO UNIFICACION DE VERTIMIENTOS**

TEM	DESCRIPCION	UND	CANT.	V/UNITARIO	V/PARCIAL
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>				
1,1	LOCALIZACION Y REPLANTEO	KM	0,5	911.906,0	500.274,4
<b>2</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				
2	<b>VALLAS DE SEÑALIZACION</b>				
2,1,3	Valla Tipo 3. Dimensiones: 2m*1m	UN	1,0	450.000,0	450.000,0
<b>2,2</b>	<b>SEÑALES</b>				
2,2,1	Barreras de Cinta Plástica	ML	2.194,4	216,0	473.993,0
2,2,2	Soportes	UN	12,0	37.722,6	452.671,2
<b>3</b>	<b>ROTURA Y RECONSTRUCCION DE PAVIMENTO</b>				
<b>3,1</b>	<b>ROTURA DE PAVIMENTO</b>				
3,1,1	Rotura de Pavimento Flexible	M <sup>2</sup>		8.170,5	
3,1,2	Rotura de Pavimento en Concreto Rígido	M <sup>2</sup>		8.449,6	
<b>3,2</b>	<b>RECONSTRUCCION DE PAVIMENTO</b>				
3,2,1	Reconstrucción de Pavimento Flexible (e=0,07m)	M <sup>2</sup>		22.897,4	
3,2,5	Reconstrucción de Pavimento en Concreto Rígido. Resistencia:3000 PSI. F=0,12m	M <sup>2</sup>		41.340,4	
<b>4</b>	<b>EXCAVACION</b>				
4,1	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN	M <sup>3</sup>	733,9	19.121,0	14.033.498,0
4,2	EXCAVACION EN ROCA	M <sup>3</sup>	183,5	22.935,4	4.208.256,5
<b>5</b>	<b>AFIRMADO PARA MEJORAMIENTO DE SUELO</b>				
5,2	GRAVILLA	M <sup>3</sup>	96,7	66.506,4	6.428.207,6
<b>6</b>	<b>CIMENTACION Y RELLENOS</b>				
6,3	RELLENO TIPO 2 (Recibo)	M <sup>3</sup>	272,4	22.817,7	6.214.490,3
6,4	RELLENO TIPO 3 (Material Seleccionado de Excavación)	M <sup>3</sup>	586,0	8.897,7	5.213.731,9
<b>7</b>	<b>RETIRO DE SOBRAINTES</b>				
7,1	RETIRO DE SOBRAINTES	M <sup>3</sup>	331,4	8.457,0	2.803.063,1
<b>8</b>	<b>INSTALACION Y SUMINISTRO DE TUBERIA</b>				
8,2	<b>S/I DE TUBERIA PLASTICA TIPO NOVAFORT</b>				
8,2,3	Ø 200 mm (8")	ML	253,0	42.303,0	10.702.659,0
8,2,4	Ø 250 mm (10")	ML	190,9	72.730,0	13.882.920,6
8,2,6	Ø 315 mm (12")	ML	104,7	97.158,9	10.174.483,1
<b>10</b>	<b>POZOS DE INSPECCION PARA TUBERIA CON DIAMETROS MENORES A 36"</b>				
10,1	<b>POZOS DE INSPECCION DE DIAMETRO 1.20 m (Colectores Diámetros 8"- 24")</b>				
10,1,1	Altura entre 0 - 2 m	UN	6,0	763.446,0	4.580.676,0
				<b>V/PARCIAL</b>	<b>80.118.924,8</b>
				<b>AIU (15%)</b>	<b>12.017.836,7</b>
				<b>V/TOTAL</b>	<b>92.136.763,5</b>





Figura 26. Propuesta unificación de vertimientos. Municipio de Betétiva



Fuente. Municipio de Betétiva. Plan Maestro de alcantarillado. 2004



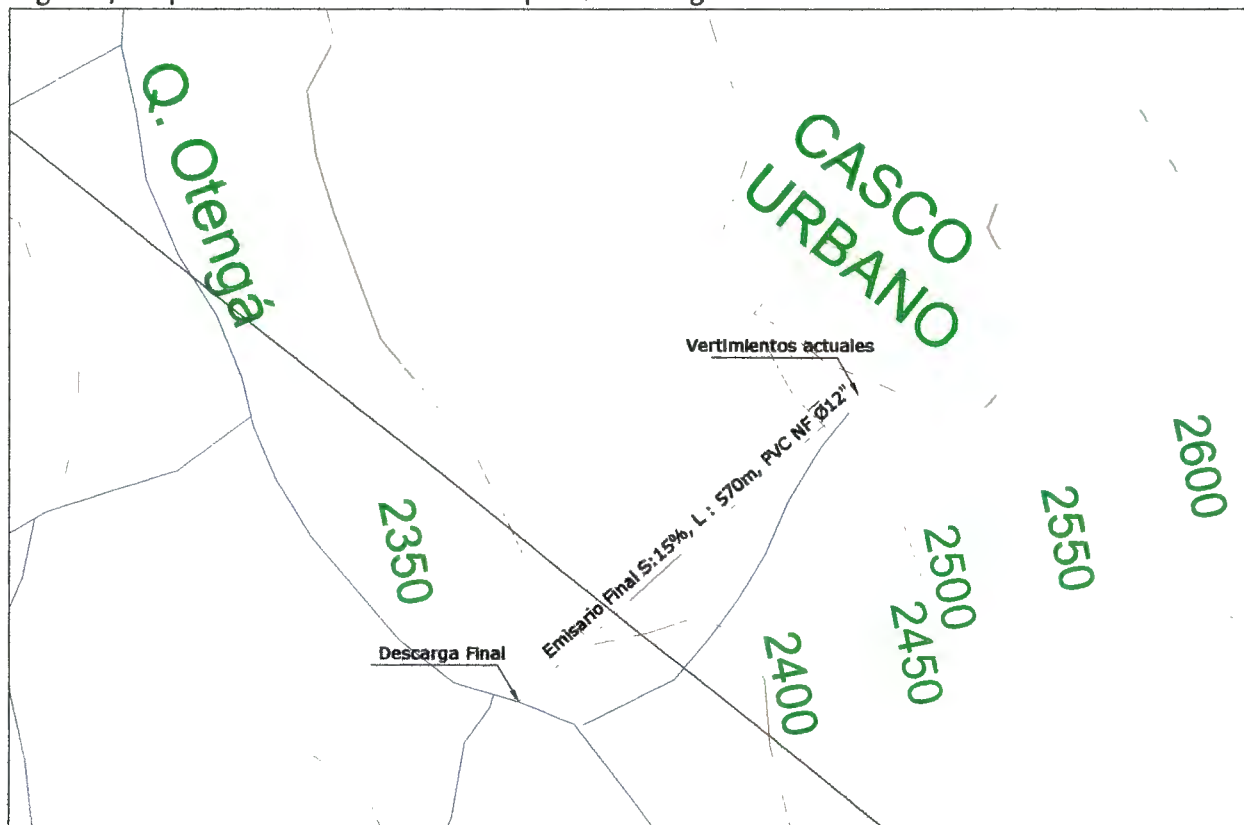
## 9.2 EMISARIO FINAL HASTA LA QUEBRADA OTENGÁ

Como se mencionó en el capítulo anterior, la posibilidad de conducir las aguas residuales a la quebrada Otengá requiere un alto costo de inversión dadas las condiciones topográficas y geológicas del terreno y la distancia considerable que existe entre el sitio de descarga actual y este drenaje natural.

Las condiciones topográficas de entrada imponen la construcción de varias cámaras de caída en razón a que la diferencia de altura entre los puntos que se pretende conectar es alrededor de 140 m, en una distancia plana de 550 m, es decir que se estaría hablando de una pendiente de aproximadamente el 26%.

Utilizando tubería plástica Novafort para construir el emisario final, de tal forma que se puedan manejar velocidades mayores, con una pendiente del 15%, la velocidad en la tubería esta por debajo de los 10 m/s permitidos para este material, por lo tanto se tendrá una caída en los 570 m, de longitud inclinada de 85,5 m, quedando por salvar unos 54,5 m de altura. Si asumimos cámaras de caída que desciendan 1,5m cada una, se requiere de 36 cámaras de este tipo para lograr llevar el agua residual hasta la quebrada Otengá. De manera preliminar en planta la propuesta es la siguiente:

Figura 27. Propuesta emisario final hasta la quebrada Otengá



Fuente. El estudio



Los costos que genera conducir las aguas residuales producidas en el centro poblado del municipio de Betéitiva son:

PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS											
MUNICIPIO DE BETÉITIVA											
SISTEMA DE ALCANTARILLADO											
EMISARIO FINAL (DESCARGA VERTIMIENTOS - QUEBRADA OTENGA)											

TIPO	CANTIDAD	TIPO PAVIMENTO	DIÁMETRO (mm)	DESARTE (m)	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	PERFORACIÓN (m)	PAVIMENTO		EXCAVACION		RELLENO				RETIRO EXCAVACIONES (m <sup>3</sup> )	DIÁMETRO 315 mm
								FLEXIBLE (m <sup>2</sup> )	RÍGIDO (m <sup>2</sup> )	MATERIAL COMÚN (m <sup>3</sup> )	ROCA (m <sup>3</sup> )	AREA TUBERIA (m <sup>2</sup> )	RECEBO (m <sup>3</sup> )	MAT. COMÚN (m <sup>3</sup> )	GRAVILLA (m <sup>3</sup> )		
P3C		C	315	0,22	566,50	0,92	4,22			1.920,87	490,2	0,00	328,9	1.814,2	103,67	370,62	566,50
Pozos de Inspección 2,5 - 3,5 m	36	C			136,00	1,20	1,20			178,90	43,20		2,42		27,37	216,23	
<b>TOTAL</b>										<b>1.938,77</b>	<b>490,20</b>		<b>328,90</b>	<b>1.814,22</b>	<b>131,04</b>	<b>586,85</b>	

CANTIDADES TOTALES		
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
<b>ROTURA PAVIMENTO</b>		
Pavimento Flexible	m <sup>2</sup>	
Pavimento Concreto Rígido	m <sup>2</sup>	
<b>RECONSTRUCCION PAVIMENTO</b>		
Pavimento Flexible	m <sup>2</sup>	
Pavimento Concreto Rígido	m <sup>2</sup>	
<b>EXCAVACION</b>		
Excavación en Material Común	m <sup>3</sup>	1.920,8
Excavación en Roca	m <sup>3</sup>	480,2
<b>RELLENO</b>		
Relleño en Recebo	m <sup>3</sup>	328,9
Relleño Material Común	m <sup>3</sup>	1.814,2
Gravilla	m <sup>3</sup>	131,0
<b>RETIRO SOBANTES</b>		
Retiro de Sobrantes	m <sup>3</sup>	586,8
<b>INSTALACION TUBERIA</b>		
Diámetro 315 mm	m	566,5
<b>CONSTRUCCION POZOS DE INSPECCION</b>		
Altura 0-2 m	und	36,0

**PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS  
MUNICIPIO DE BETÉITIVA  
SISTEMA DE ALCANTARILLADO  
PRESUPUESTO EMISARIO FINAL (DESCARGA VERTIMIENTOS - QUEBRADA OTENGA)**

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT.	V/UNITARIO	V/PARCIAL
<b>1 PRELIMINARES</b>					
<b>1,1 LOCALIZACION Y REPLANTEO</b>		KM	0,6	911.906,0	516.594,7
<b>2 SEÑALIZACION</b>					
<b>2,1 VALLAS DE SEÑALIZACION</b>					
2,1,3 Valla Tipo 3. Dimensiones: 2m*1m		UN	1,0	450.000,0	450.000,0
<b>2,2 SEÑALES</b>					
2,2,1 Barreras de Cinta Plástica		ML	2.266,0	216,0	489.456,0
2,2,2 Soportes		UN	12,0	37.722,6	452.671,2
<b>3 ROTURA Y RECONSTRUCCION DE PAVIMENTO</b>					
<b>3,1 ROTURA DE PAVIMENTO</b>					
3,1,1 Rotura de Pavimento Flexible		M <sup>2</sup>		8.170,5	
3,1,2 Rotura de Pavimento en Concreto Rígido		M <sup>2</sup>		8.449,6	
<b>3,2 RECONSTRUCCION DE PAVIMENTO</b>					
3,2,1 Reconstrucción de Pavimento Flexible (e=0,07m)		M <sup>2</sup>		22.897,4	
3,2,5 Reconstrucción de Pavimento en Concreto Rígido. Resistencia:3000 PSI. E=0,12m		M <sup>2</sup>		41.340,4	
<b>4 EXCAVACION</b>					
<b>4,1 EXCAVACION EN MATERIAL COMUN</b>		M <sup>3</sup>	1.920,8	19.121,0	36.728.453,6
<b>4,2 EXCAVACION EN ROCA</b>		M <sup>3</sup>	480,2	22.935,4	11.013.843,7
<b>5 AFIRMADO PARA MEJORAMIENTO DE SUELO</b>					
<b>5,2 GRAVILLA</b>		M <sup>3</sup>	131,0	66.506,4	8.714.940,1
<b>6 CIMENTACION Y RELLENOS</b>					
<b>6,3 RELLENO TIPO 2 (Recebo)</b>		M <sup>3</sup>	328,9	22.817,7	7.504.517,7
<b>6,4 RELLENO TIPO 3 (Material Seleccionado de Excavación)</b>		M <sup>3</sup>	1.814,2	8.897,7	16.142.351,9
<b>7 RETIRO DE SOBANTES</b>					
<b>7,1 RETIRO DE SOBANTES</b>		M <sup>3</sup>	586,8	8.457,0	4.962.876,5
<b>8 INSTALACION Y SUMINISTRO DE TUBERIA</b>					
<b>8,2 S/I DE TUBERIA PLASTICA TIPO NOVAFORT</b>					
8,2,4 Ø 315 mm (12")		ML	566,5	72.730,0	41.201.545,0
<b>10 POZOS DE INSPECCION PARA TUBERIA CON DIAMETROS MENORES A 36"</b>					
<b>10,1 POZOS DE INSPECCION DE DIAMETRO 1.20 m (Colectores Diámetros 8"- 24")</b>					
10,1,1 Altura entre 2.5 - 3.5 m		UN	36,0	763.446,0	27.484.056,0
				<b>V/PARCIAL</b>	<b>155.661.306,5</b>
				<b>AIU (15%)</b>	<b>23.349.196,0</b>
				<b>V/TOTAL</b>	<b>179.010.502,5</b>



Aunque la quebrada Otengá registra cierta regularidad de caudal transportado indistintamente de la época del año, ante el relativamente bajo caudal medido en los vertimientos y a pesar de las altas concentraciones de contaminantes, se puede llegar a afirmar en primera instancia que el cuerpo de agua tiene la capacidad de asimilar y auto depurar las cargas contaminantes, que en este escenario se estarían descargando directamente a este afluente.

Sin embargo se definió en los apartes anteriores en base a la investigación de campo y la información suministrada por la comunidad que el agua de esta fuente, es utilizada además de usos agropecuarios, para consumo humano, lo cual demanda de una buena calidad del líquido para que pueda ser usado para fines domésticos de forma segura por los moradores de la ribera de la quebrada, quienes frecuentemente se ven abocados a consumir estas aguas ante el evidente déficit hídrico y la insuficiente infraestructura para el abastecimiento en los sectores rurales.

Esta alternativa de manejo requiere de un alto costo de inversión y si se pretende además conservar el uso que se le da a la fuente, se requiere la implementación de un sistema de tratamiento exigente que permita entregar un efluente con bajas cargas contaminantes, inclusive con remoción de patógenos para no afectar el uso actual del recurso.

Desde estos puntos de vista esta alternativa resulta poco viable, por lo tanto se decide considerar como alternativa de manejo de los residuos líquidos generados en el municipio la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales con destino a reuso del efluente en riego de pastos y bosque aledaños como actualmente se realiza pero sin previo tratamiento.



## 10. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE LOCALIZACIÓN DEL SISTEMA DE MANEJO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

De acuerdo al análisis anterior se propone como alternativa de solución la implementación de un sistema de tratamiento que depure las aguas residuales urbanas generadas en el sector urbano y cuyo uso del efluente tratado sea para riego de pastos, tal como se viene haciendo en la actualidad, adicionalmente los costos y los esfuerzos técnicos que supone la construcción de interceptor final limitan la implementación de esta alternativa y como se mencionó anteriormente se requiere tratar la aguas servidas antes de vertirlas a la quebrada Otengá.

El proyecto contempla como alternativas para localizar el sistema de tratamiento el sector sur-oeste del municipio en el predio de propiedad de Señor Roque Daza, abajo de la vía que de Betétiva conduce a Corrales.

El área con que cuenta el predio es de aproximadamente 1 Fanegada, espacio suficiente para cumplir con los requerimientos de superficie que implicaría la construcción del sistema de tratamiento.

El predio se consideró como única alternativa de localización de la PTAR debido a que la disponibilidad de terrenos aptos para este propósito bajo consideraciones topográficas, morfométricas, las condiciones de estabilidad, entre otras hacen que este lote sea el favorable para emplazar la futura planta de tratamiento de aguas residuales domésticas.

Otro aspecto importante considerado es que la conducción del agua residual hacia un solo punto es más viable a este lote pues es favorable la topografía y requiere menor inversión lo que le da favorabilidad técnica y económica.

Figura 28. Localización futura PTAR



Fuente. El estudio



La aptitud de venta por parte del propietario es favorable.

Un aspecto importante es que para la elección definitiva se debe realizar un estudio de suelos riguroso dadas las condiciones geológicas locales y los fenómenos de remoción en masa que ocurren sobre la ladera donde está ubicado el municipio.

El predio en la actualidad es usado para explotación pecuaria ( pastoreo). Dentro del E.O.T, el uso recomendado del predio es para uso agropecuario, dicho predio no está incluido dentro del perímetro urbano.

**Manejo de aguas combinadas.** Dadas las condiciones del municipio, es recomendable establecer un sistema combinado (sanitario y pluvial), teniendo en cuenta el nivel de complejidad, el área de drenaje y otros factores que hacen viable la continuación de este sistema previendo las mejoras pertinentes para su optimización.

Para evitar sobredimensionar de la planta de tratamiento y por ende aumentar los costos en la construcción, operación y mantenimiento de la misma se requiere aliviar caudales antes de entregar al sistema de tratamiento. La descarga del caudal de excesos se plantea se haga mediante un aliviadero previo al tratamiento de las aguas residuales.

Las características del lote facilitan la ubicación y construcción del aliviadero.

**Climatología de la zona.** Las características climatológicas predominantes en el sitio seleccionado son similares a las de la zona urbana medidas en la estación de Betéitiva (ubicada en el colegio). La circulación de corrientes de aire es mínimo en este sitio ya que se encuentra resguardado por lomas que evitan fuertes vientos lo evita el transporte de olores provenientes del sistema de tratamiento y por tanto la molestia y afectación a la comunidad urbana es mínima.

**Distancia al perímetro urbano.** La distancia al perímetro urbano es aproximadamente 130 m en línea recta.

**Aprovechamiento de subproductos de la planta de tratamiento.** Los lodos generados en el tratamiento del agua residual doméstica pueden usarse como fertilizante o abono, previo manejo de estos mediante deshidratación con lechos de secado y posterior compostaje para producir un abono orgánico. El efluente tratado será utilizado según las recomendaciones de la OMS (1989).

**Potencialidad, calidad y accesibilidad a la fuente receptora.** La localización de la PTAR en este punto permite dar un manejo adecuado al efluente pues este se ubica cerca de un área erosionada.

**Localización, accesibilidad e impacto socio-ambiental.** La accesibilidad es favorable dada la cercanías de las vías principales. No genera mayor impactos sociales ni



ambientales pues es un lote discreto que cumple con requisitos de distancia mínima a viviendas.



## 11. PREALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA EL MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES

La identificación de una alternativa de tratamiento de agua residual requiere del análisis de las ventajas y desventajas de las tecnologías disponibles relacionadas con las características biofísicas y socioeconómicas del municipio, donde se deben considerar las siguientes variables<sup>11</sup>:

- Costo del sistema de tratamiento en su etapa de inversión
- Costo de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento
- Área requerida para su construcción
- Complejidad de la tecnología
- Potencial producción de olores
- Generación de subproductos (lodos, gases)
- Impacto ambiental en poblaciones y recursos naturales cercanos.
- Eficiencia.

Entre los criterios tecnológicos es importante considerar las ventajas y desventajas de las diferentes tecnologías de tratamiento de tal forma que este análisis facilite el proceso de selección del sistema de tratamiento adecuado que funcione eficientemente y además armonice con el entorno donde va a ser implementado.

Cuadro 35. Comparación de Sistemas de Tratamiento de aguas residuales

TECNOLOGÍA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<b>PRETRATAMIENTOS</b>		
Rejillas	Retención de sólidos gruesos y abrasivos indeseables Mayor vida útil y de mantenimiento en otras estructuras.	Las rejillas mecánicas requieren mano de obra calificada, no son recomendables en plantas de tratamiento pequeñas.
Desarenadores	Retención de arenas abrasivas. Facilitan digestión anaerobia que requiere mayor mantenimiento en presencia de arenas.	Un mal diseño puede generar malos olores por depósito de material orgánico.
<b>TRATAMIENTOS PRIMARIOS</b>		
Sedimentadores Primarios	Permiten remoción de un importante porcentaje de sólidos sedimentables (45-55%) Facilita el funcionamiento de tratamientos biológicos de compuestos orgánicos disueltos.	Requieren un control, manejo y disposición de lodos sedimentados.

<sup>11</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Guía de gestión para el manejo, tratamiento y disposición final de las aguas residuales municipales. 2002. p. 45.





TECNOLOGÍA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Tamices	Permite un aceptable remoción de sólidos sin necesidad de grandes infraestructuras	Requieren mayores costos energéticos Personal especializado para mantenimiento.
Tanque Imhoff	Simple de operar. No requiere personal técnico especializado. Requiere áreas pequeñas comparadas con otros sistemas. No contiene elementos mecánicos que precisen mantenimiento. Ideal para poblaciones pequeñas o urbanizaciones.	Remoción de carga orgánica es relativamente baja.
TRATAMIENTOS SECUNDARIOS		
Lodos Activados	Baja generación de malos olores Es un sistema que permite controlar diferentes calidades del afluente. Requieren áreas moderadamente pequeñas. Requiere infraestructura adicional de sedimentación.	Mayores costos operativos por el requerimiento de energía para suministrar oxígeno. Se genera un alto volumen de lodos que requieren un adecuado manejo y disposición. Requiere profesional especializado para operación. En sitios donde la energía falla con frecuencia se requiere la adquisición de una planta eléctrica, para que en los cortes de energía prolongados no se presente problemas operativos graves.
Filtros Percoladores	Sistema aeróbico que no requiere aireación superficial. Es de fácil operación y mantenimiento Es un sistema menos costoso porque no requiere equipos de aireación. Requiere infraestructura adicional de sedimentación. Baja generación de lodos.	Se obtienen remociones orgánicas más bajas. Requiere áreas más grandes Potencial generador de olores
Biodiscos	Requiere menos energía que lodos activados.	Es un sistema costoso en la inversión. Requiere de personal especializado y mayor mantenimiento. Requiere grandes áreas en relación con lodos activados.
Lagunas de estabilización	Fácil operación y mantenimiento Bajos costos de operación, no requiere energía Baja producción de lodos	Requiere de grandes áreas para el tratamiento. En lagunas anaeróbicas se tiene un alto potencial de producción de malos olores Se puede generar proceso de eutroficación.
Reactor UASB	Bajo consumo de energía	El arranque y operación es más



	Se genera CH <sub>4</sub> aprovechable energéticamente (biogas). Baja producción de lodos Requiere un área relativamente baja	complejo. El manto de lodos es muy sensible a cambios operativos Potencial alto de generación de olores. Requiere de personal especializado.
Reactor RAP	Requiere áreas menores en comparación con otros sistemas Bajo consumo de energía	Se puede generar malos olores No se aprovecha el gas generado. La remoción orgánica no es tan alta
<b>TRATAMIENTOS SECUNDARIOS</b>		
Filtros anaerobios	Son de fácil operación y mantenimiento Requieren áreas menores en comparación con otros sistemas. Bajo consumo de energía Baja producción de lodos.	Se pueden generar malos olores
Humedales	Tiene una alta eficiencia de remoción de carga orgánica. Armonía con el paisaje al generar un efecto de embellecimiento.	Requieren un área considerable, pero menor que las lagunas. Requiere impermeabilización

Fuente. COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE Guía de gestión para el manejo, tratamiento y disposición final de las aguas residuales municipales.

La eficiencia de remoción de cada proceso unitario es otro factor determinante en la elección de la tecnología que se debe aplicar para el caso.

Cuadro 36. Eficiencia de las distintas tecnologías de tratamiento.

Unidades de tratamiento	Eficiencia en la remoción de constituyentes, porcentaje						
	DBO	DQO	SS	P	N Org	NH <sub>3</sub> -N	Patógenos
Rejillas	Desp*.	desp.	desp.	Desp.	desp.	desp.	Desp.
Desarenadores	0-5	0-5	0-10	Desp.	desp.	desp.	Desp.
Sedimentación primaria	30-40	30-40	50-65	10-20	10-20	0	desp.
Lodos activados (convencional)	80-95	80-95	80-90	10-25	15-20	8-15	desp.
Filtros percoladores							desp.
Alta tasa, roca	65-80	60-80	60-85	8-12	15-50	8-15	
Super tasa, plástico	65-85	65-85	65-85	8-12	15-50	8-15	
Reactores UASB	65-80	60-80	60-70	30-40	---	---	desp.
Reactores RAP	65-80	60-80	60-70	30-40	---	---	desp.
Filtros anaerobios	65-80	60-80	60-70	30-40	---	---	desp.
Lagunas de oxidación							
Lagunas anaerobias	50-70	---	20-60	---	---	---	90-99.99
Lagunas aireadas	80-95	---	85-95	---	---	---	90-99.99
Lagunas facultativas	80-90	---	63-75	30	---	---	90-99.99
Lagunas de maduración	60-80	---	85-95	---	---	---	90-99.99

\* Desp : Despreciable.

Fuente. RAS - 2000. Título E.



De acuerdo a las consideraciones anteriormente expuestas, al nivel de tratamiento requerido, a los criterios contenidos en el Título E del RAS-2000 y a la literatura relacionada con el tema, se propone las siguientes alternativas de tratamiento.

*Alternativa 1*

Canal de aproximación + Rejillas ⇒ Tanque Séptico ⇒ Filtro anaerobio

*Alternativa 2*

Canal de aproximación + Rejillas ⇒ Desarenador ⇒ Reactor UASB ⇒ Laguna facultativa.

*Alternativa 3*

Canal de aproximación + Rejillas ⇒ Desarenador ⇒ Sedimentador ⇒ Laguna facultativa

## 11.1 PRE- DISEÑO DE ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO.

11.1.1 **Requerimientos de Remoción de Carga.** De acuerdo con lo establecido en el decreto 1594 de 1984 las normas de vertimiento exigidas para el municipio de Betétiva son:

pH	5 – 9 Unidades
Temperatura	$\leq 40$ °C
Material Flotante	Ausente
Grasas y aceites	Remoción $\geq 80\%$ en carga
SST	Remoción $\geq 80\%$ en carga
Demanda Bioquímica de Oxígeno	Remoción $\geq 80\%$ en carga

### 11.1.2 Caudales de diseño

Los parámetros de diseño se constituyen en herramienta fundamental a la hora de generar los diseños de los sistemas de recolección, evacuación y tratamiento de aguas residuales.



La cantidad de agua residual aportada al sistema de recolección y evacuación está integrada por agua residual doméstica e institucional principalmente. Para su estimación se tiene en cuenta las siguientes consideraciones expuestas en el título D, RAS-2000.

#### - CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS.

Las aguas residuales del municipio son netamente domésticas, para su estimación se tiene en cuenta las siguientes apreciaciones:

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

Donde:

C = Dotación (Se toma 150 l/hab-día)

P = Población proyectada (según cuadro 2, la población para el año 2031 es de 629 personas.

Fue tenida en cuenta una proyección poblacional reportada por el DANE de 3.31%.

Se establece una vida útil de 25 años

R = Coeficiente de retorno estimado para el caso es aproximadamente 0.80, dadas las condiciones de manejo del recurso hídrico.

Entonces, el caudal de agua residual doméstica para el año 2031 es,  $Q_D = 0.87$  l/s.

Se adoptó esta dotación y coeficiente de retorno a fin de prevenir sobrecargas hidráulicas en el sistema, más si se tiene en cuenta que el caudal máximo registrado en las jornadas de aforo fue de 1.06 l/s.

#### - CAUDAL INSTITUCIONAL

Corresponde al consumo de agua de las instituciones ubicadas en el casco urbano, como el caso de: Colegio (Existe en la actualidad primaria y secundaria), alcaldía, centro de salud, inspección de policía, registraduría, juzgado etc.

El colegio tiene una población de 206 personas (docentes + alumnos + personal administrativo).

La población en otras instituciones (alcaldía, puesto de salud y inspección de policía) = 54 personas.

La dotación neta determinada para la población institucional es 49.8 l/hab-día.  
Coeficiente de retorno = 0.70

$$Q_{ins} = 0.14 \text{ l/s}$$



- CAUDAL MEDIO DIARIO.

Este caudal es el resultado de la sumatoria de los caudales determinados anteriormente:

$$\begin{aligned} Q_{med} &= Q_D + Q_{ins} \\ Q_{med} &= 0.87 \text{ l/s} + 0.14 \text{ l/s} \\ Q_{med} &= 1.01 \text{ l/s} \end{aligned}$$

- CAUDAL DE CONEXIONES ERRADAS.

El caudal de conexiones erradas en el municipio de Betéitiva no se genera directamente de las conexiones de aguas lluvias. Por ser un sistema de alcantarillado combinado, el caudal de conexiones erradas no es tenido en cuenta para efectos de cálculo.

- CAUDAL POR INFILTRACIONES.

Según las mediciones hechas en campo se determinó que la infiltración es baja, dato que se tomará como parámetro para definir el caudal de diseño.

$$Q_{inf} = 0.10 \text{ l/s.}$$

- CAUDAL MÁXIMO HORARIO.

Corresponde al caudal de diseño afectado por un factor de mayoración (F). Para efectos de diseño se toma el factor de mayoración de Flores, debido al grado de incertidumbre que genera el actual comportamiento de los caudales de agua en horas de la noche, por tal razón se debe hacer un buen seguimiento para poder utilizar éste como factor de mayoración.

$$\begin{aligned} F &= 1.84 \\ Q_{MH} &= Q_{med} * F \\ Q_{MH} &= 1.01 * 1.84 \\ Q_{MH} &= 1.86 \text{ l/s} \end{aligned}$$

- CAUDAL DE DISEÑO.

Corresponde a la sumatoria de caudal máximo horario y el caudal por infiltración.

$$\begin{aligned} Q_{dis} &= 1.86 + 0.1 \\ Q_{dis} &= 2.0 \text{ l/s} * 86.4 = 172.8 \text{ m}^3/\text{día} \end{aligned}$$



En el siguiente cuadro se presentan los consolidados de los caudales de diseño.

Cuadro 38. Determinación del caudal de diseño, sistema de tratamiento Municipio de Betétiva

Año	Población (hab)	QAR (l/s)	Qins (l/s)	Qmed (l/s)	F	QMH (l/s)	Qinf (l/s)	Qdiseño (l/s)
2005	370	0,51	0,14	0,65	1,94	1,27	0,10	1,4
2010	422	0,59	0,14	0,73	1,91	1,39	0,10	1,5
2015	472	0,66	0,14	0,80	1,89	1,50	0,10	1,6
2020	521	0,72	0,14	0,86	1,87	1,62	0,10	1,7
2025	570	0,79	0,14	0,93	1,86	1,73	0,10	1,8
2031	629	0,87	0,14	1,01	1,84	1,86	0,10	2,0

Fuente. El estudio.

11.2 PRETRATAMIENTOS. Para las tres alternativas propuestas, los pretratamientos son los mismos:

Canal de aproximación  
Rejillas  
Desarenador.

**Canal de Aproximación.** El objetivo de proyectar esta estructura es la de conducir el agua residual doméstica a la planta de tratamiento y a la vez estabilizar las variaciones de caudal. El canal no removerá carga contaminante, este debe construirse en concreto o en mampostería pero debe ir revestido para evitar la socavación del mismo. Los datos de entrada para su diseño son:

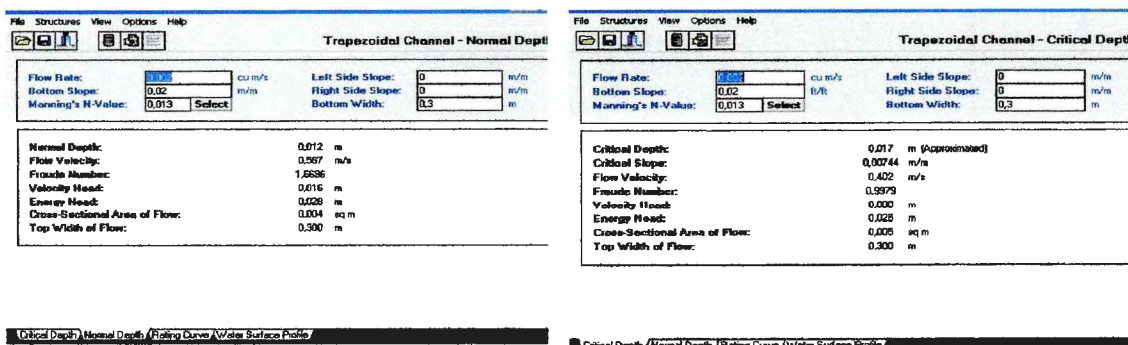
$$Q = 2.0 \text{ l/s} = 0.0020 \text{ m}^3/\text{s} \quad S_0 = 0.02 = 2\% \text{ (asumido)} \quad n = 0.013 \text{ (concreto)} \quad b = 0.3 \text{ m}$$

Corriendo los datos en el software HYDROCALC HYDRAULICS, los valores obtenidos para flujo normal y flujo crítico son los siguientes:

Velocidad de Flujo: 0.57 m/s  
No Froude: 1.7 FLUJO SUPERCRÍTICO



Figura 29. Resultados del diseño del canal de aproximación y cribado



Fuente. El Estudio.

$$Y_n = 0.012 \text{ m} = 1.2 \text{ cm}$$

El valor obtenido es muy pequeño desde el punto de vista constructivo y por tanto se asume un valor razonable de  $Y_n = 0.1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$ .

Para la determinación del borde libre se usa la expresión:

$$BL = 0.552 * \sqrt{C * y_n}$$

Donde C es el factor de aplicación = 1.55, entonces tenemos que:

$$BL = 0.075 \text{ m} = 7.5 \text{ cm}$$

Entonces la altura total del canal (H) será de:

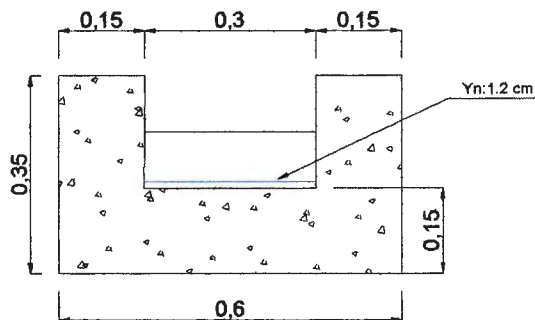
$$H = Y_n + BL = 10 \text{ cm} + 7.5 \text{ cm} = 17.5 \text{ cm}$$

Valor que por razones constructivas se redondea a 20 cm.



Finalmente las dimensiones del canal serán:

Figura 30. Dimensiones finales Canal de aproximación y cribado.



Fuente. El estudio.

Cribado. Es la primera operación de tratamiento y consta de barras paralelas al flujo localizadas en el canal de aproximación con el fin de remover contaminantes gruesos de las aguas residuales. Se plantea colocar dos barreras, una de rejillas gruesas y la otra de rejillas finas de limpieza manual, estas rejillas deben ser de fácil remoción para facilitar su limpieza. Los parámetros de diseño son:

PARÁMETRO	RANGO	REJILLAS GRUESAS	REJILLAS FINAS
Espaciamiento entre barras (b - cm)	1,5 - 5,0	3,0	1,5
Diámetro de barras (pulg)	3/8" - 1 1/2	1/2"	3/8"
Velocidad de aproximación (m/s)	0,3 - 0,6	0,35	0,35
Velocidad a través (m/s)	0,3 - 0,6	0,5	0,5
Angulo de inclinación ( $\alpha$ )	30° - 45°	45°	45°

Rejillas Gruesas:  $Q_{\text{diseño}} = 2,0 \text{ l/s}$

Área útil (Au)

$$Au = \frac{Q_d}{V_{at}} = \frac{0,0020 \text{ m}^3 / \text{s}}{0,5 \text{ m/s}}$$

$$Au = 40 \text{ cm}^2$$

Número de barras:

$$N = \frac{B - b}{b + w} = \frac{0,3 \text{ m} - 0,03 \text{ m}}{0,03 \text{ m} + 0,0127 \text{ m}}$$

$$N = 6,3 = 6 \text{ barras}$$





Recalculando b tenemos que:

$$b = \frac{0.3\text{m} - (6_{\text{barras}} * 0.0127\text{m})}{7\text{espacios}} = 3,2\text{cm}$$

Eficiencia (E)

$$E = \frac{b}{b + w} = 0.72 = 72\%$$

Perdida de Carga (Hf)

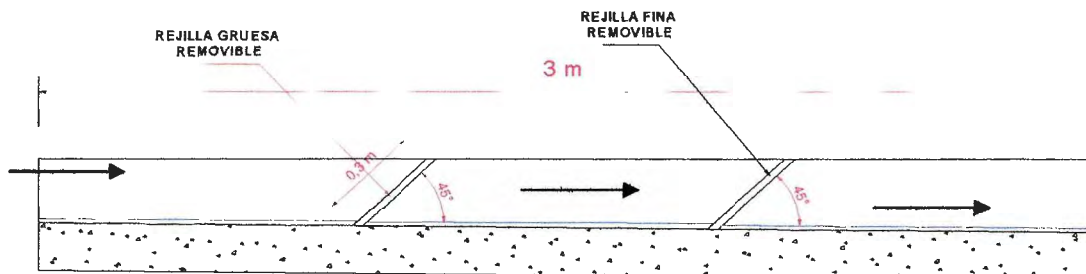
$$Hf = \beta \cdot \left(\frac{w}{b}\right)^{4/3} * \frac{V_{\text{aprox}}^2}{2g} \text{Sen}\alpha$$

Donde  $\beta$  es el coeficiente de pérdidas para rejillas circulares = 1.79 y  $\alpha$  es el ángulo de inclinación de las rejillas =  $45^\circ$ .

$$Hf = 1.79 * \left(\frac{0.0127}{0.032}\right)^{4/3} * \frac{0.35^2}{19.62} * \text{sen } 45 = 0.0023\text{m} = 0.23 \text{ cm}$$

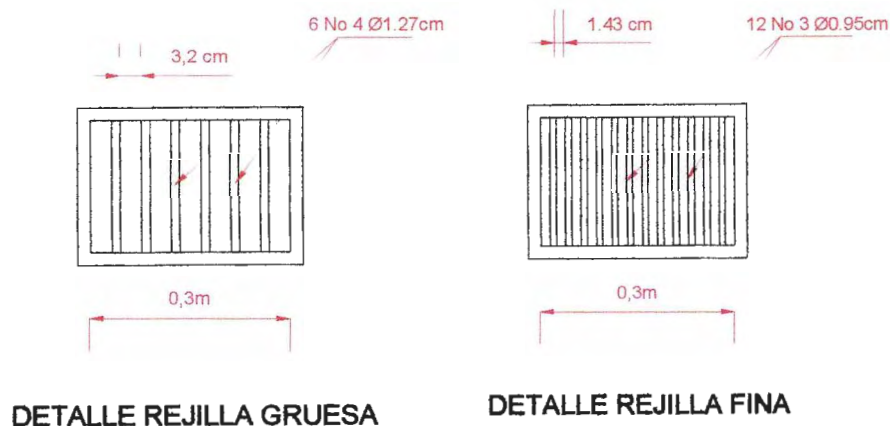
Rejillas Finas: El procedimiento para su cálculo es el mismo que el de rejillas gruesas por lo tanto los datos de salida se presentan en el siguiente cuadro:

ELEMENTOS	REJILLA GRUESA	REJILLA FINA
Área útil (cm <sup>2</sup> )	40	40
Número de barras	6	12
Separación de barras recalculado (cm)	3.2	1.43
Eficiencia (%)	72	60
Pérdida de carga (cm)	0.23	0.5



SECCIÓN TRANSVERSAL CANAL DE APROXIMACIÓN





Desarenador. Pretratamiento usado para remover del agua residual doméstica arena, grava, partículas u otro material sólido pesado que tenga velocidad de asentamiento o peso específico bastante mayor que el de los sólidos orgánicos biodegradables de las aguas residuales. En este caso se trata de un desarenador de flujo horizontal compuesto por dos unidades cada una con capacidad de operar con los caudales de diseño de acuerdo a la recomendación del RAS-2000 (E-4.4.4.4) para cualquier nivel de complejidad.

Los parámetros de diseño son los siguientes:

PARÁMETRO	VALOR RECOMENDADO	VALOR APLICADO
Relación ancho profundidad	1:1 - 5:1	-
Relación largo ancho	2,5:1 - 5:1	3:1
Numero de unidades	Mínimo 2	2
Velocidad mínima del agua (m/s)	0.2 - 0.4	0.3
Tiempo de Retención hidráulica THR (seg)	20 - 180	60
Díámetro de la partícula (mm)	> 0.21	
Tasa de desbordamiento superficial (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> día)	700 - 1600	-
Profundidad (m)	2 - 5	-

Cálculo de parámetros de sedimentación:

Velocidad de sedimentación de la partícula,  $d_s = 0.21$  mm

$$V_s = \frac{g (\rho_s - \rho)}{18 \mu} d^2$$

Donde:



$\rho_s$  : Peso específico de la arena ( $\text{g/cm}^3$ )

$\rho$  : Peso específico del agua ( $\text{g/cm}^3$ )

$\mu$  : Viscosidad Cinemática del agua a  $16^\circ\text{C}$  ( $\text{cm}^2/\text{s}$ )

$$V_s = \frac{981(2.65 - 1.0)}{18 \cdot 0.01112} \cdot 0.021^2 = 3.57 \text{ cm/s} = 0.036 \text{ m/s}$$

Para una remoción del 87.5% y  $n = 1$  (Deflectores deficientes o ausencia de ellos) se tiene:

$$\frac{\theta_H}{t} = 7.0$$

Donde  $\theta_H$ : Tiempo de retención hidráulico y

$t$ : tiempo que tardaría la partícula de  $\phi=0.21\text{mm}$  en llegar al fondo, entonces  $t$  es igual:

$$t = \frac{H}{V_s} = \frac{1.5}{0.036} = 41.66\text{s}$$

De esta forma el periodo de retención hidráulico  $\theta_H$  es:

$$\theta_H = 7 \cdot 41.66 = 291.62\text{s}$$

El volumen del tanque será, por consiguiente:

$$V = \theta_H \cdot Q_d = 292\text{s} \cdot 0.0020\text{m}^3/\text{s}$$
$$V = 0.58 \text{ m}^3$$

El área superficial del tanque es:

$$A_s = \frac{V}{H} = \frac{0.58\text{m}^3}{1.5} = 0.39 \text{ m}^2$$

De donde las dimensiones serán  $L:B = 3:1$  entonces

$$B = \sqrt{\frac{A_s}{3}} = 0.36$$

$$B = 40 \text{ cm y}$$

$$L = 3 \times B$$

$$L = 120 \text{ cm}$$

La carga hidráulica superficial para este tanque será de:

---



$$q = \frac{Q}{As} = \frac{0.0020}{0.39} = 0.0052 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{s} = 449 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{día}$$

Las dimensiones del desarenador son demasiado pequeñas lo que hace muy difícil su proceso constructivo. Por esta razón se opta por modificar las dimensiones calculadas teniendo en cuenta las recomendaciones del RAS-2000 y la bibliografía con que se cuenta, así:

Se asume un  $B = 0.5 \text{ m} = 50 \text{ cm}$  y manteniendo la relación  $L/B = 3/1$  entonces  $L = 1.5 \text{ m}$ .

De la misma forma la relación ancho profundidad entre 1:1 a 5:1, tomando relación 1:1 entonces:

$$H = 50 \text{ cm.}$$

$$q = \frac{Q}{As} = \frac{0.0020}{1.16} = 0.00172 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{s} = 149 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{día}$$

La carga hidráulica es igual a la velocidad de sedimentación, entonces

$$V_o = q = 0.00172 \text{ m/s} = 0.172 \text{ cm/s}$$

$$d_o = \sqrt{\frac{V_o \cdot 18 \cdot \mu}{g \cdot (\rho_s - \rho)}} = 0.0046 \text{ cm} = 0.05 \text{ mm}$$

Teóricamente se estaría removiendo hasta partículas de 0.05 mm de diámetro, valor que se puede aumentar por condiciones reales como flujo no uniforme, corrientes de densidad, cortocircuitos, zonas muertas, velocidad horizontal variable.

La velocidad horizontal es:

$$V_h = \frac{Q}{W} = \frac{0.002}{(0.5 \cdot 0.5)} \cdot 100$$
$$V_h = 0.80 \text{ cm/s}$$

Y la velocidad de resuspensión máxima es:



$$V_r = \sqrt{\frac{8K}{f} g(\rho_s - \rho)d} = \sqrt{\frac{8 * 0.04}{0.03} * 981 * 1.65 * 0.021}$$

$$V_r = 19.04 \text{ cm/s}$$

La velocidad horizontal es menor que la velocidad de resuspensión lo que garantiza que no habrá lavado de partículas.

**Cálculo de los elementos del Desarenador.**

***Vertedero de entrada.***

Se diseña un vertedero triangular que es el recomendado para caudales menores a 30 l/s, así:

$$Q = C' \operatorname{tag}\left(\frac{\theta}{2}\right) H^{\frac{5}{2}}$$

Donde:

H = Carga hidráulica sobre el vertedero en metros

C' = Coeficiente de corrección por pérdidas y contracciones ( $\theta=90^\circ = 0.6$ )

Q = Caudal de diseño en m<sup>3</sup>/s

$\theta$  = Angulo central.

Reemplazando el valor de C'=0.6 en la ecuación tenemos:

$$Q = 1.42 H^{2.5}$$

Despejando H:

$$H = \left(\frac{Q}{1.42}\right)^{\frac{1}{2.5}} = \left(\frac{0.0020}{1.42}\right)^{0.4}$$

$$H = 0.072 \text{ m} = 7.2 \text{ cm}$$

Este elemento de control requiere un borde libre, por tanto el valor de H = 10 cm.

***Vertedero de salida. Sección rectangular.***



$$H_v = \left( \frac{Q}{1.84B} \right)^{2/3} = \left( \frac{0.0020}{1.84 * 0.5} \right)^{2/3}$$

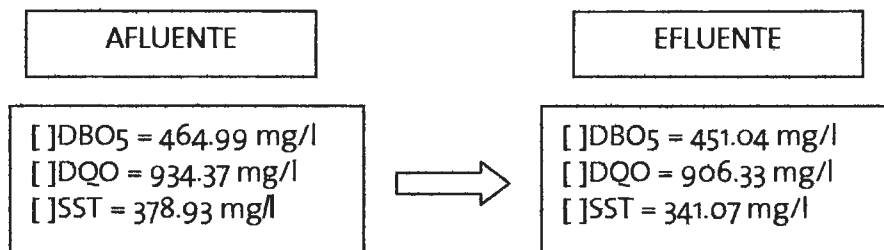
$$H_v = 1.7 \text{ cm}$$

$$V_v = \left( \frac{Q}{BH_v} \right) = \frac{0.0020}{0.5 * 0.017}$$

$$V_v = 0.24 \text{ m/s}$$

Dimensiones elementos geométricos - Desarenador		
PARÁMETRO	RELACIÓN	VALOR CALCULADO
<b>Pantalla de Salida</b>		
Profundidad (m)	H/2	0.25
Distancia al vertedero de salida (m)	15Hv	0.26
<b>Pantalla de entrada</b>		
Profundidad (m)	H/2	0.25
Distancia a la cámara de quietamiento (m)	L/4	0.38
<b>Almacenamiento de lodos</b>		
Profundidad máxima de lodos (m)	L/10	0.15
Profundidad máxima adoptada (m)	-	0.35
Profundidad mínima adoptada (m)	-	0.2
Distancia a la cámara de quietamiento (m)	L/3	0.5
Distancia al vertedero de salida (m)	2L/3	1.0
Pendiente transversal (m)	10 %	0.05
Pendiente longitudinal en L/3 (m)	30 %	0.15
Pendiente longitudinal en 2L/3 (m)	15 %	0.15
<b>Cámara de quietamiento</b>		
Profundidad (m)	H/3	0.20
Ancho (m)	B/3	0.20

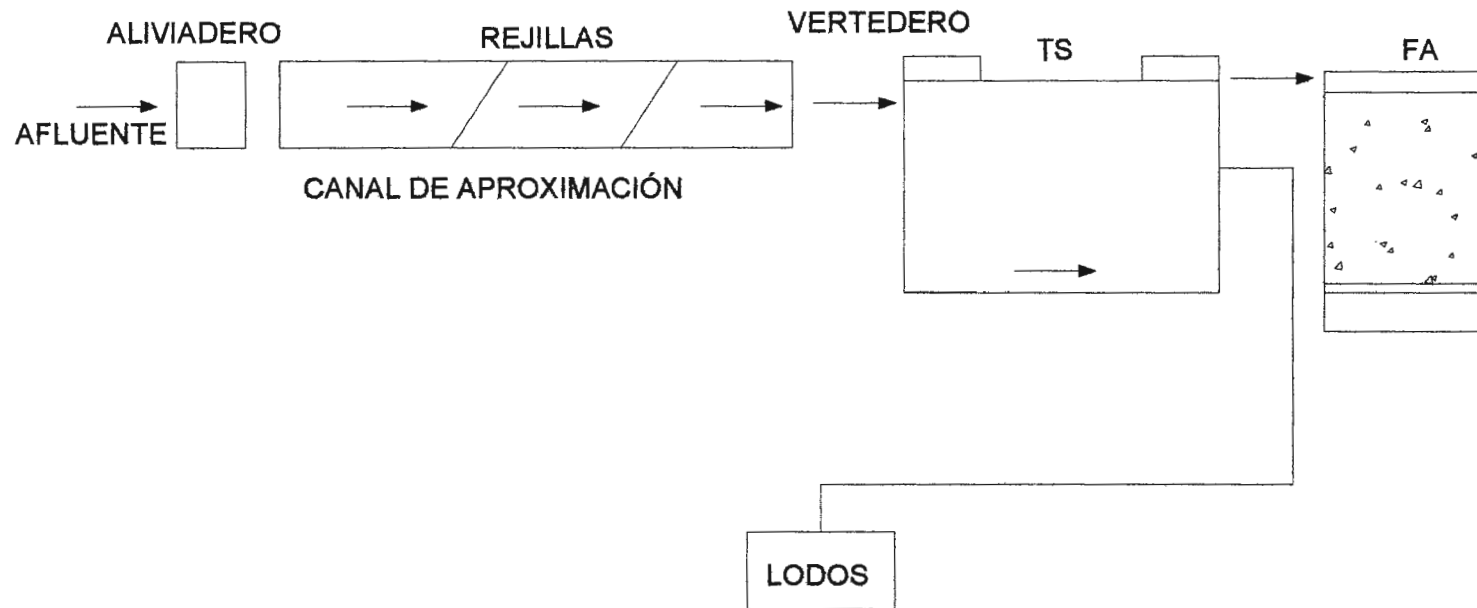
- Eficiencia de Remoción. El pretratamiento propuesto para las alternativas 1, 2 y 3 es el mismo, que remueve aproximadamente 3% de carga de DBO y de DQO y 10% de carga de SST, por lo tanto el efluente tendrá las siguientes características:



PRE-DISEÑO ALTERNATIVAS.

ALTERNATIVA 1

Figura 25. Diagrama de flujo – Alternativa 1



**Tanque Séptico.** Unidad que separa la parte sólida de las aguas servidas por un proceso de sedimentación simple; además realiza en su interior lo que se conoce como proceso séptico, que es la estabilización de la materia orgánica por la acción de las bacterias anaerobias, convirtiéndola entonces en lodo inofensivo.

AFLUENTE

[ ]DBO<sub>5</sub> = 464.99 mg/l  
[ ]DQO = 934.37 mg/l  
[ ]SST = 378.93 mg/l

Tiempo hidráulico de retención = 1 día  
Relación Largo Ancho: 2:1

Caudal de diseño: Como el tiempo hidráulico de retención es de 1 día, el caudal que se considera para el diseño es el caudal medio proyectado a la vida útil de la estructura, ya que la capacidad del tanque amortigua los picos de caudal que se ven compensados por la horas de baja producción de AR.  $Q_d = 1.01 \text{ L/s}$ .

El caudal expresado en  $\text{m}^3/\text{día}$

$$Q = 1.01 * 86400 / 1000 = 87.26 \text{ m}^3/\text{día}$$

La capacidad del tanque se reparte en dos unidades entonces

$$Q_{\text{por unidad}} = 87.26 / 2 = 43.63$$

Asumiendo una altura de 2 m. el área superficial es:

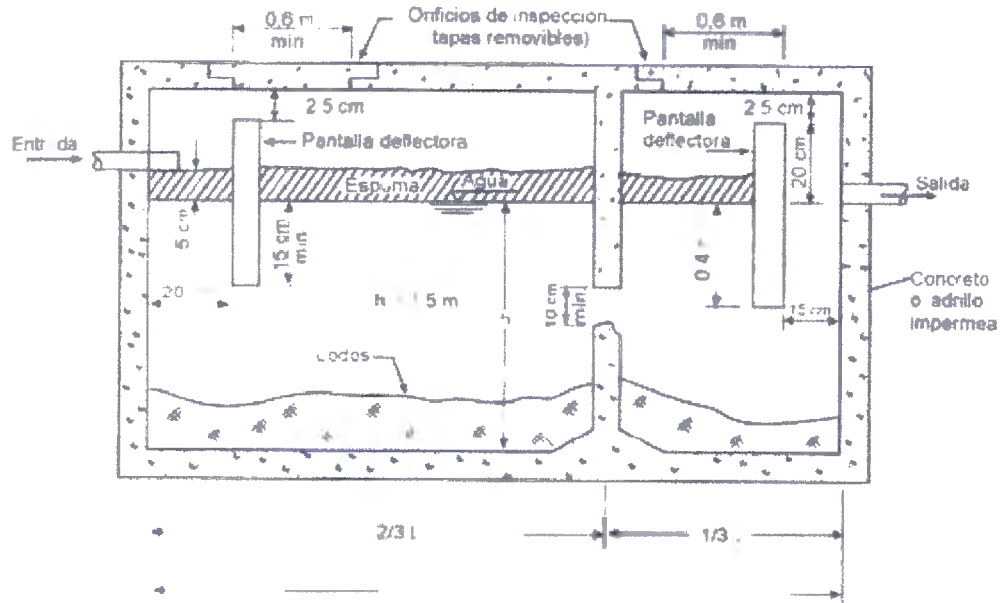
$$A_s = 43.63 / 2 = 21.815 \text{ m}^2/\text{día}$$

Finalmente las dimensiones de cada unidad de tanque Séptico son: H = 2.0 m; L = 6.5 m; B = 3.5 m.

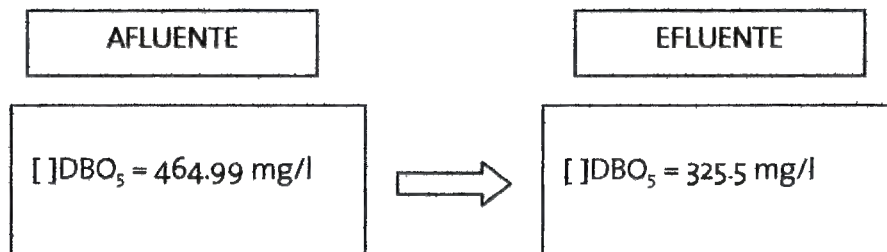
Las demás dimensiones del Tanque se obtienen considerando las recomendaciones propuestas por Jairo Alberto Romero "*Tratamiento de Aguas residuales*".







Remoción DBO : 30%



- *Filtro anaerobio de flujo ascendente.*

Tiempo de retención hidráulica: 6 horas<sup>12</sup> (td)

Profundidad útil (H): 1.8 m.

Q<sub>diseño</sub>: 172.8 m<sup>3</sup>/día

Borde libre (h): 0.18 m (0.10\*H=h)

- Dimensionamiento

*Volumen del filtro*

$$V = td * Q$$

<sup>12</sup> Tabla E.4.29. RAS-2000



$$V = 43.2 \text{ m}^3$$

Lo ideal, para mantenimiento, es contar con dos unidades de tal forma que cuando un filtro esté en limpieza y/o reparación el otro esté funcionando y no se interrumpa abruptamente el proceso de tratamiento.

El volumen para cada unidad será:

$$V = 21.6 \text{ m}^3$$

Carga Orgánica Volumétrica:

$$\text{COV} = \frac{Q \cdot S}{V}$$

$$\text{COV} = \frac{172.8 \cdot 0.997}{21.6}$$

$$\text{COV} = 7.97 \text{ KgDQO/m}^3 \cdot \text{día}$$

Con referencia a la COV, el filtro puede ser dimensionado con el parámetro de tiempo de detención hidráulica, tal como se hizo.

Sección transversal del cada filtro

$$A = V/H$$
$$A = 12.0 \text{ m}^2$$

Se adopta una sección cuadrada, anexa al tanque séptico, por tanto las dimensiones son:

$$L: 3.5 \text{ m y } W: 3.5 \text{ m}$$

*Medio de soporte.*

Grava de tamaño entre 4 cm y 7 cm

Porosidad máxima: 0.46

Área específica: 92 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

*Velocidad superficial.*

$$V_s = \frac{Q/2}{A}$$

$$V_s = 0.30 \text{ m/h}$$



Este valor cumple con el valor de velocidad máxima (0.4 m/h) que nos garantiza que no haya pérdida de sólidos en el efluente y que las partículas se adhieran al medio de soporte para constituir el lecho biológico filtrante.

- Falso fondo. Debe tener aberturas de 3 cm. espaciadas 15 cm. entre sí, debe haber una distancia de 0.3 m entre el fondo del filtro y el falso fondo.

Eficiencia remoción de DBO<sub>5</sub> = 75% y DQO = 65%

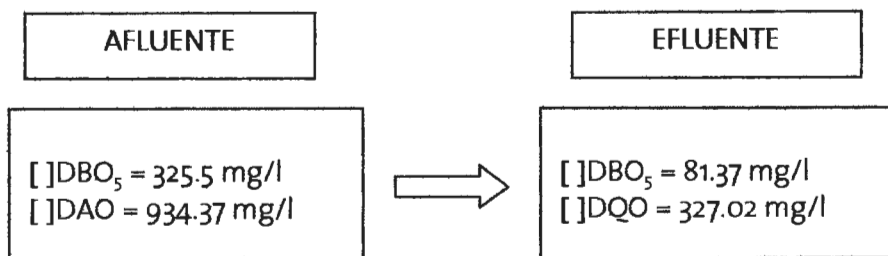
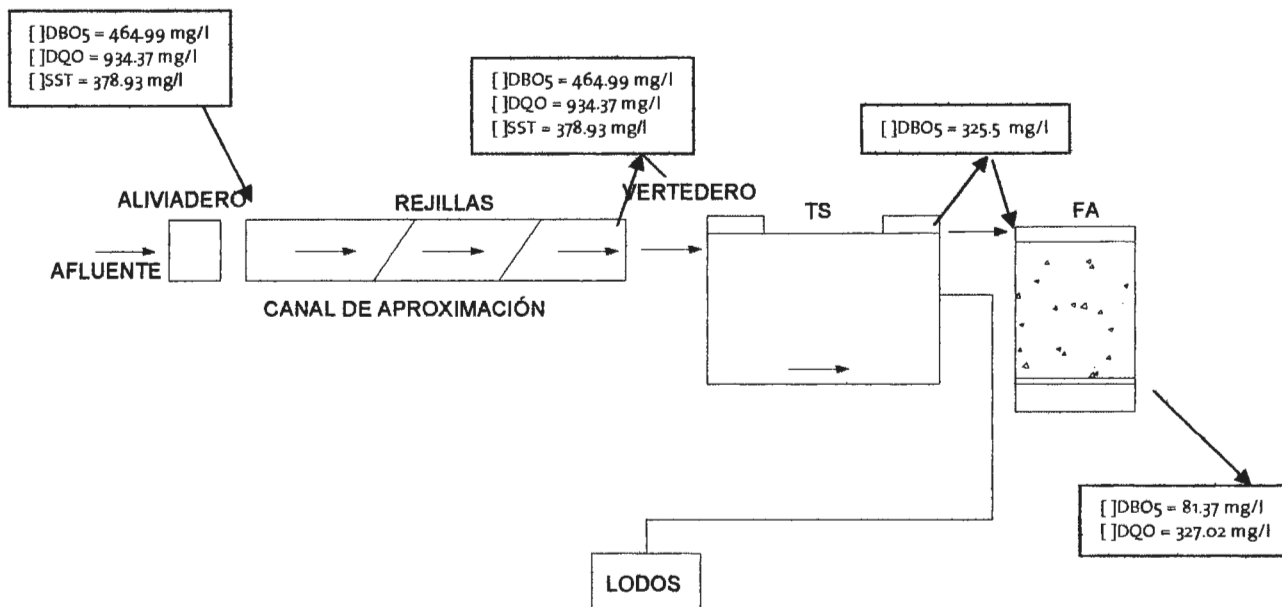


Figura 26. Eficiencia del sistema

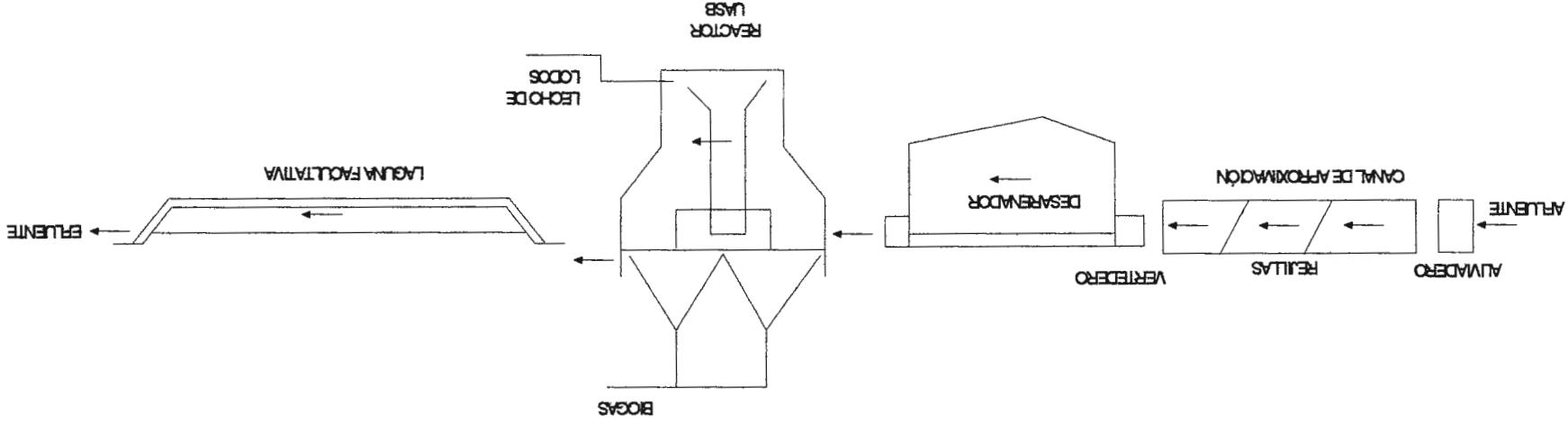


**EFICIENCIA DEL SISTEMA**  
**REMOCIÓN DBO = 81.6%**



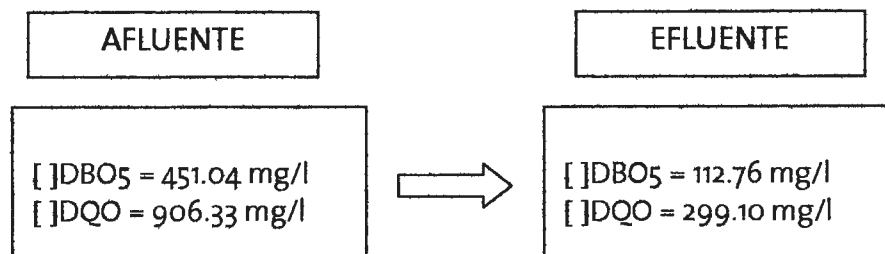
### ALTERNATIVA 2

Figura 27. Diagrama de flujo - Alternativa 2



Se plantea la construcción de dos celdas, cada una con dimensiones de 4.7\*4.6\*1.20 con un tabique de separación de 10 cm.

Deberá instalarse tubería lateral, en tubería de gress de 4" de diámetro perforada con pendiente del 1%.



### LAGUNA FACULTATIVA.

Datos de entrada.

$Q_d = 172.8 \text{ m}^3/\text{día}$

$\text{DBO}_5 = 112.76 \text{ mg/l}$

$\text{SST} = 341.07 \text{ mg/l}$

Profundidad de laguna: entre 1.0 y 2.5 m (Se asume un  $h = 2.5 \text{ m}$ )

L/A : 2:1 – 4:1

Población de diseño: 629 hab.

Temperatura : 16°C

Tiempo hidráulico de retención ( $\theta_H$ ). Entre 5 a 30 días. (Se asumen 12 días)

$$\begin{aligned} \text{Área} &= (Q \cdot \theta_H) / h \\ \text{Área} &= 2073 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Carga orgánica superficial

$$\begin{aligned} C_s &= (10 \cdot S_e \cdot Q) / A \\ S_e &: \text{DBO}_5 \text{ efluente (mg/l)} \\ C_s &= 93.99 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-día} \end{aligned}$$

- Eficiencia de la laguna

$$E = (100 K_1 T) / (1 + K_1 T)$$

$K_1$  = Coeficiente de velocidad de remoción de  $\text{DBO}_5$ , días<sup>-1</sup>, se calcula con la expresión:

T = Temperatura

$$\begin{aligned} K_1 &= 0.3 (1.05)^{T-20} \\ K_1 &= 0.25 \text{ d}^{-1} \end{aligned}$$

Entonces, la eficiencia será:



C = Concentración de lodo (%)

$$V_{\text{lodo}} = \frac{34.56}{1020 * 0.04}$$

$$V_{\text{lodo}} = 0.84 \text{ m}^3/\text{día.}$$

El volumen de purga en cada reactor será de aproximadamente 0.42 m<sup>3</sup>/día.

- Lecho de secado para reactor UASB.

- Área mínima

$$A_{\text{min}} = P_{\text{lodo}} / P_{\text{lecho}}$$

Plecho = Productividad del lecho de secado, expresado en términos de masa de sólidos que pueden ser aplicados diariamente por unidad de área de lecho, usualmente están en el orden de 1 a 1.5 KgSST/m<sup>2</sup>.día)

$$A_{\text{min}} = 28.8 \text{ m}^2$$

- Área final del lecho. Se adopta un factor de seguridad de 50%

$$A_{\text{lecho}} = 1.5 * A_{\text{min}}$$

$$A_{\text{lecho}} = 43.2 \text{ m}^2$$

Aunque después de 15 días es posible extraer un lodo de aceptables condiciones, por facilidad de operación se sugiere que el retiro se haga una vez al mes.

- Dimensionamiento

Relación largo ancho 1:2

$$L = 9.3 \text{ m}$$

$$B = 4.6 \text{ m}$$

$$BL = 0.50 \text{ cm}$$

Se propone los siguientes medios de soporte y alturas de material

Grava gruesa: 0.15 m

Grava media: 0.1 m

Arena gruesa: 0.1

Profundidad del lecho de 1.20 m



$$E_{DQO} = 100 \times (1 - 0.68\theta_H^{-0.35})$$

$E_{DQO}$  = Eficiencia del reactor UASB en términos de remoción de DQO (%)

$\theta_H$  = Tiempo de detención hidráulica (h)

0.68 = Constante empírica

0.35 = Constante empírica

$$E_{DQO} = 67\%$$

- Estimación de la eficiencia de remoción de DBO del sistema.

$$E_{DBO} = 100 \times (1 - 0.70\theta_H^{-0.50})$$

$$E_{DBO} = 75\%$$

Concentración de DBO efluente = 112.76 mg/l

Concentración de DQO efluente = 299.1 mg/l

- Producción de lodo

$$P_{\text{lodo}} = Y * DQO_{\text{apli}}$$

$P_{\text{lodo}}$  = Producción de lodo en el sistema (KgSST/d)

$Y$  = Coeficiente – sólidos en el sistema (KgSST/KgDQOapl). (Los valores de  $Y$  reportados para las aguas residuales domésticas son del orden de 0.10 a 0.20 KgSST/KgDQOapl. Se asume 0.20)

$DQO_{\text{apli}}$  = carga de DQO aplicada al sistema (KgDQO/d)

$$DQO_{\text{apli}} = 172.8 \text{ m}^3/\text{día} * 0.997 \text{ KgDQO}/\text{m}^3$$

$$DQO_{\text{apli}} = 172.28 \text{ KgDQO}/\text{d}$$

Entonces la producción de lodo será:

$$P_{\text{lodo}} = 34.56 \text{ KgSST}/\text{d}.$$

- Volumen de lodo producido

$$V_{\text{lodo}} = \frac{P_{\text{lodo}}}{\gamma \times C}$$

$V_{\text{lodo}}$  = Producción volumétrica de lodo (m<sup>3</sup>/día)

$\gamma$  = Densidad del lodo (usualmente del orden de 1020 a 1040 Kg/m<sup>3</sup>)



- Ancho del deflector (DW)

$$Dw = Wa + 2 * Wm$$

$W_m$  = Longitud de traslapo = 0.15 (valor asumido)

$$DW = 0.9 + (2 * 0.15)$$

$$DW = 1.74 \text{ m}$$

- Ancho total del reactor BT

$$BT = WS + WT$$

$$B = 4.47$$

Asumiendo dos colectores de gases

$$\text{Ancho total} = 4.47 * 2 = 8.94 \text{ m}$$

$$\text{Ancho de la abertura total} = 1.44 * 2 = 2.8 \text{ m}$$

- Sistema de distribución

Según Lettinga & Huslshoff Pol (1995)<sup>13</sup>, el área de influencia de cada distribuidor para la carga orgánica aplicada puede ser de 2.0 m<sup>2</sup>.

- Número de distribuidores

$$Nd = \frac{A}{Ad}$$

A = área transversal del reactor (m<sup>2</sup>)

Ad = área de influencia de cada distribuidor (m<sup>2</sup>)

Nd = Número de distribuidores.

$$Nd = \frac{14.4}{2}$$

$$Nd = 7.2$$

Nd = 8 distribuidores

Con este número de distribuidores, el área de influencia de cada uno será de 0.44 m<sup>2</sup>. El diámetro de cada alimentador según experiencias recogidas en tratamiento de aguas residuales puede ser de 40 mm, para estos diámetros las velocidades de salida son superiores a 0.40 m/s.

- Estimación de la eficiencia de remoción de DQO del sistema.

---

<sup>13</sup> Tabla E.7.24. RAS-2000





$$\text{COV} = \frac{172.8 * 0.997}{57.6}$$

$$\text{COV} = 2.99 \text{ KgDQO/m}^3.\text{día}$$

Carga hidráulica volumétrica.

$$\text{CHV} = \frac{Q}{V}$$

$$\text{CHV} = 3.0 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{día}$$

Velocidades ascensionales

- Para  $Q_{\text{medio}}$

$$v = \frac{Q_{\text{medio}}}{A_t}$$

$$v = 0.25 \text{ m/hora}$$

- Para  $Q_{\text{max}}$

$$v = 0.5 \text{ m/h}$$

- Colectores de gas

$$W_T = CB * 2 * E$$

CB : Ancho del lomo de la campana

E : Eficiencia 85%

$$W_T = 0.85 \text{ m}$$

- Longitud del colector de gas

$$W_G = \frac{2 * H_G}{\text{tg}\alpha}$$

$W_G$  = Ancho lateral del colector en metros

$\alpha$  = Angulo que forma la campana con la horizontal (60°)

$$W_G = 2.18 \text{ m}$$

$W_a$  = Ancho de la abertura en metros ( 20% del  $A_s$  del reactor)

$$W_a = 1.44 \text{ m}$$

- Ancho de la superficie húmeda ( $W_s$ )

$$W_s = W_G + W_a$$

$$W_s = 3.62 \text{ m}$$



Siendo el TRH = 8 h se tiene una altura de:

$$\text{Altura del reactor} = 4,0 \text{ m}$$

- Volumen total del reactor (V)

$$\begin{aligned}\theta H &= 8 \text{ horas} \\ V &= 7.2 \text{ m}^3/\text{h} * 8 \text{ h} \\ V &= 57.6 \text{ m}^3\end{aligned}$$

- Volumen de cada módulo (Vu)

$$\begin{aligned}V_u &= V/N \\ V &= 28.8 \text{ m}^3\end{aligned}$$

- Área superficial de cada reactor (As)

$$\begin{aligned}A_s &= V / H_R \\ A_s &= 7.2 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Se adoptan reactores rectangulares de L = 3.1m  
B = 2.2 m

- Verificación del área, volumen, y tiempo de detención corregidos.

$$\text{Área total corregida: } A_t = N * A = 2 * 7.2 = 14.4 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen total corregido: } V_t = A_t * H = 57.6 \text{ m}^3$$

$$\text{Tiempo de detención hidráulica corregido: } \theta H = V_t / Q_{\text{max}} = 8 \text{ horas}$$

- Verificación de cargas aplicadas

Carga Orgánica Volumétrica: Cantidad de materia orgánica aplicada diariamente al reactor.

$$\text{COV} = \frac{Q * S}{V}$$

COV : Carga orgánica volumétrica (KgDQO/m<sup>3</sup>.día)

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/día)

S: Concentración del substrato afluente (KgDQO/m<sup>3</sup>)

V: Volumen total del reactor



## REACTOR UASB.

El criterio asumido para el diseño del reactor UASB, es que al trabajar con bajas cargas orgánicas (ARD, DQO < 1500 mg/l) la limitante del proceso es la carga hidráulica (Lettinga y Hulshoff, 1995a; van Haandel y Lettinga, 1994 y Lettinga et. al. 1980).

### Criterios de diseño

$Q_{MH} = 172.8 \text{ m}^3/\text{día}$  (7.2 m<sup>3</sup>/hora)

$Q_{\text{medio}} = 87.3 \text{ m}^3/\text{día}$  (3.6 m<sup>3</sup>/hora)

Tiempo hidráulico para caudal máximo: 6 horas

Tiempo hidráulico para caudal promedio: 8 horas

Velocidad superficiales para  $Q_{\text{prom}} =$  ffi 0.5 m/h

Velocidad superficiales para  $Q_{\text{max}} = 0.9 - 1.1 \text{ m/h}$

Altura del colector del gas 1.5 - 2.0 m ( $H_G$ ). Se asume 1.5 m.

Colector de gas

Velocidad superficial para  $Q_{\text{medio}} = 1.0 \text{ m/h}$

Velocidad superficial para  $Q_{\text{max}} = 1.5 \text{ m/h}$

Velocidad de apertura para  $Q_{\text{medio}} =$  ffi 4.0 m/h

Velocidad de apertura para  $Q_{\text{max}} =$  ffi 5.0 m/h

Angulo de la campana 50° - 60°

Ancho interior mínimo de lomo 0.5 m

Traslapo instalaciones de la campana 10 - 20 cm

Se divide el caudal en dos unidades = 86.4 m<sup>3</sup>/d (número de unidades N = 2)

### Dimensiones del reactor

#### Altura del reactor.

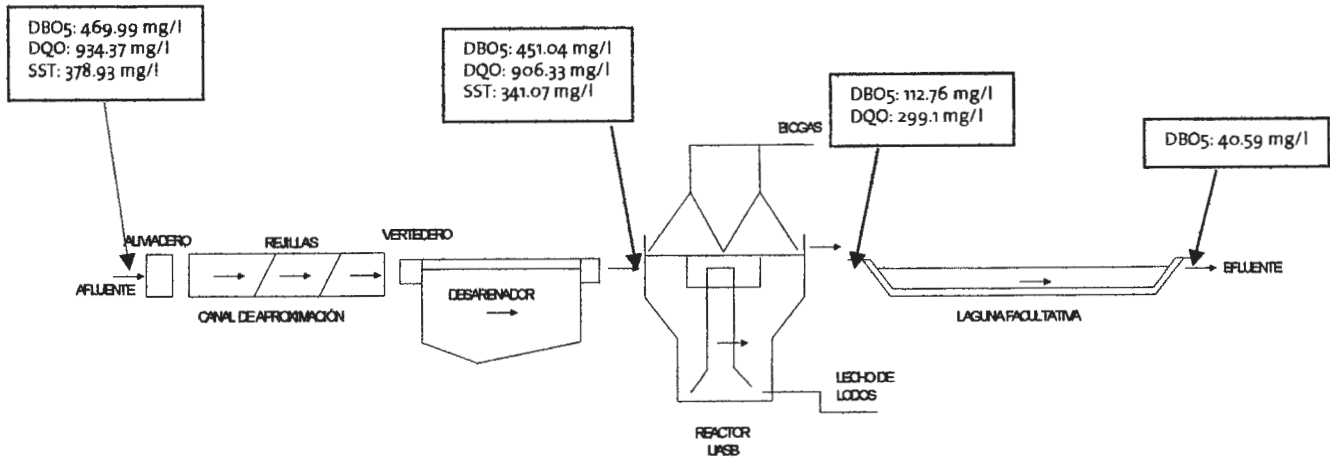
El parámetro que limita la altura del reactor es la velocidad media del líquido que según van Handel (1998), normalmente no debe exceder el valor de 1 m/h, por tanto adoptando un margen de seguridad se define en 0,50 m/h, valor escogido con el criterio de lograr una mayor eficiencia global en el proceso de tratamiento.

La relación entre la velocidad ascensional del líquido y la altura del reactor UASB permiten calcular la altura del reactor a partir de la ecuación 2.2:

$$v_l = \frac{Q_a}{A} = \frac{V_r}{TRH \times A} = \frac{H}{TRH}$$



Figura 29. Eficiencia del sistema



**EFICIENCIA DEL SISTEMA**  
**REMOCIÓN DBO = 91.3%**



$$E = 64\%$$

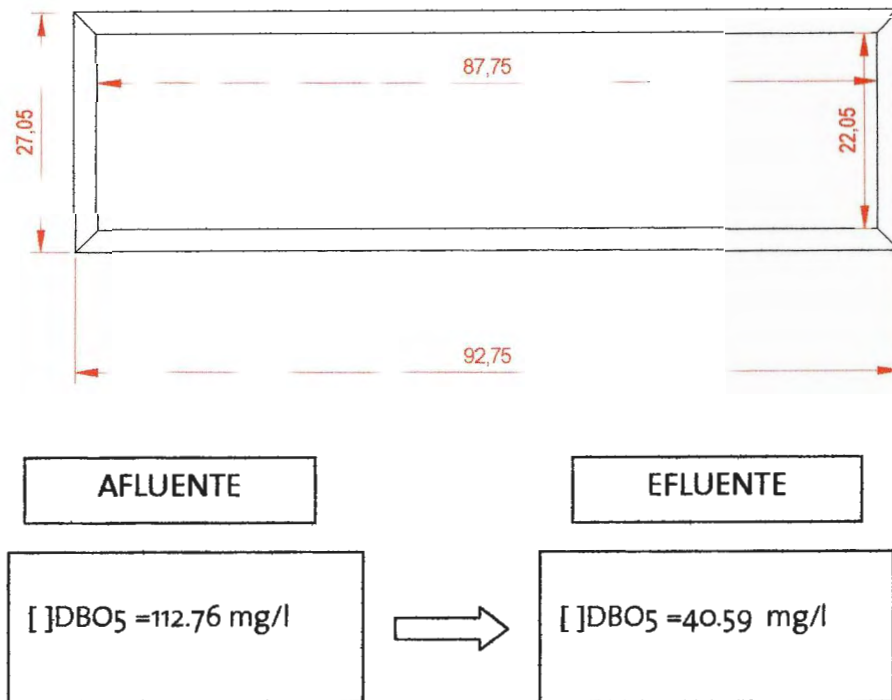
- Dimensiones. Relación L/A: 3:1

$$A = 23.30 \text{ m}$$

$$L = 89 \text{ m}$$

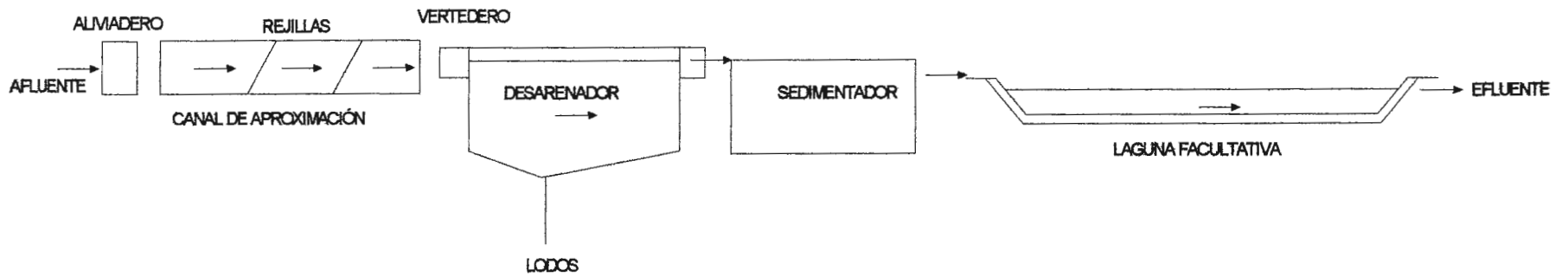
La laguna facultativa tiene en realidad forma de pirámide truncada pues la estabilidad de los taludes no permite tener paredes verticales, por tanto las dimensiones reales adoptando un talud de 1H:1V, son:

Figura 28. Laguna Facultativa (dimensiones).



### ALTERNATIVA 3

Figura 30. Diagrama de flujo – Alternativa 3



## SEDIMENTADOR CON PLACAS PARALELAS

### Parámetros de diseño:

Caudal de diseño: 172.8 m<sup>3</sup>/día  
Relación longitud: ancho = 1.5:1 – 15:1  
Tiempo hidráulico: 1 hora como mínimo  
Profundidad (P): 2.5 m  
Tasa de desbordamiento superficial: 32-48 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>-día  
Profundidad de almacenamiento de lodos: 0.30 – 0.45 m  
Velocidad de entrada: 0.3 m/s  
Número de unidades (N): 2  
Colocación pantallas: 150 mm -300 mm.

### *Velocidad de sedimentación.*

$$\begin{aligned}V_s &= P/THR \\V_s &= 2.5 \text{ m/h} \\V_s &= 6.94 \times 10^{-4} \text{ m/s}\end{aligned}$$

### *Área superficial.*

$$\begin{aligned}A_s &= Q_d/TDS \\A_s &= 172.8 \text{ m}^3/\text{día} / 38 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{-día} \\A_s &= 4.54 \text{ m}^2\end{aligned}$$

### *Área superficial requerida.*

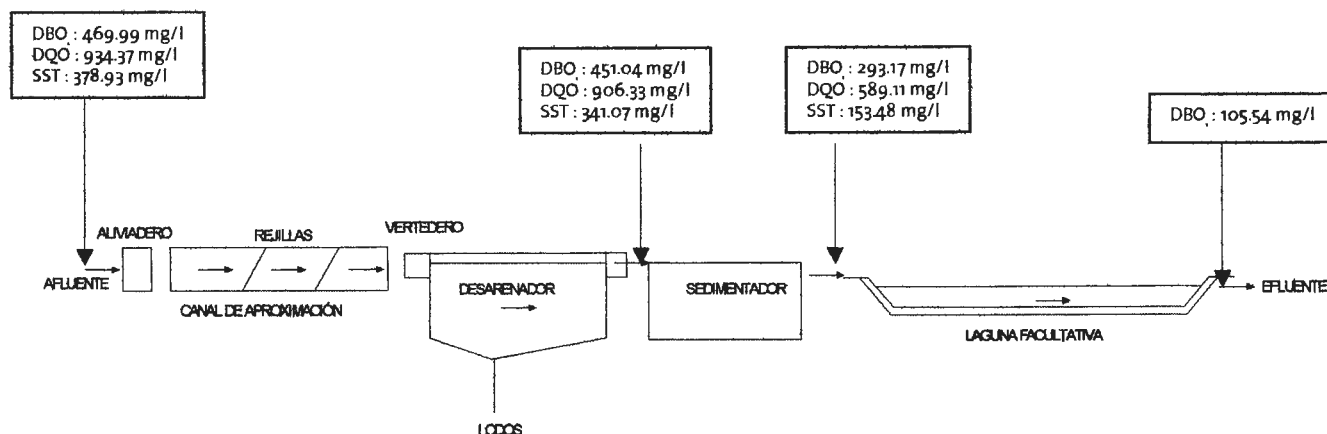
$$\begin{aligned}A_r &= Q_d/V_c \\A_r &= 172.8 \text{ m}^3/\text{día} / 48 \text{ m}/\text{día} \\A_r &= 3.6 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Donde  $A_r < A_s$

Relación largo – ancho = 5:1  
L: 4.1 m  
B: 1.1 m  
Almacenamiento lodos: 40 cm  
Pantallas 25 cm c/u  
Angulo pantallas: 60°  
Borde libre: 0.30  
Profundidad de la pantalla a partir del nivel del agua: 0.8 m



Figura 31. Eficiencia alternativa 3.



Eficiencia del sistema remoción DBO = 77%

LECHO DE SECADO DE LODOS

Área requerida (A)

$$A = Apc * No \text{ hab}$$

Donde Apc es el área requerida por habitante así

Fuente de lodos	Sin cobertura (m <sup>2</sup> /hab)	Con cobertura (m <sup>2</sup> /hab)
Tratamiento primario	0.07 - 0.014	0.05 - 0.09
Primario más químicos	0.14 - 0.23	0.09 - 0.173
Primario mas filtro percolador de baja tasa	0.12 - 0.17	0.086 - 0.148
Primario mas lodos actuados de desecho	0.16 - 0.51	0.064 - 0.156

Fuente RAS-2000

$$A = (0.05 \text{ (m}^2\text{/hab)} * 629 \text{ hab}) = 31.45 \text{ m}^2$$

Dimensionamiento

Relación Largo: Ancho de 1:2

$$B = 4 \text{ m y } L = 8$$





Borde libre: 0.5 m

Lecho de Soporte. Se propone los siguientes medios de soporte y alturas de material:

Grava gruesa: 0.15 m

Grava media: 0.1 m

Arena gruesa: 0.1

### 10.3 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO.

La evaluación de la mejor alternativa se realiza a través un análisis típico de promedio ponderado en el cual se consideran las variables (Vi) mencionadas al inicio de este capítulo y con base en los términos de referencia emitidos por la corporación, donde cada variable tiene un peso porcentual (Pi) por importancia relativa de acuerdo a las condiciones del municipio y una calificación para cada variable.

Para el peso de cada variable se establece un rango de 0 – 1 y para calificar las variables un rango de 1-5 de acuerdo a la aplicabilidad de la tecnología en el municipio. Asignando una calificación así:

5 : Alto  
3 : Medio  
1 : Bajo

En el proceso de evaluación se tiene en cuenta la metodología propuesta por el Ministerio del Medio Ambiente en la Guía de Gestión para el Manejo, Tratamiento y Disposición de las Aguas Residuales Municipales y considerando también las condiciones locales. En este orden de ideas, las ponderaciones de las variables son:

SUMA Pi = 1	PONDERACIÓN Pi (0-1) PARA CADA VARIABLE Vi						
	COSTO DE INVERSIÓN	COSTO DE OPERACIÓN	ÁREA	COMPLEJIDAD	OLORES	LODOS	IMPACTO AMBIENTAL
	0.25	0.15	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10

**Costo de Inversión.** Para determinar el costo de inversión se realiza un presupuesto preliminar para calcular un valor aproximado de la alternativa utilizando la lista oficial de precios unitarios de la Gobernación de Boyacá sin considerar el incremento por distancia de centros de suministro de materiales ya que las condiciones de cálculo son preliminares y el valor que se obtiene sirve para comparar la viabilidad económica de las alternativas analizadas.



PRESUPUESTO APROXIMADO ALTERNATIVA 1 (Tanque Séptico + Filtro anaerobio)					
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
1	<b>CANAL DE APROXIMACIÓN</b>				
1,1	Localización y replanteo	m2	10	\$ 1.916.00	\$ 19.160.00
1,2	Descapote manual y retiro	m2	5	\$ 4.871.00	\$ 24.355.00
1,3	Excavación manual y retiro en material común	m3	2,5	\$ 15.312.00	\$ 38.280.00
1,4	Concreto impermeabilizado de 3000 psi	m3	0,5	\$ 377.151.00	\$ 188.575.50
1,5	Acero PRD 60	Kg	75	\$ 2.095.00	\$ 157.125.00
1,6	Rejilla 0,25*0,3 en acero fundido	unidad	2	\$ 35.000.00	\$ 70.000.00
1,7	Lamina de cubierta con manijas	m2	2	\$ 55.000.00	\$ 110.000.00
1,7	Vertedero 90° en fibra de vidrio	unidad	1	\$ 90.000.00	\$ 90.000.00
<b>TOTAL PARCIAL</b>					<b>\$ 697.495.50</b>
2	<b>DESARENADOR</b>				
2,1	Localización y replanteo	m2	5	\$ 1.916.00	\$ 9.580.00
2,2	Descapote manual y retiro	m2	5	\$ 4.871.00	\$ 24.355.00
2,3	Excavación manual y retiro en conglomerado	m3	3	\$ 18.375.00	\$ 55.125.00
2,4	concreto impermeabilizado 3000 psi paredes	m3	1,2	\$ 377.151.00	\$ 452.581.20
2,5	concreto impermeabilizado 3000 psi piso	m3	0,5	\$ 326.814.00	\$ 163.407.00
2,6	Acero de refuerzo PRD 50	Kg	250	\$ 2.095.00	\$ 523.750.00
2,7	Lamina de cubierta	m2	1,5	\$ 55.000.00	\$ 82.500.00
2,8	Válvula HG 4"	unidad	2	\$ 379.784.00	\$ 759.568.00
2,9	Tubería PVC 4" para paso directo	ml	4	\$ 36.922.00	\$ 147.688.00
<b>TOTAL PARCIAL</b>					<b>\$ 2.218.554.20</b>
3	<b>TANQUE SÉPTICO ( 2 UNIDADES)</b>				
3,1	localización y replanteo	m2	50	\$ 1.916.00	\$ 95.800.00
3,2	Descapote mecánico y retiro	m3	25	\$ 10.650.00	\$ 266.250.00
3,3	Excavación mecánica y retiro	m3	60	\$ 15.650.00	\$ 939.000.00
3,4	Relleno en recebo compactado e = 0,3	m3	10	\$ 24.026.00	\$ 240.260.00
3,5	Concreto solado de 2500 PSI e=0.1	m3	4,4	\$ 293.363.00	\$ 1.290.797.20
3,6	Concreto de 3000 PSI impermeabilizado	m3	30	\$ 377.151.00	\$ 11.314.530.00
3,7	Refuerzo de acero PRD-60	Kg	4365	\$ 2.095.00	\$ 9.144.675.00
3,8	Valvula HG 4"	uni	2	\$ 379.784.00	\$ 759.568.00



ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
3,9	Suministro e instalación de tubería PVC 4"	ML	30	\$ 36.922.00	\$ 1.107.660.00
	<b>TOTAL PARCIAL</b>				<b>\$ 25.158.540.20</b>
<b>4</b>	<b>FILTRO ANAEROBIO (2 UNIDADES)</b>				
3,1	Localización y replanteo	m2	30	1916	57480
3,2	descapote manual y retiro	m2	30	4871	146130
3,3	Excavación mecánica y retiro	m3	50	15650	782500
3,4	relleno compactado e=0,2	m3	5	24026	120130
3,5	concreto estructural impermeabilizado 3000 PSI	m3	22	377151	8297322
3,6	Refuerzo de acero PRD60	Kg	3267	2095	6844365
3,7	Suministro e instalación de tubería PVC 4"	ml	20	36922	738440
3,8	accesorios tubería pvc	unidad	1	75000	75000
3,9	grava diametro 4-7 cm para medio filtrante	m3	25	60000	1500000
3.10	Canaleta de recolección	Unidad	1	250000	250000
	<b>TOTAL PARCIAL</b>				<b>\$ 18.811.367.00</b>
<b>5. LECHOS DE SECADO</b>					
5,1	Localización y replanteo	m2	25	\$ 1.916.00	\$ 47.900.00
5,2	Descapote manual y retiro	m2	22	\$ 4.871.00	\$ 107.162.00
5,3	Excavación mecánica y retiro	m3	33	\$ 16.650.00	\$ 549.450.00
5,4	concreto de 3000PSI para piso	m3	4.4	\$ 348.752.00	\$ 1.534.508.80
5,5	mampostería en muro tolete común e=,12	m2	24	\$ 21.350.00	\$ 512.400.00
5,6	Suministro e instalación tubería PVC 4"	ml	12	\$ 36.922.00	\$ 443.064.00
5,7	Teja traslucida No 6	m2	25	\$ 18.450.00	\$ 461.250.00
5,8	Soportes para tejas (repisa, varillon etc)	unidad	1	\$ 125.000.00	\$ 125.000.00
5,9	Grava gruesa medio soporte e=0,15 y e=0,1m	m3	6	\$ 45.000.00	\$ 270.000.00
5,1	Grava media medio de soporte e 0,1 m	m3	2.5	\$ 60.000.00	\$ 150.000.00
	<b>TOTAL PARCIAL</b>				<b>\$ 4.200.734.80</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO ALTERNATIVA 1</b>					<b>\$ 51.086.691.70</b>
<b>ADMINISTRACIÓN IMPREVISTOS Y UTILIDAD (20%)</b>					<b>\$ 10.217.338.30</b>
<b>INTERVENTORÍA 6%</b>					<b>\$ 3.065.201.50</b>
<b>TOTAL COSTO DEL PROYECTO</b>					<b>\$ 64.369.231.50</b>



PRESUPUESTO APROXIMADO ALTERNATIVA 2 (Reactor UASB + Laguna)					
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
1	<b>CANAL DE APROXIMACIÓN</b>				
1,1	Localización y replanteo	m2	10	\$ 1.916.00	\$ 19.160.00
1,2	Descapote manual y retiro	m2	5	\$ 4.871.00	\$ 24.355.00
1,3	Excavación manual y retiro en material común	m3	2,5	\$ 15.312.00	\$ 38.280.00
1,4	Concreto impermeabilizado de 3000 PSI	m3	0,5	\$ 377.151.00	\$ 188.575.50
1,5	Acero PRD 60	Kg.	75	\$ 2.095.00	\$ 157.125.00
1,6	Rejilla 0,25*0,3 en acero fundido	unidad	2	\$ 35.000.00	\$ 70.000.00
1,7	Lamina de cubierta con manijas	m2	2	\$ 55.000.00	\$ 110.000.00
1,7	Vertedero 90° en fibra de vidrio	unidad	1	\$ 90.000.00	\$ 90.000.00
<b>TOTAL PARCIAL</b>					<b>\$ 697.495.50</b>
2	<b>DESARENADOR</b>				
2,1	Localización y replanteo	m2	5	\$ 1.916.00	\$ 9.580.00
2,2	Descapote manual y retiro	m2	5	\$ 4.871.00	\$ 24.355.00
2,3	Excavación manual y retiro en conglomerado	m3	3	\$ 18.375.00	\$ 55.125.00
2,4	concreto impermeabilizado 3000 psi paredes	m3	1,2	\$ 377.151.00	\$ 452.581.20
2,5	concreto impermeabilizado 3000 psi piso	m3	0,5	\$ 326.814.00	\$ 163.407.00
2,6	Acero de refuerzo PRD 50	Kg.	250	\$ 2.095.00	\$ 523.750.00
2,7	Lamina de cubierta	m2	1,5	\$ 55.000.00	\$ 82.500.00
2,8	Válvula HG 4"	unidad	2	\$ 379.784.00	\$ 759.568.00
2,9	Tubería PVC 4" para paso directo	ml	4	\$ 36.922.00	\$ 147.688.00
<b>TOTAL PARCIAL</b>					<b>\$ 2.218.554.20</b>
3	<b>REACTOR UASB</b>				
3,1	Localización y replanteo	m2	20	\$ 1.916.00	\$ 38.320.00
3,2	descapote manual y retiro	m2	16	\$ 4.871.00	\$ 77.936.00
3,3	Excavación mecánica y retiro	m3	100	\$ 15.650.00	\$ 1.565.000.00
3,4	relleno compactado e=0,2	m3	3,5	\$ 24.026.00	\$ 84.091.00
3,5	concreto estructural impermeabilizado 3000 psi	m3	15	\$ 377.151.00	\$ 5.657.265.00
3,6	Refuerzo de acero PRD60	Kg.	2250	\$ 2.095.00	\$ 4.713.750.00
3,7	Suministro e instalación de tubería PVC 4"	ml	24	\$ 36.922.00	\$ 886.128.00
3,8	accesorios tubería pvc	unidad	1	\$ 85.000.00	\$ 85.000.00



ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
3,9	equipos para recolección de gas	unidad	1	\$ 2.500.000.00	\$ 2.500.000.00
	<b>TOTAL PARCIAL</b>				<b>\$ 15.607.490.00</b>
<b>4</b>	<b>LAGUNA FACULTATIVA</b>				
4.1	Localización y replanteo	m2	2800	\$ 1.916.00	\$ 5.364.800.00
4.2	Descapote y limpieza	m2	2500	\$ 4.871.00	\$ 12.177.500.00
4.3	Excavación mecánica y retiro	m3	5200	\$ 15.650.00	\$ 81.380.000.00
4.4	Revestimiento en geomembrana	m2	2600	\$ 2.550.00	\$ 6.630.000.00
4.5	Suministro e instalación de tubería sanitaria	m2	50	\$ 36.922.00	\$ 1.846.100.00
4.6	Caja de recolección	unidad	1	\$ 158.771.00	\$ 158.771.00
	<b>TOTAL PARCIAL</b>				<b>\$ 107.557.171.00</b>
<b>5. LECHOS DE SECADO</b>					
5,1	Localización y replanteo	m2	25	\$ 1.916.00	\$ 47.900.00
5,2	Descapote manual y retiro	m2	22	\$ 4.871.00	\$ 107.162.00
5,3	Excavación mecánica y retiro	m3	33	\$ 16.650.00	\$ 549.450.00
5,4	concreto de 3000PSI para piso	m3	4.4	\$ 348.752.00	\$ 1.534.508.80
5,5	mampostería en muro tolete común e=,12	m2	24	\$ 21.350.00	\$ 512.400.00
5,6	Suministro e instalación tubería PVC 4"	ml	12	\$ 36.922.00	\$ 443.064.00
5,7	Teja traslucida No 6	m2	25	\$ 18.450.00	\$ 461.250.00
5,8	Soportes para tejas (repisa, varillon etc)	unidad	1	\$ 125.000.00	\$ 125.000.00
5,9	Grava gruesa medio soporte e=0,15 y e=0,1m	m3	6	\$ 45.000.00	\$ 270.000.00
5,1	Grava media medio de soporte e 0,1 m	m3	2,5	\$ 60.000.00	\$ 150.000.00
	<b>TOTAL PARCIAL</b>				<b>\$ 4.200.734.80</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO ALTERNATIVA 1</b>					<b>\$ 130.281.445.50</b>
<b>ADMINISTRACIÓN IMPREVISTOS Y UTILIDAD (20%)</b>					<b>\$ 26.056.289.10</b>
<b>INTERVENTORÍA 6%</b>					<b>\$ 7.816.886.73</b>
<b>TOTAL COSTO DEL PROYECTO</b>					<b>\$ 164.154.621.33</b>



PRESUPUESTO APROXIMADO ALTERNATIVA 1 (Tanque Séptico + Filtro)					
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
<b>1</b>	<b>CANAL DE APROXIMACIÓN</b>				
1,1	Localización y replanteo	m2	10	\$ 1.916,00	\$ 19.160,00
1,2	Descapote manual y retiro	m2	5	\$ 4.871,00	\$ 24.355,00
1,3	Excavación manual y retiro en material común	m3	2,5	\$ 15.312,00	\$ 38.280,00
1,4	Concreto impermeabilizado de 3000 psi	m3	0,5	\$ 377.151,00	\$ 188.575,50
1,5	Acero PRD 60	Kg	75	\$ 2.095,00	\$ 157.125,00
1,6	Rejilla 0,25*0,3 en acero fundido	unidad	2	\$ 35.000,00	\$ 70.000,00
1,7	Lamina de cubierta con manijas	m2	2	\$ 55.000,00	\$ 110.000,00
1,7	Vertedero 90° en fibra de vidrio	unidad	1	\$ 90.000,00	\$ 90.000,00
<b>TOTAL PARCIAL</b>					<b>\$ 697.495,50</b>
<b>2</b>	<b>DESARENADOR</b>				
2,1	Localización y replanteo	m2	5	\$ 1.916,00	\$ 9.580,00
2,2	Descapote manual y retiro	m2	5	\$ 4.871,00	\$ 24.355,00
2,3	Excavación manual y retiro en conglomerado	m3	3	\$ 18.375,00	\$ 55.125,00
2,4	concreto impermeabilizado 3000 psi paredes	m3	1,2	\$ 377.151,00	\$ 452.581,20
2,5	concreto impermeabilizado 3000 psi piso	m3	0,5	\$ 326.814,00	\$ 163.407,00
2,6	Acero de refuerzo PRD 50	Kg	250	\$ 2.095,00	\$ 523.750,00
2,7	Lamina de cubierta	m2	1,5	\$ 55.000,00	\$ 82.500,00
2,8	Válvula HG 4"	unidad	2	\$ 379.784,00	\$ 759.568,00
2,9	Tubería PVC 4" para paso directo	ml	4	\$ 36.922,00	\$ 147.688,00
<b>TOTAL PARCIAL</b>					<b>\$ 2.218.554,20</b>
<b>3</b>	<b>SEDIMENTADOR PRIMARIO</b>				
3,1	Localización y replanteo	m2	10	\$ 1.916,00	\$ 19.160,00
3,2	descapote manual y retiro	m2	8	\$ 4.871,00	\$ 38.968,00
3,3	Excavación mecánica y retiro	m3	10	\$ 15.650,00	\$ 156.500,00
3,4	relleno compactado e=0,2	m3	1,5	\$ 24.026,00	\$ 36.039,00
3,5	concreto estructural impermeabilizado 3000 psi	m3	3	\$ 377.151,00	\$ 1.131.453,00
3,6	Refuerzo de acero PRD60	Kg	300	\$ 2.095,00	\$ 628.500,00
3,7	Suministro e instalación de tubería PVC 4"	ml	18	\$ 36.922,00	\$ 664.596,00
3,8	accesorios tubería pvc	unidad	1	\$ 75.000,00	\$ 75.000,00



ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
3,9	Pantallas deflectoras asbesto cemento	unidad	8	\$ 50.000,00	\$ 400.000,00
	TOTAL PARCIAL				\$ 3.150.216,00
<b>4</b>	<b>LAGUNA FACULTATIVA</b>				
4,1	Localización y replanteo	m2	2800	\$ 1.916,00	\$ 5.364.800,00
4,2	Descapote y limpieza	m2	2500	\$ 4.871,00	\$ 12.177.500,00
4,3	Excavación mecánica y retiro	m3	5200	\$ 15.650,00	\$ 81.380.000,00
4,4	Revestimiento en geomembrana	m2	2600	\$ 2.550,00	\$ 6.630.000,00
4,5	Suministro e instalación de tubería sanitaria	m2	50	\$ 36.922,00	\$ 1.846.100,00
4,6	Caja de recolección	unidad	1	\$ 158.771,00	\$ 158.771,00
	TOTAL PARCIAL				\$ 107.557.171,00
<b>5. LECHOS DE SECADO</b>					
5,1	Localización y replanteo	m2	25	\$ 1.916,00	\$ 47.900,00
5,2	Descapote manual y retiro	m2	22	\$ 4.871,00	\$ 107.162,00
5,3	Excavación mecánica y retiro	m3	33	\$ 16.650,00	\$ 549.450,00
5,4	concreto de 3000PSI para piso	m3	4,4	\$ 348.752,00	\$ 1.534.508,80
5,5	mampostería en muro tolete común e=,12	m2	24	\$ 21.350,00	\$ 512.400,00
5,6	Suministro e instalación tubería PVC 4"	ml	12	\$ 36.922,00	\$ 443.064,00
5,7	Teja traslucida No 6	m2	25	\$ 18.450,00	\$ 461.250,00
5,8	Soportes para tejas (repisa, varillon etc)	unidad	1	\$ 125.000,00	\$ 125.000,00
5,9	Grava gruesa medio soporte e=0,15 y e=0,1m	m3	6	\$ 45.000,00	\$ 270.000,00
5,1	Grava media medio de soporte e 0,1 m	m3	2,5	\$ 60.000,00	\$ 150.000,00
	TOTAL PARCIAL				\$ 4.200.734,80
TOTAL COSTO DIRECTO ALTERNATIVA 1					\$ 117.824.171,50
ADMINISTRACIÓN IMPREVISTOS Y UTILIDAD (20%)					\$ 23.564.834,30
INTERVENTORÍA 6%					\$ 7.069.450,29
TOTAL COSTO DEL PROYECTO					\$ 148.458.456,09

**Costo de operación.** El costo de operación y mantenimiento de cada uno de los sistemas planteados es otro factor importante a considerar en la evaluación ya que de estos depende la sostenibilidad del proyecto a lo largo del tiempo acorde con la capacidad financiera del municipio que garanticen un funcionamiento adecuado y de acuerdo a las expectativas de eficiencia que ofrezca el sistema.



ALTERNATIVA 1 (TANQUE SEPTICO + FILTRO ANAEROBIO)						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. MES	V. ANUAL
1	SERVICIOS PÚBLICOS					
1,1	Energía eléctrica				\$ 25.000,00	\$ 300.000,00
1,2	Agua				\$ 10.000,00	\$ 120.000,00
2	PERSONAL					
2,1	Operario (responsable)		1		\$ 410.000,00	\$ 4'920.000,00
3	ANÁLISIS LABORATORIO					
3,2	SST	Unidad	4	\$ 30.000,00	\$ 120.000,00	\$ 1.440.000,00
3,3	DQO	Unidad	4	\$ 33.000,00	\$ 132.000,00	\$ 1.584.000,00
3,4	DBO	Unidad	4	\$ 33.000,00	\$ 132.000,00	\$ 1.584.000,00
3,5	Coliformes totales	Unidad	4	\$ 28.000,00	\$ 112.000,00	\$ 1.344.000,00
2	Mantenimiento		1/cada 2 años	\$ 1.000.000,00		\$ 500.000,00
TOTAL COSTOS O & M						\$11'792.000

ALTERNATIVA 2 (REACTO UASB+ LAGUNA FACULTATIVA)						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. MES	V. ANUAL
A	COSTOS RECURRENTE					
1	SERVICIOS PÚBLICOS					
1,1	Energía eléctrica				\$ 25.000,00	\$ 300.000,00
1,2	Agua				\$ 10.000,00	\$ 120.000,00
2	PERSONAL					
2,1	Operario (responsable)		1		\$ 410.000,00	\$ 4.920.000,00
3	ANÁLISIS LABORATORIO					
3,2	SST	Unidad	4	\$ 30.000,00	\$ 120.000,00	\$ 1.440.000,00
3,3	DQO	Unidad	4	\$ 33.000,00	\$ 132.000,00	\$ 1.584.000,00
3,4	DBO	Unidad	4	\$ 33.000,00	\$ 132.000,00	\$ 1.584.000,00
3,5	Coliformes totales	Unidad	4	\$ 28.000,00	\$ 112.000,00	\$ 1.344.000,00
4	MANTENIMIENTO					\$ 1.800.000,00
TOTAL COSTOS RECURRENTE						\$13.092.000,00
B	COSTOS NO RECURRENTE					
1	Arranque				\$ 1.800.000,00	\$ 1.500.000,00
TOTAL COSTOS NO RECURRENTE						\$ 1.500.000,00





ALTERNATIVA 3 (SEDIMENTADOR PRIMARIO + LAGUNA FACULTATIVA)						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. MES	V. ANUAL
A	COSTOS RECURRENTES					
1	SERVICIOS PÚBLICOS					
1,1	Energía eléctrica				\$ 25.000,00	\$ 300.000,00
1,2	Agua				\$ 10.000,00	\$ 120.000,00
2	PERSONAL					
2,1	Operario (responsable)		1		\$ 410.000,00	\$ 4.920.000,00
3	ANÁLISIS LABORATORIO					
3,2	SST	Unidad	4	\$ 32.000,00	\$ 120.000,00	\$ 1.440.000,00
3,3	DQO	Unidad	4	\$ 33.000,00	\$ 132.000,00	\$ 1.584.000,00
3,4	DBO	Unidad	4	\$ 33.000,00	\$ 132.000,00	\$ 1.584.000,00
3,5	Coliformes totales	Unidad	4	\$ 28.000,00	\$ 112.000,00	\$ 1.344.000,00
4	MANTENIMIENTO		1/cada 2 años	\$ 1.000.000,00		\$ 500.000,00
TOTAL COSTOS RECURRENTES						\$ 11.792.000,00
B	COSTOS NO RECURRENTES					
2	Arranque					\$ 500.000,00
TOTAL COSTOS NO RECURRENTES						\$ 500.000,00

Los tres sistemas están diseñados para una vida útil de 25 años por tanto la metodología recomendada para comparar los costos de cada alternativa es la del Valor Presente, en la cual todos los gastos futuros se convierten a costo en valor presente al comienzo del periodo de evaluación. Para ello se debe utilizar una tasa de descuento representativa del valor del dinero ( $i = 7,3\%$ ) en el periodo de evaluación. El análisis para las tres alternativas tecnológicas planteadas es el siguiente:

COSTOS	AÑO	PERÍODO	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
INVERSIÓN INICIAL			\$ 64.369.231,50	\$ 164.154.621,33	\$ 148.458.456,10
COSTO TOTAL ANUAL	2006	0	\$ 11.792.000,00	\$ 13.092.000,00	\$ 11.792.000,00
DE O&M					
VALOR PRESENTE AL AÑO	2007	1	\$ 75.358.979,37	\$ 176.355.925,75	\$ 159.448.204,37
	2008	2	\$ 85.601.056,13	\$ 187.727.132,42	\$ 169.690.281,13
	2009	3	\$ 95.146.328,05	\$ 198.324.715,52	\$ 179.235.553,05
	2010	4	\$ 104.042.201,22	\$ 208.201.307,41	\$ 188.131.426,22
	2011	5	\$ 112.332.856,56	\$ 217.405.959,69	\$ 196.422.081,56
	2012	6	\$ 120.059.469,17	\$ 225.984.386,78	\$ 204.148.694,17
	2013	7	\$ 127.260.412,89	\$ 233.979.193,03	\$ 211.349.637,89
	2014	8	\$ 133.971.450,84	\$ 241.430.084,21	\$ 218.060.675,84
	2015	9	\$ 140.225.913,05	\$ 248.374.064,81	\$ 224.315.138,05
	2016	10	\$ 146.054.861,99	\$ 254.845.621,76	\$ 230.144.086,99



	2017	11	\$ 151.487.246,84	\$ 260.876.895,71	\$ 235.576.471,84
	2018	12	\$ 156.550.047,25	\$ 266.497.840,67	\$ 240.639.272,25
	2019	13	\$ 161.268.407,37	\$ 271.736.372,79	\$ 245.357.632,37
	2020	14	\$ 165.665.760,71	\$ 276.618.508,97	\$ 249.754.985,71
	2021	15	\$ 169.763.946,48	\$ 281.168.496,09	\$ 253.853.171,48
	2022	16	\$ 173.583.318,12	\$ 285.408.931,42	\$ 257.672.543,12
	2023	17	\$ 177.142.844,34	\$ 289.360.874,89	\$ 261.232.069,34
	2024	18	\$ 180.460.203,36	\$ 293.043.953,61	\$ 264.549.428,36
	2025	19	\$ 183.551.870,66	\$ 296.476.459,41	\$ 267.641.095,66
	2026	20	\$ 186.433.200,86	\$ 299.675.439,65	\$ 270.522.425,86
	2027	21	\$ 189.118.503,94	\$ 302.656.781,90	\$ 273.207.728,94
	2028	22	\$ 191.621.116,31	\$ 305.435.292,85	\$ 275.710.341,31
	2029	23	\$ 193.953.467,08	\$ 308.024.771,84	\$ 278.042.692,08
	2030	24	\$ 196.127.139,74	\$ 310.438.079,38	\$ 280.216.364,74
	2031	25	\$ 198.152.929,73	\$ 312.687.201,04	\$ 282.242.154,73

Para cada alternativa se evaluó el costo de acuerdo a estándares existentes, en este caso se determinó el precio por metro cúbico tratado y los resultados aparecen registrados en el siguiente cuadro.

AÑO	CAUDAL TRATADO	Q (m <sup>3</sup> /año)	COSTO POR (m <sup>3</sup> ) ALTERNATIVA 1	COSTO POR (m <sup>3</sup> ) ALTERNATIVA 1	COSTO POR (m <sup>3</sup> ) ALTERNATIVA 1
2007	57,9	21129	3567	8346,6	7546,4
2010	63,07	23021,3	4519,4	9043,86	8172,1
2015	69,12	25229	5558,2	9844,9	8891,2
2020	74,3	27121	6108,4	10199,4	9208,9
2025	80,35	29328,5	6258,5	10108,82	9125,6
2031	87,26	31851,36	6221,2	9817,07	8864,2

La alternativa más económica es la primera (TANQUE SEPTICO + FILTRO ANAEROBIO).

Área requerida para la construcción. Esta variable tiene gran importancia si se tiene en cuenta que la disposición de terrenos adecuados para construir en ellos la PTAR es limitada. Los valores aproximados de área requeridos para cada alternativa son:



COMPONENTE	ALTERNATIVA 1 ÁREA REQUERIDA (m <sup>2</sup> )	ALTERNATIVA 2 ÁREA REQUERIDA (m <sup>2</sup> )	ALTERNATIVA 3 ÁREA REQUERIDA (m <sup>2</sup> )
CANAL DE APROXIMACIÓN	2	2	2
DESARENADOR	3	3	3
TANQUE SÉPTICO	50		
REACTOR UASB		15	
FILTRO ANAEROBIO	15		
LAGUNA FACULTATIVA		2200	2200
SEDIMENTADOR PRIMARIO			10
LECHO DE SECADO	25	25	25
TOTAL ÁREA REQUERIDA	95	2245	2240

Las alternativas 2 y 3 requieren mayor área constructiva.

Complejidad de la tecnología. En este aparte se consideran las ventajas y desventajas de las tecnologías evaluadas que están directamente relacionadas con las características de cada sistema y la relación con el entorno donde potencialmente se implementarían.

Finalmente la evaluación de alternativas a partir de la matriz de calificación es:

TECNOLOGÍA	CALIFICACIÓN PARCIAL							TOTAL
	COSTO DE INVERSIÓN	COSTO DE OPERACIÓN	ÁREA	COMPLEJIDAD	OLORES	LÓDOS	IMPACTO AMBIENTAL	
TANQUE SÉPTICO + FILTRO ANAEROBIO.	1,25	0,45	0,75	0,45	0,3	0,3	0,5	4,0
REACTOR UASB + LAGUNA FACULTATIVA	0,25	0,15	0,45	0,15	0,5	0,1	0,3	1,9
SEDIMENTADOR PRIMARIO + LAGUNA FACULTATIVA	0,75	0,45	0,45	0,75	0,1	0,3	0,3	3,1



La Tecnología de Tratamiento de Aguas Residuales recomendada para el municipio de Beteitiva de acuerdo a las condiciones biofísicas y socioeconómicas es UN TANQUE SÉPTICO + FILTRO ANAEROBIO, porque sus costos de Inversión, Mantenimiento & Operación son bajos comparados con las demás alternativas, requiere un área mínima para su construcción y al ser estructuras totalmente impermeables se puede garantizar que no se varíen las condiciones de humedad que puede conllevar a agravar la inestabilidad de la ladera. Es la tecnología que menor cantidad de lodos genera y tratamiento y disposición es simple. La complejidad de construcción y puesta en marcha del sistema es sencilla y se ha manejado con regularidad en países como Brasil y en Colombia también se tienen experiencias buenas. Esta combinación tecnológica es aplicable en comunidades pequeñas con limitaciones de área. La eficiencia que maneja el sistema aunque no es la más alta, pero cumple con las exigencias normativas del decreto 1594/84 de remover por lo menos 80% DBO en carga, para usuarios existentes, además este sistema tiene una ventaja que es el tratar picos de caudal que superan el caudal de diseño, por lo tanto no se tendrá colapso ni fallas frecuentemente.

Adicionalmente la alternativa de implementar un sistema de depuración de aguas servidas urbanas es económico comparado con la opción de conducir las aguas residuales hasta la quebrada Otengá.

#### 10.4 CONDICIONES OPERATIVAS Y MANTENIMIENTO DE LA PTAR

- **Rejillas y canal de aproximación.** El material grueso que se acumula en la rejilla requiere ser retirado regularmente según las condiciones de operación de los tamices, se debe establecer un período adecuado para su limpieza de acuerdo a la cantidad de material acumulado, pero se recomienda que el lapso no supere los 2 días. El material retenido debe acopiarse en el lecho de secado de lodos para su disposición final ya sea para compostar o para enviar al micro-relleno.

- **Desarenador.** Es incierta la cantidad de arena que se puede acumular en el desarenador por esto se debe medir periódicamente la acumulación de arena en el fondo de la estructura. Antes de que esta ocupe la altura dispuesta para su recolección que en este caso es de 0.35 m se procederá a remover el material sedimentado. Para este propósito se ha dispuesto un By pass (paso directo) para que en el momento de realizar el mantenimiento esta válvula se abra y de paso al flujo de agua residual a la siguiente estructura. La evacuación del agua contenida en la estructura se hará por medio de una válvula de purga dispuesta para tal fin. Los vertederos de entrada y salida deben mantenerse en perfecto estado de limpieza.

Para un mejor control se recomienda estimar la cantidad de arena removida y registrarla en fichas de operación que deben adaptadas a las condiciones particulares. El material removido debe disponerse en el lecho de secado para su



deshidratación. Adicionalmente se debe verificar la cantidad de arena en las unidades subsecuentes. El RAS-2000 recomienda analizar una muestra de la arena removida en términos de sólidos volátiles y adoptar las medidas correctivas en caso que se presente alto contenido de sólidos volátiles.

- **Estructura de repartición de caudales.** Iría ubicada en el desarenador, esta estructura va a permitir distribuir el agua a los dos tanques sépticos los filtros anaerobios.

- **Filtro Anaerobio.** El filtro anaerobio está constituido por un tanque o columna relleno con un medio sólido (grava) para soporte del crecimiento biológico anaerobio<sup>14</sup>. El agua residual es puesta en contacto con el crecimiento bacteriano anaerobio adherido al medio y como las bacterias son retenidas sobre el medio y no salen en el efluente es posible obtener tiempo de retención celular de 100 días.

El proceso no utiliza recirculación básicamente por tratarse de aguas residuales domésticas lo que se traduce en una cantidad mínima de lodo, las pérdidas de energía a través del lecho son mínimas alrededor de 7.5 centímetros. El proceso se ha usado a bajas temperaturas con buenos resultados. El espesor de película observado en sistemas de este tipo es de 1-3 mm.

El residuo debe contener alcalinidad suficiente para mantener el pH en la zona de lodos superior a 6.5. Por lo tanto se le debe hacer un seguimiento continuo a este parámetro para evitar el colapso del sistema por acidificación. En el caso que la alcalinidad comience a descender es necesario agregar especies alcalinas al agua residual.

En el arranque del sistema se debe monitorear el crecimiento y cualidades de la biomasa en el medio filtrante, esto posibilita mayor control sobre los sólidos en el sistema. Para evitar la colmatación del medio se recomienda implementar un sistema de evacuación de lodos.

Según experiencia con tratamientos con filtros anaerobios operando en condiciones satisfactorias el sistema puede operar sin mantenimiento durante 18 a 24 meses.

Por ser un sistema anaerobio donde la generación de gases es potencial se recomienda colocar avisos de advertencia sobre el riesgo de explosiones generadas por chispas, fuego, etc. No se permite fumar en las inmediaciones de la planta.

**Tanque Séptico.** El mantenimiento que requiere el tanque séptico es mínimo, la frecuencia del mantenimiento depende básicamente de la producción de lodos. Para que el sistema séptico siga tratando el agua residual eficazmente, necesitará

---

<sup>14</sup>ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Op Cit. p. 706.



bombear el tanque periódicamente. Con el uso, el sistema séptico acumula lodo en el fondo de la estructura. A medida que el nivel de lodo aumenta, las aguas negras permanecen en el tanque menos tiempo, y es más probable que los sólidos se escapen a la siguiente unidad disminuyendo la eficiencia del tratamiento.

Si el lodo se acumula por mucho tiempo, no se lleva a cabo el asentamiento, el agua residual pasa directamente y muy poca se podrá tratar. Los tanques de buen tamaño generalmente tienen suficiente espacio para acumular lodo por lo menos tres años. La frecuencia con que hay que bombear la fosa depende de: La capacidad del tanque, de la cantidad de aguas residuales a tratar (relacionado con el tamaño de la población); y de la cantidad de sólidos en las aguas residuales.

- **Lecho de secado.** La disposición de lodos se hará en capas de 25 a 30 centímetros de espesor, mayores alturas pueden retardar el proceso de secado. Una vez se haya eliminado la humedad de los lodos, podrán ser retirados con ayuda de rastrillos y palas.

La recolección de percolados se efectuará a través de tuberías de drenaje de plástico o de teja de arcilla vitrificada con junta abierta. La tubería de drenaje principal deben tener no menos de 100 mm de diámetro y una pendiente no menor a 1%; deben espaciarse entre 2.5 y 6 m y debe tenerse en cuenta el tipo de remoción de lodo que se emplee. Se localizarán por debajo de la capa de grava con no menos de 150 mm de este material por encima de ellas. Se recomienda que los canales laterales de alimentación de las tuberías principales tengan un espaciamiento entre 2.5 y 3 m. El área situada alrededor de las tejas de drenaje debe rellenarse con grava<sup>15</sup>.

- **Seguimiento de la eficiencia del sistema.** Es indispensable realizar un seguimiento fisicoquímico y bacteriológico al sistema, de tal manera que sea posible verificar el correcto funcionamiento de los procesos involucrados, debe evaluarse como mínimo DBO<sub>5</sub>, SST y coliformes a la entrada y salida del sistema. La frecuencia debe ser mínima una vez al mes. Un dato confiable de funcionamiento solo puede ser obtenido con base en muestras compuestas y en ningún caso de muestras puntuales.

La observación visual de la calidad del efluente da indicios de funcionamiento del sistema. En una situación normal el efluente deberá tener un aspecto claro y con influencia de la coloración original de las aguas residuales y debe contener muy poco lodo. Una sobre carga en el sistema se manifiesta en una alta turbiedad y presencia de sólidos sin digerir en el efluente. A medida que se estabiliza el sistema, la calidad del efluente mejorará. Cuando se observan síntomas de sobrecarga, los aforos de caudal y muestreo de afluente deberán aclarar dicha situación.

---

<sup>15</sup>RAS-2000. Título E.



- Personal involucrado en la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas. El RAS-2000 establece que el personal necesario para un municipio cuyo nivel de complejidad sea bajo es de un operario, el cual debe dedicarse única y exclusivamente a las labores inherentes a la operación y mantenimiento de la PTAR.

Es recomendable capacitar al encargado en los siguientes aspectos<sup>16</sup>:

- Visión general de los parámetros que se analizarán.
- Capacitación para la toma de muestras específicas según parámetro.
- Ensayo en la matriz correspondiente, siguiendo las instrucciones de manejo para cada parámetro del procedimiento (ejecución y manejo propio).
- Evacuación de los desechos y las aguas residuales.

La capacitación deberá iniciarse antes del arranque del sistema.

Al operario se le debe dotar de los elementos necesarios para su protección (guantes, tapabocas, botas punta de acero, etc), dado que el manejo de aguas residuales requiere de cuidado y con el objeto de evitar cualquier accidente que pueda representar algún peligro en la salud del encargado de la planta.

Es importante resaltar que cada uno de los procesos componentes del sistema, tienen una función específica y será responsabilidad del operario velar porque cada uno de estos cumpla con el objetivo planteado.

Es importante que se dote a la planta de un pHchímetro, de termómetros de mercurio, elementos necesarios para medición de caudal, neveras para preservación de muestras y recipientes para su recolección.

Protección contra aparición y/o proliferación de insectos. Para este caso se recomienda utilizar la alelopatía, técnica que consiste en sembrar una barrera vegetal compuesta por plantas aromáticas las cuales repelen a los insectos evitando que proliferen en la zona de ubicación del sistema de tratamiento. Las plantas recomendadas son: té, laurel, hierbabuena, canelo.

**Barrera Corta vientos.** Es indispensable sembrar en el perímetro de la PTAR árboles de porte alto que sirvan de barrera corta vientos, ya que el aire incide en el transporte de los olores que se puedan generar en la planta, más si se tiene en cuenta que el proceso seleccionado es anaerobio. Estos árboles serán bi-funcionales pues además de servir como protección contra la propagación de olores, proporcionan belleza escénica al área, de tal forma que la PTAR no interrumpa abruptamente el paisaje natural predominante en la zona, para no ocasionar

---

<sup>16</sup> - Ibid, p.E.123



impactos negativos en el medio ambiente. Igualmente se debe conformar el área de ronda y la ZMPA.

- **Comunidad.** De una buena gestión administrativa depende el funcionamiento adecuado del sistema contribuyendo a minimizar el impacto ambiental del proyecto. Es importante involucrar a la comunidad en todas las actividades inherentes a la planeación, construcción y operación de la PTAR, para generar sentido de pertenencia en todos los actores que intervienen en estos procesos, para lograr de esta forma administrar eficientemente el entorno intervenido.





## 12. DOCUMENTO BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA RED DE ALCANTARILLADO.

Este capítulo hace referencia a lo relacionado con la operación, el control y el seguimiento que debe hacerse al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales, junto con sus estructuras complementarias (sumideros, pozos de inspección, aliviaderos, etc).

La operación, mantenimiento, reparación, control y seguimiento del sistema de recolección y evacuación de aguas residuales y lluvias es responsabilidad de la Unidad prestadora de Servicios Públicos, una vez este conformada y en funcionamiento. Por lo tanto, ésta debe disponer del personal, equipos, materiales y demás insumos que le permita cumplir con su responsabilidad eficientemente.

El principal objetivo del mantenimiento del sistema de alcantarillado es permitir la recuperación del flujo hidráulico de la tubería para lo cual fue diseñada al menor costo, asimismo, la eliminación del material orgánico que originan gases y olores nauseabundos que atentan contra el medio ambiente y que permiten la proliferación de roedores y otros animales que afectan a la salud de la población. Esta limpieza también facilitaría la inspección de la línea, con la finalidad de evaluar el estado real de dicha tubería así como de las conexiones domiciliarias, permitiendo así la reducción de los costos operativos de cambio de tuberías por saturación que se sugieren y que se determinan muchas veces aduciendo la antigüedad del sistema.

### 12.1 ASPECTOS DE MANTENIMIENTO

A medida que se produce el envejecimiento de los sistemas de alcantarillado, el riesgo de deterioro, obstrucciones y derrumbes se convierte en una consideración muy importante. Por esta razón el municipio y/o unidad de servicios públicos domiciliarios debe hacer esfuerzos en procura de mejorar de antemano el nivel de desempeño del sistema de alcantarillado. La limpieza y la inspección de los colectores de agua residual, sumideros, pozos de inspección, box y pipe culvert son fundamentales para el mantenimiento y funcionamiento correcto del sistema, y además extienden la inversión de la comunidad en su infraestructura de alcantarillado.

- **Técnicas de inspección recomendadas para el municipio de Beteitiva.** Por ser un municipio, que cuenta con una red de alcantarillado relativamente pequeña donde la topografía disminuye los riesgos por colmatación de los colectores, el programa de operación y mantenimiento es relativamente sencillo de ejecutarlo.



Por la edad de los colectores y demás componentes del sistema (más de 28 años) y por el tipo de material (concreto) se requieren programas de inspección para determinar la condición actual del alcantarillado y para ayudar a la planificación de una estrategia de mantenimiento. Idealmente las inspecciones del alcantarillado deben realizarse en condiciones de bajo caudal. Para este propósito es indispensable abrir la totalidad de los pozos y dejar las tapas a la vista, adecuando el acceso a las cámaras. La mayoría de los colectores pueden ser inspeccionados utilizando inicialmente la inspección visual, la cual brinda la posibilidad de tener un conocimiento completo de la condición del sistema. Esta inspección deber ser lo más completa posible de tal forma que se determine el estado real de la red en general.

El fontanero debe prestar atención a zonas colapsadas en el suelo sobre las tuberías y terrenos con acumulación de agua, (en caso que se presenten).

El fontanero o el personal utilizado para este propósito también deben examinar en detalle la condición física de los box y pipe culvert, sumideros, aliviaderos, las condiciones de las tapas de los pozos de inspección o de cualquier superficie de ladrillo expuesta, y la visibilidad de los pozos y otras estructuras.

La inspección puede requerir en algún momento que el operador entre al pozo y examine la condición de la pared del pozo y de la tubería. Cuando se entra a un pozo o una tubería de alcantarillado es muy importante cumplir los parámetros mínimos de seguridad, para protección del personal (guantes, casco, tapa bocas, botas punta de acero, etc.).

La limitación de este tipo de inspección es que en colectores de diámetros reducido (10, 12, 14 pug.) la detección de los posibles problemas que se puedan presentar en estas redes es limitado porque la única parte de la tubería que se puede ver en detalle es la adyacente al pozo. Por esto hay una baja probabilidad de obtener información concluyente referente a grietas o problemas estructurales. Sin embargo, este método provee información necesaria para tomar decisiones con respecto a rehabilitación.

La documentación de las inspecciones es de gran importancia para el éxito de un programa de operación y mantenimiento (O&M), por tal motivo se recomienda que en el momento de inspeccionar cada cámara y/o estructuras complementarias se levante una hoja de vida para cada una de las estructuras que conforman el sistema.

- **Técnicas de limpieza.** El sistema de alcantarillado requiere un programa de limpieza para mantener su funcionamiento apropiado. Existen varias técnicas que son usadas tradicionalmente para eliminar obstrucciones y como herramientas de mantenimiento preventivo. Cuando se hace la limpieza del alcantarillado, el



funcionario debe tener en cuenta que los lodos evacuados de los pozos y/o tramos de colector deben ser deshidratados antes de disponerlos en el microrelleno.

Si bien el mantenimiento periódico hace que el sistema funcione mejor hidráulicamente, se puede sumar a esta actividad la inclusión de programas de educación y prevención de contaminación con el objeto de reducir y controlar los materiales que se encuentran en los tramos de alcantarillado. La comunidad debe ser informada, por ejemplo, que sustancias comunes de uso doméstico como las grasas y aceites deben desecharse en la basura usando recipientes cerrados, no en el alcantarillado, así como también las descargas de residuos sólidos, que pueden causar taponamientos en el largo plazo. Este método no sólo ayudaría a minimizar problemas de fontanería a los usuarios sino que también ayudaría a mantener limpios los colectores del alcantarillado.

El plan de mantenimiento trata de desarrollar una estrategia y una prioridad para el mantenimiento de tuberías con base en los siguientes factores:

- Edad – los sistemas más antiguos tienen un mayor riesgo de deterioro que los recién construidos.
- Material de construcción – El concreto por sus características puede ser susceptible de sufrir procesos de corrosión y/o incrustación.
- Diámetro de tubería o volumen transportado – tuberías que reciben mayores volúmenes tienen prioridad sobre las que transportan volúmenes reducidos.
- Ubicación – tuberías ubicadas en áreas con poca inclinación o que puedan tener problemas de sedimentación tienen una mayor prioridad.

Debe considerarse que al ser este un sistema de alcantarillado combinado el transporte de material particulado (material fino en mayor proporción y grueso en menor cuantía) es mayor, por la anterior razón la frecuencia de mantenimiento debe adoptarse según la consideración hecha.

**Acciones a tomar para la implementación de un programa de operación y mantenimiento.** El programa para el mantenimiento del alcantarillado del municipio de Betétiva, en una primera etapa, debe estar enfocado en la inspección y la limpieza de las tuberías, especialmente los tramos de colector de mayor antigüedad del municipio.

El programa de mantenimiento de alcantarillado debe componerse de inspecciones visuales, limpiezas del alcantarillado programadas para lo cual es necesario hacer un levantamiento en términos de estado físico de la infraestructura. Para lo cual se deben elaborar hojas de vida (pozos, colectores, sumideros, etc.) instrumento que



inicialmente dará una idea de las acciones que se requieran tomar, herramienta fundamental para la toma de decisiones.

Las inspecciones visuales pueden acompañarse de la utilización de un espejo sujeto a una varilla, para verificar el estado del tramo de colector (en casos que no sea posible verificar el estado de la tubería se debe estudiar la opción de implementar una técnica de mayor sofisticación, por ejemplo el empleo de cámaras de televisión, para lo cual se deben prever los costos de su adquisición ó alquiler. Es importante que se considere que los diámetros de tubería presentes en la red, dada la topografía del terreno, son pequeños, por lo cual probablemente se requiera de cámaras de televisión. También es importante relacionar la información levantada en campo con el catastro de redes existente y hacer las actualizaciones necesarias, tanto físicas como hidráulicas.

La ventaja de este tipo de sistemas ofrece al operador del sistema es que se puede inspeccionar cualquier tipo de tubería y realizar controles de calidad sobre el saneamiento de las obras de alcantarillado, comprobando el estado real de las conducciones, juntas y conexiones efectuadas en la red, se puede además verificar el grado de desgaste de las mismas, comprobando si tienen raíces o fugas que puedan deteriorar la calidad de las aguas subterráneas y perjudicar el medio ambiente). Las áreas más antiguas del alcantarillado se recomienda sean inspeccionadas cada 2 años máximo y las más nuevas cada 3 a 4 años máximo. La frecuencia puede disminuir según las inspecciones visuales antecedentes y la frecuencia de los problemas dentro de la misma.

La administración de los datos también es fundamental para tener éxito en el programa de mantenimiento. Se deben anotar el número de veces que se han limpiado e inspeccionado las líneas y los problemas frecuentes registrados en los tramos inspeccionados. Esta información es útil para establecer las prioridades para mantenimiento futuro del alcantarillado y ajuste del calendario de limpieza e inspecciones de las líneas.

Los costos del programa pueden estar asociados a la mano de obra que según el caso puede ser el fontanero, los costos de materiales y equipo, mantenimiento preventivo, y los costos generales de los servicios administrativos, adquisición material para medición periódica de caudal.

El mantenimiento preventivo y correctivo que se le debe realizar a los sumideros debe ser periódico y aumentar su frecuencia en épocas de lluvia, sobre todo para retirar el material que se pueda acumular en caja que disminuye su eficiencia hidráulica.

- **Limpieza.** El método de remoción de sedimentos que mejor se adapta para las condiciones del municipio y dado su nivel de complejidad, es la limpieza de redes



con sonda manual y/o rosonda, carretilla y volqueta (en caso extremo). La programación de las labores de limpieza debe hacerse de acuerdo a los resultados de la inspección visual dándole prioridad a los pozos y tramos de colector que mayor conflicto presenta. Es necesario llevar un registro detallado de las labores de limpieza y mantenimiento, indicando la fecha que se llevo a cabo la operación y los resultados y/o recomendaciones.

- **Mediciones e instrumentación**<sup>17</sup>. Las mediciones de caudales en la red de colectores de aguas residuales y pluviales constituyen uno de los elementos más importantes para el seguimiento del comportamiento del sistema, el cual es necesario conocer para corregir las anomalías que se puedan presentar, para contribuir a una mejor estimación de los diferentes parámetros utilizados en los diseños. Debe establecerse la metodología en cuanto a medición de caudales se refiere, de acuerdo a la capacidad de la unidad de servicios públicos.

**Mediciones de cantidad de aguas residuales y pluviales.** La frecuencia de medición de cantidad debe hacerse como mínimo cada dos años.

## 12.2 RECOMENDACIONES.

- Antes de implementar cualquier acción dirigida a mejorar el funcionamiento de la infraestructura de alcantarillado, todos los pozos de inspección deben tener su tapa de acceso a la vista y que sea fácil su remoción.

- Con antelación a la implementación del programa de mantenimiento deben revisarse todos los pozos existentes en el municipio, previa ejecución de la recomendación anterior. Con esta nueva inspección visual se concretará y generará el programa de mantenimiento a seguir. Esto además, permitirá detectar con anticipación puntos potencialmente críticos.

- Es indispensable que cada una de las tapas de acceso a las cámaras de inspección cuenten con los respectivos orificios de ventilación, que permitan la evacuación de los gases y de esta forma disminuir el peligro que representa la corrosión que afecta la vida útil del sistema, sobre todo para tuberías de concreto. Adicionalmente deben contar con su respectivo gancho de remoción y su correspondiente arotapa, con el propósito de facilitar las inspecciones que se programen.

- Se debe prever la limpieza de redes mediante equipos especiales, en casos estrictamente necesarios, para que sean incluidos dentro de los planes de mantenimiento preventivo con sus respectivos costos.

---

<sup>17</sup>RAS-2000. Título D.



- Los emisarios finales pueden exigir dragado permanente, lo mismo que una limpieza permanente en el caso de aliviaderos, lo cual debe quedar explícito en el manual de mantenimiento.



### 13. REGLAMENTACIÓN SANITARIA DE LA RED

Para la reglamentación sanitaria de la red de alcantarillado se debe adoptar como reglamento base para cualquier acción a ejecutar en el ámbito de recolección, evacuación y tratamiento de aguas residuales el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico.

Los diseñadores, constructores e interventores deber regirse por los lineamientos expuestos en este reglamento, la secretaria de planeación y obras públicas debe velar porque los parámetros de diseño y constructivos se realicen conforme a las disposiciones y recomendaciones de los títulos afines con la temática, en procura de garantizar que los proyectos sean realizables y que se ajuste a la realidad de la comunidad.



## 14. DESCRIPCIÓN DE PROGRAMAS, PROYECTOS Y ACTIVIDADES PARA ALCANTARILLADO, CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE VERTIMIENTO Y PRIORIZACION DE PROYECTOS.

### FORMULACIÓN DEL PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS METODOLOGÍA ZOPP

#### 14.1 PRIORIZACION DE PROYECTOS

Antes de entrar a la formulación del plan es importante revisar la matriz de priorización: Es función de las entidades territoriales identificar claramente los proyectos de infraestructura cuyo desarrollo es prioritario en el municipio en relación con el sector de agua potable y saneamiento básico con el propósito de satisfacer las necesidades inherentes en el sector, racionalizando los recursos e inversiones, en forma que se garantice la sostenibilidad económica de los proyectos (Título A. Capítulo 5 . Literal A.5.1)

La primera prioridad para una entidad territorial u otra entidad que promueva o desarrolle inversiones en el sector, será llevar a cabo inversiones que tengan efecto positivo manifiesto en la salud pública de los habitantes y de su medio ambiente, razón por la cual, tiene preferencia la ejecución de obras de suministro de agua potable de adecuada calidad, según el decreto 475 de 1988, seguidos por los planes de recolección y disposición de aguas residuales. En un nivel inferior de prioridad se sitúan el manejo de desechos sólidos y el tratamiento de las aguas residuales. (Título A. Cap 5. Literal A.5.1.2)

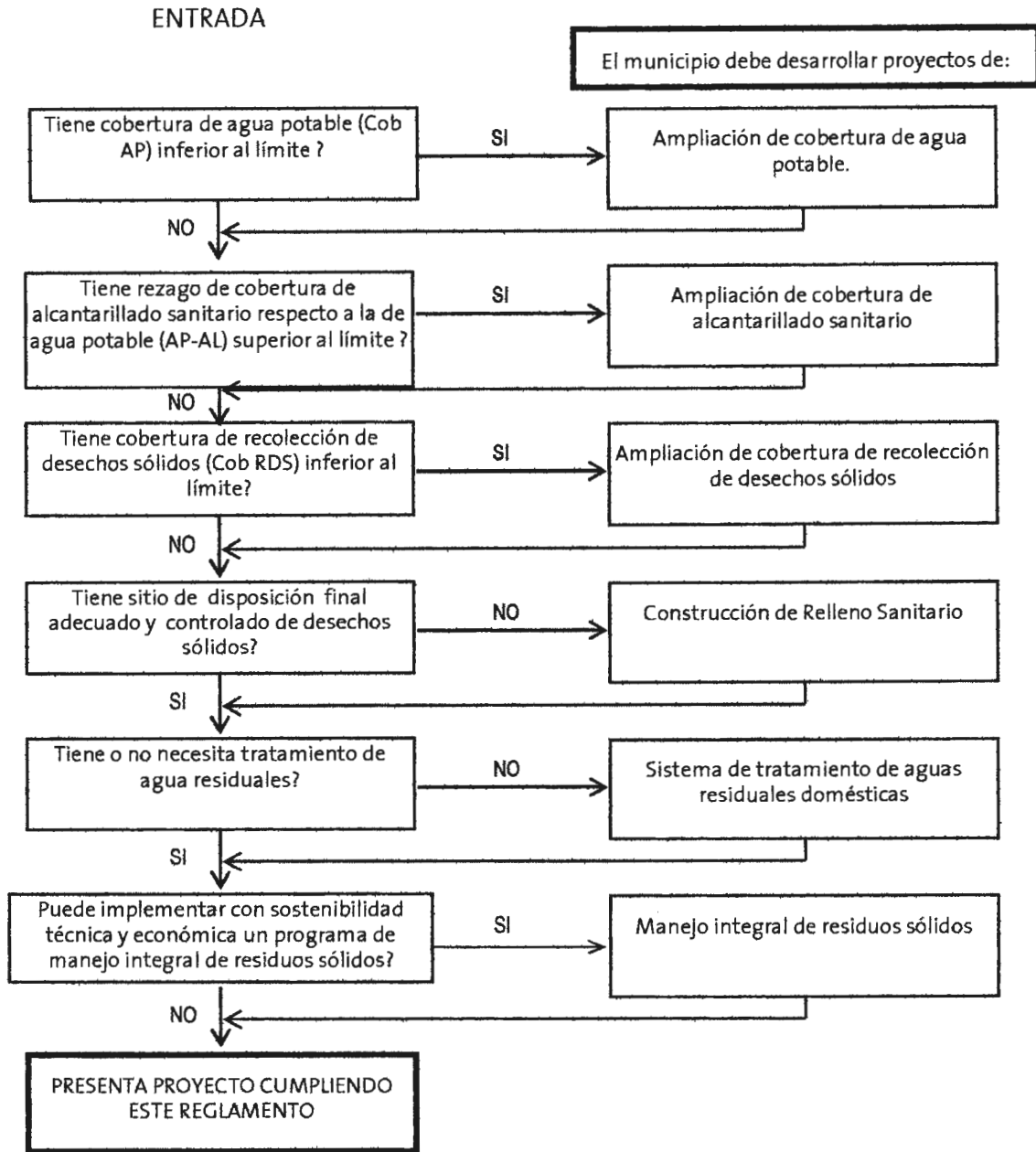
Según el RAS-200 – Título A. la metodología a seguir para la priorización de proyectos es presentada a continuación:

Valores límites de los parámetros de cobertura					
Parámetro	Símbolo	Bajo	Medio	Medio Alto	Alto
Cobertura mínima de agua potable	Cob.AP	95%	90%	90%	85%
Rezago máximo entre cobertura de alcantarillado respecto al agua potable	AP-AL	10%	10%	15%	15%
Cobertura mínima de recolección de R.S	Cob RDS	95%	85%	85%	80%





### MATRIZ DE PRIORIZACION



De acuerdo a lo consignado en los numerales anteriores y considerando:

**COBERTURA DE AGUA POTABLE.** El municipio de Betétiva cuenta con una cobertura física del 100% en el área urbana y en buen estado de la red de distribución (edad: 1 año). No cuenta con estructuras de captación ni aducción, la línea de conducción ha cumplido su vida útil y presenta un deficiente funcionamiento hidráulico, el almacenamiento no cumple con especificaciones para control de llenado y la eficiencia del sistema de tratamiento no es la esperada (ver descripción sistema de abastecimiento). Racionamientos excesivos en épocas de verano.

**EL MUNICIPIO DEBE:** Garantizar a la comunidad continuidad y calidad en la prestación del servicio de agua potable.



**REZAGO DE COBERTURA DE ALCANTARILLADO RESPECTO A LA DE AGUA POTABLE.** El municipio tiene un rezago fuera del permisible (15%). La cobertura espacial y domiciliaria de la red de alcantarillado alcanza únicamente el 85% .

**EL MUNICIPIO DEBE:** Ampliar la cobertura del sistema de alcantarillado hasta llegar al 100%.



**RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.** Cuenta con un sistema de recolección y disposición final (microrelleno) y que en la actualidad se están adelantando la formulación del PGIRS regional en conjunto con CORPOBOYACÁ.



**TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.** El municipio de Betétiva requiere de la implementación de un sistema de tratamiento de residuos líquidos.

## 14.2 ACTORES INVOLUCRADOS

La participación comunitaria e institucional en este tipo de proyectos retoma singular importancia pues aquí están involucradas activamente entidades del orden municipal, regional y actores sociales, básicamente; cada uno de ellos cumple un papel importante para el desarrollo y aplicación del plan de saneamiento y manejo de vertimientos. Entre estos se tienen:



## EN EL ORDEN NACIONAL

- **MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL.** Ejercen función de planeación, coordinación y regulador en lo referente a saneamiento básico. Controla y vigila la implementación de políticas de prestación de servicios públicos domiciliarios. Esta entidad es la que regula todas los demás departamentos o comisiones y identidades relacionadas a saneamiento básico y ambiental.

- **SUPERINTENDENCIA DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS.** Ejerce los roles de: controlador, inspector y vigilante de las entidades prestadoras de los servicios públicos domiciliarios y sus actividades complementarias.

- **COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO (CRA).** Cuya facultad es la de regular los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo, mediante la expedición de normas de carácter general o particular, para someter la conducta de las personas que prestan los mencionados servicios a las reglas, principios y deberes establecidos en la ley y los reglamentos.

Las principales funciones de la comisión se pueden resumir de la siguiente manera:  
Regulación de monopolios naturales y competencia económica.

Regulación tarifaria

Regulación de la calidad del servicio

Regulación de la gestión empresarial.

- **FINANCIERA DE DESARROLLO TERRITORIAL (FINDETER).** Tiene el rol de financiador o cofinanciador de proyectos para la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y servicios complementarios.

## EN EL ORDEN REGIONAL

- **CORPOBOYACÁ.** Autoridad regional encargada por la ley de administrar, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por su desarrollo sostenible, de conformidad con las disposiciones legales y las políticas del Ministerio del Medio Ambiente<sup>18</sup> tales como: ejecución de políticas nacionales de descontaminación, otorgar concesiones, permisos de vertimientos, entre otros. En este caso en particular es co-responsable en la ejecución del Plan de Saneamiento y responsable en la evaluación y aprobación del plan.

---

<sup>18</sup>Ley 99 de 1993. Título VI. Artículo 23



- **GOBERNACIÓN DE BOYACÁ.** El departamento tiene fundamentalmente roles de coordinador de las empresas prestadoras de los servicios públicos, brinda apoyo técnico, financiero y administrativo de las mismas.

Además de contribuir en la consecución de los recursos para efectuar las actividades contempladas en el plan de acción a realizarse en el municipio.

### EN EL ORDEN LOCAL

- **Municipio de Betétiva.** El rol principal del municipio es asegurar una prestación eficiente de los servicios de agua potable y saneamiento básico a la comunidad beneficiada.

Juega un papel preponderante en el proceso, responsable de la planeación y gestión del plan y que interviene activamente en la ejecución, en aspectos tales como: elaboración del documento base para la formulación del plan, ejecución de las obras tendientes a descontaminar el medio y optimización de los sistemas de acueducto y alcantarillado, administrador y ejecutor de los recursos provenientes del Fondo de Descontaminación Hídrica y demás entidades financiadoras de este tipo de proyectos.

- **Comunidad.** El reconocimiento de la comunidad como un agente social dinámico es de capital importancia; al ser ellos los directos afectados y/o beneficiados con la puesta en marcha del Plan de saneamiento. Para ello se debe coordinar trabajo a partir de las organizaciones comunitarias, líderes comunitarios y veedurías ciudadanas, con el propósito de garantizar una adecuada participación en la planeación, ejecución y evaluación de las acciones que se ejecuten. También con el objetivo de sensibilizar a la comunidad y hacer que se apropien del problema.

*El involucrar a la comunidad es un proceso político independiente del proyecto, el cual debe ser continuo, voluntario, sostenido y sólido, y abarca la toma de decisiones en todas las fases del ciclo del proyecto, de tal forma que se transforma en un modelo para el fortalecimiento de la sociedad civil, de manera democrática y abierta, condición previa para el éxito de la implementación del plan.*

- **Unidad de Servicios públicos Domiciliarios.** UNA VEZ CREADA será la entidad encargada de brindar una adecuada prestación de los servicios básicos en el municipio. Así como de velar por la optima operación y funcionamiento del acueducto y alcantarillado, por tanto es un ente vital a considerar en la ejecución del plan.



También es responsable de velar por el cumplimiento de la meta individual de reducción de carga contaminante y responsable del pago de la tasa retributiva por contaminación.

Para identificar mejor el rol que cada actor involucrado cumple se plantea la matriz de participación que se presenta a continuación:

MATRIZ DE PARTICIPACIÓN				
GRUPO ENTIDAD ORGANIZACIÓN.	AFECTADO - BENEFICIARIO	COO- PERANTE	OPO- NENTE	AFECTADO - PERJUDICADO
Comunidad	X	X	X	X
Alcaldía		X		
CORPOBOYACÁ		X		
Veedurías Ciudadanas	X			X
USPD		X		
Entidades del orden nacional		X		

### 14.3 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

A partir de la información recolectada y generada en los apartes de diagnóstico, encuestas, aforos y caracterizaciones se puede entrar a analizar las causales de la problemática ambiental generada por el manejo y vertimiento inadecuado de las aguas residuales domésticas que esta afectando a sus habitantes y al entorno natural en el sector de las descargas que tiene importancia si se considera las limitaciones existentes en los recurso agua y suelo.

La situación actual es atribuible a variables sociales, institucionales, económicas y ambientales que traen como consecuencia la afectación directa al ambiente. Entre los principales aspectos detectados se tienen los siguientes:

**Déficit Hídrico.** Es evidente la principal problemática existe en la localidad es el desabastecimiento de agua potable que se presenta con mayor rigor en épocas de verano, que tiene su origen en factores como:

- Las deficiencias hidráulicas y físicas del sistema de acueducto actual en sus componentes de: captación, aducción, conducción, almacenamiento y tratamiento.
- La ausencia de una fuente abastecedora que asegure el suministro continuo en cualquier época del año ya que la quebrada Otengá, que cumple este requisito y que es el principal afluente de la localidad se encuentra topográficamente unos 200 metros por debajo del nivel del casco urbano los que imposibilita tenerla como



fuelle de abasto. Los cuerpos de aguas superficiales de los cuales se extrae el líquido de suministro disminuyen su caudal en los períodos menos lluviosos pues su área de drenaje es pequeña y capacidad de regulación de caudal es baja, sumada a esta situación, estas fuentes abastecen además acueductos rurales y sistemas de riego lo que genera un conflicto por el agua, entre las comunidades sobretodo las residentes cerca de los puntos de toma, específicamente en la captación el Arenal.

- La desfavorable posición geográfica y topográfica del centro urbano.

**Ausencia de una corriente receptora permanente.** La quebrada Otengá, potencial fuente receptora no es tenida en cuenta como alternativa de solución para vertido de las aguas servidas, pues la conducción hasta ese punto resulta técnica y económica inviable, si se considera que la distancia que separa los puntos del vertimiento y el cauce de la quebrada es de más de 500 metros y este trayecto presenta escarpes pronunciados, zonas inestables y susceptibles a erosión y a fenómenos de remoción en masa, lo cual requeriría exigentes diseños hidráulicos, implementación de cámaras de caída, pasos elevados, que demanda una gran esfuerzo en términos de inversión a la administración.

**Deficiente organización de los servicios públicos domiciliarios.** El municipio en la actualidad no cuenta con un ente encargado de la prestación de servicios públicos, únicamente se hace un cobro anual por la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado.

La administración municipal, en cumplimiento de la ley 142 de 1994, está iniciando el proceso de creación de la unidad de servicios públicos domiciliarios, para lo cual hizo una invitación pública a las empresas y/o personas interesadas en prestar el servicio en la localidad la cual fue declarada desierta. Por tanto y como consecuencia es competencia directa del municipio manejar este aspecto.

Con la creación de esta unidad se debe implementar un esquema tarifario acorde a la capacidad económica de los habitantes, a la calidad de los servicios y bienes ofrecidos.

La falta de planeación ha conllevado a que se ejecuten proyectos sin los debidos estudios que determinen que realmente es una necesidad y que se deben desarrollar antes que.

**Participación comunitaria.** La comunidad es consiente del la problemática existente en el municipio, pues son ellos, los directamente afectados, al no contar con un sistema de acueducto que les garantice continuidad y calidad y a que la disposición de las aguas residuales genera problemas sanitarios en la zona. Sin embargo, dentro de este contexto la comunidad ha sido un agente pasivo, donde no se le ha



dado participación activa ni tampoco ella ha demostrado un interés para la búsqueda de soluciones definitivas.

**Descargas de agua residual.** Los vertimientos al quedar a menos de 50 metros de la zona residencial urbana repercuten negativamente no solo en el medio ambiente si no también en la salud de la comunidad, trayendo consigo la proliferación de olores y vectores (mosquitos y ratas) y la contaminación del suelo ( El uso actual que se le da a estas aguas es la de regadío de potreros aumentando en mayor proporción la problemática extendiéndose a los consumidores de la carne y leche. Aunado a este inconveniente esta la presencia de dos porquerizas cerca de los vertimientos (ver diagnóstico alcantarillado), cuyos desechos se mezclan con las aguas residuales.

Es importante mencionar que en el área de descargas es un sendero donde transita diariamente un buen número de personas.

**14.3.1 Análisis Estratégico.** El anterior análisis permitió enfocar la raíz del problema, dejando claro que cualquier tipo de acción dirigida a mantener o mejorar el medio ambiente natural y por ende la calidad de vida es pues una responsabilidad compartida entre sociedad y gobierno, al ser ellos los directos responsables de la problemática que se registra en el municipio. Además la matriz de priorización brinda una ayuda adicional fundamental en la formulación del plan de saneamiento y manejo de vertimientos, al ser esta la que define el orden en la ejecución de los proyectos encaminados a resolver la problemática de la localidad urbana.

Por tal razón el análisis con la metodología ZOOPE, de la planeación estratégica brinda un aporte adicional para la formulación del Plan de saneamiento y manejo de vertimientos, pues con ella se puede hacer una delimitación del problema a partir del cual se plantearán los objetivos con sus respectivas actividades, que permitirán la consecución de las metas.



## ÁRBOL DEL PROBLEMA

E  
F  
E  
C  
T  
O  
S

Aumento de la morbilidad por el uso de fuentes alternas sin ningún tratamiento.

Desabastecimiento de la comunidad urbana

Baja eficiencia hidráulica que afecta el correcto funcionamiento del sistema de acueducto.

Existencia de descargas puntuales de viviendas a cielo abierto.

Ejecución de proyectos no prioritarios

Deterioro de la infraestructura del sistema de alcantarillado y acueducto

Proliferación de olores que se acentúa en épocas de intenso verano.

Proliferación de vectores (roedores e insectos)

Pago de tasas retributivas

Contaminación de cultivos y pastizales regados con ARD.

Infiltración en el suelo de cargas contaminantes

Prolongación de la problemática

**PROBLEMA CENTRAL**  
Inexistencia de una herramienta de planificación e inversión en el sector de agua potable y saneamiento básico.

C  
A  
U  
S  
A  
S

Inexistencia de infraestructura adecuada para aprovechar el recurso hídrico para abastecimiento

Ausencia de un tratamiento eficiente (calidad de agua suministrada)

Uso inadecuado del recurso e intervención de las cuencas.

Intervención a la línea de conducción y aducción (acometidas fraudulentas)

Cumplimiento de la vida útil de la infraestructura de acueducto y alcantarillado

Inexistencia de un programa de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo periódico que garantice un buen funcionamiento de los sistemas

Baja cobertura del servicio de alcantarillado sanitario.

Deficiente planeación a nivel institucional en proyectos de infraestructura de acueducto y alcantarillado

Incumplimiento de la normatividad que regula el sector de agua potable y saneamiento básico.

Ausencia de estudios y diseños que aseguren un funcionamiento hidráulico y físico adecuado durante la vida útil.

Existencia de cuatro puntos de vertimiento

Vertimiento de ARD a cielo abierto y cerca de la zona residencial urbana.

Ausencia de un sistema de manejo y tratamiento de aguas residuales domésticas.

Bajo compromiso de comunidad para la intervención activa en la toma de decisiones en el sector de AP y saneamiento básico.

Poco o nulo conocimiento a nivel de cultura del agua y normatividad ambiental





## ÁRBOL DE OBJETIVOS

M  
E  
T  
A  
S

Crear conciencia ambiental.

Disminuir los volúmenes de agua residual.

Poner en óptimo funcionamiento el 90% de la red de alcantarillado.

Reducir las cargas contaminantes.

Disminuir los caudales de aguas para tratar únicamente los de agua residual.

Disminución de vectores (insectos, roedores).

Disminución de olores generados por descomposición de las ARD.

Descargar agua apta para los usos agrícolas.

Mejorar el medio ambiente afectado.

**Objetivo General**  
Generar el PSMV, documento base para la planificación de las medidas y proyectos para dar solución a la problemática identificada.

O  
B  
J.  
E  
S  
P  
E  
C  
I  
F

Optimizar el sistema de acueducto.

Mejorar la calidad del agua de suministro.

Definir las zonas de ronda de las fuentes abastecedoras y darles un manejo sustentable.

*Optimización sistema de alcantarillado*

Elaborar e implementar un programa de mantenimiento periódico que garantice un buen funcionamiento de los componentes del sistema de alcantarillado

Creación de la Unidad de servicios públicos e implementación de un sistema tarifario

Generar los estudios definitivos del sistema de tratamiento de aguas residuales del Municipio

Implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales.

Implementación de un programa de uso y ahorro eficiente del agua como lo ordena la ley 373/97.

Educación ambiental y fortalecimiento de la participación comunitaria

Unificar vertimientos



**PLAN DE ACCIÓN, FUENTES DE FINANCIACIÓN Y  
DESCRIPCIÓN DE PROYECTOS.**



PLAN DE ACCIÓN Y FUENTES DE FINANCIACIÓN		Fecha: Diciembre de 2005		OBJETIVO ESPECÍFICO: Optimizar el sistema de acueducto (Construcción bocanoma, desarenador, red de conducción y tanques de almacenamiento acueducto centro y parte de la vereda Buntá Betétiva - Boyacá)																		
ACTIVIDAD	INDICADOR	RESPONSABLE	INVERSIÓN (Miles \$)	Fuente de Financiación	Meta	CRONOGRAMA																
						CORTO PLAZO			MEDIANO PLAZO				LARGO PLAZO									
						2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016						
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												
Construcción Bocanoma	-	Alcaldía Municipal	\$ 5.727,22	TRANSFERENCIAS LEY 715/01 CORPOBOYACA GOBERNACION DE BOYACA FINDETER	Contar con Bocanoma de fondo	\$ 5.727,22																
Construcción Desarenador	-	Alcaldía Municipal	\$ 4.162,23	TRANSFERENCIAS LEY 715/01 CORPOBOYACA GOBERNACION DE BOYACA FINDETER	Contar con Sistema desarenador	\$ 4.162,23																
Construcción Red de conducción	Longitud de tramo construido (%) Looms = (Looms/Lt)*100 Lt: Longitud total red (m) Looms: Longitud de tramo construido (m)	Alcaldía Municipal	\$ 138.017,00	TRANSFERENCIAS LEY 715/01 CORPOBOYACA GOBERNACION DE BOYACA FINDETER	Construir el 100% de la red de conducción.		\$ 138.017,00															
Construcción Tanque de almacenamiento 40 m3	-	Alcaldía Municipal	\$ 20.691,06	TRANSFERENCIAS LEY 715/01 CORPOBOYACA GOBERNACION DE BOYACA FINDETER	Contar con el TA de 40 m3		\$ 20.691,06															
Construcción Tanque de almacenamiento 80 m3	-	Alcaldía Municipal	\$ 42.269,25	TRANSFERENCIAS LEY 715/01 CORPOBOYACA GOBERNACION DE BOYACA FINDETER	Contar con el TA de 80 m3		\$ 16.907,70	\$ 10.144,62														
Suministro e instalación de macromedidores	Cumplimiento plazo adquisición de macromedidores Cpae=Cm*1,00/Em Cpae = Cumplimiento en la adquisición de macromedidores (%) Cm = Ng. Total de macromedidores programados por adquirir	Alcaldía Municipal	\$ 8.000,00	TRANSFERENCIAS LEY 715/01 CORPOBOYACA GOBERNACION DE BOYACA FINDETER	Tener instalado el 100% de los macromedidores programados			\$ 8.000,00														
<b>TOTAL PROYECTO</b>			<b>\$ 218.896,77</b>			<b>\$ 9.889,45</b>	<b>\$ 175.615,76</b>	<b>\$ 18.144,62</b>														



PROGRAMA: OPTIMIZACIÓN SISTEMA DE ACUEDUCTO	
PROYECTO	DESCRIPCIÓN
OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ACUEDUCTO (CONSTRUCCIÓN BOCATOMA, DESARENADOR, RED DE CONDUCCIÓN Y TANQUES DE ALMACENAMIENTO ACUEDUCTO CENTRO Y PARTE DE LA VEREDA BUNTÍA BETÉITIVA - BOYACÁ)	<p>Ante el desabastecimiento que sufre la población urbana en épocas de verano, la administración actual elaboró un estudio que al ser ejecutado busca optimizar el sistema de acueducto y brindar un servicio más eficiente. Para lo cual se propone la construcción de la bocatoma, desarenador, red de conducción en PVC Ø 1 ½, 2 y 3" RDE 21 (Longitud: 5438 ml) y dos tanques de almacenamiento de 40 y 80 m<sup>3</sup>.</p> <p>El diseñador (Ing. Humberto Umaña Rojas), propone "Los caudales de Quebrada vieja y sector Hato Viejo se desviarán de su curso original para conducirlos a un tanque de almacenamiento en cercanías de la Escuela Divaquía que con el caudal otorgado de la quebrada del mismo nombre formarán uno solo que será llevado en una red exclusiva hasta el sector centro donde se encuentra el tanque de almacenamiento y distribución final.</p>
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MACROMEDIDORES	<p>Una vez instalado el nuevo sistema de acueducto y como una medida para determinar las pérdidas reales del sistema y poder implementar un programa de reducción de pérdidas (si es el caso), se requiere instalar macromedidores en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrada y salida de la línea de conducción para controlar las fugas y las posibles conexiones fraudulentas. (2)</li> <li>- Inicio de la red de distribución. (1)</li> </ul>

MARCO NORMATIVO DEL PROYECTO (LOCAL)		
ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL	SECTOR	Saneamiento Básico
	PROGRAMA	Establecimiento de una fuente hídrica apropiada para adoptar el acueducto del casco urbano
	PROYECTO	Construcción del acueducto casco urbano
PLAN DE DESARROLLO DE BETÉITIVA 2004-2007	SECTOR	Saneamiento básico
	PROGRAMAS	Construcción y reposición y mantenimiento del acueducto Optimizar los acueductos existentes acorde con la demanda actual y futura municipal



PLAN DE ACCIÓN Y FUENTES DE FINANCIACIÓN		Fecha: Diciembre de 2005	OBJETIVO ESPECÍFICO Mejoramiento calidad del agua de suministro																	
ACTIVIDAD	INDICADOR	RESPONSABLE	INVERSIÓN (Miles \$)	Fuente de Financiación	Meta	CRONOGRAMA														
						CORTO PLAZO			MEDIANO PLAZO			LARGO PLAZO								
						2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016				
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Adquisición Kit del cloro y pHmetro	-	Alcaldía Municipal	\$ 1 500,00	Recursos propios	Contar con un Kit para monitorear la concentración de Cloro en la red de abastecimiento	\$ 1 500,00														
Muestreo y determinación de características físicas químicas, organolépticas y microbiológicas del agua suministrada	Muestra realizadas año (%) Mr = (Ma/Mp)*100 Ma = Muestras analizadas Mp = Muestras proyectadas año (24 según Dto 475/98)	Alcaldía Municipal	\$ 44 156,26	Recursos propios	Realizar el 100% de los muestreos proyectados para cumplir con los requerimiento normativos del decreto 475/98	\$ 3 100,00	\$ 3 256,55	\$ 3 421,01	\$ 3 593,77	\$ 3 775,25	\$ 3 965,90	\$ 4 166,18	\$ 4 376,57	\$ 4 597,59	\$ 4 829,77	\$ 5 073,67				
Optimización (eficiencia y capacidad) del sistema de tratamiento AP y aplicación de correctivos			\$ 5 500,00	Recursos propios		\$ 5 500,00														
Monitoreo calidad del agua de la Fuente la Pila	Muestra realizadas año (%) Mr = (Ma/Mp)*100 Ma = Muestras analizadas Mp = Muestras proyectadas año 2006-14)	Alcaldía Municipal	\$ 300,00	Recursos propios	Llevar a cabo el 100% de los muestreos	\$ 300,00														
Implementación tratamiento Puente La Pila	-	Alcaldía Municipal	\$ 25 000,00	Recursos propios	Garantizar que el agua suministrada por la fuente la Pila sea apta para consumo humano	\$ 17 500,00	\$ 7 500,00													
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 76.456,26</b>			<b>\$ 27.909,00</b>	<b>\$ 10 756,53</b>	<b>\$ 3 421,01</b>	<b>\$ 3 593,77</b>	<b>\$ 3 775,25</b>	<b>\$ 3 965,90</b>	<b>\$ 4 166,18</b>	<b>\$ 4 376,57</b>	<b>\$ 4 597,59</b>	<b>\$ 4 829,77</b>	<b>\$ 5 073,67</b>				



PROGRAMA: MEJORAMIENTO CALIDAD DEL AGUA DE SUMINISTRO	
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Adquisición Kit del cloro	La consecución del Kit del cloro y pHímetro es una actividad que permitirá monitorear la calidad del agua en términos de cloro residual y pH presentes en distintos puntos de la red de distribución de agua potable, con el objetivo de controlar la concentración de cloro aplicado en caso de necesitarse de tal forma que el cloro remanente esté dentro del rango normativo garantizando la calidad bacteriológica del agua.
Muestreo y determinación de características físicas químicas, organolépticas y microbiológicas del agua suministrada	El decreto 475/98 en su artículo 19 establece que el período mínimo de muestreo y análisis de características físicas, químicas y organolépticas que debe realizar la persona prestadora del servicio de acueducto es quincenal, en cuanto a las características microbiológicas la periodicidad es mensual. Lo ideal en la medida de las posibilidades es cumplir a cabalidad con la norma para garantizar que el agua suministrada a los usuarios del sistema de abasto sea apta para consumo humano y el caso que se presente anomalías adoptar las medidas necesarias a corto plazo para no afectar la salud de los habitantes del municipio. Por tanto se contemplan 24 análisis anuales, la inversión presentada en el cuadro anterior es anual.
Optimización (eficiencia y capacidad) del sistema de tratamiento AP y aplicación de correctivos	Se debe contactar al proveedor de la planta compacta que funciona en el municipio hace aproximadamente un año, para revisar el diseño y las condiciones de operación y determinar las causas reales del porque el tratamiento no tiene una eficiencia adecuada. Es responsabilidad del proveedor garantizar un buen funcionamiento del sistema.
Monitoreo calidad del agua de la Fuente la Pila	La pila se ha convertido en patrimonio de la comunidad urbana, quienes desde siempre la han aprovechado para satisfacer sus necesidades alimentarias (preparación de alimentos). Por estas razones es muy difícil suspender esta fuente de suministro pues generaría un conflicto social en el municipio. Por lo anterior es indispensable determinar las características físicas, químicas, organolépticas y microbiológicas de este líquido para realizar los estudios pertinentes que aseguren un tratamiento adecuado de la fuente, de tal forma que sea apta para consumo humano, donde entre otros aspectos deben aparecer los costos y alcances del proyecto. Es importante que se incluya un PLAN DE MANEJO de la fuente que racionalice el líquido y que el abastecimiento no afecte el recurso.
Implementación tratamiento Fuente La Pila	Una vez finalizados los estudios descritos en la actividad anterior se procederá a implementar el sistema de tratamiento para la fuente citada.

MARCO NORMATIVO DEL PROGRAMA (LOCAL)		
ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL	SECTOR	Saneamiento Básico
	PROGRAMA	Plan Maestro de acueducto y alcantarillado
	PROYECTO	Establecimiento de agua tratada apta para consumo humano sector rural
PLAN DE DESARROLLO DE BETÉITIVA 2004-2007	SECTOR	Acueducto
	PROGRAMAS	Potabilización del Agua



PLAN DE ACCIÓN Y FUENTES DE FINANCIACIÓN		Fecha: Diciembre de 2005	OBJETIVO ESPECÍFICO: Optimización Sistema alcantarillado (Plan Maestro Alcantarillado -Municipio de Betétiva - 2005)																		
ACTIVIDAD	INDICADOR	RESPONSABLE	INVERSION (Miles \$)	Fuente de Financiación	Meta	CRONOGRAMA															
						CORTO PLAZO			MEDIANO PLAZO			LARGO PLAZO									
						2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10											
Validación Información Plan Maestro de Alcantarillado	-	Ingeniero Formador y oficina de planeación	\$ 25 000,00	TRANSFERENCIAS LEY 715/01 CORPOBOYACA GOBERNACION DE BOYACA FINDETER		\$ 25 000,00															
<b>TOTAL</b>			\$ 25 000,00			\$ 25 000,00															



PROGRAMA: VALIDACION INFORMACION PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO	
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Validación Información Plan Maestro de Alcantarillado	Es necesario reevaluar el Plan y realizar la formulación generando el plan de inversiones, los programas, proyectos cronogramas; y justificar técnicamente el porque el cambio de los colectores que se definieron. Incluir los diagnósticos físico completo (una vez se hayan acondicionado los accesos a los pozos de inspección) e hidráulicos de la red que son herramienta fundamental en la toma de decisiones. Este plan debe estar acorde con el PSMV. Es importante aclarar que se deben ejecutar las recomendaciones contenidas en el capítulo de manual de operación y mantenimiento de la red de alcantarillado. Este documento debe generar el programa definitivo de M&O de la red, conforme a lo estipulado en el capítulo mencionado.
Implementación PMA	Una revisado y complementado el documento actual de plan maestro de alcantarillado se debe iniciar su implementación que se proyecta llevarse a cabo entre el período comprendido entre el año 2007-2008.
Unificación Vertimientos	Acorde con lo propuesto en el Plan Maestro de Alcantarillado (Ver Plano)
Alivio Aguas Lluvias	Se debe diseñar el sistema de alivio que le dará manejo a las aguas lluvias y también como se van a disponer.

MARCO NORMATIVO DEL PROGRAMA (LOCAL)		
ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL	PROGRAMA	Plan Maestro de acueducto y alcantarillado
	PROYECTO	Ampliación red de alcantarillado casco urbano
PLAN DE DESARROLLO DE BETÉITIVA 2004-2007	PROGRAMA	Saneamiento básico
	OBJETIVOS	Formular un plan maestro de alcantarillado que contenga la posible construcción de una red alterna para las aguas lluvias y aguar tratadas, al igual que la construcción, ampliación y mantenimiento de los tramos que lo ameriten.





PROGRAMA: CREACIÓN UNIDAD DE SERVICIOS PÚBLICOS	
DESCRIPCIÓN	
<p>El municipio debe asumir de forma directa la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo para lo cual se constituir una empresa autónoma encargada del manejo de la operación y mantenimiento de los sistemas de abasto, recolección, evacuación y disposición final de ARD.</p> <p>A la par se debe crear un esquema tarifario y aplicarlo, buscando la autosostenibilidad de la unidad, conforme a lo planteado en la Ley 142 de 1994 y Resolución de la CRA 287 de mayo de 2004.</p> <p>Es importante involucrar a la comunidad (socialización del proyecto)</p> <p>Este proceso debe iniciarse en el primer semestre del año 2006.</p>	

MARCO NORMATIVO DEL PROGRAMA (LOCAL)		
ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL	PROGRAMA	Plan Maestro de acueducto y alcantarillado
	PROYECTO	implementación de una tarifa básica para el servicio de acueducto, alcantarillado y recolección de basuras



PLAN DE ACCIÓN Y FUENTES DE FINANCIACIÓN		Fecha: Diciembre de 2005		OBJETIVO ESPECÍFICO: Implementación de un programa de uso y ahorro eficiente del agua como lo ordena la ley 373/97.													
ACTIVIDAD	INDICADOR	RESPONSABLE	INVERSIÓN (Miles \$)	Fuente de Financiación	Meta	CRONOGRAMA											
						CORTO PLAZO			MEDIANO PLAZO			LARGO PLAZO					
						2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
						0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Diseño de una metodología dirigida a la educación ambiental a la comunidad	Elaboración documento	Alcaldía Municipal	\$ 1 000,00	Recursos Municipio	Definición de actividades y cronograma	\$ 1 000,00											
TOTAL			\$ 1 000,00			\$ 1 000,00											



**PROGRAMA: IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE USO Y AHORRO EFICIENTE DEL AGUA COMO LO ORDENA LA LEY 373/97.**

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
<p>DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA DIRIGIDA HACIA UNA EDUCACIÓN AMBIENTAL A LA COMUNIDAD Y FORTALECIMIENTO DE LA PARTICIPACION COMUNITARIA.</p>	<p>En la elaboración del documento es importante que las actividades estén dirigidas tanto al tema de agua potable como el de residuos líquidos y la problemática que enfrenta en la actualidad el municipio (en los dos temas), se recomienda no trabajarlos de manera aislada o separada pues el problema engloba estos dos puntos.</p> <p>Se debe elaborar un documento donde se plasmen actividades y cronogramas para la socialización del plan y educación ambiental, que puede ser enfocado siguiendo las siguientes recomendaciones:</p> <p>El plan debe incorporar a la comunidad como principal recurso, con el propósito de generar un cultura para el uso racionalizado y eficiente del agua, prácticas adecuadas para la disposición de los residuos líquidos en el sistema de alcantarillado, socialización del proyecto de la PTAR, entre otros . Por tal razón en el desarrollo de esta actividad se debe dar una importancia primordial al trabajo que se adelante con la gente. Para llevar a cabo esta labor se requieren de prácticas de extensión y educación dirigidas a la población. El acercamiento a la comunidad se debe hacer mediante el adelanto de campañas de Concientización sobre el uso que se le da al recurso (abastecimiento y disposición final de las aguas residuales domésticas), que cree sentido de pertenencia y en consecuencia todos los ciudadanos se sientan responsables de la protección al recurso y de su participación como agentes dinámicos en la reducción de la problemática (altos consumos, disminución volumen de agua residual).</p> <p>Es necesario transmitirle a la gente los cambios y las obras que se desean efectuar a partir de la concientización y promoción de una cultura ciudadana enfatizada en la problemática que se vive y los beneficios que se obtendrán a futuro, entre los que se tienen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Una mejora sustancial en la prestación de los servicios públicos.</li> <li>- Disminución de los niveles de contaminación por efecto de los vertimientos.</li> <li>- Mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio.</li> </ul> <p>Esto con el propósito que la comunidad se comprometa de manera activa en el proyecto y genere una actitud positiva hacia el mismo de modo que no se vean tentados a continuar con las costumbres que aumentan el problema.</p> <p>Para la consecución de estos objetivos se deben implementar mecanismos permanentes de comunicación que promuevan la formación de una cultura ciudadana, dicho propósito se puede alcanzar a través de la realización de: Reuniones informativas, charlas, conferencias de orientación, distribución de folletos, etc, utilizando para ello como conducto efectivo los líderes, dirigentes locales, profesionales, comunidad educativa. Es necesario involucrar también al colegio ecológico.</p> <p>Como apoyo a estas campañas y en desarrollo del numeral 32 del artículo 5 de la ley 99 de 1993 el Ministerio del Medio Ambiente y/o CORPOBOYACÁ celebrará convenios necesarios con las entidades administradoras del recurso hídrico, para lograr efectiva concientización.</p> <p>LAS CHARLAS, TALLERES, CONFERENCIAS, ETC, DEBE INICIAR A MEDIADOS DEL AÑO 2006.(Enero –Febrero).</p> <p>Una vez se cuente con la metodología a seguir el proyecto debe anexarse al PSMV para complementarlo.</p>



PLAN DE ACCIÓN Y FUENTES DE FINANCIACIÓN			Fecha: 01 febrero de 2005	OBJETIVO ESPECÍFICO: Diseño y construcción sistema de tratamiento de aguas residuales															
ACTIVIDAD	INDICADOR	RESPONSABLE	INVERSIÓN TOTAL (miles \$)	RECURSOS	Fuente de Financiación	Meta	PROGRAMA DE INVERSIÓN (miles de \$)												
							CORTO PLAZO			MEDIANO PLAZO				LARGO PLAZO					
							2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
Diseño definitivo sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas	Diseño Hidráulico	Número de actividades Na = Nace*100 / Nap Nace: No. De actividades ejecutadas Nap: Numero de actividades programadas	\$ 27 550,58	RECURSOS PROPIOS	TRANSFERENCIAS LEY 21501 CORPORACIÓN GOBERNACION DE BOYACA FINDER	100% de actividades ejecutadas													
	Diseño Estructural																		
	Topografía de detalle																		
	Estudio de suelos (mín 3 sondeos)																		
	Plan de Manejo ambiental																		
	Diseños arquitectónicos, eléctricos, hidrosanitarios y de obras complementarias																		
Estudio económico y financiero																			
Construcción sistema de tratamiento de aguas residuales urbanas	Número de actividades Na = Nace*100 / Nap Nace: No. De actividades ejecutadas Nap: Numero de actividades programadas	PPSALAC	\$ 82 349,85	RECURSOS PROPIOS	TRANSFERENCIAS LEY 21501 CORPORACIÓN GOBERNACION DE BOYACA FINDER	100% de actividades ejecutadas						\$ 82 349,85							
Operación y Mantenimiento PTAR	Número de actividades Na = Nace*100 / Nap Nace: No. De actividades ejecutadas Nap: Numero de actividades programadas	PPSALAC	\$ 87 638,56	RECURSOS PROPIOS	TRANSFERENCIAS LEY 21501 CORPORACIÓN GOBERNACION DE BOYACA FINDER	100% de actividades ejecutadas							\$ 15 947,61	\$ 16 647,92	\$ 17 488,64	\$ 18 371,81	\$ 19 299,59		
<b>TOTAL ANUAL PROYECTO</b>			<b>\$ 197 888,10</b>				<b>\$ 27 850,88</b>					<b>\$ 82 349,85</b>	<b>\$ 18 847,61</b>	<b>\$ 19 647,92</b>	<b>\$ 17 488,64</b>	<b>\$ 18 371,81</b>	<b>\$ 19 299,59</b>		



PROYECTO: ESTUDIOS DEFINITIVOS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE BETEITIVA	
ACTIVIDAD	ALCANCE
IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS Y MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO	<p>El alcance de este análisis, sobre cada uno de los componentes ambientales será el siguiente:</p> <p>El análisis ambiental se deberá realizar con el fin de evitar, minimizar o controlar los impactos que se deriven de la instalación de la PTAR. Se deberán jerarquizar los impactos identificar su magnitud y alcance para el proyecto, y seleccionar indicadores para su seguimiento.</p> <p>Se identificarán y evaluarán los impactos ambientales para el proyecto, tomado en consideración la operación y mantenimiento. Se analizarán las interacciones entre los diversos componentes ambientales, el propósito del proyecto mismo y las acciones del mismo: para los análisis se incluirán por lo menos los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los recursos hídricos:</li> <li>- Los Suelos:</li> <li>- Posible reuso de las aguas tratadas.</li> <li>- La geología y la geomorfología</li> <li>- Los ecosistemas :</li> <li>- La contaminación ambiental:</li> <li>- Los aspectos socioeconómicos:</li> </ul> <p><b>MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL.</b> Las medidas de manejo ambiental deben estar orientadas e implementar las acciones que permitan evitar, mitigar, corregir, restaurar y compensar los daños ocasionados por el proyecto (operación y mantenimiento). Incluir programas para controlar impactos sobre: el suelo, la atmósfera, el agua, el manejo de los lodos y los residuos sólidos, la vegetación, el paisaje, las comunidades y la economía regional y local.</p> <p><b>MONITOREO Y SEGUIMIENTO.</b> Se debe definir un programa de seguimiento y monitoreo ambiental, mediante el establecimiento de indicadores cualitativos y cuantitativos, a fin de determinar el comportamiento, eficiencia y eficacia de las medidas, tratamiento y controles implementados (manual).</p> <p><b>PLAN DE EJECUCIÓN</b></p>
ESTUDIOS TOPOGRAFICOS	Se indicará los aspectos más sobresalientes, tales como clase de instrumentos, grado de precisión, sistema empleado, chequeos, errores lineales, angulares y de nivelación. Igualmente las diferencias



	<p>planimétricas y altimétricas y los amarres con B.M. o puntos conocidos. En los sitios de tratamiento, se dejarán como mínimo dos (2) mojones de concreto debidamente diferenciados y referenciados que permita la localización posterior de las estructuras.</p>
<p>ESTUDIOS DE SUELOS 3 SONDEOS SUPERFICIALES,</p>	<p>Con el objetivo de establecer las características físicas, mecánicas y de permeabilidad del sitio del proyecto, se requiere realizar un estudio de suelos para determinar con este la capacidad portante que permita diseñar los cimientos de cada uno de los componentes de la PTAR.</p>
<p>JORNADAS DE AFORO Y CARACTERIZACIÓN DE DESCARGAS (2)</p>	<p>Con el propósito de validar y complementar la información existente se requiere la realización de dos jornadas de aforo (cada una de 24 horas), lo recomendable es que en el momento que se vayan a ejecutar exista un único vertimiento. El valor de la inversión corresponde a datos suministrados por LABORATORIO ANALIZAR.</p> <p>La determinación de los parámetros de DBO, DQO, SST, temperatura, pH, Sólidos Totales, Ssed, SS, SD, Ntotal y Ptotal, son de suma importancia a la hora de generar el proyecto definitivo de la PTAR, pues entre mayor información exista mayor confiabilidad tenderá los diseños finales.</p>
<p>GENERACIÓN DOCUMENTO DEFINITIVO</p>	<p>El diseño de la PTAR se hará teniendo en cuenta la selección efectuada del sistema más apropiado con base en los estudios existentes. Para la alternativa seleccionada se determinará las fases de desarrollo de ésta o la única, si es el caso, en las que los componentes del sistema de alcantarillado deba construirse, de tal forma que se minimicen los costos económicos del proyecto, atendiendo simultáneamente consideraciones de tipo técnico, económico, financiero, social, institucional y ambiental dirigidas a garantizar la construcción de dos unidades en los procesos que se amerite.</p> <p>Deberá tenerse en cuenta para el sistema de Alcantarillado (colector final), que la economía que se persigue en materiales y mano de obra, no debe reducir ni la eficiencia, ni la seguridad del sistema; es decir que prioritariamente se debe minimizar problemas de infiltraciones y posibles fugas.</p> <p>También se deben señalar los requerimientos mínimos para un adecuado funcionamiento de los sistemas, incluyendo las necesidades de insumos químicos, de elementos de laboratorio y de recursos humanos y materiales para su adecuada administración.</p> <p>Para el nivel de operaciones y procesos unitarios que han de constituir la planta de tratamiento, dependerá fundamentalmente de la calidad del agua cruda, así como de la calidad que se desea para el agua tratada (usos de la fuente receptora y criterios de calidad admisibles según la destinación del recurso - Riego), también las siguientes consideraciones, además del costo:</p>



La solución adoptada, ha de ser de simple construcción, fácil manejo y operación económica, pero con un buen grado de flexibilidad y confiabilidad. (Complejidad de la tecnología, lo más natural posible)

Se deberá evaluar su conveniencia en relación con el tipo y las características de la localidad, el nivel de desarrollo y la capacidad técnico - administrativa del ente responsable de la operación y mantenimiento (Implicaciones desde el punto de vista operativo y mantenimiento del sistema).

En la medida de lo posible, preferir siempre las soluciones hidráulicas, tratando de reducir el uso de energía eléctrica, combustibles, mecanismos complejos o sofisticados y bombeo, a lo estrictamente necesario.

Deberá darse prioridad a los medios y dispositivos hidráulicos, especialmente en aquellos procesos que son críticos o determinantes de la calidad final del agua.

Validación (estimación) de la calidad del agua a tratar bajo criterios de optimización del sistema de alcantarillado.

Dar prioridad al manejo integral de subproductos resultantes de tratamiento; aprovechamiento o utilización del efluente, sobre las descargas a cuerpos de agua.

Calidad y usos de la fuente o medio receptor del vertimiento tratado.

Calidad requerida del efluente líquido según su destino final y calidad del cuerpo o medio receptor.

Manejo de residuos sólidos y gaseosos.

Análisis de los costos de diseño, construcción, operación y mantenimiento de la tecnología a utilizar.

Personal requerido en la operación de la planta.

Áreas disponibles y sus características físicas, así como los aislamientos a las viviendas u otras infraestructuras existentes.

Otros complementarios que sean convenientes.

Memorias técnicas del diseño hidráulico y estructural del sistema con sus planos correspondientes.

Manejo definitivo integral de subproductos y residuos (líquidos, sólidos, gaseosos) resultantes del tratamiento; aprovechamiento o utilización del efluente.

Manuales desde el punto de vista operativo y mantenimiento del sistema (Personal requerido)

Localización dentro del predio seleccionado de las estructuras, instalaciones y demás áreas o zonas a manejar. (plano)

Localización de la PTAR y del predio dentro del área de influencia del proyecto, referenciando la fuente y/o medio receptor, punto de vertimiento y demás características ambientales relacionadas con el proyecto.(plano)

**ESTUDIO TARIFARIO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN.** Se requiere determinar el esquema tarifario vigente y requerido por estratos, para garantizar la recuperación de los costos del proyecto y el cubrimiento de los costos de operación y mantenimiento del servicio de acuerdo a las condiciones socioeconómicas municipales.



	<p>El régimen tarifario propuesto deberá estar acorde con la legislación vigente y tendrá en cuenta además de los criterios de costos, los de solidaridad y redistribución de ingresos</p>
--	--

<p><b>PROGRAMA: IMPLEMENTACIÓN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS Y REDUCCIÓN DE CARGA CONTAMINANTE</b></p>
<p><b>DESCRIPCIÓN</b></p>
<p>Una vez se tengan los diseños definitivos, se procederá a complementar el PSMV, para lo cual se deben definir las actividades a seguir para la consecución de los objetivos, determinación de cronograma, inversión y fuentes de financiación y las respectivas metas individuales de reducción de carga contaminante, lo recomendable es que la PTAR se construya en el largo plazo (año 6) con cual se estaría logrando reducir paulatinamente la contaminación de los recursos agua y suelo de municipio de Betétiva, fin último del plan, generando la posibilidad de crear un mejor espacio para las generaciones futuras.</p>





14.4 DETERMINACIÓN DE OBJETIVOS DE REDUCCIÓN DE VERTIMIENTOS Y DE CALIDAD DEL RECURSO

	CORTO PLAZO (2006-2008)	MEDIANO PLAZO (2009-2011)	LARGO PLAZO (2012-2016)
REDUCCIÓN VERTIMIENTOS	En este período no se proyecta disminuir los vertimientos, pues la prioridad es garantizar una prestación eficiente de acueducto para lo cual se requiere de un gran esfuerzo de inversión. Seguirán los cuatro vertimientos y los de las viviendas que no están conectadas al sistema de alcantarillado. En el año 2 (2007) según el plan de inversiones se iniciará con los proyectos que contenga el Plan Maestro de Alcantarillado.	Para el año 2008 la cobertura del sistema de alcantarillado debe alcanzar el 100%, para este período las descargas deben convergen en un solo punto de vertimiento (Según diseños Plan Maestro de Alcantarillado)	El sistema de alcantarillado descargará a la futura PTAR
METAS DE CALIDAD	Las cargas proyectadas que se verterán al año 2008 serán: WDBO: 29.8 Kg/día WDQO: 60.6 Kg/día WSST: 24.7 Kg/día	Cargas proyectadas años 2011: WDBO: 32.1 Kg/día WDQO: 65.1 Kg/día WSST: 26.5 Kg/día	En el largo plazo se proyecta que la PTAR esté en funcionamiento, por tanto las cargas serían de: WDBO: 14.0 Kg/día WDQO: 56.5 Kg/día  La eficiencia del sistema proyectada es 80%.
USO DE LAS AGUAS TRATADAS			El efluente tratado será utilizado para riego de pastos.



# ANEXO A.



Este documento presenta:

- Manual que el proveedor de la planta de tratamiento suministró al municipio de Betétiva
- Concesión de Aguas (Fuente El Arenal y Hato Viejo,
- Auto por medio del cual se registra un vertimiento y se ordena la presentación de PSMV



1

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA  
MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
MUNICIPIO DE BETEITIVA**

**MANUAL DE  
OPERACIÓN  
Y  
MANTENIMIENTO**

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA**

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA  
MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
MUNICIPIO DE BETEITIVA**

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA**

**MANUAL DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN**

**I. OPERACIÓN**

**1. BOCA TOMA**

La Bocatoma es una construcción especial que permite la recolección del agua proveniente de un río o quebrada y facilita el encausamiento a través de una tubería.

En la boca toma se hace control de la válvula de salida, este control depende del consumo y de la cantidad de reboce que se necesite en el desarenador, también se puede regular el caudal con una tabla colocada por dentro del tanque. La compuerta o reja de acceso siempre debe permanecer con candado. Solo en la boca toma se controla el reboce.

Su mantenimiento consiste en desalojar la arena, piedras, palos y mugre en general que se depositan en el tanque recolector o en la reja de acceso.

Tener especial cuidado al hacer esta operación, las personas que van a realizar la labor de mantenimiento deben afianzarse firmemente para no resbalar, siempre llevar impermeable y botas de caucho, las piedras se llenan de lama y son bastante resbalosas, es conveniente que dos personas realicen esta labor.

**DESARENADOR**

El desarenador es un tanque de concreto debidamente diseñado que permite retirar las arenas, tierra, piedras, palos que se han pasado de la boca toma por entre la tubería hasta el desarenador; el agua aquí tiene un importante tiempo de reposo que facilita la aclaración del agua para un posterior tratamiento.

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA**

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA  
MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
MUNICIPIO DE BETEITIVA**

En el caso de Beteitiva el tanque inicial hará las veces de desarenador. El agua llega al desarenador por medio de tubería PVC de presión y es regulada mediante una válvula de cortina, a la entrada de la respectiva cámara, esta válvulas se debe manejar con cuidado, nunca se deben cerrar más del 30 %, solo se cierran algunas vueltas para disminuir la llegada de agua, esto es para evitar un rompimiento en la tubería dentro del tramo aguas arriba, esta válvula siempre debe permanecer abierta. Si se desea realizar un corte de agua para mantenimiento en el desarenador o restringir mas su paso para control de agua en la planta de tratamiento, siempre se cierra o se regula en la bocATOMA.

La tubería a de salida del desarenador o tanque sedimentador, debe estar instalada en forma adecuada, es conveniente que el tubo interno que recoge el agua para llevarla hacia abajo, este lo mas arriba posible para impedir que material que se ha depositado en el fondo, se vaya al tubo de salida. Un arreglo similar se debe efectuar en el tubo de entrada, se debe lograr que el agua turbulenta al entrar no revuelque el sedimento formado en el fondo del tanque, para ello bajar con niples y codos la entrada unos treinta centímetros del nivel promedio y a la salida instalarle un codo para dárle orientación horizontal, estos arreglos son fundamentales par obtener un mejor servicio del tanque desarenador

El mantenimiento y lavado de desarenador se debe hacer cada treinta días , y se procede suspendiendo el agua de servicio, cerrando totalmente la válvula de salida, se cierra también solo una cuantas vueltas la válvula de entrada y se abre totalmente la válvula de drenaje, con una escoba y en la medida que el tanque se va desocupando se van restregando sus paredes y por ultimo el piso, se deben retirar todos los elementos asentados en el piso.

Implementos:

- Escoba
- Detergente
- Cloro (100 gramos)
- Guantes
- botas de caucho

## **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO MUNICIPIO DE BETEITIVA**

### MANEJO DEL CLORINADOR DE LINEA O DOSIFICADOR DE CLORO

Equipo mostrado en el gráfico general:

Elementos con los que cuenta:

- Un vaso en polipropileno
- Dos válvulas verticales de 1,5" en PVC
- Una válvula horizontal de 3"
- Dos universales de 1,5"
- Un punto de muestreo con válvula de 1"

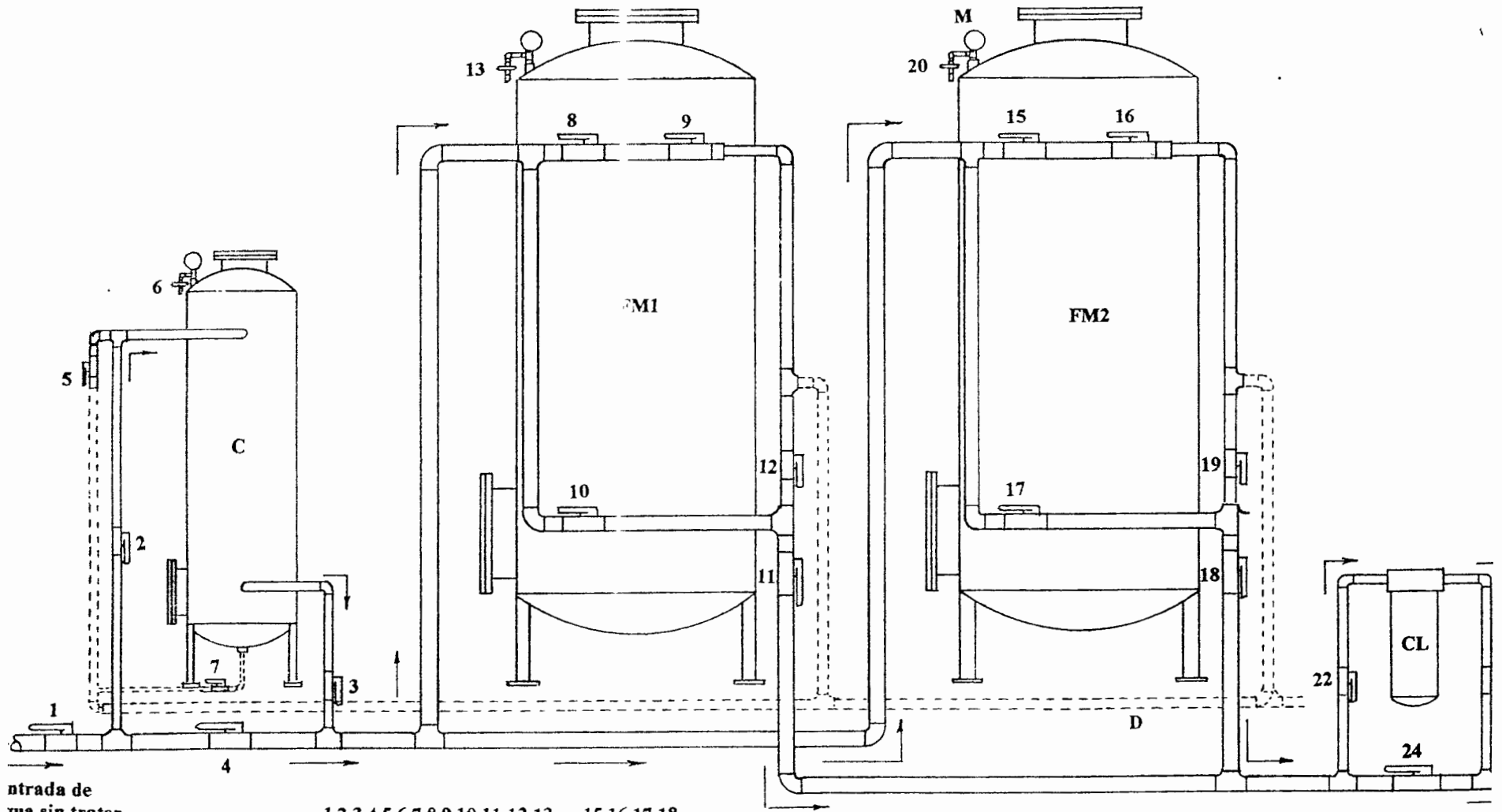
Para la alimentación con las pastillas de cloro se cierran las válvulas Nos. 1, 11 y 18 (en el gráfico general), se retira el vaso, al retirar el vaso, se encuentra con un accesorio interno que va pegado al cabezote, tener cuidado de no estropearlo, en el fondo del mismo hay residuos de pastillas, estas se dejan en el fondo, se coloca la nueva pastilla y se tapa nuevamente el vaso, esta operación debe hacerse cada vez que se agote la pastilla, consideramos un tiempo aproximado de cuatro días., este tiempo la misma persona que maneja la planta lo establece. ; es importante observar que en este procedimiento no se cambio la posición de las válvulas que conforman el clorinador., no se hace es para evitar demoras en el mantenimiento y tener que graduar nuevamente las válvulas

#### Graduación

Para poder graduar con exactitud el clorinador se debe trabajar el equipo y hacer mediciones regulares de cloro residual Después del cambio de las pastillas de cloro (si se modificaron las válvulas del clorinador), en el punto de muestreo con ayuda de un balde y el kit de cloro, se toman muestras y se mide el cloro residual, en este punto el cloro debe estar entre 3 y 4 mg/L. El kit de cloro trae dos frasquitos de reactivos, el de color transparente es el reactivo para medir residual de cloro y el de color rojo es para medir el PH, también trae un accesorio transparente que es donde se hecha la muestra a analizar

procedimiento para medir el residual de cloro

del punto de muestreo se llena el balde unas dos veces en la segunda, se saca agua directamente del balde con el accesorio del Kit., solamente hasta la cantidad indicada en el mismo (esta indicada con una rayita), se aplican cinco gotas con el reactivo transparente, se coloca la tapa del accesorio y se agita con la mano, luego de un minuto se compara el color dado con el marcado en el accesorio, se puede leer en forma muy aproximada la cantidad de mg/L contenidos en la muestra, si esta sobrepasado, se deben cerrar un poco las válvulas verticales de 1" o también abrir solo un poco la válvula horizontal de 3".



Entrada de  
agua sin tratar

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13, 15,16,17,18,  
19,20, 22, 23, 24. son válvulas de control

C coagulador

FM1 filtro lento No.1

FM2 filtro lento No. 2

CL clorificador

M manómetro de control de presión

D drenaje

Salida:  
agua



**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA  
MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
MUNICIPIO DE BETEITIVA**

Cero cloración se da cuando las válvulas verticales (17 y 19 en el gráfico general) están cerradas y la válvula horizontal esta abierta, máxima cloración se da cuando las válvulas verticales están completamente abiertas y la válvula horizontal esta semicerrada; en la medida en que se pueden graduar las válvulas se tiene la cantidad de cloro a dosificar, al principio en un poco tedioso, pero después de saber la posición de las válvulas, no se tiene que volver a graduar. Como medida de precaución se deben tomar muestras de residual de cloro a la salida del tanque de almacenamiento, en este punto el residual debe estar en 3 mg/L.

**EN EL CASO DE LA VEREDA DE HORMEZAQUE PARA GRADUAR EL CLORINADOR, SE ABREN EN UN 75% LAS VÁLVULAS VERTICALES Y LA VÁLVULA HORIZONTAL DE 3" SE CIERRA SOLAMENTE UN 25%**

Las mediciones de cloro deben ser periódicas, tener siempre un kit comparador de repuesto para evitar cualquier contratiempo, su kit de comparación es su herramienta No. 1

### **COAGULANTE ALUMBRE**

El principio de funcionamiento del dosificador es disolver lentamente el producto y pasarlo a al torrente de agua de una manera lenta, para ello se deben graduar las válvulas correspondientes.

Graduación del sistema :

- abrir la Válvula No. 4, en un 75%
- abrir la válvula No. 2 en un 30%
- abrir la válvula No. 3 en un 30%
- mantener siempre cerradas las válvulas Nos. 4 y 5

La columna de acero inoxidable de 1,30 m x 12" de diámetro esta debidamente diseñada para almacenar la cantidad de alumbre requerida para ocho días en forma aproximada, para iniciar nuevo proceso lo único que se debe hacer es cerrar las válvulas de las carcaza ( Nos. 2 y 3 en el gráfico general ), con una llave se retira la tapa de la columna y se llena nuevamente con piedra de alumbre., luego se tapa nuevamente y se colocan las válvulas con la misma graduación que tenían.

NOTA: TENER ESPECIAL CUIDADO DE NO DEJAR CAER LOS VASOS PARA NO ROMPERLOS.

## **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO MUNICIPIO DE BETEITIVA**

se debe procurar no tener contacto directo con los químicos de tratamiento del agua en general.

### **PRECAUCION: para el manejo del cloro en pastilla o granulado:**

Usar guantes y tapabocas y no respirar profundamente cuando este manipulando las canecas del cloro, siempre cualquier problema se debe tomar aire fresco, nunca permanecer en el recinto cerrado con la caneca de cloro abierta.

## **FILTRO DE ARENA**

### **DEFINICION:**

Un filtro de arena es un mecanismo especial que permite mediante un arreglo de sus accesorios y una conformación adecuada de las arenas, retener partículas sólidas hasta tamaños microscópicos, con el fin de aclarar las aguas. Las arenas se pueden combinar con otros materiales filtrantes tales como: carbón activado, antracita y resinas, todos ellos siempre para mejorar las características del agua.

Existen muchas clases de filtros, en filtración industrial podemos considerar dos grupos de filtros que se distinguen uno del otro en su forma de trabajo

Los filtros que trabajan por gravedad, Es decir, que no necesita alta presión de agua de alimentación para su funcionamiento, solo requiere agua con cierta presión para su lavado

Por su conformación estos se subdividen porque difiere su forma de trabajo, en general los filtros de gravedad rápidos son los utilizados en los Acueductos de tipo municipal.

Otro tipo de filtros son los filtros de presión, utilizados en plantas menores, con caudales de hasta 20 LPS. Se debe cumplir con una serie de condiciones para que este tipo de filtros sea conveniente en una planta de tratamiento, entre otras tener disponibilidad de presión de agua de alimentación. en el caso de los filtros de presión, se alarga el tiempo de entre los lavados y su mantenimiento es mas rápido y mas sencillo.

En el caso del Acueducto de Beteitiva se utilizaron filtros de presión porque representaban menor cantidad de problemas para su manejo

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA  
MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
MUNICIPIO DE BETEITIVA**

**DESCRIPCION:**

- Material de construcción:acero inoxidable 304
- Tamaño: altura 1 m 80 cm x diámetro de 30 pulgadas
- Entrada y salida en 3 pulgadas
- Tubería en 2, 3 pulgadas
- Valvulería de 3"
- Tapa y manhole de descarga
- Manómetro de control
- Válvula de aireación

(ver gráfico general)

- Cuerpo es la parte cilíndrica y la de mayor tamaño
- Accesorios internos. Distribuidor y colector son arreglos en tubería PVC de alta presión que impiden que salga el material filtrante y facilitan en gran parte el filtrado, estos accesorios son reparables en su totalidad
- Manómetro de control: este manómetro es el responsable de informar en que momento se debe realizar el mantenimiento del filtro correspondiente, en nuestro caso se hace mantenimiento cuando se alcance una presión mayor de 40 psi.
- Válvula de aireación: cuando se presenta una suspensión del agua, el sistema se llena de aire, en este caso el aire se extrae por medio de esta válvula situada en la parte superior del filtro.

**MANTENIMIENTO**

Recién instalados los filtros se les debe hacer un seguimiento todos los días para determinar las frecuencias de mantenimiento, de acuerdo a las características del agua, calculamos que se debe un mantenimiento una vez por semana.

De acuerdo a la figura anexa, en la cual se muestran las diferentes partes de un filtro y también nos ayuda a distinguir las válvulas del mismo.

Se le realiza el mantenimiento a uno por uno en forma totalmente independiente empezando por el Nos. 1 del costado izquierdo y luego de terminado este se sigue con el No. 2,

Posición de las válvulas para mantenimiento del filtro No. 1 de arena, carbón activado y antracita

**Filtrado normal para el filtro de arena (**

- Válvulas 8 y 11 abiertas
- válvulas 9,10,12 cerradas

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA  
MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
MUNICIPIO DE BETEITIVA**

**retrolavado (EN EL FILTRO EL AGUA FLUYE DE ABAJO HACIA ARRIBA)**

- válvulas 8 y 11 cerradas
- válvulas 9 y 10 abiertas

**Enjuague :**

- válvula 8 y 12 abiertas
- válvulas 9,10 y 11 cerradas

Para el filtro No. 2 carbón activado y antracita :

**Filtrado Normal :**

- válvulas Nos. 15 y 18 abiertas
- válvulas Nos. 16, 17 y 19 cerradas

**retrolavado:**

- válvulas Nos 15, 18 y 19 cerradas
- válvulas Nos 16 y 17 abiertas

**Ejuague:**

- válvulas Nos. 15 y 19 abiertas
- válvulas Nos. 16, 17 y 18 cerradas

**Procedimiento:**

**RETROLAVADO Y ENJUAGUE**

para iniciar un proceso de retrolavado, se hace siguiendo las siguientes instrucciones en forma precisa. :

Se inicia cuando la planta esta operando normalmente, es decir, en la posición de filtrado :

1. Se cierran primero la válvula de entrada No. 1
2. Se coloca el filtro correspondiente en la posición de enjuague Se abre lentamente la válvula No. 1 y se inicia el proceso lavado delñ filtro.
3. Cuando se realiza cambio de arenas y carbón, se debe hacer proceso de lavado de los mismos.

la duración del retrolavado depende de lo sucio que se encuentre el filtro por el mismo estado del agua , son aproximadamente de 5 mint. De retrolavado y cinco minutos de enjuague.

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA  
MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
MUNICIPIO DE BETEITIVA**

**ENJUAGUE:**

**Después de un retrolavado se hace enseguida un enjuague.**

1. Se cierra la válvula No. 1
2. Se coloca el filtro correspondiente en la posición de enjuague
3. Se abre lentamente la válvula No. 1
4. Se hace enjuague por un tiempo aprox. De cinco minutos
5. vuelve a colocarse el filtro en posición de filtrado normal

**NOTA:** la válvula No. 1 válvula no se puede abrir de un solo movimiento, se puede romper el distribuidor del filtro al cual se le este haciendo el proceso de enjuague. O filtrado normal. esto se evita manipulando la válvula que da el paso del agua con movimiento suave .

La duración del lavado es de unos tres a cinco minutos

**FILTRADO NORMAL:**

1. Se cierran las válvulas Nos 1
2. Se colocan los dos filtros en posición de filtrado normal de acuerdo a lo descrito anteriormente.
3. Se gradúan las válvulas de los dosificadores de la manera adecuada
4. Se abre lentamente la válvula No. 1 de alimentación
5. Se observan los manómetros
6. Se confirma que el agua este saliendo correctamente hacia el tanque de almacenamiento
7. se termina de abrir la válvula No. 1

**COMPROBACION DEL FILTRADO NORMAL :**

- válvulas Nos. 1 abierta
- válvula No. 2 semiabierta
- válvula No. 3 semiabierta
- válvula No. 4 semiabierta
- válvula No. 5 cerrada
- válvula No. 6 cerrada
- válvula No. 7 cerrada
- válvula No. 8 abierta
- válvula No. 9 cerrada
- válvula No. 10 cerrada
- válvula No. 11 abierta
- válvula No. 12 cerrada
- válvula No. 13 cerrada

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA  
MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
MUNICIPIO DE BETEITIVA**

- válvula No. 13 cerrada
  - válvula No. 15 abierta
  - válvula No. 16 cerrada
  - válvula No. 17 cerrada
  - válvula No. 18 abierta
  - válvula No. 19 cerrada
  - válvula No. 20 cerrada
  - válvula No. 22 semiabierta
  - válvula No. 23 semiabierta
  - válvula No. 24 semiabierta
- válvula punto de muestreo cerrada.

Sanitización ,

para ello se deben cerrar las válvulas de entrada a la planta , es decir las de los suministros

Cada seis meses, se realiza una labor de desinfección con cloro líquido, se introduce por la tubería de aireación utilizando una caneca con manguera transparente de 5 /16, una vez dentro de los filtros se dan un tiempo de espera de dos horas. Luego se hace retrolavado y enjuague a cada uno de los filtros y terminado este enjuague se da la planta al servicio

**SE RECOMIENDA TOMAR MUESTRAS DE LABORATORIO SOLAMENTE CUANDO LA PLANTA ESTE FUNCIONANDO EN FORMA CORRECTA.**

Cualquier información adicional, por favor comunicarse a nuestro Departamento técnico.



RESOLUCION No DE 79 DIC 2004

POR MEDIO DE LA CUAL SE OTORGA UNA CONCESION DE AGUAS

EL SUBDIRECTOR DE GESTION AMBIENTAL DE LA CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE BOYACA "CORPOBOYACA", EN USO DE LAS FACULTADES DELEGADAS MEDIANTE EL ACUERDO No. 010 Y LA RESOLUCIÓN 741 DEL 28 DE JULIO DE 2003 Y,

#### CONSIDERANDO

Que la ALCALDIA MUNICIPAL DE BETEITIVA, mediante formulario radicado bajo el No 6354 del 07 de Septiembre de 2004, solicitó concesion de aguas a derivar de las fuentes Quebradas Hato Viejo y Arenal ubicadas en las vereda de Divaquia de este municipio, con destino a uso domestico de 73 familias del Casco Urbano del Municipio de Beteitiva

Que una vez verificado el cumplimiento de los requisitos establecidos por el Decreto 1541 de 1978 y revisada la documentación anexa, la Subdirección de Gestión Ambiental emitió el Auto No 04-501 del 10 de Septiembre del 2004, admitiendo la solicitud presentada y a su vez estableció tener en cuenta el informe de visita tecnica presentado por el Ingeniero Victor Hugo Sanchez dentro del Contrato de Consultoría No 045/04 celebrado con esta Corporación

Que en observancia de lo dispuesto por el articulo 57 del Decreto 1541 de 1978 se solicitó a la Alcaldia Municipal de Beteitiva del aviso No 2145 del 24 de Septiembre del 2004 de iniciacion de tramite y por medio del cual se manifiesta que se tendra en cuenta el informe emitido por el Ingeniero Victor Hugo Sánchez de visita realizada dentro del contrato de consultaria No 045/03 celebrado con Corpoboyaca, aviso que fue fijado en el despacho de la Alcaldia durante los dias del 24 de Octubre al 08 de Noviembre del año 2004

Que de conformidad con lo consagrado por el articulo 83 de la Constitucion Política de Colombia, esta Corporación presume que la informacion y documentacion aportada por el solicitante de la concesion de aguas es correcta, completa y verdadera

Que practicada la visita ocular, por el Ingeniero Victor Hugo Sanchez en cumplimiento al contrato de Consultoría No 045/03, informacion acogida se emitió el concepto técnico No RH- 275/04 del 27 de Octubre de 2004 por la Ingeniera Stella Hernandez Caro, manifestando que de acuerdo con lo verificado en campo es viable otorgar la concesión de aguas solicitada a nombre de la ALCALDIA MUNICIPAL BETEITIVA, para la comunidad del Casco Urbano de este municipio a derivar de las fuentes " Quebradas Hato Viejo y Arenal ubicadas en las vereda de Divaquia de este municipio, un caudal de 1,0 litro/sg. con destino a uso domestico de 73 familias del Casco Urbano del Municipio de Beteitiva

Que el Instituto Seccional de Salud mediante oficio de fecha 20 de Noviembre de 2004 otorgó concepto favorable para el uso con fines de consumo humano de las fuentes la Quebradas Hato Viejo y Arenal previo sistema de tratamiento que puede consistir en filtro grueso dinamico, prefiltracion gruesa, filtracion lenta y posterior desinfeccion Otro sistema de tratamiento a emplear debe ser definido en un ensayo de tratabilidad a nivel de laboratorio

Que la fuente hídrica denominadas "Quebradas Hato Viejo y Arenal, son fuentes de agua con calificacion juridica de uso público al tenor de lo dispuesto en los articulos 677 delCodigo Civil, 77 del Decreto 2811 de 1974 y 5º del Decreto Reglamentario 1541 de 1978

Que los artículos 88 del Decreto 2811 de 1974 y 8º y 30 del Decreto 1541 de 1978 establecen que toda persona natural o juridica, pública o privada requiere concesion o permiso de la autoridad ambiental competente, para hacer uso de las aguas publicas o de sus cauces, salvo las excepciones legales

RHM



111111 29 DIC 2004

Que los artículos 120 del Decreto 2811 de 1974 y 239 numeral 8º del Decreto 1541 de 1978 disponen que los usuarios a quienes se haya otorgado una concesión de aguas y el dueño de aguas privadas estarán obligados a presentar, para su estudio y aprobación, los planos de las obras necesarias para captar, controlar, conducir, almacenar o distribuir el caudal y que las obras no podrán ser utilizadas mientras su uso no se hubiere autorizado

Que la Ley 373 de 1997, establece que todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un Programa para el uso eficiente y el ahorro del agua, consistente en el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico

Así mismo establece el mencionado Decreto que las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales encargadas del manejo, protección, y control del recurso hídrico en su respectiva jurisdicción, aprobarán la implantación y ejecución de dichos programas en coordinación con otras corporaciones autónomas que compartan las fuentes que abastecen los diferentes usos

Las entidades encargadas de prestar servicios de acueducto y alcantarillado y los demás usuarios del recurso hídrico deberán presentar para su aprobación el programa de ahorro y uso eficiente del agua a las corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales

Que el Decreto 475 de 1998 establece que el agua suministrada por las personas prestadoras del servicio de acueducto deberá ser apta para el consumo humano independientemente de las características del agua cruda y su procedencia

Que igualmente el mencionado Decreto dispone que las personas que prestan el servicio público del acueducto son las responsables del cumplimiento de las normas de calidad del agua potable establecidas en tal decreto y deben garantizar la calidad del agua potable, en toda época y en cualquiera de los puntos que conforman el sistema de distribución

Que de acuerdo a lo establecido en el Decreto 155 de 2004, están obligadas al pago de la tasa por la utilización del agua todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que utilicen el recurso hídrico en virtud de una concesión de aguas

Que el artículo 120 del Decreto 1594 de 1984 dispone que todas las municipalidades deberán obtener el respectivo permiso de vertimientos otorgado por la autoridad ambiental competente

Que el artículo 102 del Decreto 1594 de 1984, establece que si la información presentada para el permiso de vertimiento, no permite el otorgamiento del mismo, la autoridad ambiental podrá hacer exigible al interesado el plan de cumplimiento

Que el artículo 80 de la Constitución Política de Colombia consagra como deberes del Estado planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar el desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución y tomar las medidas necesarias de prevención y control de los factores de deterioro ambiental

Que CORPOBOYACA es la autoridad ambiental competente para dar trámite a la presente solicitud de concesión de aguas, de acuerdo a lo establecido en los numerales 9 y 12 de la Ley 99 de 1993 y los Decretos 2811 de 1974 y 1541 de 1978, así como para realizar la evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua

Que mediante Acuerdo No 010 del 28 de Julio de 2003, el Consejo Directivo de Corpoboyaca facultó al Señor Subdirector de Gestión Ambiental para la firma del presente acto administrativo

Que en mérito de lo expuesto anteriormente,





1111 2004  
RESUELVE

**ARTICULO PRIMERO** Otorgar a la ALCALDIA MUNICIPAL DE BETEITIVA, concesion de aguas, a derivar de las fuentes de uso publico Quebradas Hato Viejo y Arenal ubicadas en las vereda de Divaquia de este municipio, un caudal de 1,0 litro/sg, con destino a uso domestico de 73 familias del Casco Urbano del Municipio de Betetiva

**ARTICULO SEGUNDO.** La Alcaldía Municipal en coordinacion con los beneficiarios deberán plantar y conservar una franja vegetal protectora conformada por árboles de especies nativas como medida de proteccion, preservación, y conservación del potencial hídrico de las fuentes referidas, de acuerdo con lo normado en los Decretos 2811 de 1974, 1541 de 1978, 1449 de 1977 y la Ley 99 de 1 993

**ARTICULO TERCERO:** Para el uso de la concesión otorgada la el beneficiario deberá presentar a CORPOBOYACA para su respectiva evaluacion y aprobacion, los planos, cálculos y memorias tecnicas de las obras de captación, que garanticen la derivacion del caudal asignado

**PARAGRAFO** Para la presentacion de los planos, calculos y memorias tecnicas, se concede un plazo de dos (2) meses contados a partir de la ejecutoria de la presente providencia

**ARTICULO CUARTO:** A partir de la ejecutoria de la p rovidencia que a pruebe los planos, diseños y memorias de cálculo, el concesionario gozara de un plazo adicional de dos (2) meses para que construya las respectivas obras e informe por escrito a CORPOBOYACA con el fin que se proceda a su aprobacion y recibimiento Hasta tanto no se surta lo anterior no se podrá hacer uso de la concesion

**ARTICULO QUINTO:** Informar a la Alcaldía Municipal de Betetiva que de acuerdo al concepto emitido por el Instituto Seccional de Salud de Boyaca, previo al consumo por los usuarios se deberá hacer tratamiento para aguas de las fuente Quebradas Hato Viejo y Arenal tratamiento que puede consistir en filtro grueso dinámico, prefiltracion gruesa, filtracion lenta y posterior desinfeccion del agua Otro sistema de tratamiento a emplear debe ser definido en un ensayo de tratabilidad a nivel de laboratorio

**PARÁGRAFO:** Asi mismo debera cumplir con los criterios de calidad organolepticos, fisicos y quimicos para agua potable establecidos en el Decreto 475 de 1998

**ARTICULO SEXTO:** La Alcaldía Municipal debera presentar en un término de doce meses contados a partir de la ejecutoria de la presente resolucíon un programa para uso y ahorro eficiente del agua de acuerdo a lo establecido en la Ley 373 de 1997, el cual será quinquenal y deberá estar basado en el diagnóstico de la oferta hídrica de las fuentes de abastecimiento y la demanda de agua, y contener las metas anuales de reduccíon de pérdidas y campañas educativas a la comunidad

**ARTICULO SEPTIMO.** A partir de la implementacíon por parte de Corpoboyacá del cobro de la tasa por utilizacion del agua, el Municipio de Betetiva en virtud de la Concesíon otorgada, esta obligado al pago de la tasa en mencion, previa liquidacion y facturacion realizada por esta Corporacíon, de acuerdo con lo establecido en el Decreto 155 de 2004

**ARTICULO OCTAVO:** La Alcaldía Municipal debera obtener el respectivo permiso de vertimientos otorgado por la autoridad ambiental competente de acuerdo al artículo 120 del Decreto 1594 de 1984

**ARTICULO NOVENO** El término de la concesíon que se otorga es de cinco (5) años, contados a partir de la ejecutoria de la presente providencia, termino que podra ser prorrogado a peticion del concesionario dentro del último año de vigencia, salvo razones de conveniencia pública

**ARTICULO DECIMO:** CORPOBOYACA se reserva el derecho de revisar esta c oncesion, de oficio o a peticíon de parte, cuando considere conveniente la reglamentacion o revisíon de los



111111 29 DIC 2004

aprovechamientos entre los usuarios y cuando las circunstancias que se tuvieron en cuenta para otorgarla hayan variado

**ARTICULO DECIMO PRIMERO:** La presente resolución no confiere ningún derecho de servidumbre a favor del titular de la concesión de aguas, para resolver las controversias que se susciten con motivo de la constitución o ejercicio de servidumbres en interés público o privado, los interesados deberán seguir el trámite establecido en los artículos 67 y 117 del Código de Recursos Naturales y 130 a 139 del Decreto 1541 de 1978

**ARTICULO DECIMO SEGUNDO.** Las aguas de uso público no pueden transferirse por venta, donación o permuta, ni constituirse sobre ellas derechos personales o de otra naturaleza, para que el concesionario pueda traspasar total o parcialmente el permiso otorgado, se requiere autorización previa de CORPOBOYACA

**ARTICULO DECIMO TERCERO:** Serán causales de caducidad por la vía Administrativa, además del incumplimiento de las condiciones de que trata la presente resolución, las contempladas en el Artículo 62 del Decreto 2811 de 1974 y el Artículo 9 del Decreto 2400 de 1968, sin perjuicio de las medidas preventivas y sanciones aplicables por el uso indebido del recurso hídrico, de conformidad con lo establecido en el artículo 85 de la Ley 99 de 1993

**ARTICULO DECIMO CUARTO:** El encabezamiento y la parte resolutive de la presente Resolución, deberán ser publicados en el Diario Oficial o en la Gaceta Departamental o en un diario que haga sus veces, a costa de los interesados, dentro de los diez (10) días siguientes a la ejecutoria de la presente providencia, quienes deberán presentar a CORPOBOYACA el recibo de pago de la publicación y allegar tres (3) ejemplares del periódico oficial para agregarlos al expediente

**ARTICULO DECIMO QUINTO.** El beneficiario de la Concesión deberá cancelar a favor de CORPOBOYACA la suma de TRESCIENTOS CINCUENTA Y OCHO MIL TRESCIENTOS CINCUENTA PESOS (\$358 350 00) Mcte por concepto de derechos de otorgamiento del permiso, más CIENTO QUINCE MIL PESOS (\$115 000 00) Mcte por concepto de visita técnica, para un total de CUATROCIENTOS SETENTA Y TRES MIL TRESCIENTOS CINCUENTA PESOS (\$473 350 00) Mcte de conformidad con lo establecido en el Artículo primero, inciso segundo, del acuerdo N° 003 de fecha 26 de abril del 2000, proferido por el Consejo Directivo de CORPOBOYACA y la resolución No 003 del 3 de Enero de 2001

**ARTICULO DECIMO SEXTO:** Contra la presente providencia proceden los recursos de Reposición ante el Subdirector de Gestión Ambiental y en subsidio el de Apelación ante la Directora General de CORPOBOYACA, los cuales deberán ser presentados por escrito dentro de los cinco (5) días siguientes a la diligencia de notificación personal o a la desfijación del edicto si a ello hubiera lugar, de conformidad con lo establecido en el Código Contencioso Administrativo

**NOTIFIQUESE, PUBLIQUESE Y CUMPLASE**

  
**HELADIO GUIO AYALA**  
Subdirector de Gestión Ambiental

ELABORO Ing Stella Hernandez C  
REVISÓ Dra Nubia Pineda M  
EXPI 00CA-0154/04



República de Colombia  
Corporación Autónoma Regional de Boyacá  
Subdirección de Gestión Ambiental

AUTO

**POR MEDIO DEL CUAL SE REGISTRA UN VERTIMIENTO Y SE ORDENA LA PRESENTACION DE UN PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS**

El Subdirector de Gestión Ambiental de CORPOBOYACA, en uso de las facultades conferidas por el acuerdo 010 y la resolución No. 741 del 28 de Julio de 2003 y,

**CONSIDERANDO**

Que dentro de la jurisdicción de CORPOBOYACA existen usuarios del recurso hídrico que generan aguas residuales, conocidas igualmente como vertimientos, las cuales en la gran mayoría de los casos no cuentan con sistemas de tratamiento que garanticen el control, mitigación y eventualmente la eliminación de las sustancias que alteran sus características físico-químicas y organolépticas y por ende su calidad, generando la contaminación y degradación de este recurso natural

Que dentro de los principales generadores de vertimientos dentro del área de la jurisdicción de CORPOBOYACA se encuentran las áreas urbanas de los municipios, sin que estas aguas residuales sean objeto de un adecuado tratamiento que minimice sus potenciales efectos contaminantes, siendo descargadas de manera directa y puntual a diversas fuentes de agua de uso público, generando un deterioro progresivo de la calidad del recurso hídrico, con los consecuentes efectos sanitarios y ambientales

Que de acuerdo con el artículo 6º de la norma referida se entiende por vertimiento líquido cualquier descarga líquida hecha a un cuerpo de agua o un alcantarillado

Que el Decreto 1594 de 1984 en sus artículos 98 y 99 establece que los usuarios que deban solicitar concesión de aguas y que produzcan vertimientos, deberán registrar estos vertimientos ante la autoridad ambiental correspondiente dentro del plazo que esta señale, siendo facultad de la misma exigir dicho registro

Que así mismo el artículo 102 del referido Decreto establece que si la información proveniente del registro y la caracterización del vertimiento, así como los resultados de la inspección técnica realizada por la autoridad ambiental, no permiten el otorgamiento de un permiso definitivo de vertimientos, se podrá exigir a los usuarios dentro de los plazos señalados por aquella, la presentación de un Plan de Cumplimiento para su manejo y tratamiento que garantice el cumplimiento de las normas de vertimiento

Que el literal a) del artículo 120 del Decreto 1594 de 1984 establece que todas las municipalidades deberán obtener el respectivo permiso de vertimientos, el cual estará sujeto en los casos a que haya lugar a la ejecución de un Plan de Cumplimiento aprobado por la autoridad ambiental competente, garantizando el ajuste a las normas de vertimiento vigentes

Que el artículo 12 del Decreto 3100 del 30 de Octubre de 2003, expedido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, establece que para efectos de establecer la meta individual de reducción de la carga contaminante los usuarios prestadores del servicio público de alcantarillado sujetos al pago de la tasa deberán presentar a la autoridad ambiental competente el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, el cual deberá contener las actividades e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos y hará las veces del respectivo Plan de Cumplimiento establecido en el Decreto 1594 de 1984.

Que la resolución 1433 del 13 de Diciembre de 2004 define el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos como el conjunto de programas proyectos y actividades con sus respectivos cronogramas e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, los cuales deberán estar articulados con los objetivos y las metas de calidad y uso que defina la autoridad ambiental competente para la corriente, tramo o cuerpo de agua. El Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos será aprobado por la autoridad ambiental competente

Que esta Corporación cuenta con la suficiente información técnica para efectuar el registro de los vertimientos generados en el área urbana de algunos municipios de su jurisdicción y por usuarios particulares, por lo que se hace necesario realizar el respectivo registro en observancia de los principios orientadores de la actuación administrativa, como son los de celeridad, eficacia y economía, y según el caso exigir a tales usuarios la ejecución del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos

Que el Grupo de Control y Seguimiento de la Subdirección de Gestión Ambiental de CORPOBOYACA presentó informe técnico V-064-04 del 13 de Octubre de 2004 correspondiente al Municipio de Betetiva, en el cual se estableció lo siguiente:



República de Colombia  
Corporación Autónoma Regional de Boyacá  
Subdirección de Gestión Ambiental

"ALCANTARILLADO"

*La disposición de las aguas servidas del casco urbano, se efectúa sin ningún tratamiento, la escuela y el colegio tienen alcantarillados independientes, las aguas negras y aguas lluvias son vertidas en la quebrada Otenga*

*La contaminación orgánica proveniente de aguas servidas, al no existir tratamiento y disposición de aguas residuales, se convierte en un problema en el municipio, el sistema de alcantarillado es rudimentario, las aguas servidas son arrojadas sin ningún tratamiento al aire, contaminando el ambiente y contribuyendo a la inestabilidad geológica de la zona*

Por lo anteriormente expuesto se emite el siguiente

CONCEPTO

- 1 De acuerdo a los requerimientos contenidos en el Art 98 del decreto 1594 de 1984, se considera que desde el punto de vista técnico y ambiental, existe la suficiente información que permite adelantar el Registro de Vertimientos de las aguas residuales que se originan en el municipio de Betetiva- Boyacá, al la quebrada Otenga y cuyas descargas afectan este recurso hídrico, las cargas contaminantes que son producidas por las continuas descargas de aguas residuales domésticas generadas por el mismo y cuyo representante legal es el Doctor JORGE ENRIQUE ALBARRACIN VARGAS, en calidad de Alcalde del referido Municipio
- 2 A través del grupo de asesores de la Oficina Jurídica se recomienda requerir a la Administración Municipal del Municipio, para que se adelante la caracterización de los vertimientos, en los puntos de descarga originados por el alcantarillado municipal y cuyos parámetros a reportar deberán ser como mínimo los siguientes DBO, DQO, SST, Grasas, aceites, PHs, Tenso activos, Temperatura, nitrógeno amoniacal, hierro Art 73 Decreto 1594 de 1984 Así como también se debe diligenciar la respectiva concesión de aguas en lo referente al acueducto municipal
- 3 El plan de cumplimiento, a que se refiere el Art 103 del mismo decreto, el cual dice que se exigirá por lo menos el siguiente desarrollo
  - Primera etapa Elaboración del programa de Ingeniería y cronograma de trabajo o actividades, presentados de acuerdo con los procedimientos exigidos por la EMAR
  - Segunda etapa ejecución de las obras de acuerdo con el cronograma, presentado y aprobado
  - Tercera etapa Verificación del cumplimiento de las normas de vertimiento

Que de acuerdo con el concepto técnico mencionado, la información existente en la Corporación, relacionada con los vertimientos generados en el área urbana del municipio de Betetiva se ajusta a los requerimientos de la resolución No 1433 del 13 de Diciembre de 2004 expedida por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, por lo que se considera procedente realizar el registro dichos vertimientos y exigir la presentación y ejecución del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos establecido en el decreto 3100 de 2004, con el cumplimiento inicial de los requisitos y plazos señalados en el artículo 4° de la Resolución 1433 del 13 de Diciembre de 2004, teniendo en cuenta que ese municipio no cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales que permita cumplir con las normas de vertimiento, en este caso las establecidas en el artículo 72 del Decreto 1594 de 1984, requisito necesario para la obtención del permiso de vertimientos definitivo,

Que de acuerdo con lo establecido en el numeral 12 del artículo 31 de la Ley 99 de 1993, corresponde a esta Corporación realizar la evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, lo cual comprenderá el vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos y gaseosos a las aguas en cualquiera de sus formas, al aire o a los suelos, así como los vertimientos o emisiones que puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables o impedir su empleo para otros usos. Estas funciones comprenden la expedición de las respectivas licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y salvoconductos. Así mismo los artículos 2° y 6° de la Resolución 1433 de 2004 faculta a esta Corporación para la aprobación del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos y el seguimiento y control semestral de la ejecución del mismo

Que así mismo es función de esta Corporación asesorar y coordinar junto con las entidades territoriales la ejecución de los proyectos relacionados con la protección del medio ambiente descontaminación y aprovechamiento y uso sostenible de los recursos naturales renovables, entre otros, tal como lo dispone la Ley 99 de 1993

Que el numeral 2 del artículo 31 de la Ley 99 de 1993, establece como función de esta Corporación ejercer como máxima autoridad ambiental dentro del área de su jurisdicción

Que el artículo 80 de la Constitución Política de Colombia consagra como deber del Estado planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar el desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución y tomar las medidas necesarias de prevención y control de los factores de deterioro ambiental



República de Colombia  
Corporación Autónoma Regional de Boyacá  
Subdirección de Gestión Ambiental

Que en merito de lo anteriormente expuesto,

**RESUELVE**

**ARTICULO PRIMERO.** Registrar los vertimientos generados en el perimetro urbano del municipio de Betetiva cuya fuente receptora es la Quebrada Otenga, de conformidad con lo expuesto en la parte motiva del presente acto administrativo

**ARTICULO SEGUNDO:** Informar al Doctor JORGE ENRIQUE ALBARRACIN VARGAS, en su condicion de Alcalde y Representante Legal del municipio de Betetiva que debe presentar ante esta Corporacion, para su respectiva evaluación la informacion exigida en el articulo 4º de la Resolución 1433 del 13 de Diciembre de 2004, expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

**ARTICULO TERCERO.** Para la presentacion de la informacion solicitada en el articulo precedente y sus soportes tecnicos respectivos, el municipio de Betetiva cuenta con un termino de Doce (12) meses contados a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo

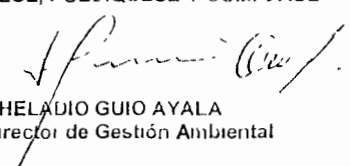
**ARTICULO CUARTO** Informar al Alcalde del municipio de Betetiva que para efectos de dar cumplimiento al requerimiento hecho por esta Corporacion para el adecuado manejo y tratamiento de los vertimientos generados en el área urbana de ese municipio, podrá solicitar la asesoria tecnica de la Subdireccion de Gestion Ambiental de CORPOBOYACA,

**ARTICULO QUINTO.** Informar al Alcalde del municipio de Betetiva que el incumplimiento injustificado a lo dispuesto en el presente auto sera causal de apertura de un proceso sancionalorio ambiental, de acuerdo a lo establecido en el articulo 85 de la Ley 99 de 1993

**ARTICULO SEXTO.** Notifiquese el presente auto en forma personal al Doctor JORGE ENRIQUE ALBARRACIN, VARGAS Alcalde Municipal de Betetiva y publíquese en un lugar visible de la sede de la Corporacion

**ARTICULO SEPTIMO.** Contra el presente auto no procede ningun recurso de conformidad con lo establecido en el artículo 49 del Decreto 01 de 1984

**NOTIFIQUESE, PUBLIQUESE Y CUMPLASE**

  
**HELADIO GUIO AYALA**  
Subdirector de Gestión Ambiental

Proyecto Nancy Rodriguez  
Revisó Dr JAMR Vert Exp - OOPV-0064/04

# ANEXO B. HOJAS DE VIDA POZOS Y SUMIDEROS



Este documento presenta la hoja de vida del único pozo que fue posible abrir. El sumidero que se relaciona es el único de sus características existente en el municipio.

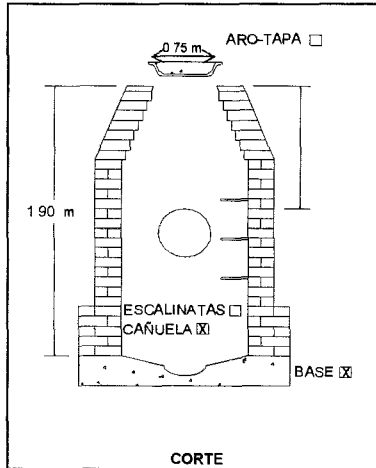
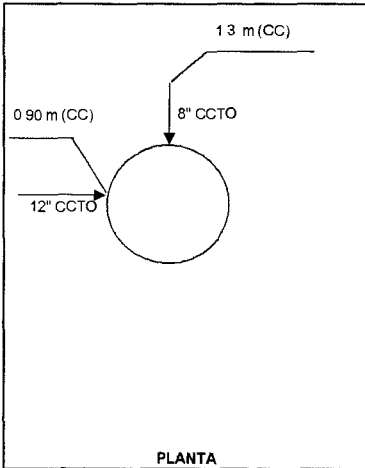


MUNICIPIO DE BETEITIVA  
HOJA DE VIDA - POZOS DE INSPECCION

FECHA \_\_\_\_\_  
POZO No 19 LOCALIZACIÓN Salida a Sogamoso

**CARACTERISTICAS DEL POZO.**

MATERIAL DE LAS PAREDES	LADRILLO <input checked="" type="checkbox"/>	PREFABRICADO <input type="checkbox"/>	CONCRETO <input type="checkbox"/>
REVESTIMIENTO INTERNO	PAÑETE <input checked="" type="checkbox"/>	ESMALTADO <input type="checkbox"/>	
MATERIAL DE LA TAPA	CONCRETO <input checked="" type="checkbox"/>	HF <input type="checkbox"/>	FIBRO CEMENTO <input type="checkbox"/>
ORIFICIOS DE VENTILACIÓN	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
SEDIMENTOS	MAT FINO <input checked="" type="checkbox"/>	MAT GRUESO <input type="checkbox"/>	TAPONAMIENTO <input type="checkbox"/>
CAMARA DE CAÍDA	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	TIPO _____
SUMIDEROS CONECTADOS	No $\phi$ _____ pulg	No $\phi$ _____ pulg	
ESTADO DEL POZO	BUENO <input checked="" type="checkbox"/>	REGULAR <input type="checkbox"/>	PARA RECONSTRUIR <input type="checkbox"/>
REQUIERE MANTENIMIENTO	NO <input type="checkbox"/>	SI <input checked="" type="checkbox"/>	CORTO PLAZO <input type="checkbox"/>
			LARGO PLAZO <input checked="" type="checkbox"/>



**OBSERVACIONES:**

**CONVENCIONES:**

Existe   
No Existe

**TUBERÍA:**

Concreto (CCTO)  
Asbesto Cemento (AC)  
Gress  
PVC  
Ladrillo (LDR)  
Cota Clave (CC)

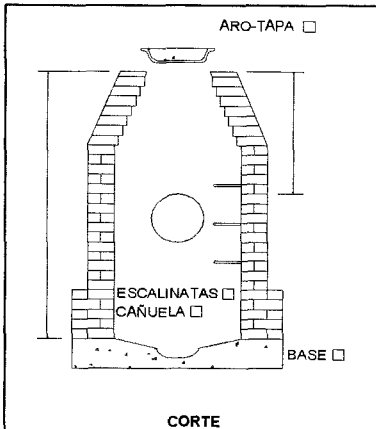
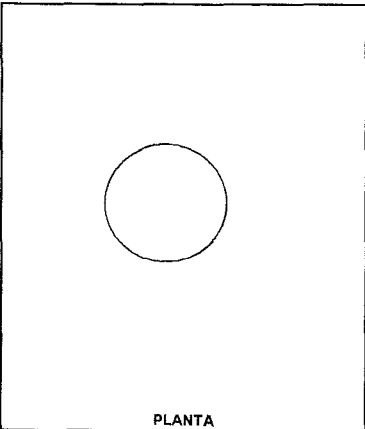
DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO  
MUNICIPIO DE BETEITIVA

HOJA DE VIDA - POZOS DE INSPECCION

FECHA \_\_\_\_\_  
POZO No \_\_\_\_\_ LOCALIZACIÓN \_\_\_\_\_

**CARACTERISTICAS DEL POZO.**

MATERIAL DE LAS PAREDES	LADRILLO <input type="checkbox"/>	PREFABRICADO <input type="checkbox"/>	CONCRETO <input type="checkbox"/>
REVESTIMIENTO INTERNO	PAÑETE <input type="checkbox"/>	ESMALTADO <input type="checkbox"/>	
MATERIAL DE LA TAPA	CONCRETO <input type="checkbox"/>	HF <input type="checkbox"/>	FIBRO CEMENTO <input type="checkbox"/>
ORIFICIOS DE VENTILACIÓN	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
SEDIMENTOS	MAT FINO <input type="checkbox"/>	MAT GRUESO <input type="checkbox"/>	TAPONAMIENTO <input type="checkbox"/>
CAMARA DE CAÍDA	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	TIPO _____
SUMIDEROS CONECTADOS	No $\phi$ _____ pulg	No $\phi$ _____ pulg	
ESTADO DEL POZO	BUENO <input type="checkbox"/>	REGULAR <input type="checkbox"/>	PARA RECONSTRUIR <input type="checkbox"/>
REQUIERE MANTENIMIENTO	NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	CORTO PLAZO <input type="checkbox"/>
			LARGO PLAZO <input type="checkbox"/>



**OBSERVACIONES:**

**CONVENCIONES**

Existe   
No Existe

**TUBERÍA:**

Concreto (CCTO)  
Asbesto Cemento (AC)  
Gress  
PVC  
Ladrillo (LDR)





# ANEXO C. ENCUESTAS



A continuación se presentan los formatos de encuesta diligenciados, en la zona urbana. Esta metodología se adoptó como una medida para conocer la opinión de los habitantes del municipio en temas tan difíciles de abordar como el déficit hídrico y manejo de aguas residuales principalmente.

OBJETIVO: Conocer la opinión de los habitantes residentes en la zona urbana con respecto a la problemática generada por la escasez de agua potable y el no tratamiento de los residuos líquidos.

NOMBRE Rocio Rago Gil  
DIRECCIÓN Centro - Salida a Segomes

1 DATOS GENERALES

11 DEPENDENCIA ECONOMICA PADRE  MADRE  OTRO  CUAL? \_\_\_\_\_  
12 ACTIVIDAD ECONOMICA PADRE Trabajador MADRE \_\_\_\_\_ OTRO \_\_\_\_\_  
13 NUMERO DE INTEGRANTES DEL NÚCLEO FAMILIAR 5

14 SERVICIOS QUE POSEE			CALIDAD DEL SERVICIO		
ACUEDUCTO	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B <input checked="" type="checkbox"/>	R <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>
ALCANTARILLADO	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B <input checked="" type="checkbox"/>	R <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>
TELEFONO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>	R <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>
ENERGIA	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B <input checked="" type="checkbox"/>	R <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>
ASEO	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B <input checked="" type="checkbox"/>	R <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>

2, AGUA POTABLE

2.1 Tiene Usted tanque de reserva?  
SI  NO

2.2 Cuántas horas de servicio de agua potable tiene al día? —

2.3 En caso de escasez como se abastece? Para lavar de la pila  
Para lavar de la pila

2.4 ¿Que medidas toman en su hogar para disminuir el consumo de agua?  
Cerrar las llaves y no malgastar

2.5 Ha recibido Usted charlas y/o información sobre temas de  
AGUA POTABLE SI  NO   
RESIDUOS SOLIDOS SI  NO   
RESIDUOS LIQUIDOS SI  NO

3, RESIDUOS LIQUIDOS

3.1 Conoce Usted el destino que se le dan a las aguas residuales generadas en el casco urbano del municipio?  
SI  NO   
CUAL? \_\_\_\_\_

3.2 Esta Usted de acuerdo con el manejo que actualmente se le están dando a las aguas residuales de su localidad?  
SI  NO   
PORQUE? \_\_\_\_\_

3.3 Cree Usted que el agua residual puede producir enfermedades?  
SI  NO   
CUALES? No se sabe

3.4 Esta Usted de acuerdo con la tarifa que actualmente está pagando por los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO  PORQUE? \_\_\_\_\_

3.5 Pagaria Usted una tarifa mayor siempre y cuando se optimicen los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

OBJETIVO Conocer la opinión de los habitantes residentes en la zona urbana con respecto a la problemática generada por la escasez de agua potable y el no tratamiento de los residuos líquidos

NOMBRE Mirela Fernández  
DIRECCIÓN Centro- Betéitun - Salida a Saginaw

1. DATOS GENERALES

11 DEPENDENCIA ECONOMICA PADRE  MADRE  OTRO  CUAL? \_\_\_\_\_  
12 ACTIVIDAD ECONOMICA PADRE Pensionado MADRE \_\_\_\_\_ OTRO \_\_\_\_\_  
13 NUMERO DE INTEGRANTES DEL NÚCLEO FAMILAR 4

1.4 SERVICIOS QUE POSEE CALIDAD DEL SERVICIO

ACUEDUCTO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	<input checked="" type="checkbox"/>	R	<input checked="" type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>
ALCANTARILLADO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	<input checked="" type="checkbox"/>	R	<input type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>
TELEFONO	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	B	<input type="checkbox"/>	R	<input type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>
ENERGIA	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	<input checked="" type="checkbox"/>	R	<input type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>
ASEO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	<input type="checkbox"/>	R	<input checked="" type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>

2. AGUA POTABLE

2.1 Tiene Usted tanque de reserva?  
SI  NO

2.2 Cuantas horas de servicio de agua potable tiene al día? \_\_\_\_\_

2.3 En caso de escasez como se abastece? de la pila

2.4 ¿Qué medidas toman en su hogar para disminuir el consumo de agua?  
Ver que no haya fugas y mantener las llaves bien cerradas

2.5 Ha recibido Usted charlas y/o información sobre temas de

AGUA POTABLE	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
RESIDUOS SOLIDOS	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
RESIDUOS LIQUIDOS	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>

3. RESIDUOS LIQUIDOS

3.1 Conoce Usted el destino que se le dan a las aguas residuales generadas en el casco urbano del municipio?  
SI  NO

CUAL? \_\_\_\_\_

3.2 Esta Usted de acuerdo con el manejo que actualmente se le están dando a las aguas residuales de su localidad?  
SI  NO

PORQUE? \_\_\_\_\_

3.3 Cree Usted que el agua residual puede producir enfermedades?  
SI  NO

CUALES? No sabe cuáles

3.4 Esta Usted de acuerdo con la tarifa que actualmente está pagando por los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO  PORQUE? Es muy cara

3.5 Pagaría Usted una tarifa mayor siempre y cuando se optimicen los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO

OBSERVACIONES El agua del acueducto solo la utilizamos para lavar y para bañarnos. Para cocinar la traen de la pila

FORM.

OBJETIVO: Conocer la opinión de los habitantes residentes en la zona urbana con respecto a la problemática generada por la escasez de agua potable y el no tratamiento de los residuos líquidos.

NOMBRE Maria del carmen Rojas  
DIRECCIÓN Betétiva - Betio

1. DATOS GENERALES

11 DEPENDENCIA ECONOMICA PADRE  MADRE  OTRO  CUAL? \_\_\_\_\_  
12 ACTIVIDAD ECONOMICA PADRE \_\_\_\_\_ MADRE Empleada OTRO \_\_\_\_\_  
13 NUMERO DE INTEGRANTES DEL NÚCLEO FAMILAR 5

14 SERVICIOS QUE POSEE CALIDAD DEL SERVICIO

ACUEDUCTO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	<input checked="" type="checkbox"/>	R	<input checked="" type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>
ALCANTARILLADO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	<input type="checkbox"/>	R	<input checked="" type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>
TELEFONO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	<input type="checkbox"/>	R	<input checked="" type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>
ENERGIA	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	<input checked="" type="checkbox"/>	R	<input type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>
ASEO	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	B	<input type="checkbox"/>	R	<input type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>

2 AGUA POTABLE

2.1 Tiene Usted tanque de reserva?  
SI  NO

2.2 Cuantas horas de servicio de agua potable tiene al dia? No

2.3 En caso de escasez como se abastece? llenando tanque de almacenamiento y tanque de reserva

2.4 ¿Que medidas toman en su hogar para disminuir el consumo de agua?  
Unicamente se gasta lo necesario sin desperdicio.

2.5 Ha recibido Usted charlas y/o información sobre temas de

AGUA POTABLE	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
RESIDUOS SOLIDOS	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
RESIDUOS LÍQUIDOS	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>

3. RESIDUOS LIQUIDOS

3.1 Conoce Usted el destino que se le dan a las aguas residuales generadas en el casco urbano del municipio?  
SI  NO

CUAL? llegan a un pozo, se utiliza para regar.

3.2 Esta Usted de acuerdo con el manejo que actualmente se le estan dando a las aguas residuales de su localidad?  
SI  NO

PORQUE? Estos aguas debenc tener un tratamiento adecuado y no como agua por su contaminación.

3.3 Cree Usted que el agua residual puede producir enfermedades?  
SI  NO

CUALES? Epidemias diarreicas

3.4 Esta Usted de acuerdo con la tarifa que actualmente está pagando por los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO  PORQUE? \_\_\_\_\_

3.5 Pagaria Usted una tarifa mayor siempre y cuando se optimicen los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_

OBJETIVO. Conocer la opinión de los habitantes residentes en la zona urbana con respecto a la problemática generada por la escasez de agua potable y el no tratamiento de los residuos líquidos

NOMBRE Omar Cely  
DIRECCIÓN Deleitua- Centre

1 DATOS GENERALES

11 DEPENDENCIA ECONOMICA PADRE  MADRE  OTRO  CUAL? \_\_\_\_\_

12 ACTIVIDAD ECONOMICA PADRE Comerciante MADRE \_\_\_\_\_ OTRO \_\_\_\_\_

13 NUMERO DE INTEGRANTES DEL NÚCLEO FAMILAR 6

14 SERVICIOS QUE POSEE

CALIDAD DEL SERVICIO

ACUEDUCTO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	R	M	<input checked="" type="checkbox"/>
ALCANTARILLADO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	R	X	M
TELEFONO	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	B	R	M	_____
ENERGIA	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	X	R	M
ASEO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	R	X	M

2 AGUA POTABLE

2.1 ¿Tiene Usted tanque de reserva?  
SI  NO

2.2 Cuantas horas de servicio de agua potable tiene al día? Vecino - Hay seminario completo sin servicio

2.3 En caso de escasez como se abastece? generalmente entre 3 y 4 horas de la pila y la quebrada para lavar ropa.

2.4 ¿Que medidas toman en su hogar para disminuir el consumo de agua?  
Me despendian, el agua al borden es un peso los san- kione

2.5 Ha recibido Usted charlas y/o información sobre temas de

AGUA POTABLE	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
RESIDUOS SOLIDOS	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
RESIDUOS LIQUIDOS	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>

3 RESIDUOS LIQUIDOS

3.1 Conoce Usted el destino que se le dan a las aguas residuales generadas en el casco urbano del municipio?  
SI  NO   
CUA\_? \_\_\_\_\_

3.2 ¿Esta Usted de acuerdo con el manejo que actualmente se le estan dando a las aguas residuales de su localidad?  
SI  NO   
PORQUE? \_\_\_\_\_

3.3 Cree Usted que el agua residual puede producir enfermedades?  
SI  NO   
CUALES? Epidemias

3.4 Esta Usted de acuerdo con la tarifa que actualmente está pagando por los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO  PORQUE? Económica

3.5 Pagaria Usted una tarifa mayor siempre y cuando se optimicen los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

OBJETIVO: Conocer la opinión de los habitantes residentes en la zona urbana con respecto a la problemática generada por la escasez de agua potable y el no tratamiento de los residuos líquidos

NOMBRE Carmen Rosa Pérez  
DIRECCIÓN Cra 4 # 1-72 (Salida a Segamos)

1 DATOS GENERALES

1.1 DEPENDENCIA ECONOMICA PADRE  MADRE  OTRO  CUAL? \_\_\_\_\_

1.2 ACTIVIDAD ECONOMICA PADRE Tran licenas MADRE \_\_\_\_\_ OTRO \_\_\_\_\_

1.3 NUMERO DE INTEGRANTES DEL NÚCLEO FAMILIAR 3

1.4 SERVICIOS QUE POSEE

CALIDAD DEL SERVICIO

ACUEDUCTO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	R	M	<input checked="" type="checkbox"/>
ALCANTARILLADO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	<input checked="" type="checkbox"/>	R	M
TELEFONO	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	B	R	M	<input type="checkbox"/>
ENERGIA	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	<input checked="" type="checkbox"/>	R	M
ASEO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	<input checked="" type="checkbox"/>	R	M

2. AGUA POTABLE

2.1 Tiene Usted tanque de reserva?  
SI  NO

2.2 Cuantas horas de servicio de agua potable tiene al día? \_\_\_\_\_

2.3 En caso de escasez cómo se abastece? Del momento en la parte cilla del riego para la casa hay un x en línea de la madrugada

2.4 ¿Que medidas toman en su hogar para disminuir el consumo de agua?  
Lavar con poca agua

2.5 Ha recibido Usted charlas y/o información sobre temas de

AGUA POTABLE	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
RESIDUOS SOLIDOS	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
RESIDUOS LIQUIDOS	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>

3. RESIDUOS LIQUIDOS

3.1 Conoce Usted el destino que se le dan a las aguas residuales generadas en el casco urbano del municipio?  
SI  NO   
CUAL? Para ser usado en los campos

3.2 Esta Usted de acuerdo con el manejo que actualmente se le están dando a las aguas residuales de su localidad?  
SI  NO   
PORQUE? \_\_\_\_\_

3.3 Cree Usted que el agua residual puede producir enfermedades?  
SI  NO   
CUALES? No se que enfermedades

3.4 Esta Usted de acuerdo con la tarifa que actualmente esta pagando por los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO  PORQUE? \_\_\_\_\_

3.5 Pagaría Usted una tarifa mayor siempre y cuando se optimicen los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO

OBSERVACIONES Agradecido para hacer  
Rita Cecilia  
La pila también falta en época de verano



OBJETIVO Conocer la opinión de los habitantes residentes en la zona urbana con respecto a la problemática generada por la escasez de agua potable y el no tratamiento de los residuos líquidos

NOMBRE Maria El Pardo  
DIRECCIÓN Cra 4 N° 4-38

### 1 DATOS GENERALES

1.1 DEPENDENCIA ECONOMICA PADRE  MADRE  OTRO  CUAL? \_\_\_\_\_

1.2 ACTIVIDAD ECONOMICA PADRE Agricultor MADRE Ama de casa OTRO \_\_\_\_\_

1.3 NUMERO DE INTEGRANTES DEL NÚCLEO FAMILIAR 2

### 1.4 SERVICIOS QUE POSEE

SERVICIO	SI	NO	B	R	M
ACUEDUCTO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
ALCANTARILLADO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
TELEFONO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
ENERGIA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
ASEO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			

### CALIDAD DEL SERVICIO

### 2, AGUA POTABLE

2.1 Tiene Usted tanque de reserva?

SI  NO

2.2 Cuantas horas de servicio de agua potable tiene al día? Jueves etc, viene 10 x horas

2.3 En caso de escasez como se abastece? Pila - Bodega, cisternas  
Para otros latines - almacenamiento

2.4 ¿Que medidas toman en su hogar para disminuir el consumo de agua?

Jerarca con poca agua

2.5 Ha recibido Usted charlas y/o información sobre temas de

AGUA POTABLE	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
RESIDUOS SOLIDOS	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
RESIDUOS LIQUIDOS	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>

### 3, RESIDUOS LIQUIDOS

3.1 Conoce Usted el destino que se le dan a las aguas residuales generadas en el casco urbano del municipio?

SI  NO

CUAL? Por las alcantarillas del pueblo

3.2 Esta Usted de acuerdo con el manejo que actualmente se le están dando a las aguas residuales de su localidad?

SI  NO

PORQUE? Siempre para mejorar patrones

3.3 Cree Usted que el agua residual puede producir enfermedades?

SI  NO

CUALES? No se sabe

3.4 Esta Usted de acuerdo con la tarifa que actualmente está pagando por los servicios de acueducto y alcantarillado?

SI  NO  PORQUE? Económica

3.5 Pagaría Usted una tarifa mayor siempre y cuando se optimicen los servicios de acueducto y alcantarillado?

SI  NO

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

OBJETIVO: Conocer la opinión de los habitantes residentes en la zona urbana con respecto a la problemática generada por la escasez de agua potable y el no tratamiento de los residuos líquidos

NOMBRE Maria Lilia Gil Cárdenas  
DIRECCION Cra 4 No 2-73

1 DATOS GENERALES

1.1 DEPENDENCIA ECONOMICA PADRE  MADRE  OTRO  CUAL? \_\_\_\_\_  
1.2 ACTIVIDAD ECONOMICA PADRE Comerciante MADRE \_\_\_\_\_ OTRO \_\_\_\_\_  
1.3 NUMERO DE INTEGRANTES DEL NÚCLEO FAMILAR 2

1.4 SERVICIOS QUE POSEE			CALIDAD DEL SERVICIO		
ACUEDUCTO	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B <input checked="" type="checkbox"/>	R <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>
ALCANTARILLADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>	R <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>
TELEFONO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>	R <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>
ENERGIA	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B <input checked="" type="checkbox"/>	R <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>
ASEO	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B <input checked="" type="checkbox"/>	R <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>

2 AGUA POTABLE

2.1 Tiene Usted tanque de reserva?  
SI  NO

2.2 Cuantas horas de servicio de agua potable tiene al día? 2-3 horas al día en verano

2.3 En caso de escasez cómo se abastece? Usa los depósitos depositados (tanque de reserva baldes, etc).

2.4 ¿Que medidas toman en su hogar para disminuir el consumo de agua?  
Evitar la extracción excesiva

2.5 Ha recibido Usted charlas y/o información sobre temas de  
AGUA POTABLE SI  NO   
RESIDUOS SOLIDOS SI  NO   
RESIDUOS LIQUIDOS SI  NO

3, RESIDUOS LIQUIDOS

3.1 Conoce Usted el destino que se le dan a las aguas residuales generadas en el casco urbano del municipio?  
SI  NO   
CUAL? Vierten a los pozos

3.2 Esta Usted de acuerdo con el manejo que actualmente se le están dando a las aguas residuales de su localidad?  
SI  NO   
PORQUE? aleros que genera y que están cerca a las viviendas

3.3 Cree Usted que el agua residual puede producir enfermedades?  
SI  NO   
CUALES? No se acuerda

3.4 Esta Usted de acuerdo con la tarifa que actualmente esta pagando por los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO  PORQUE? \_\_\_\_\_

3.5 Pagaria Usted una tarifa mayor siempre y cuando se optimicen los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO

OBSERVACIONES Don AB descargar a 1 pozo

OBJETIVO Conocer la opinion de los habitantes residentes en la zona urbana con respecto a la problematica generada por la escasez de agua potable y el no tratamiento de los residuos liquidos

NOMBRE José Román Pérez Aceo  
DIRECCIÓN Calle 4 N° 4-18

1 DATOS GENERALES

1.1 DEPENDENCIA ECONOMICA PADRE  MADRE  OTRO  CUAL? Hijo  
1.2 ACTIVIDAD ECONOMICA PADRE \_\_\_\_\_ MADRE \_\_\_\_\_ OTRO Empleado público  
1.3 NUMERO DE INTEGRANTES DEL NÚCLEO FAMILAR Cinco

1.4 SERVICIOS QUE POSEE			CALIDAD DEL SERVICIO		
ACUEDUCTO	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B	R <input checked="" type="checkbox"/>	M
ALCANTARILLADO	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B	R	M <input checked="" type="checkbox"/>
TELEFONO	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B	R <input checked="" type="checkbox"/>	M
ENERGIA	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B <input checked="" type="checkbox"/>	R	M
ASEO	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B	R <input checked="" type="checkbox"/>	M

2. AGUA POTABLE

2.1 Tiene Usted tanque de reserva?  
SI  NO

2.2 Cuantas horas de servicio de agua potable tiene al día? Tres

2.3 En caso de escasez como se abastece? Compraventa de la lado a costado

2.4 ¿Que medidas toman en su hogar para disminuir el consumo de agua?  
No desperdiciar y abast las llaves cuando es únicamente necesario para hacer cosas

2.5 Ha recibido Usted charlas y/o informacion sobre temas de

AGUA POTABLE	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
RESIDUOS SOLIDOS	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
RESIDUOS LIQUIDOS	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>

3. RESIDUOS LIQUIDOS

3.1 Conoce Usted el destino que se le dan a las aguas residuales generadas en el casco urbano del municipio?  
SI  NO   
CUAL? Rejido de pozos de retención

3.2 Esta Usted de acuerdo con el manejo que actualmente se le estan dando a las aguas residuales de su localidad?  
SI  NO   
PORQUE? Se estan vertiendo en los pozos cerca al casco urbano

3.3 Cree Usted que el agua residual puede producir enfermedades?  
SI  NO   
CUALES? Infecciones y aparición de agentes bacterianos como m. typhi

3.4 Esta Usted de acuerdo con la tarifa que actualmente está pagando por los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO  PORQUE? Cerrada para todos

3.5 Pagaria Usted una tarifa mayor siempre y cuando se optimicen los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

OBJETIVO: Conocer la opinión de los habitantes residentes en la zona urbana con respecto a la problemática generada por la escasez de agua potable y el no tratamiento de los residuos líquidos

NOMBRE Yvonne Guebara Rojas  
DIRECCIÓN Betulia Centro

1. DATOS GENERALES

11 DEPENDENCIA ECONOMICA PADRE  MADRE  OTRO  CUAL? \_\_\_\_\_  
12 ACTIVIDAD ECONOMICA PADRE Agricultor MADRE \_\_\_\_\_ OTRO \_\_\_\_\_  
13 NUMERO DE INTEGRANTES DEL NÚCLEO FAMILAR 6

14 SERVICIOS QUE POSEE		CALIDAD DEL SERVICIO	
ACUEDUCTO	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/> R <input checked="" type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	
ALCANTARILLADO	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	B <input checked="" type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	
TELEFONO	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/> R <input checked="" type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	
ENERGIA	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	B <input checked="" type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	
ASEO	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/> R <input checked="" type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	

2. AGUA POTABLE

2.1 Tiene Usted tanque de reserva?  
SI  NO

2.2 Cuantas horas de servicio de agua potable tiene al día? 2 horas

2.3 En caso de escasez cómo se abastece? Vamos a conseguir a los quehados  
a los nacimientos

2.4 ¿Que medidas toman en su hogar para disminuir el consumo de agua?

2.5 Ha recibido Usted charlas y/o información sobre temas de

AGUA POTABLE	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
RESIDUOS SOLIDOS	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
RESIDUOS LIQUIDOS	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>

3. RESIDUOS LIQUIDOS

3.1 Conoce Usted el destino que se le dan a las aguas residuales generadas en el casco urbano del municipio?  
SI  NO

CUAL? \_\_\_\_\_

3.2 Esta Usted de acuerdo con el manejo que actualmente se le están dando a las aguas residuales de su localidad?  
SI  NO

PORQUE? No conozco el manejo que se está haciendo a las AR

3.3 Cree Usted que el agua residual puede producir enfermedades?  
SI  NO

CUALES? En la fecundación de las aguas (agentes contaminantes)

3.4 Esta Usted de acuerdo con la tarifa que actualmente está pagando por los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO  PORQUE? Económica

3.5 Pagaría Usted una tarifa mayor siempre y cuando se optimicen los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

OBJETIVO: Conocer la opinión de los habitantes residentes en la zona urbana con respecto a la problemática generada por la escasez de agua potable y el no tratamiento de los residuos líquidos

NOMBRE CANDELARIA Nema Acero  
DIRECCIÓN Beleña - Parque principal - Esquina

### 1 DATOS GENERALES

11 DEPENDENCIA ECONOMICA PADRE  MADRE  OTRO  CUAL? \_\_\_\_\_

12 ACTIVIDAD ECONOMICA PADRE Agricultor MADRE \_\_\_\_\_ OTRO \_\_\_\_\_

13 NUMERO DE INTEGRANTES DEL NÚCLEO FAMILIAR \_\_\_\_\_

### 14 SERVICIOS QUE POSEE

SERVICIOS QUE POSEE		CALIDAD DEL SERVICIO	
ACUEDUCTO	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	B__ R__ M_ <input checked="" type="checkbox"/>	
ALCANTARILLADO	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	B__ R__ M_ _____	
TELEFONO	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	B__ R__ M_ <input checked="" type="checkbox"/>	
ENERGIA	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	B_ <input checked="" type="checkbox"/> R__ M_ _____	
ASEO	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	B__ R__ M_ _____	

### 2 AGUA POTABLE

21 Tiene Usted tanque de reserva?  
SI  NO

22 Cuantas horas de servicio de agua potable tiene al día? Veces 1 o 2 horas a la semana

23 En caso de escasez como se abastece? En la pile o en el sitio donde se ubica el nacimiento denominado el barrachero

24 ¿Que medidas toman en su hogar para disminuir el consumo de agua?  
Utiliza lo estrictamente necesario.

25 Ha recibido Usted charlas y/o informacion sobre temas de

AGUA POTABLE	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
RESIDUOS SOLIDOS	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
RESIDUOS LIQUIDOS	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>

### 3, RESIDUOS LIQUIDOS

31 Conoce Usted el destino que se le dan a las aguas residuales generadas en el casco urbano del municipio?

SI  NO   
CUAL? Pagan en la pile

32 Esta Usted de acuerdo con el manejo que actualmente se le estan dando a las aguas residuales de su localidad?

SI  NO   
PORQUE? Es malo para la salud de las personas

33 Cree Usted que el agua residual puede producir enfermedades?

SI  NO   
CUALES? No sabe

34 Esta Usted de acuerdo con la tarifa que actualmente está pagando por los servicios de acueducto y alcantarillado?

SI  NO  PORQUE? \_\_\_\_\_

35 Pagaría Usted una tarifa mayor siempre y cuando se optimicen los servicios de acueducto y alcantarillado?

SI  NO

OBSERVACIONES El agua en invierno llega muy turbia. 2 veces semana viene las AL cerca de mi hogar, lo que genera molestias y aparición de moscas para limpiar la pile. En invierno lavan en la quebrada.

OBJETIVO Conocer la opinión de los habitantes residentes en la zona urbana con respecto a la problemática generada por la escasez de agua potable y el no tratamiento de los residuos líquidos

NOMBRE Fernando Velasco  
DIRECCIÓN Centro - Betetiva - Playa Principal

1 DATOS GENERALES

11 DEPENDENCIA ECONOMICA PADRE  MADRE  OTRO  CUAL? \_\_\_\_\_  
12 ACTIVIDAD ECONOMICA PADRE Vigilante MADRE \_\_\_\_\_ OTRO \_\_\_\_\_  
13 NUMERO DE INTEGRANTES DEL NÚCLEO FAMILIAR 4

14 SERVICIOS QUE POSEE			CALIDAD DEL SERVICIO		
ACUEDUCTO	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B	R <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>
ALCANTARILLADO	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B	R <input checked="" type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>
TELEFONO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	B	R <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>
ENERGIA	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B <input checked="" type="checkbox"/>	R <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>
ASEO	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B	R <input checked="" type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>

2, AGUA POTABLE

2.1 Tiene Usted tanque de reserva?  
SI  NO

2.2 Cuantas horas de servicio de agua potable tiene al día? Una hora

2.3 En caso de escasez como se abastece? Para cocinar le da la pila y calienta con la que mas se puede.

2.4 ¿Que medidas toman en su hogar para disminuir el consumo de agua?  
Evitar los desperdicios lavar 1 vez a la semana.

2.5 Ha recibido Usted charlas y/o informacion sobre temas de

AGUA POTABLE	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
RESIDUOS SOLIDOS	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
RESIDUOS LIQUIDOS	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>

3, RESIDUOS LIQUIDOS

3.1 Conoce Usted el destino que se le dan a las aguas residuales generadas en el casco urbano del municipio?  
SI  NO   
CUAL? Vertidas al pozo

3.2 Esta Usted de acuerdo con el manejo que actualmente se le estan dando a las aguas residuales de su localidad?  
SI  NO   
PORQUE? Genera contaminación y presencia de mosquitos

3.3 Cree Usted que el agua residual puede producir enfermedades?  
SI  NO   
CUALES? Diarrea sobre todo los niños

3.4 Esta Usted de acuerdo con la tarifa que actualmente está pagando por los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO  PORQUE? \_\_\_\_\_

3.5 Pagaría Usted una tarifa mayor siempre y cuando se optimicen los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO

OBSERVACIONES Se cancela anualmente la tarifa. El agua llega muy turbia igual se sigue utilizando para preparar los alimentos.

Conocer la opinión de los habitantes residentes en la zona urbana con respecto a la problemática generada por la escasez de agua potable y el no tratamiento de los residuos líquidos

NOMBRE Mercedes Cely Juana  
DIRECCIÓN Betetua-Centro

1. DATOS GENERALES

11 DEPENDENCIA ECONOMICA PADRE  MADRE  OTRO  CUAL? \_\_\_\_\_  
12 ACTIVIDAD ECONOMICA PADRE \_\_\_\_\_ MADRE Secretaria OTRO \_\_\_\_\_  
13 NUMERO DE INTEGRANTES DEL NÚCLEO FAMILAR 4

14 SERVICIOS QUE POSEE		CALIDAD DEL SERVICIO		
ACUEDUCTO	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	B	R	M
ALCANTARILLADO	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	B	R	M
TELEFONO	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	B	R	M
ENERGIA	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	B	R	M
ASEO	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	B	R	M

2. AGUA POTABLE

2.1 Tiene Usted tanque de reserva?  
SI  NO

2.2 Cuantas horas de servicio de agua potable tiene al día? 6 horas.

2.3 En caso de escasez como se abastece? Hicimos de la pila

2.4 ¿Que medidas toman en su hogar para disminuir el consumo de agua?  
Mantener llaves cerradas - Controlar el consumo

2.5 Ha recibido Usted charlas y/o información sobre temas de

AGUA POTABLE	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
RESIDUOS SOLIDOS	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
RESIDUOS LIQUIDOS	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>

3. RESIDUOS LIQUIDOS

3.1 Conoce Usted el destino que se le dan a las aguas residuales generadas en el casco urbano del municipio?  
SI  NO

CUAL? \_\_\_\_\_

3.2 Esta Usted de acuerdo con el manejo que actualmente se le estan dando a las aguas residuales de su localidad?  
SI  NO

PORQUE? \_\_\_\_\_

3.3 Cree Usted que el agua residual puede producir enfermedades?  
SI  NO

CUALES? Problemas Intestinales

3.4 Esta Usted de acuerdo con la tarifa que actualmente esta pagando por los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO  PORQUE? \_\_\_\_\_

3.5 Pagaria Usted una tarifa mayor siempre y cuando se optimicen los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

OBJETIVO Conocer la opinión de los habitantes residentes en la zona urbana con respecto a la problemática generada por la escasez de agua potable y el no tratamiento de los residuos líquidos

NOMBRE Gloria Ines Gil  
DIRECCIÓN Betulia- Centro

1. DATOS GENERALES

11 DEPENDENCIA ECONOMICA PADRE  MADRE  OTRO  CUAL? \_\_\_\_\_  
12 ACTIVIDAD ECONOMICA PADRE Independiente MADRE Telefonista OTRO \_\_\_\_\_  
13 NUMERO DE INTEGRANTES DEL NÚCLEO FAMILAR 7

1.4 SERVICIOS QUE POSEE			CALIDAD DEL SERVICIO		
ACUEDUCTO	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B	R	M <input checked="" type="checkbox"/>
ALCANTARILLADO	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B	R	M <input checked="" type="checkbox"/>
TELEFONO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	B	R	M
ENERGIA	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B	R	M <input checked="" type="checkbox"/>
ASEO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	B	R	M

2. AGUA POTABLE

2.1 Tiene Usted tanque de reserva?  
SI  NO

2.2 Cuantas horas de servicio de agua potable tiene al día? Verano: 2-3 horas, Invierno: Todo el día

2.3 En caso de escasez como se abastece? De la pila

2.4 ¿Qué medidas toman en su hogar para disminuir el consumo de agua?  
Beber con cuidado  
Lower la temperatura en la pila con muy poca agua

2.5 Ha recibido Usted charlas y/o informacion sobre temas de

AGUA POTABLE	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
RESIDUOS SOLIDOS	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
RESIDUOS LÍQUIDOS	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>

3 RESIDUOS LIQUIDOS

3.1 Conoce Usted el destino que se le dan a las aguas residuales generadas en el casco urbano del municipio?  
SI  NO   
CUAL? Botan en la pila

3.2 Esta Usted de acuerdo con el manejo que actualmente se le estan dando a las aguas residuales de su localidad?  
SI  NO   
PORQUE? Esta cerca de las viviendas y contamina

3.3 Cree Usted que el agua residual puede producir enfermedades?  
SI  NO   
CUALES? Respiratorias, infecciosas

3.4 Esta Usted de acuerdo con la tarifa que actualmente está pagando por los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO  PORQUE? El agua llega a casa

3.5 Pagaría Usted una tarifa mayor siempre y cuando se optimicen los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO

OBSERVACIONES El agua que llega a casa es muy poca y se utiliza para lavar, para cocinar se utiliza el agua de la pila



OBJETIVO: Conocer la opinión de los habitantes residentes en la zona urbana con respecto a la problemática generada por la escasez de agua potable y el no tratamiento de los residuos líquidos

NOMBRE Luis Antonio Daza Fernández  
DIRECCIÓN Cra. 4 N° 8-16

1. DATOS GENERALES

11 DEPENDENCIA ECONOMICA PADRE  MADRE  OTRO  CUAL? \_\_\_\_\_

12 ACTIVIDAD ECONOMICA PADRE Parionero MADRE \_\_\_\_\_ OTRO \_\_\_\_\_

13 NUMERO DE INTEGRANTES DEL NÚCLEO FAMILIAR 5

14 SERVICIOS QUE POSEE

	SI	NO	CALIDAD DEL SERVICIO
ACUEDUCTO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B ___ R <input checked="" type="checkbox"/> M ___
ALCANTARILLADO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B <input checked="" type="checkbox"/> R ___ M ___
TELEFONO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B ___ R ___ M ___
ENERGIA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B <input checked="" type="checkbox"/> R ___ M ___
ASEO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B <input checked="" type="checkbox"/> R ___ M ___

2. AGUA POTABLE

21 Tiene Usted tanque de reserva?  
SI  NO

22 Cuantas horas de servicio de agua potable tiene al día? 24 horas en invierno

23 En caso de escasez cómo se abastece? Por un pozo en la finca  
frente nacimiento de la parroquia

24 ¿Qué medidas toman en su hogar para disminuir el consumo de agua?  
Mantener las llaves cerradas y verificar pagar no desperdiciar el agua

25 Ha recibido Usted charlas y/o información sobre temas de

AGUA POTABLE	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
RESIDUOS SOLIDOS	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
RESIDUOS LIQUIDOS	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>

3 RESIDUOS LIQUIDOS

31 Conoce Usted el destino que se le dan a las aguas residuales generadas en el casco urbano del municipio?  
SI  NO

CUAL? Descarga a cielo abierto en pozos

32 Esta Usted de acuerdo con el manejo que actualmente se le están dando a las aguas residuales de su localidad?  
SI  NO

PORQUE? No tienen un control deben tener un tratamiento

33 Cree Usted que el agua residual puede producir enfermedades?  
SI  NO

CUALES? Proliferación de vectores

34 Esta Usted de acuerdo con la tarifa que actualmente está pagando por los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO  PORQUE? \_\_\_\_\_

35 Pagaría Usted una tarifa mayor siempre y cuando se optimicen los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO

OBSERVACIONES En la actualidad cancela \$37000 /año  
El caso recolector de la basura por el 8 días

OBJETIVO Conocer la opinión de los habitantes residentes en la zona urbana con respecto a la problemática generada por la escasez de agua potable y el no tratamiento de los residuos líquidos

NOMBRE Victor Davila  
DIRECCIÓN \_\_\_\_\_

1 DATOS GENERALES

11 DEPENDENCIA ECONOMICA PADRE  MADRE  OTRO  CUAL? \_\_\_\_\_

12 ACTIVIDAD ECONOMICA PADRE Decente MADRE \_\_\_\_\_ OTRO \_\_\_\_\_

13 NUMERO DE INTEGRANTES DEL NÚCLEO FAMILAR 6

1.4 SERVICIOS QUE POSEE

CALIDAD DEL SERVICIO

ACUEDUCTO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	R	M	<input checked="" type="checkbox"/>
ALCANTARILLADO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	R	M	<input checked="" type="checkbox"/>
TELEFONO	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	B	R	M	_____
ENERGIA	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	<input checked="" type="checkbox"/>	R	M
ASEO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	R	<input checked="" type="checkbox"/>	M

2, AGUA POTABLE

2.1 Tiene Usted tanque de reserva?  
SI  NO

2.2 Cuantas horas de servicio de agua potable tiene al dia? Invernal - Continuo, Verano - 7 horas

2.3 En caso de escasez como se abastece? \_\_\_\_\_

2.4 ¿Que medidas toman en su hogar para disminuir el consumo de agua?

Uso tanques y/o baldes con agua lluvia, mantener las llaves cerradas, consumir exclusivamente lo necesario.

2.5 Ha recibido Usted charlas y/o informacion sobre temas de

AGUA POTABLE	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
RESIDUOS SOLIDOS	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
RESIDUOS LIQUIDOS	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>

3 RESIDUOS LIQUIDOS

3.1 Conoce Usted el destino que se le dan a las aguas residuales generadas en el casco urbano del municipio?

SI  NO   
CUAL? \_\_\_\_\_

3.2 Esta Usted de acuerdo con el manejo que actualmente se le estan dando a las aguas residuales de su localidad?

SI  NO   
PORQUE? \_\_\_\_\_

3.3 Cree Usted que el agua residual puede producir enfermedades?

SI  NO   
CUALES? Problemas gastrointestinales, Cánceres a formación de algas y hongos

3.4 Esta Usted de acuerdo con la tarifa que actualmente esta pagando por los servicios de acueducto y alcantarillado?

SI  NO  PORQUE? \_\_\_\_\_

3.5 Pagaria Usted una tarifa mayor siempre y cuando se optimicen los servicios de acueducto y alcantarillado?

SI  NO

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**OBJETIVO** Conocer la opinión de los habitantes residentes en la zona urbana con respecto a la problemática generada por la escasez de agua potable y el no tratamiento de los residuos líquidos

NOMBRE Emmundo del carmen Gil  
DIRECCIÓN \_\_\_\_\_

**1. DATOS GENERALES**

11 DEPENDENCIA ECONOMICA PADRE  MADRE  OTRO  CUAL? \_\_\_\_\_  
12 ACTIVIDAD ECONOMICA PADRE \_\_\_\_\_ MADRE Comercio OTRO \_\_\_\_\_  
13 NUMERO DE INTEGRANTES DEL NÚCLEO FAMILAR 2

14 SERVICIOS QUE POSEE			CALIDAD DEL SERVICIO
ACUEDUCTO	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B__ R <input checked="" type="checkbox"/> M__
ALCANTARILLADO	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B <input checked="" type="checkbox"/> R__ M__
TELEFONO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	B__ R__ M__
ENERGIA	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B <input checked="" type="checkbox"/> R__ M__
ASEO	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B <input checked="" type="checkbox"/> R__ M__

**2. AGUA POTABLE**

2.1 Tiene Usted tanque de reserva?  
SI  NO

2.2 Cuantas horas de servicio de agua potable tiene al día? 1 hora + constante, Verano 1-2 horas

2.3 En caso de escasez cómo se abastece? Acumulado o en la pila

2.4 ¿Que medidas toman en su hogar para disminuir el consumo de agua?  
Economizar en el lavado de ropa y losa

2.5 Ha recibido Usted charlas y/o información sobre temas de

AGUA POTABLE	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
RESIDUOS SOLIDOS	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
RESIDUOS LIQUIDOS	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>

**3. RESIDUOS LIQUIDOS**

3.1 Conoce Usted el destino que se le dan a las aguas residuales generadas en el casco urbano del municipio?  
SI  NO

CUAL? \_\_\_\_\_

3.2 Esta Usted de acuerdo con el manejo que actualmente se le están dando a las aguas residuales de su localidad?  
SI  NO

PORQUE? \_\_\_\_\_

3.3 Cree Usted que el agua residual puede producir enfermedades?  
SI  NO

CUALES? Intestinales

3.4 Esta Usted de acuerdo con la tarifa que actualmente está pagando por los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO  PORQUE? No hay continuidad en el servicio

3.5 Pagaría Usted una tarifa mayor siempre y cuando se optimicen los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_

OBJETIVO Conocer la opinión de los habitantes residentes en la zona urbana con respecto a la problemática generada por la escasez de agua potable y el no tratamiento de los residuos líquidos

NOMBRE Adrián Osorio Acea

DIRECCIÓN Cra 4 N° 2-41

1 DATOS GENERALES

1.1 DEPENDENCIA ECONOMICA PADRE  MADRE  OTRO  CUAL? \_\_\_\_\_

1.2 ACTIVIDAD ECONOMICA PADRE Agricultor MADRE Ama de casa OTRO \_\_\_\_\_

1.3 NUMERO DE INTEGRANTES DEL NÚCLEO FAMILIAR 6

1.4 SERVICIOS QUE POSEE

CALIDAD DEL SERVICIO

ACUEDUCTO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	<input checked="" type="checkbox"/>	R	<input type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>
ALCANTARILLADO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	<input checked="" type="checkbox"/>	R	<input type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>
TELEFONO	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	B	<input type="checkbox"/>	R	<input type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>
ENERGIA	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	<input checked="" type="checkbox"/>	R	<input type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>
ASEO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	<input checked="" type="checkbox"/>	R	<input type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>

2, AGUA POTABLE

2.1 Tiene Usted tanque de reserva?  
SI  NO

2.2 Cuántas horas de servicio de agua potable tiene al día? 2-3 horas (épocas de verano)

2.3 En caso de escasez cómo se abastece? Pila y/o manantial - cisterna  
Para lavar de la tanque que existe al frente de la casa

2.4 ¿Qué medidas toman en su hogar para disminuir el consumo de agua?  
Recibir el agua producto de lavado para ser utilizada en los sanitarios

2.5 Ha recibido Usted charlas y/o informacion sobre temas de

AGUA POTABLE	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
RESIDUOS SOLIDOS	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
RESIDUOS LÍQUIDOS	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>

3, RESIDUOS LÍQUIDOS

3.1 Conoce Usted el destino que se le dan a las aguas residuales generadas en el casco urbano del municipio?  
SI  NO

CUAL? Regadio de potreros

3.2 Esta Usted de acuerdo con el manejo que actualmente se le están dando a las aguas residuales de su localidad?

SI  NO   
PORQUE? Es mala para la salud de los consumidores de leche y carne

3.3 Cree Usted que el agua residual puede producir enfermedades?  
SI  NO

CUALES? Epidemias

3.4 Esta Usted de acuerdo con la tarifa que actualmente está pagando por los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO  PORQUE? \_\_\_\_\_

3.5 Pagaria Usted una tarifa mayor siempre y cuando se optimicen los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO

OBSERVACIONES Únicamente se utiliza el H<sub>2</sub>O de la pila para cocinar y la del acueducto para lavar

**OBJETIVO.** Conocer la opinión de los habitantes residentes en la zona urbana con respecto a la problemática generada por la escasez de agua potable y el no tratamiento de los residuos líquidos

NOMBRE \_\_\_\_\_

DIRECCIÓN Balchitua- Centro

**1. DATOS GENERALES**

11 DEPENDENCIA ECONOMICA PADRE  MADRE  OTRO  CUAL? \_\_\_\_\_

12 ACTIVIDAD ECONOMICA PADRE \_\_\_\_\_ MADRE Empleado públ. OTRO \_\_\_\_\_

13 NUMERO DE INTEGRANTES DEL NÚCLEO FAMILAR 1.

**14 SERVICIOS QUE POSEE**

**CALIDAD DEL SERVICIO**

ACUEDUCTO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	<input type="checkbox"/>	R	<input checked="" type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>
ALCANTARILLADO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	<input checked="" type="checkbox"/>	R	<input type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>
TELEFONO	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	<input type="checkbox"/>	R	<input type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>
ENERGIA	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	<input checked="" type="checkbox"/>	R	<input type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>
ASEO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	<input checked="" type="checkbox"/>	R	<input type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>

**2. AGUA POTABLE**

2.1 Tiene Usted tanque de reserva?  
SI  NO

2.2 Cuantas horas de servicio de agua potable tiene al día? 8 horas semanales

2.3 En caso de escasez como se abastece? Comunicado ciudad e hacer de algunas veredas

2.4 ¿Que medidas toman en su hogar para disminuir el consumo de agua?

No regar plantas Rociar el agua para las plantas utilizar menos agua para lavar ropa y cocinar

2.5 Ha recibido Usted charlas y/o información sobre temas de

AGUA POTABLE	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
RESIDUOS SOLIDOS	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
RESIDUOS LIQUIDOS	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>

**3. RESIDUOS LIQUIDOS**

3.1 Conoce Usted el destino que se le dan a las aguas residuales generadas en el casco urbano del municipio?  
SI  NO

CUAL? \_\_\_\_\_

3.2 Esta Usted de acuerdo con el manejo que actualmente se le están dando a las aguas residuales de su localidad?

PORQUE? SI  NO

3.3 Cree Usted que el agua residual puede producir enfermedades?

SI  NO

CUALES? Infecciones Problemas respiratorios problemas en la piel

3.4 Esta Usted de acuerdo con la tarifa que actualmente está pagando por los servicios de acueducto y alcantarillado?

SI  NO  PORQUE? no hay tarifa.

3.5 Pagaría Usted una tarifa mayor siempre y cuando se optimicen los servicios de acueducto y alcantarillado?

SI  NO

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

OBJETIVO Conocer la opinión de los habitantes residentes en la zona urbana con respecto a la problemática generada por la escasez de agua potable y el no tratamiento de los residuos líquidos

NOMBRE Andrés Fernández  
DIRECCIÓN Centro

1. DATOS GENERALES

11 DEPENDENCIA ECONOMICA PADRE  MADRE  OTRO  CUAL? \_\_\_\_\_  
12 ACTIVIDAD ECONOMICA PADRE Agricultor MADRE Amo de casa OTRO \_\_\_\_\_  
13 NUMERO DE INTEGRANTES DEL NÚCLEO FAMILIAR 5

14 SERVICIOS QUE POSEE			CALIDAD DEL SERVICIO
ACUEDUCTO	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B <input checked="" type="checkbox"/> R ___ M ___
ALCANTARILLADO	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B ___ R <input checked="" type="checkbox"/> M ___
TELEFONO	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B <input checked="" type="checkbox"/> R ___ M ___
ENERGIA	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B <input checked="" type="checkbox"/> R ___ M ___
ASEO	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	B ___ R <input checked="" type="checkbox"/> M ___

2. AGUA POTABLE

2.1 Tiene Usted tanque de reserva?  
SI  NO

2.2 Cuantas horas de servicio de agua potable tiene al día? Depende de la época del año (Invierno 24 hr)  
2.3 En caso de escasez cómo se abastece? Pila - Acueducto

2.4 ¿Que medidas toman en su hogar para disminuir el consumo de agua?

Ninguna

2.5 He recibido Usted charlas y/o información sobre temas de

AGUA POTABLE	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
RESIDUOS SOLIDOS	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
RESIDUOS LIQUIDOS	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>

3. RESIDUOS LIQUIDOS

3.1 Conoce Usted el destino que se le dan a las aguas residuales generadas en el casco urbano del municipio?  
SI  NO

CUAL? \_\_\_\_\_

3.2 Esta Usted de acuerdo con el manejo que actualmente se le están dando a las aguas residuales de su localidad?

SI  NO

PORQUE? \_\_\_\_\_

3.3 Cree Usted que el agua residual puede producir enfermedades?

SI  NO

CUALES? Diarrea

3.4 Esta Usted de acuerdo con la tarifa que actualmente está pagando por los servicios de acueducto y alcantarillado?

SI  NO  PORQUE? \_\_\_\_\_

3.5 Pagaría Usted una tarifa mayor siempre y cuando se optimicen los servicios de acueducto y alcantarillado?

SI  NO

OBSERVACIONES El agua del acueducto también se utiliza para riego

**OBJETIVO** Conocer la opinión de los habitantes residentes en la zona urbana con respecto a la problemática generada por la escasez de agua potable y el no tratamiento de los residuos líquidos

NOMBRE Nelson Yesid Silva  
DIRECCIÓN Cra 3 N 4-43

**1. DATOS GENERALES**

11 DEPENDENCIA ECONOMICA PADRE  MADRE  OTRO  CUAL? \_\_\_\_\_  
12 ACTIVIDAD ECONOMICA PADRE Empleado MADRE \_\_\_\_\_ OTRO \_\_\_\_\_  
13 NUMERO DE INTEGRANTES DEL NÚCLEO FAMILIAR \_\_\_\_\_

**14 SERVICIOS QUE POSEE CALIDAD DEL SERVICIO**

ACUEDUCTO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	<input checked="" type="checkbox"/>	R	<input checked="" type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>
ALCANTARILLADO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	<input checked="" type="checkbox"/>	R	<input type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>
TELEFONO	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	B	<input type="checkbox"/>	R	<input type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>
ENERGIA	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	<input checked="" type="checkbox"/>	R	<input type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>
ASEO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	B	<input checked="" type="checkbox"/>	R	<input type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>

**2. AGUA POTABLE**

2.1 Tiene Usted tanque de reserva?  
SI  NO

2.2 Cuantas horas de servicio de agua potable tiene al día? 2 horas diarias

2.3 En caso de escasez cómo se abastece? La pila

2.4 ¿Que medidas toman en su hogar para disminuir el consumo de agua?

**2.5 Ha recibido Usted charlas y/o información sobre temas de**

AGUA POTABLE	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
RESIDUOS SOLIDOS	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
RESIDUOS LIQUIDOS	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>

**3 RESIDUOS LIQUIDOS**

3.1 Conoce Usted el destino que se le dan a las aguas residuales generadas en el casco urbano del municipio?  
SI  NO

CUAL? \_\_\_\_\_

3.2 Esta Usted de acuerdo con el manejo que actualmente se le están dando a las aguas residuales de su localidad?  
SI  NO

PORQUE? \_\_\_\_\_

3.3 Cree Usted que el agua residual puede producir enfermedades?  
SI  NO

CUALES? Ep demico o transmisión de enfermedades

3.4 Esta Usted de acuerdo con la tarifa que actualmente esta pagando por los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO  PORQUE? Económica

3.5 Pagaria Usted una tarifa mayor siempre y cuando se optimicen los servicios de acueducto y alcantarillado?  
SI  NO

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

# ANEXO D. PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO



## DISEÑO ALCANTARILLADO COMBINADO MUNICIPIO DE BETEITIVA BOYACÁ

Tramo		Areas(Ha)	area acumulada	Longitud (m)	pendiente tramo (%)	Impermeabilidad	C*A	C	tiempo de concentración				i(l/s*Ha)
SALIDA	LLEGADA								Te (min)	Tt	TC	Total (min)	
1N	2N	0.385	0.385	38.27	0.37	0.75	0.289	0.75	0.922444	0.850444	1.772889	1.772889	18.51918
2N	3C	0.265	0.65	30.7	0.29	0.75	0.199	0.75	0.828482	0.682222	1.510704	3.283593	29.40171
3C	4C	0.017	0.667	20.43	3.61	0.75	0.013	0.75	0.609411	0.454	1.063411	4.347004	36.28717
4C	5C	0.184	0.851	79.68	8.81	0.75	0.138	0.75	1.071579	1.770667	2.842246	7.18925	52.92042
5C	6C	0.124	0.975	49.1	4.23	0.75	0.093	0.75	0.929509	1.091111	2.02062	9.20987	63.72366
6C	7C	0.063	1.038	36.33	1.52	0.75	0.047	0.75	0.863916	0.807333	1.67125	10.88112	72.21307
7C	8C	0.227	1.265	63.19	2.65	0.75	0.170	0.75	1.100829	1.404222	2.505051	13.38617	84.35346
8C	9C	0.17	1.435	44.78	9.39	0.75	0.128	0.75	0.79473	0.995111	1.789841	15.17601	92.67847
9C	10C	0.193	1.628	51.73	8.72	0.75	0.145	0.75	0.864835	1.149556	2.01439	17.1904	101.7595

		1.628		414.21			1.221						
16N	15N	0.569	0.569	84.45	4.00	0.3	0.171	0.3016	3.127394	1.876667	5.00406	5.00406	40.32761
15N	14N	0.206	0.775	52.64	7.21	0.3	0.062	0.3016	2.235096	1.169778	3.404873	8.408934	59.52046
14N	13C	0.339	1.114	74.32	6.10	0.3	0.102	0.3016	2.739578	1.651556	4.391133	12.80007	81.568
13C	12N	0.154	1.268	42.01	5.20	0.3	0.046	0.3016	2.117569	0.933556	3.051124	15.85119	95.75403
12N	11N	0.22	1.488	69.18	0.48	0.3	0.066	0.3016	3.324355	1.537333	4.861688	20.71288	117.0283
11N	10C	0.008	1.496	3.84	5.13	0.6	0.005	0.3016	0.400985	0.085333	0.486318	21.1992	119.0831
		1.496		326.44			0.451						

MUNICIPIO DE BETEITIVA  
DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

**DISEÑO ALCANTARILLADO COMBINADO MUNICIPIO DE BETEITIVA BOYACÁ**

Qdiseño (l/s)	coef. De rugosidad n	DIAMETRO TUBERIA					caudal lleno	relaciones de caudales	velocidad lleno (m/s)	V/Vo	d/D
		(m)	(pulg)	COMERCIAL (pul)	COMERCIAL (m)						
6.848413	0.013	0.029593	1.165085	8	0.20	0.37	20.75	0.3300	0.64	0.785	0.437
15.83433	0.013	0.071473	2.813897	8	0.20	0.29	18.4	0.8606	0.57	0.943	0.856
19.65366	0.013	0.055295	2.176954	8	0.20	3.61	64.98	0.3025	2	0.775	0.411
35.27746	0.013	0.08396	3.305515	8	0.20	8.81	101.55	0.3474	3.14	0.792	0.454
48.09893	0.013	0.131343	5.170999	8	0.20	4.23	70.34	0.6838	2.17	0.882	0.72
57.71887	0.013	0.190907	7.516008	10	0.25	1.52	76.47	0.7548	1.51	0.901	0.776
81.53134	0.013	0.243083	9.570205	10	0.25	2.65	100.99	0.8073	2.03	0.922	0.821
101.2462	0.013	0.238097	9.373898	10	0.25	9.39	190.09	0.5326	3.69	0.845	0.601
125.7494	0.013	0.299839	11.8047	12	0.30	8.72	297.87	0.4222	4.09	0.815	0.512

8.421736	0.013	0.023245	0.91515	8	0.20	4.00	68.43	0.1231	2.11	0.71	0.226
15.41351	0.013	0.038086	1.499432	8	0.20	7.21	91.87	0.1678	2.81	0.728	0.284
28.9068	0.013	0.073698	2.9015	8	0.20	6.10	84.5	0.3421	2.6	0.789	0.446
38.12062	0.013	0.100157	3.94318	8	0.20	5.20	78.01	0.4887	2.38	0.834	0.569
54.02181	0.013	0.222231	8.74927	12	0.30	0.48	71.3	0.7577	0.85	0.901	0.776
55.2313	0.013	0.145462	5.726847	12	0.30	5.13	227.15	0.2431	2.76	0.754	0.355

**DISEÑO ALCANTARILLADO COMBINADO MUNICIPIO DE BETEITIVA BOYACÁ**

R/Ro	H/D	velocidad real (m/s)	v <sup>2</sup> /2g	R (m)	T (kg/m <sup>2</sup> )	T10 (kg/m <sup>2</sup> )	d (m)	E (m)	H (m)	NF	CLASE DE FLUJO	DIAMETRO INT. POZO	
												SALIDA	LLEGADA
0.931	0.341	0.5024	0.012865	0.047295	0.169727	0.01089	0.088798	0.101663	0.069291	0.6	subcrítico	12	12
1.216	0.815	0.53751	0.014726	0.061773	0.175678	0.00863	0.173939	0.188665	0.165608	0.4	subcrítico	12	12
0.907	0.328	1.55	0.122452	0.046076	1.630569	0.107389	0.083515	0.205967	0.06665	1.9	supercrítico	12	12
0.938	0.348	2.48688	0.315218	0.04765	4.116004	0.262121	0.092253	0.407471	0.070714	3.0	supercrítico	1	1
1.163	0.595	1.91394	0.186706	0.05908	2.451701	0.125926	0.146304	0.33301	0.120904	1.8	supercrítico	1	12
1.19	0.677	1.36051	0.094342	0.075565	1.128365	0.056641	0.197104	0.291446	0.171958	1.0	supercrítico	12	12
1.205	0.753	1.87166	0.178548	0.076518	1.987364	0.098519	0.208534	0.387082	0.191262	1.4	supercrítico	12	12
1.1	0.479	3.11805	0.495527	0.06985	6.431477	0.349258	0.152654	0.648181	0.121666	2.9	supercrítico	12	12
1.021	0.402	3.33335	0.566321	0.0778	6.654015	0.389302	0.156058	0.722379	0.12253	3.0	supercrítico	12	12
0.63	0.188	1.4981	0.114389	0.032004	1.25435	0.118934	0.045923	0.160312	0.038202	2.4	supercrítico	12	12
0.716	0.229	2.04568	0.213293	0.036373	2.572419	0.214614	0.057709	0.271002	0.046533	3.0	supercrítico	12	12
0.938	0.348	2.0514	0.214487	0.04765	2.851749	0.181609	0.090627	0.305115	0.070714	2.5	supercrítico	12	12
1.073	0.45	1.98492	0.200811	0.054508	2.778648	0.15469	0.115621	0.316432	0.09144	2.1	supercrítico	12	12
1.193	0.688	0.76585	0.029894	0.090907	0.424111	0.021236	0.236525	0.266419	0.209702	0.5	subcrítico	12	12
0.824	0.28	2.08104	0.22073	0.062789	3.159994	0.22908	0.108204	0.328934	0.085344	2.3	supercrítico	12	12

## DISEÑO ALCANTARILLADO COMBINADO MUNICIPIO DE BETEITIVA BOYACÁ

cota rasante		cota clave		cota batea		COTA LAMINA		cota energia		Dp/Ds		NUMERO DE
De	A	De	A	De	A	DE	A	De	A	De	A	SUMERGENCIA
2477.617	2477.477	2476.62	2476.48	2476.417	2476.277	2476.506	2476.366	2476.486	2476.346	5.9055	5.9055	0.12
2477.477	2477.388	2476.48	2476.39	2476.277	2476.188	2476.451	2476.362	2476.443	2476.354	5.9055	5.9055	0.27
2477.388	2476.651	2476.39	2475.65	2476.188	2475.451	2476.272	2475.535	2476.255	2475.518	5.9055	4.9213	0.34
2476.651	2469.635	2475.65	2468.64	2475.451	2468.435	2475.543	2468.527	2475.522	2468.506	4.9213	4.9213	0.60
2469.635	2467.558	2468.64	2466.56	2468.435	2466.358	2468.581	2466.504	2468.556	2466.479	4.9213	5.9055	0.82
2467.558	2467.005	2466.61	2466.06	2466.358	2465.805	2466.555	2466.002	2466.53	2465.977	4.7244	4.7244	0.57
2467.005	2465.332	2466.06	2464.39	2465.805	2464.132	2466.014	2464.341	2465.996	2464.323	4.7244	4.7244	0.80
2465.332	2461.129	2464.39	2460.18	2464.132	2459.929	2464.285	2460.082	2464.254	2460.051	4.7244	4.7244	0.99
2461.129	2456.619	2460.23	2455.72	2459.929	2455.419	2460.085	2455.575	2460.052	2455.542	3.9370	3.9370	0.78

2471.031	2467.657	2470.03	2466.66	2469.831	2466.457	2469.877	2466.503	2469.869	2466.495	5.9055	5.9055	0.14
2467.657	2463.862	2466.66	2462.87	2466.457	2462.662	2466.515	2462.72	2466.504	2462.709	5.9055	5.9055	0.26
2463.862	2459.328	2462.87	2458.33	2462.662	2458.128	2462.753	2458.219	2462.733	2458.199	5.9055	5.9055	0.50
2459.328	2457.145	2458.33	2456.15	2458.128	2455.945	2458.244	2456.061	2458.219	2456.036	5.9055	5.9055	0.65
2457.145	2456.816	2456.25	2455.92	2455.945	2455.616	2456.182	2455.853	2456.155	2455.826	3.9370	3.9370	0.34
2456.816	2456.619	2455.92	2455.72	2455.616	2455.419	2455.724	2455.527	2455.701	2455.504	3.9370	3.9370	0.34

**DISEÑO ALCANTARILLADO COMBINADO MUNICIPIO DE BETEITIVA BOYACÁ**

Hw/Ds	Hw	COTAS CONSTRUCTIVAS				PROFUNDIDAD DE POZO	
		COTA CLAVE		COTA BATEA		De	A
		De	A	De	A		
0.35	0.0853	2476.620	2476.484	2476.417	2476.280	1.20	1.20
0.8	0.1951	2476.459	2476.370	2476.256	2476.167	1.22	1.22
0.8	0.1951	2476.280	2475.654	2476.076	2475.451	1.31	1.20
1.4	0.3414	2475.654	2468.638	2475.451	2468.435	1.20	1.20
1.8	0.4389	2468.638	2466.269	2468.435	2466.065	1.20	1.49
1.4	0.4267	2466.382	2465.059	2466.128	2464.805	1.43	2.20
1.8	0.5486	2465.059	2464.046	2464.805	2463.792	2.20	1.54
2.3	0.7010	2463.838	2459.635	2463.584	2459.381	1.75	1.75
1.8	0.6584	2459.731	2455.221	2459.427	2454.917	1.70	1.70

0.35	0.0853	2469.995	2466.621	2469.792	2466.418	1.24	1.24
0.8	0.1951	2466.523	2462.728	2466.320	2462.525	1.34	1.34
1.3	0.3170	2462.639	2458.105	2462.436	2457.902	1.43	1.43
1.6	0.3901	2458.057	2455.874	2457.853	2455.670	1.47	1.47
0.8	0.2926	2456.194	2455.865	2455.889	2455.560	1.26	1.26
0.8	0.2926	2455.736	2455.539	2455.432	2455.235	1.38	1.38

**DISEÑO ALCANTARILLADO COMBINADO MUNICIPIO DE BETEITIVA BOYACÁ**

Tramo		Areas(Ha)	area acumulada	Longitud (m)	pendiente tramo (%)	Impermeabilidad	C*A	C	tiempo de concentración				I(l/s*Ha)
SALIDA	LLEGADA								Te (min)	Tt	TC	Total (min)	
19N	18N	0.068	0.068	25.63	9.73	0.3	0.020	0.318	1.221763	0.569556	1.791318	1.791318	18.66337
18N	3C	0.035	0.103	22.4	15.95	0.75	0.026	0.318	0.465416	0.497778	0.963194	2.754512	25.77176
3C	38C	0.007	0.11	14.45	34.76	0.75	0.005	0.318	0.320993	0.321111	0.642104	3.396616	30.15751
38C	39C	0.504	0.614	69.53	8.68	0.3	0.151	0.318	2.040074	1.545111	3.585185	6.981802	51.77096
39C	40C	0.034	0.648	146.07	10.76	0.3	0.010	0.318	2.879554	3.246	6.125554	13.10736	83.03227
40C	48C	0.364	1.012	134.44	0.52	0.3	0.109	0.318	3.236115	2.987556	6.22367	19.33103	111.1224
48C	50C	0.062	1.074	39.09	16.13	0.3	0.019	0.318	1.402711	0.868667	2.271378	21.6024	120.7778
		1.074		451.61			0.341						

17N	18N	0.129	0.129	40.62	27.93	0.3	0.039	0.3	1.192877	0.902667	2.095544	2.095544	20.99342
		0.129					0.039						

19N	20C	0.085	0.085	28.11	0.97	0.3	0.026	0.7	1.633177	0.624667	2.257843	2.257843	22.20143
20C	21N	0.121	0.206	37.86	3.96	0.75	0.091	0.7	0.77194	0.841333	1.613273	3.871116	33.26502
21N	22C	0.071	0.277	35.32	3.25	0.75	0.053	0.7	0.757476	0.784889	1.542365	5.413481	42.77776
22C	23N	0.053	0.33	19.65	14.99	0.75	0.040	0.7	0.465064	0.436667	0.901731	6.315212	48.01772
23N	24C	0.094	0.424	31.23	13.47	0.75	0.071	0.7	0.597912	0.694	1.291912	7.607124	55.21105
24C	25N	0.144	0.568	36.54	2.19	0.75	0.108	0.7	0.789687	0.812	1.601687	9.208811	63.71817
25N	26C	0.006	0.574	9.42	25.72	0.75	0.005	0.7	0.287685	0.209333	0.497018	9.705829	66.28039

**DISEÑO ALCANTARILLADO COMBINADO MUNICIPIO DE BETEITIVA BOYACÁ**

Qdiseño (l/s)	coef De rugosidad n	DIAMETRO TUBERIA				caudal lleno	relaciones de caudales	velocidad lleno (m/s)	V/Vo	d/D	
		(m)	(pulg)	COMERCIAL (pul)	COMERCIAL (m)						
1.904066	0.013	0.004448	0.1751	8	0.20	9.73	49.55	0.0384	2.72	0.661	0.111
2.344061	0.013	0.004991	0.196494	8	0.20	15.95	63.45	0.0369	3.47	0.661	0.111
2.554575	0.013	0.0047	0.185031	8	0.20	34.76	93.67	0.0273	5.12	0.655	0.092
11.5966	0.013	0.027674	1.089536	8	0.20	8.68	100.8	0.1150	3.1	0.71	0.226
18.58932	0.013	0.042614	1.677707	8	0.20	10.76	112.25	0.1656	3.46	0.728	0.284
37.21675	0.013	0.150764	5.93558	10	0.25	0.52	44.7	0.8326	0.89	0.692	0.173
42.69831	0.013	0.090721	3.571705	10	0.25	16.13	249.15	0.1714	4.94	0.657	0.069

2.313445	0.013	0.004434	0.174583	8	0.20	27.93	83.95	0.0276	4.59	0.655	0.092
----------	-------	----------	----------	---	------	-------	-------	--------	------	-------	-------

2.821985	0.013	0.010147	0.399502	8	0.20	0.97	15.64	0.1804	0.86	0.731	0.295
6.297816	0.013	0.017408	0.685343	8	0.20	3.96	31.7	0.1987	1.73	0.739	0.316
9.795608	0.013	0.028108	1.106618	8	0.20	25.90	80.7	0.1214	4.42	0.71	0.226
12.59309	0.013	0.027125	1.067917	8	0.20	14.99	132.5	0.0950	4.09	0.696	0.187
17.88764	0.013	0.03931	1.547644	8	0.20	13.47	125.15	0.1429	3.86	0.718	0.25
26.83534	0.013	0.082872	3.262678	8	0.20	2.19	50.7	0.5293	1.55	0.842	0.593
28.13246	0.013	0.054763	2.156039	8	0.20	25.72	173.85	0.1618	5.37	0.725	0.272

**DISEÑO ALCANTARILLADO COMBINADO MUNICIPIO DE BETEITIVA BOYACÁ**

R/Ro	H/D	velocidad real (m/s)	v <sup>2</sup> /2g	R (m)	T (kg/m <sup>2</sup> )	T10 (kg/m <sup>2</sup> )	d (m)	E (m)	H (m)	NF	CLASE DE FLUJO	DIAMETRO INT POZO	
												SALIDA	LLEGADA
0.41	0.102	1.79792	0.164756	0.020828	1.98822	0.289674	0.022555	0.187311	0.020726	4.0	supercritico	12	12
0.41	0.102	2.29367	0.268141	0.020828	3.258217	0.474706	0.022555	0.290696	0.020726	5.1	supercritico	12	12
0.37	0.086	3.3536	0.573223	0.018796	6.409583	1.034801	0.018694	0.591917	0.017475	8.1	supercritico	12	09
0.63	0.188	2.201	0.246911	0.032004	2.725074	0.258384	0.045923	0.292835	0.038202	3.6	supercritico	09	12
0.716	0.229	2.51888	0.323382	0.036373	3.837611	0.320167	0.057709	0.381091	0.046533	3.7	supercritico	12	09
1.211	0.783	0.61588	0.019333	0.076899	0.38942	0.019209	0.043942	0.063275	0.198882	0.4	subcritico	09	12
0.716	0.229	3.24558	0.53689	0.045466	7.192938	0.600098	0.017526	0.554416	0.058166	4.3	supercritico	12	12

0.37	0.086	3.00645	0.46069	0.018796	5.149903	0.83143	0.018694	0.479385	0.017475	7.3	supercritico	12	12
------	-------	---------	---------	----------	----------	---------	----------	----------	----------	-----	--------------	----	----

0.729	0.236	0.62866	0.020143	0.037033	0.35412	0.029017	0.059944	0.080087	0.047955	0.9	supercritico	12	12
0.768	0.251	1.27847	0.083307	0.039014	1.517379	0.118022	0.064211	0.147518	0.051003	1.8	supercritico	12	12
0.63	0.188	3.1382	0.501952	0.032004	1.019568	0.096673	0.045923	0.547875	0.038202	5.1	supercritico	12	12
0.554	0.161	2.84664	0.413015	0.028143	4.139164	0.446305	0.037998	0.451014	0.032715	5.0	supercritico	12	12
0.668	0.205	2.77148	0.391493	0.033934	4.484455	0.401016	0.0508	0.442293	0.041656	4.3	supercritico	12	12
1.094	0.472	1.3051	0.086814	0.055575	1.196619	0.065338	0.120498	0.207311	0.09591	1.3	supercritico	12	12
0.704	0.221	3.89325	0.772548	0.035763	9.024183	0.765709	0.05527	0.827819	0.044907	5.9	supercritico	12	12



**DISEÑO ALCANTARILLADO COMBINADO MUNICIPIO DE BETEITIVA BOYACÁ**

cota rasante		cota clave		cota batea		COTA LAMINA		cota energía		Dp/Ds		NUMERO DE
De	A	De	A	De	A	DE	A	De	A	De	A	SUMERGENCIA
2483.454	2480.96	2482.46	2479.96	2482.254	2479.76	2482.277	2479.783	2482.275	2479.781	5.9055	5.9055	0.03
2480.96	2477.388	2479.96	2476.39	2479.76	2476.188	2479.783	2476.211	2479.781	2476.209	5.9055	5.9055	0.04
2477.388	2472.365	2476.39	2471.37	2476.188	2471.165	2476.207	2471.184	2476.205	2471.182	5.9055	4.4291	0.04
2472.365	2466.33	2471.37	2465.33	2471.165	2465.13	2471.211	2465.176	2471.203	2465.168	4.4291	5.9055	0.20
2466.33	2450.12	2465.33	2449.62	2465.13	2449.42	2465.188	2449.478	2465.177	2449.467	5.9055	4.4291	0.32
2450.12	2449.926	2449.67	2448.98	2449.42	2448.726	2449.464	2448.77	2449.619	2448.925	3.5433	4.7244	0.37
2449.926	2443.622	2448.98	2442.68	2448.726	2442.422	2448.744	2442.44	2448.784	2442.48	4.7244	4.7244	0.42

2492.305	2480.96	2491.31	2479.96	2491.105	2479.76	2491.124	2479.779	2491.122	2479.777	5.9055	5.9055	0.04
----------	---------	---------	---------	----------	---------	----------	----------	----------	----------	--------	--------	------

2483.454	2483.18	2482.46	2482.18	2482.254	2481.98	2482.314	2482.04	2482.302	2482.028	5.9055	5.9055	0.05
2483.18	2481.679	2482.18	2480.68	2481.98	2480.479	2482.044	2480.543	2482.031	2480.53	5.9055	5.9055	0.11
2481.679	2480.532	2480.68	2479.54	2480.479	2479.332	2480.525	2479.378	2480.517	2479.37	5.9055	5.9055	0.17
2480.532	2477.586	2479.54	2476.59	2479.332	2476.386	2479.37	2476.424	2479.365	2476.419	5.9055	5.9055	0.22
2477.586	2473.379	2476.59	2472.38	2476.386	2472.179	2476.437	2472.23	2476.428	2472.221	5.9055	5.9055	0.31
2473.379	2472.577	2472.38	2471.58	2472.179	2471.377	2472.299	2471.497	2472.275	2471.473	5.9055	5.9055	0.46
2472.577	2470.154	2471.58	2469.16	2471.377	2468.954	2471.432	2469.009	2471.422	2468.999	5.9055	5.9055	0.48

MUNICIPIO DE BETEITIVA  
DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

**DISEÑO ALCANTARILLADO COMBINADO MUNICIPIO DE BETEITIVA BOYACÁ**

Hw/Ds	Hw	COTAS CONSTRUCTIVAS				PROFUNDIDAD DE POZO	
		COTA CLAVE		COTA BATEA		De	A
		De	A	De	A		
0.35	0.0853	2482.394	2479.900	2482.191	2479.697	1.26	1.26
0.35	0.0853	2479.900	2476.328	2479.697	2476.125	1.26	1.26
0.35	0.0853	2476.325	2471.368	2476.121	2471.165	1.27	1.20
0.6	0.1463	2471.368	2465.233	2471.165	2465.030	1.20	1.30
0.8	0.1951	2465.196	2449.486	2464.993	2449.283	1.34	0.84
1	0.3048	2449.413	2448.719	2449.159	2448.465	0.96	1.46
1	0.3048	2448.693	2442.389	2448.439	2442.135	1.49	1.49

0.35	0.0853	2491.242	2479.897	2491.038	2479.693	1.27	1.27
------	--------	----------	----------	----------	----------	------	------

0.35	0.0853	2482.432	2482.158	2482.229	2481.955	1.23	1.23
0.6	0.1463	2482.101	2480.600	2481.898	2480.397	1.28	1.28
0.8	0.1951	2480.533	2479.386	2480.330	2479.183	1.35	1.35
0.6	0.1463	2479.427	2476.481	2479.224	2476.278	1.31	1.31
0.8	0.1951	2476.445	2472.238	2476.242	2472.035	1.34	1.34
1.3	0.3170	2472.186	2471.384	2471.983	2471.181	1.40	1.40
1.3	0.3170	2471.318	2468.895	2471.115	2468.692	1.46	1.46

## DISEÑO ALCANTARILLADO COMBINADO MUNICIPIO DE BETEITIVA BOYACÁ

Tramo		Areas(Ha)	area acumulada	Longitud (m)	pendiente tramo (%)	Impermeabilidad	C*A	C	tiempo de concentración				i(l/s*Ha)
SALIDA	LLEGADA								Te (min)	Tt	TC	Total (min)	
26C	27N	0.102	0.676	22.22	1.35	0.75	0.077	0.7	0.628938	0.493778	1.122716	10.82855	71.95123
27N	8C	0.089	0.765	39.77	11.37	0.75	0.067	0.7	0.694719	0.883778	1.578496	12.40704	79.68229
		0.765		260.12			0.536						
21N	5C	0.072	0.072	36.31	33.17	0.75	0.054	0.75	0.4662	0.806889	1.273089	1.273089	14.44624
		0.072					0.054						
29C	30C	0.148	0.148	39.1	21.17	0.75	0.111	0.358	0.542229	0.868889	1.411118	1.411118	15.6057
30C	31N	0.501	0.649	93.2	2.22	0.3	0.150	0.358	2.269399	2.071111	4.34051	5.751628	44.76656
31N	32N	0.198	0.847	57.9	10.34	0.3	0.059	0.358	1.644433	1.286667	2.931099	8.682728	60.96811
32N	33N	0.061	0.908	36.76	16.06	0.3	0.018	0.358	1.248301	0.816889	2.06519	10.74792	71.54905
33N	37N	0.028	0.936	14.16	21.76	0.3	0.008	0.358	0.742779	0.314667	1.057445	11.80536	76.76622
37N	11N	0.218	1.154	65.31	25.78	0.3	0.065	0.358	1.552985	1.451333	3.004319	14.80968	90.9955
		1.154		306.43			0.413						
30C	22C	0.085	0.085	32.33	31.43	0.75	0.064	0.75	0.44779	0.718444	1.166235	1.166235	13.52696
		0.085					0.064						
41N	42N	0.023	0.023	44.04	5.97	0.3	0.007	0.3	2.066757	0.978667	3.045424	3.045424	27.78731
42N	39C	0.032	0.055	34.73	13.46	0.3	0.010	0.3	1.562857	0.771778	2.334635	5.380059	42.57953
		0.055		78.77			0.017						
43N	44N	0.136	0.136	92.39	5.42	0.3	0.041	0.3	3.803274	2.053111	5.856385	5.856385	45.37669
44N	45N	0.002	0.138	6.41	23.59	0.3	0.001	0.3	0.626685	0.142444	0.769129	6.625514	49.77661

**DISEÑO ALCANTARILLADO COMBINADO MUNICIPIO DE BETEITIVA BOYACÁ**

Qdiseño (l/s)	coef De rugosidad n	DIAMETRO TUBERIA				caudal lleno	relaciones de caudales	velocidad lleno (m/s)	V/Vo	d/D	
		(m)	(pulg)	COMERCIAL (pul)	COMERCIAL (m)						
35.54832	0.013	0.120176	4.731327	8	0.20	1.35	39.76	0.8941	1.23	0.952	0.871
44.17086	0.013	0.10021	3.94527	8	0.20	11.37	114.42	0.3860	3.53	0.802	0.479

2.281097	0.013	0.004234	0.16668	8	0.20	1.43	40.78	0.0559	1.27	0.68	0.159
----------	-------	----------	---------	---	------	------	-------	--------	------	------	-------

2.327188	0.013	0.004699	0.184988	8	0.20	21.17	157.42	0.0148	4.86	0.657	0.069
11.89379	0.013	0.036665	1.443507	8	0.20	2.22	50.95	0.2334	1.57	0.75	0.345
19.97326	0.013	0.046122	1.815841	8	0.20	10.34	110.03	0.1815	3.37	0.731	0.295
24.74033	0.013	0.052608	2.07118	8	0.20	16.06	136.97	0.1806	4.23	0.731	0.295
27.20377	0.013	0.054643	2.151316	8	0.20	21.76	159.6	0.1704	4.92	0.728	0.284
39.06394	0.013	0.076008	2.992445	8	0.20	25.78	173.72	0.2249	5.36	0.747	0.336

2.363344	0.013	0.004431	0.174442	8	0.20	31.43	191.82	0.0123	5.91	0.642	0.044
----------	-------	----------	----------	---	------	-------	--------	--------	------	-------	-------

1.692732	0.013	0.004333	0.1706	8	0.20	5.97	83.6	0.0202	2.57	0.657	0.069
2.203562	0.013	0.004843	0.19068	8	0.20	13.46	125.53	0.0176	3.87	0.642	0.044

3.352369	0.013	0.008738	0.34402	8	0.20	5.42	79.65	0.0421	2.45	0.661	0.111
3.561752	0.013	0.007047	0.277437	8	0.20	23.59	166.18	0.0214	5.11	0.657	0.069

**DISEÑO ALCANTARILLADO COMBINADO MUNICIPIO DE BETEITIVA BOYACÁ**

R/Ro	H/D	velocidad real (m/s)	v <sup>2</sup> /2g	R (m)	T (kg/m <sup>2</sup> )	T10 (kg/m <sup>2</sup> )	d (m)	E (m)	H (m)	NF	CLASE DE FLUJO	DIAMETRO INT POZO	
												SALIDA	LLEGADA
1.215	0.871	1.17096	0.069885	0.061722	0.820222	0.040326	0.176987	0.246872	0.176987	0.9	supercritico	12	12
0.983	0.374	2.83106	0.408507	0.049936	5.568845	0.338408	0.097333	0.505839	0.075997	3.3	supercritico	12	12

0.481	0.128	0.8636	0.038012	0.024435	7.95101	0.987429	0.032309	0.070321	0.02601	1.7	supercritico	12	12
-------	-------	--------	----------	----------	---------	----------	----------	----------	---------	-----	--------------	----	----

0.239	0.041	3.19302	0.519642	0.012141	2.521313	0.63017	0.014021	0.533663	0.008331	11.2	supercritico	12	12
0.809	0.273	1.1775	0.070668	0.041097	0.893275	0.065958	0.070104	0.140772	0.055474	1.6	supercritico	12	12
0.729	0.236	2.46347	0.309311	0.037033	3.75782	0.307919	0.059944	0.369255	0.047955	3.6	supercritico	12	12
0.729	0.236	3.09213	0.487323	0.037033	5.83388	0.478034	0.059944	0.547267	0.047955	4.5	supercritico	12	12
0.716	0.229	3.58176	0.653874	0.036373	7.763797	0.647724	0.057709	0.711583	0.046533	5.3	supercritico	12	12
0.795	0.266	4.00392	0.817094	0.040386	10.21556	0.76758	0.068275	0.885369	0.054051	5.5	supercritico	12	12

0.239	0.041	3.79422	0.733746	0.012141	3.743726	0.935696	0.008941	0.742687	0.008331	13.3	supercritico	12	12
-------	-------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	------	--------------	----	----

0.315	0.067	1.68849	0.145311	0.016002	0.937101	0.177707	0.014021	0.159332	0.013614	4.6	supercritico	12	12
0.315	0.067	2.48454	0.314625	0.016002	2.1131	0.400717	0.008941	0.323566	0.013614	6.8	supercritico	12	12

0.41	0.102	1.61945	0.133671	0.020828	1.107752	0.161394	0.022555	0.156226	0.020726	3.6	supercritico	12	12
0.315	0.067	3.35727	0.574478	0.016002	3.702858	0.702191	0.014021	0.588499	0.013614	9.2	supercritico	12	12

**DISEÑO ALCANTARILLADO COMBINADO MUNICIPIO DE BETEITIVA BOYACÁ**

cota rasante		cota clave		cota batea		COTA LAMINA		cota energía		Dp/Ds		NUMERO DE SUMERGENCIA
De	A	De	A	De	A	DE	A	De	A	De	A	
2470.154	2470.653	2469.16	2468.86	2468.954	2468.653	2469.131	2468.83	2469.131	2468.83	5.9055	5.9055	0.61
2470.653	2465.332	2468.86	2464.34	2468.653	2464.132	2468.75	2464.229	2468.729	2464.208	5.9055	5.9055	0.76

2481.679	2469.635	2480.68	2468.64	2480.479	2468.435	2480.511	2468.467	2480.505	2468.461	5.9055	5.9055	0.04
----------	----------	---------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	--------	--------	------

2498.971	2490.694	2497.97	2489.70	2497.771	2489.494	2497.785	2489.508	2497.779	2489.502	5.9055	5.9055	0.04
2490.694	2488.629	2489.70	2487.63	2489.494	2487.429	2489.564	2487.499	2489.549	2487.484	5.9055	5.9055	0.20
2488.629	2482.64	2487.63	2481.64	2487.429	2481.44	2487.489	2481.5	2487.477	2481.488	5.9055	5.9055	0.34
2482.64	2476.737	2481.64	2475.74	2481.44	2475.537	2481.5	2475.597	2481.488	2475.585	5.9055	5.9055	0.42
2476.737	2473.656	2475.74	2472.66	2475.537	2472.456	2475.595	2472.514	2475.584	2472.503	5.9055	5.9055	0.47
2473.656	2456.816	2472.66	2455.82	2472.456	2455.616	2472.524	2455.684	2472.51	2455.67	5.9055	5.9055	0.67

2490.694	2480.532	2489.70	2479.54	2489.494	2479.332	2489.503	2479.341	2489.502	2479.34	5.9055	5.9055	0.04
----------	----------	---------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	---------	--------	--------	------

2473.634	2471.005	2472.64	2470.01	2472.434	2469.805	2472.448	2469.819	2472.448	2469.819	5.9055	5.9055	0.03
2471.005	2466.33	2470.01	2465.33	2469.805	2465.13	2469.814	2465.139	2469.819	2465.144	5.9055	5.9055	0.04

2467.255	2462.246	2466.26	2461.25	2466.055	2461.046	2466.078	2461.069	2466.076	2461.067	5.9055	5.9055	0.06
2462.246	2460.734	2461.25	2459.74	2461.046	2459.534	2461.06	2459.548	2461.06	2459.548	5.9055	5.9055	0.06

MUNICIPIO DE BETEITIVA  
DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

**DISEÑO ALCANTARILLADO COMBINADO MUNICIPIO DE BETEITIVA BOYACÁ**

Hw/Ds	Hw	COTAS CONSTRUCTIVAS				PROFUNDIDAD DE POZO	
		COTA CLAVE		COTA BATEA		De	A
		De	A	De	A		
1.4	0.3414	2468.993	2468.692	2468.790	2468.489	1.36	2.16
1.6	0.3901	2468.563	2464.042	2468.360	2463.839	2.29	1.49

0.1	0.0244	2480.690	2468.638	2480.487	2468.435	1.19	1.20
-----	--------	----------	----------	----------	----------	------	------

0.1	0.0244	2497.964	2489.687	2497.761	2489.484	1.21	1.21
0.6	0.1463	2489.621	2487.556	2489.418	2487.353	1.28	1.28
0.8	0.1951	2487.497	2481.508	2487.294	2481.305	1.34	1.34
1	0.2438	2481.459	2475.556	2481.256	2475.353	1.38	1.38
1.3	0.3170	2475.481	2472.400	2475.278	2472.197	1.46	1.46
1.6	0.3901	2472.337	2455.497	2472.134	2455.294	1.52	1.52

0.1	0.0244	2489.682	2479.520	2489.479	2479.317	1.22	1.22
-----	--------	----------	----------	----------	----------	------	------

0.1	0.0244	2472.627	2469.998	2472.424	2469.795	1.21	1.21
0.1	0.0244	2469.993	2465.318	2469.790	2465.115	1.22	1.22

0.35	0.0853	2466.195	2461.186	2465.992	2460.983	1.26	1.26
0.35	0.0853	2461.178	2459.666	2460.975	2459.463	1.27	1.27

## DISEÑO ALCANTARILLADO COMBINADO MUNICIPIO DE BETEITIVA BOYACÁ

Tramo		Areas(Ha)	area acumulada	Longitud (m)	pendiente tramo (%)	Impermeabilidad	C*A	C	tiempo de concentración				i(l/s*Ha)
SALIDA	LLEGADA								Te (min)	Tt	TC	Total (min)	
45N	46N	0.006	0.144	15.37	0.36	0.3	0.002	0.3	3.090628	0.341556	3.432183	10.0577	68.07451
		0.144		114.17			0.043						
24C	7C	0.102	0.102	41.67	17.70	0.75	0.077	0.714	0.550108	0.926	1.476108	1.476108	16.1417
7C	46N	0.077	0.179	30.79	17.30	0.75	0.058	0.714	0.474132	0.684222	1.158354	2.634463	24.92468
46N	CP1	0.208	0.387	41.11	21.82	0.75	0.156	0.714	0.532168	0.913556	1.445724	4.080186	34.60355
CP1	40C	0.034	0.421	5	31.80	0.3	0.010	0.714	0.400969	0.111111	0.51208	4.592267	37.81211
		0.421		118.57			0.300						
33N	34N	0.077	0.077	37.06	1.35	0.3	0.023	0.304	2.004008	0.823556	2.827563	2.827563	26.28269
34N	35N	0.086	0.163	22.12	30.10	0.3	0.026	0.304	0.992362	0.491556	1.483918	4.311481	36.06455
35N	36N	0.138	0.301	40.76	19.11	0.3	0.041	0.304	1.503453	0.905778	2.409231	6.720712	50.31206
36N	9C	0.003	0.304	7.56	8.74	0.75	0.002	0.304	0.330302	0.168	0.498302	7.219015	53.08466
		0.304		107.5			0.093						
28N	27N	0.104	0.104	22.09	1.61	0.75	0.078	0.750	0.987443	0.490889	1.478332	1.478332	16.15994
		0.104		22.09			0.078						
10C	49C	0.013	0.013	6.7	14.70	0.75	0.010	0.327	0.250911	0.148889	0.3998	0.3998	6.060276
49C	50C	0.203	0.216	63.9	18.80	0.3	0.061	0.327	1.704982	1.42	3.124982	3.524781	31.007



**DISEÑO ALCANTARILLADO COMBINADO MUNICIPIO DE BETEITIVA BOYACÁ**

Qdiseño (l/s)	coef De rugosidad n	DIAMETRO TUBERIA				caudal lleno	relaciones de caudales	velocidad lleno (m/s)	V/Vo	d/D	
		(m)	(pulg)	COMERCIAL (pul)	COMERCIAL (m)						
4.441819	0.013	0.019273	0.758796	8	0.20	0.36	20.48	0.2169	0.63	0.743	0.326

2.676005	0.013	0.005588	0.219983	8	0.20	17.70	143.94	0.0186	4.44	0.657	0.069
4.684998	0.013	0.009824	0.386782	8	0.20	17.30	142.31	0.0329	4.39	0.655	0.092
11.058	0.013	0.022201	0.874043	8	0.20	21.82	159.83	0.0692	4.92	0.686	0.159
12.86165	0.013	0.024061	0.947266	8	0.20	31.80	192.95	0.0667	5.95	0.683	0.157

2.117117	0.013	0.007163	0.281993	8	0.20	1.35	39.75	0.0533	1.23	0.671	0.128
3.290662	0.013	0.00622	0.244862	8	0.20	30.10	187.72	0.0175	5.79	0.657	0.069
6.11143	0.013	0.012579	0.495222	8	0.20	19.11	149.58	0.0409	4.62	0.661	0.111
6.413985	0.013	0.015285	0.601788	8	0.20	8.74	101.15	0.0634	3.14	0.68	0.144

2.761475	0.013	0.009041	0.355951	8	0.20	1.61	43.41	0.0636	1.34	0.68	0.144
----------	-------	----------	----------	---	------	------	-------	--------	------	------	-------

1.526769	0.013	0.003301	0.129949	12	0.30	14.70	5.3	0.2881	5.3	0.771	0.402
3.691645	0.013	0.007621	0.300057	12	0.30	18.80	428	0.0086	5.87	0.642	0.044

**DISEÑO ALCANTARILLADO COMBINADO MUNICIPIO DE BETEITIVA BOYACÁ**

R/Ro	H/D	velocidad real (m/s)	v <sup>2</sup> /2g	R (m)	T (kg/m <sup>2</sup> )	T10 (kg/m <sup>2</sup> )	d (m)	E (m)	H (m)	NF	CLASE DE FLUJO	DIAMETRO INT POZO	
												SALIDA	LLEGADA
0.795	0.266	0.46809	0.011168	0.040386	0.141771	0.010652	0.066243	0.077411	0.054051	0.6	subcritico	12	12

0.315	0.067	2.91708	0.433708	0.016002	2.77794	0.526794	0.014021	0.447729	0.013614	8.0	supercritico	12	12
0.37	0.086	2.87545	0.421418	0.018796	3.189524	0.514935	0.018694	0.440112	0.017475	6.9	supercritico	12	12
0.51	0.14	3.37512	0.580603	0.025908	5.544973	0.649468	0.032309	0.612912	0.028448	6.4	supercritico	12	06
0.51	0.14	4.06385	0.841737	0.025908	8.082208	0.946648	0.031902	0.873639	0.028448	7.7	supercritico	06	09

0.449	0.481	0.82533	0.034718	0.022809	0.301886	0.040163	0.02601	0.060728	0.097739	0.8	supercritico	12	12
0.315	0.067	3.80403	0.737546	0.016002	4.725711	0.896159	0.014021	0.751566	0.013614	10.4	supercritico	12	12
0.41	0.102	3.05382	0.475322	0.020828	3.903987	0.568791	0.022555	0.497877	0.020726	6.8	supercritico	12	12
0.481	0.128	2.1352	0.232369	0.024435	2.095837	0.26028	0.029261	0.26163	0.02601	4.2	supercritico	12	12

0.481	0.128	0.9112	0.042318	0.024435	0.385221	0.04784	0.029261	0.071579	0.02601	1.8	supercritico	12	12
-------	-------	--------	----------	----------	----------	---------	----------	----------	---------	-----	--------------	----	----

0.886	0.314	4.0863	0.851063	0.067513	9.736865	0.656469	0.12253	0.973592	0.095707	4.2	supercritico	12	1
0.239	0.041	3.76854	0.723848	0.018212	3.35843	0.839396	0.013411	0.737259	0.012497	10.8	supercritico	1	12

**DISEÑO ALCANTARILLADO COMBINADO MUNICIPIO DE BETEITIVA BOYACÁ**

cota rasante		cota clave		cota batea		COTA LAMINA		cota energía		Dp/Ds		NUMERO DE SUMERGENCIA
De	A	De	A	De	A	DE	A	De	A	De	A	
2460.734	2460.679	2459.74	2459.68	2459.534	2459.479	2459.6	2459.545	2459.588	2459.533	5.9055	5.9055	0.08

2473.379	2467.005	2472.38	2465.01	2472.179	2464.805	2472.193	2464.819	2472.193	2464.819	5.9055	5.9055	0.05
2467.005	2460.679	2465.01	2459.68	2464.805	2459.479	2464.824	2459.498	2464.822	2459.496	5.9055	5.9055	0.08
2460.679	2451.21	2459.68	2450.71	2459.479	2450.51	2459.511	2450.542	2459.507	2450.538	5.9055	2.9528	0.19
2451.21	2450.12	2450.71	2449.12	2450.51	2448.92	2450.542	2448.952	2450.538	2448.948	2.9528	4.4291	0.22

2476.737	2476.237	2475.74	2475.24	2475.537	2475.037	2475.563	2475.063	2475.635	2475.135	5.9055	5.9055	0.04
2476.237	2469.578	2475.24	2468.58	2475.037	2468.378	2475.051	2468.392	2475.051	2468.392	5.9055	5.9055	0.06
2469.578	2461.79	2468.58	2460.79	2468.378	2460.59	2468.401	2460.613	2468.399	2460.611	5.9055	5.9055	0.10
2461.79	2461.129	2460.79	2460.13	2460.59	2459.929	2460.619	2459.958	2460.616	2459.955	5.9055	5.9055	0.11

2471.008	2470.653	2470.01	2469.66	2469.808	2469.453	2469.837	2469.482	2469.834	2469.479	5.9055	5.9055	0.05
----------	----------	---------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	--------	--------	------

2456.619	2456.334	2455.72	2454.74	2455.419	2454.434	2455.542	2454.557	2455.515	2454.53	3.9370	3.2808	0.01
2456.334	2443.622	2454.74	2442.73	2454.434	2442.422	2454.447	2442.435	2454.446	2442.434	3.2808	3.9370	0.02

**DISEÑO ALCANTARILLADO COMBINADO MUNICIPIO DE BETEITIVA BOYACÁ**

Hw/Ds	Hw	COTAS CONSTRUCTIVAS				PROFUNDIDAD DE POZO	
		COTA CLAVE		COTA BATEA		De	A
		De	A	De	A		
0.35	0.0853	2459.718	2459.663	2459.515	2459.460	1.22	1.22

0.1	0.0244	2472.372	2465.008	2472.169	2464.805	1.21	2.20
0.35	0.0853	2465.008	2459.616	2464.805	2459.412	2.20	1.27
0.6	0.1463	2459.568	2450.713	2459.365	2450.510	1.31	0.70
0.6	0.1463	2450.713	2449.623	2450.510	2449.420	0.70	0.70

0.1	0.0244	2475.742	2475.242	2475.539	2475.039	1.20	1.20
0.35	0.0853	2475.169	2468.510	2474.966	2468.307	1.27	1.27
0.35	0.0853	2468.518	2460.730	2468.315	2460.527	1.26	1.26
0.35	0.0853	2460.737	2460.076	2460.534	2459.873	1.26	1.26

0.1	0.0244	2470.016	2469.661	2469.813	2469.458	1.20	1.20
-----	--------	----------	----------	----------	----------	------	------

0.1	0.0366	2455.810	2454.739	2455.505	2454.434	1.11	1.90
0.1	0.0366	2454.739	2442.704	2454.434	2442.399	1.90	1.22

## ANEXO E. CARACTERIZACIONES

Este documento contiene los siguientes apartes del Plan Maestro de Alcantarillado.





# MONITOREO Y CONSULTORIA AMBIENTAL

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS, AIRE, RESIDUOS SOLIDOS, SUELOS Y ALIMENTOS  
NIT 826 000 346-1

Duitama, Noviembre 29 de 2005

## REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS AG 4481 - 05

### IDENTIFICACION

Solicitante	: MUNICIPIO DE BETEITIVA	
Ensayo realizado	: Fisicoquímico	
Tipo de agua	: Residual doméstica	
Sitio de muestreo	: Vertimiento N° 2 - Municipio de Beteitiva	
tipo de muestreo	: Compuesto	
Fecha y hora de muestreo	: Noviembre 20 de 2005	Hora: 06:00 a
	: Noviembre 21 de 2005	Hora: 05:00
Fecha y hora de recepción	: Noviembre 21 de 2005	Hora: 08:55
Asunto	: Caracterización	
Recolectada por	: Julio Cesar Cifuentes	

### TRABAJO DE CAMPO

PARAMETRO	EXPRESION	VALOR PROMEDIO *
Caudal	L/s	0.10**
pH	Unidades	6.0
Temperatura Agua	°C	19.2

\* Según datos suministrados por el solicitante

\*\* Ver memoria de cálculo de caudal promedio y composición de la muestra

### ANALISIS FISICOQUIMICO MUESTRA COMPUESTA

PARAMETRO	EXPRESION	VALOR OBTENIDO	METODO
DBO <sub>5</sub> Total	mg O <sub>2</sub> /L	355	Standard Methods 5210
DQO Total	mg O <sub>2</sub> /L	708	Standard Methods 5220
Fósforo total	mg P/L	7.0	Standard Methods 4500 P
Grasas y Aceites	mg/L	174	Standard Methods 5520
Nitrogeno total	mg N/L	108	Standard Methods 4500
Sólidos susp. totales	mg/L	493	Standard Methods 2540-D
Sólidos sedimentables	ml/L	4.0	Standard Methods 2540-F
Sólidos disueltos totales	mg/L	497	Standard Methods 2540
Sólidos totales	mg/L	990	Standard Methods 2540
pH (25°C)	Unidades (°C)	7.15	Standard Methods 4500



**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**  
**AG 4481 - 05**

**OBSERVACIONES**

Los resultados analíticos del presente informe se obtuvieron siguiendo los métodos anunciados, mediante procedimientos internos de aseguramiento de calidad y corresponden exclusivamente a la muestra recibida, recolectada por el solicitante, sin supervisión del laboratorio.

Analizar Ltda suministró los recipientes, preservantes y el instructivo para la toma de muestras.

Este reporte no se puede reproducir, salvo previa autorización escrita del Laboratorio.

**INGENIERA QUIMICA**  
**RUD CRISTINA SALAZAR P.**  
**JEFE DE LABORATORIO**  
**T.P 4447 C.P.I.Q**



**MEMORIA DE CÁLCULO PARA EL REPORTE DE  
RESULTADOS DE ENSAYOS AG 4481 - 05**

**INTEGRACION DE LA MUESTRA COMPUESTA**

La integración de la muestra compuesta, se hizo proporcional al flujo de cada toma simple, de acuerdo a los datos suministrados por la Ing. Alejandra Ducón.

- Factor de integración de muestra relativo al flujo.

$$q_i = Q_i / \sum Q_i$$

donde,  $q_i$  = Factor de integración relativo al flujo  
 $Q_i$  = Flujo instantáneo

$i$	$Q_i$	$q_i$
1	0,08	0,034
2	0,31	0,130
3	0,17	0,071
4	0,07	0,029
5	0,26	0,109
6	0,08	0,034
7	0,23	0,097
8	0,06	0,025
9	0,08	0,034
10	0,23	0,097
11	0,27	0,114
12	0,03	0,013

$i$	$Q_i$	$q_i$
13	0,15	0,063
14	0,05	0,021
15	0,03	0,013
16	0,08	0,034
17	0,01	0,004
18	0,01	0,003
19	0,06	0,025
20	0,01	0,003
21	0,05	0,021
22	0,01	0,002
23	0,01	0,003
24	0,05	0,021
Sumatoria	<b>2,39</b>	<b>1,000</b>

- Volúmenes de cada muestra simple para la integración de la muestra compuesta

$$V_i = q_i \cdot V_T, \quad \text{donde, } V_i = \text{Volumen de muestra } i \\ V_T = \text{Volumen total}$$

Se tomaron 250 ml para análisis DQO y Grasas y 1500 ml para los demás parámetros.





**MEMORIA DE CALCULO PARA EL REPORTE DE  
RESULTADOS DE ENSAYOS AG 4481 - 05**

**CAUDAL PROMEDIO**

El caudal promedio se calculó de la siguiente manera:

$$Q_{\text{prom.}} = \Sigma Q_i / n, \quad \text{donde, } n = \text{número total de tomas}$$

Entonces,  $Q_{\text{prom.}} = 2.39 / 24 = 0.10 \text{ l/s}$

INGENIERA QUIMICA  
RUD CRISTINA SALAZAR P.  
JEFE DE LABORATORIO  
T.P 4447 C.P.I.Q





**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**  
**AG 4480 - 05**

**OBSERVACIONES**

Los resultados analíticos del presente informe se obtuvieron siguiendo los métodos anunciados, mediante procedimientos internos de aseguramiento de calidad y corresponden exclusivamente a la muestra recibida, recolectada por el solicitante, sin supervisión del laboratorio.

Analizar Ltda suministró los recipientes, preservantes y el instructivo para la toma de muestras.

Este reporte no se puede reproducir, salvo previa autorización escrita del Laboratorio.

INGENIERA QUIMICA  
RUD CRISTINA SALAZAR P.  
JEFE DE LABORATORIO  
I.F 4447 C.F.I.Q



**MEMORIA DE CALCULO PARA EL REPORTE DE  
RESULTADOS DE ENSAYOS AG 4480 - 05**

**INTEGRACION DE LA MUESTRA COMPUESTA**

La integración de la muestra compuesta, se hizo proporcional al flujo de cada toma simple, de acuerdo a los datos suministrados por la Ing. Alejandra Ducón quien efectuó el monitoreo.

- Factor de integración de muestra relativo al flujo.

$$q_i = Q_i / \sum Q_i$$

donde,  $q_i$  = Factor de integración relativo al flujo

$Q_i$  = Flujo instantáneo

$i$	$Q_i$	$q_i$
1	0,05	0,024
2	0,14	0,067
3	0,19	0,090
4	0,10	0,048
5	0,17	0,081
6	0,20	0,095
7	0,07	0,033
8	0,13	0,062
9	0,07	0,033
10	0,09	0,043
11	0,08	0,038
12	0,05	0,024

$i$	$Q_i$	$q_i$
13	0,10	0,048
14	0,09	0,043
15	0,05	0,024
16	0,03	0,014
17	0,05	0,024
18	0,03	0,014
19	0,05	0,024
20	0,06	0,029
21	0,07	0,033
22	0,07	0,033
23	0,07	0,033
24	0,09	0,043
Sumatoria	<b>2,10</b>	<b>1,000</b>

- Volúmenes de cada muestra simple para la integración de la muestra compuesta

$$V_i = q_i * V_T, \quad \text{donde, } V_i = \text{Volumen de muestra } i$$
$$V_T = \text{Volumen total}$$

Se tomaron 250 ml para análisis DQO y Grasas y 2000 ml para los demás parámetros.



**MEMORIA DE CALCULO PARA EL REPORTE DE  
RESULTADOS DE ENSAYOS AG 4480 - 05**

**CAUDAL PROMEDIO**

El caudal promedio se calculó de la siguiente manera:

$$Q_{\text{prom.}} = \Sigma Q_i / n. \quad \text{donde, } n = \text{número total de tomas}$$

Entonces,  $Q_{\text{prom}} = 2.10 / 24 = 0.10 \text{ L/s}$

INGENIERA QUIMICA  
RUD CRISTINA SALAZAR P.  
JEFE DE LABORATORIO  
T.P 4447 C.P.I.Q



Duitama, Noviembre 28 de 2005

**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS  
AG 4474 - 05**

IDENTIFICACION	
Solicitante	: MUNICIPIO DE BETEITIVA
Ensayo realizado	: Fisicoquimico
Tipo de agua	: Residual doméstica
Sitio de muestreo	: Vertimiento N° 1 - Municipio de Beteitiva
Tipo de muestreo	: Compuesto
Fecha y hora de muestreo	: Noviembre 16 de 2005 Hora: 10:00 a Noviembre 17 de 2005 Hora: 09:00
Fecha y hora de recepción	: Noviembre 17 de 2005 Hora: 10:15
Asunto	: Caracterización
Recolectada por	: Alejandra Ducón S.

TRABAJO DE CAMPO		
PARAMETRO	EXPRESION	VALOR PROMEDIO *
Caudal	L/s	0.163 **
pH	Unidades	6,65
Temperatura Agua	° C	18.2

\* Según datos suministrados por el solicitante

\*\* Ver memoria de cálculo de caudal promedio y composición de la muestra

ANALISIS FISICOQUIMICO MUESTRA COMPUESTA			
PARAMETRO	EXPRESION	VALOR OBTENIDO	METODO
DBO, Total	mg O <sub>2</sub> /L	445	Standard Methods 5210
DQO Total	mg O <sub>2</sub> /L	932	Standard Methods 5220
Fósforo total	mg P/L	9,5	Standard Methods 4500 P
Grasas y Aceites	mg/L	220	Standard Methods 5520
Nitrogeno total	mg N/L	29,5	Standard Methods 4500
Sólidos susp. totales	mg/L	383	Standard Methods 2540-D
Sólidos sedimentables	ml/L	4,5	Standard Methods 2540-F
Sólidos disueltos totales	mg/L	315	Standard Methods 2540
Sólidos totales	mg/L	698	Standard Methods 2540
pH (25°C)	Unidades (°C)	6,65	Standard Methods 4500



**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**  
**AG 4474 - 05**

**OBSERVACIONES**

Los resultados analíticos del presente informe se obtuvieron siguiendo los métodos anunciados, mediante procedimientos internos de aseguramiento de calidad y corresponden exclusivamente a la muestra recibida, recolectada por el solicitante, sin supervisión del laboratorio.

Analizar Ltda suministró los recipientes, preservantes y el instructivo para la toma de muestras.

Este reporte no se puede reproducir, salvo previa autorización escrita del Laboratorio.

**INGENIERA QUIMICA**  
**RUD CRISTINA SALAZAR I.**  
**JEFE DE LABORATORIO**  
**T.P 4447 C.P.I.Q**



**MEMORIA DE CALCULO PARA EL REPORTE DE  
RESULTADOS DE ENSAYOS AG 4474 - 05**

**INTEGRACION DE LA MUESTRA COMPUESTA**

La integración de la muestra compuesta, se hizo proporcional al flujo de cada toma simple, de acuerdo a los datos suministrados por la Ing. Alejandra Ducón quien efectuó el monitoreo.

- Factor de integración de muestra relativo al flujo.

$$q_i = Q_i / \sum Q_i$$

donde,  $q_i$  = Factor de integración relativo al flujo

$Q_i$  = Flujo instantáneo

$i$	$Q_i$	$q_i$
1	0,200	0,051
2	0,395	0,101
3	0,450	0,115
4	0,344	0,088
5	0,322	0,082
6	0,551	0,141
7	0,430	0,110
8	0,424	0,109
9	0,049	0,013
10	0,070	0,018
11	0,025	0,006
12	0,022	0,006

$i$	$Q_i$	$q_i$
13	0,015	0,004
14	0,016	0,004
15	0,005	0,001
16	0,005	0,001
17	0,004	0,001
18	0,005	0,001
19	0,003	0,001
20	0,030	0,008
21	0,164	0,042
22	0,228	0,058
23	0,062	0,016
24	0,087	0,022
Sumatoria	<b>3,906</b>	<b>1,000</b>

- Volúmenes de cada muestra simple para la integración de la muestra compuesta

$$V_i = q_i * V_T, \quad \text{donde, } V_i = \text{Volumen de muestra } i$$
$$V_T = \text{Volumen total}$$

Se tomaron 250 ml para análisis DQO y Grasas y 1500 ml para los demás parámetros.





**MEMORIA DE CALCULO PARA EL REPORTE DE  
RESULTADOS DE ENSAYOS AG 4474 - 05**

**CAUDAL PROMEDIO**

El caudal promedio se calculó de la siguiente manera:

$$Q_{\text{prom.}} = \Sigma Q_i / n, \quad \text{donde, } n = \text{número total de tomas}$$

Entonces,  $Q_{\text{prom.}} = 3,906 / 24 = 0.163 \text{ L/s}$

INGENIERA QUIMICA  
RUD CRISTINA SALAZAR P.  
JEFE DE LABORATORIO  
T.P 4447 C.P.I.Q



Duitama, Noviembre 28 de 2005

**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**  
**AG 4475 - 05**

IDENTIFICACION		
Solicitante	: MUNICIPIO DE BETEITIVA	
Ensayo realizado	: Fisicoquimico	
Tipo de agua	: Residual doméstica	
Sitio de muestreo	: Vertimiento N° 2 - Municipio de Beteitiva	
Tipo de muestreo	: Compuesto	
Fecha y hora de muestreo	: Noviembre 16 de 2005	Hora: 10:00 a
	: Noviembre 17 de 2005	Hora: 09:00
Fecha y hora de recepción	: Noviembre 17 de 2005	Hora: 10:45
Asunto	: Caracterización	
Recolectada por	: Julio Cesar Cifuentes	

TRABAJO DE CAMPO		
PARAMETRO	EXPRESION	VALOR PROMEDIO *
Caudal	L/s	0.082**
pH	Unidades	5.6
Temperatura Agua	° C	18.2

\* Según datos suministrados por el solicitante

\*\* Ver memoria de cálculo de caudal promedio y composición de la muestra

ANALISIS FISICOQUIMICO MUESTRA COMPUESTA			
PARAMETRO	EXPRESION	VALOR OBTENIDO	METODO
DBO <sub>5</sub> Total	mg O <sub>2</sub> /L	504	Standard Methods 5210
DQO Total	mg O <sub>2</sub> /L	939	Standard Methods 5220
Fósforo total	mg P/l	8.5	Standard Methods 4500 P
Grasas y Aceites	mg/L	230	Standard Methods 5520
Nitrogeno total	mg N/L	48.0	Standard Methods 4500
Sólidos susp. totales	mg/L	371	Standard Methods 2540-D
Sólidos sedimentables	ml/L	4.5	Standard Methods 2540-F
Sólidos disueltos totales	mg/L	295	Standard Methods 2540
Sólidos totales	mg/L	666	Standard Methods 2540
pH (25°C)	Unidades (°C)	6,56	Standard Methods 4500



**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**  
**AG 4475 - 05**

**OBSERVACIONES**

Los resultados analíticos del presente informe se obtuvieron siguiendo los métodos anunciados, mediante procedimientos internos de aseguramiento de calidad y corresponden exclusivamente a la muestra recibida, recolectada por el solicitante, sin supervisión del laboratorio.

Analizar Ltda suministró los recipientes, preservantes y el instructivo para la toma de muestras.

Este reporte no se puede reproducir, salvo previa autorización escrita del Laboratorio.

INGENIERA QUIMICA  
RUD CRISTINA SALAZAR P.  
JEFE DE LABORATORIO  
T.P 4447 C.P.I.Q



**MEMORIA DE CALCULO PARA EL REPORTE DE  
RESULTADOS DE ENSAYOS AG 4475 - 05**

**INTEGRACION DE LA MUESTRA COMPUESTA**

La integración de la muestra compuesta, se hizo proporcional al flujo de cada toma simple, de acuerdo a los datos suministrados por la Ing. Alejandra Ducón.

- Factor de integración de muestra relativo al flujo.

$$q_i = Q_i / \sum Q_i$$

donde,  $q_i$  = Factor de integración relativo al flujo

$Q_i$  = Flujo instantáneo

$i$	$Q_i$	$q_i$
1	0,076	0,039
2	0,106	0,054
3	0,074	0,038
4	0,095	0,048
5	0,351	0,178
6	0,260	0,132
7	0,113	0,057
8	0,046	0,023
9	0,078	0,040
10	0,024	0,012
11	0,020	0,010
12	0,014	0,007

$i$	$Q_i$	$q_i$
13	0,011	0,006
14	0,005	0,003
15	0,005	0,003
16	0,003	0,002
17	0,003	0,002
18	0,003	0,002
19	0,004	0,002
20	0,028	0,014
21	0,082	0,042
22	0,200	0,102
23	0,309	0,157
24	0,060	0,030
Sumatoria	<b>1,970</b>	<b>1,000</b>

- Volúmenes de cada muestra simple para la integración de la muestra compuesta

$$V_i = q_i * VT, \quad \text{donde, } V_i = \text{Volumen de muestra } i$$
$$VT = \text{Volumen total}$$

Se tomaron 250 ml para análisis DQO y Grasas y 1500 ml para los demás parámetros.



ANALIZAR LABORATORIO FISICOQUIMICO LTDA.

**MEMORIA DE CALCULO PARA EL REPORTE DE  
RESULTADOS DE ENSAYOS AG 4475 - 05**

**CAUDAL PROMEDIO**

El caudal promedio se calculó de la siguiente manera:

$$Q_{\text{prom.}} = \Sigma Q_i / n, \quad \text{donde, } n = \text{número total de tomas}$$

Entonces,  $Q_{\text{prom.}} = 1.970 / 24 = 0,082 \text{ L/s}$

INGENIERA QUIMICA  
RUD CRISTINA SALAZAR P.  
JEFE DE LABORATORIO  
T.P 4447 C.P.I.Q



Quilicura, Octubre 01 de 2005

**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

AG 4088-05

IDENTIFICACION	
Solicitante	MUNICIPIO DE QUILICURA
Ensayo solicitado	Fisicoquímico y Microbiológico
Tipo de agua	Superficial Canal
Ubicación del punto	Cajón de la Virgen - Municipio de Quilicura
Punto de muestreo	300 mts aguas arriba del punto
Tipo de muestra	Completa
Fecha y hora de muestreo	Septiembre 26 de 2005 Hora: 13:05
Fecha y hora de recepción	Septiembre 26 de 2005 Hora: 17:30
Asunto	Caracterización
Realizado por	Alfonso Soto

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO**

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR OBTENIDO	VALOR ADMISIBILIDAD	INDICADO
Temperatura	°C	15,1	30	SM 4500
Acidez (pH)	Unidades (pH)	8,0	6,5-8,5	SM 2540
Alcalinidad	mg/L CaCO <sub>3</sub>	120	200	SM 2540
Cloruros	mg/L Cl <sup>-</sup>	20	250	SM 4500-Cl <sup>-</sup>
Conductividad	µS/cm	300	500	SM 2590
DBO <sub>5</sub> Total	mg O <sub>2</sub> /L	-	-	SM 5210
DQO Total	mg O <sub>2</sub> /L	15	-	SM 5220
Fósforo	mg/L P <sub>T</sub>	0,05	0,20	SM 4500-P
Hierro Total	mg/L Fe	0,70	0,30	SM 3500-P
Nitrógeno	mg/L N <sub>T</sub>	0,05	0	SM 4500
Oxígeno Disuelto	mg/L	6,02	-	SM 4500
pH (25°C)	Unidades (pH)	7,7	6,5-8,5	SM 4500
Sulfuros	mg/L S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0,3	0,50	SM 4500
Sólidos susp. totales	mg/L	20	-	SM 2540
Turbiedad	NTU	2,2	5	SM 2130



# MONITOREO Y CONSULTORIA AMBIENTAL

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS, AIRE, RESIDUOS SÓLIDOS, SUELOS Y ALIMENTOS  
NIT 90000000-1

Fecha de entrega del informe: 16/04/05

## REPORTA DE RESULTADOS DE ANÁLISIS

LAB 4352 - 05

IDENTIFICACION	
Solicitante	MUNICIPIO DE BETULIWA
Ejecutor responsable	Físico-químico y Microbiólogo
Tipo de agua	Superficial Corriente
Sitio de muestreo	Quebrada Ortega - Municipio de Betulíwa
Tamaño muestra de agua	litro
Tipo de muestra	Simple
Fecha y hora de muestreo	Septiembre 24 de 2005 Hora: 18:00
Fecha y hora de recepción	Septiembre 25 de 2005 Hora: 17:00
Analista	Cara Cumbasán
Revisado por	Alejandro Duón

## ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR OBTENIDO	VALOR ADMISIBLE	REFERENCIA
Color Total	mg/L Pt-Co	43	50	SM 2510
Color aparente	mg/L Pt-Co	28,4	10	SM 2510
Sólidos	mg/L	14	100	SM 2510-D
Sólidos Volátiles	mg/L	3	10	SM 2510
DBO <sub>5</sub> Total	mg/L	5	-	SM 5210
DDO Total	mg/L	14	-	SM 5220
Fluoruro	mg/L F <sup>-</sup>	1,15	1,00	SM 4510-F
Fósforo Total	mg/L P <sub>T</sub>	0,04	0,20	SM 2510-F
Nitratos	mg/L NO <sub>3</sub>	0,014	0,1	SM 4500
Oxígeno Disueltos	mg/L	6,29	-	SM 4500
pH (25°C)	Unidades (°C)	7,22	6,5 - 8,0	SM 4500
Sulfatos	mg/L SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	33,0	200	SM 4500
Sólidos susp. totales	mg/L	9	-	SM 2540-D
Turbiedad	U.N.T.	7,4	5	SM 2150



Durango, Octubre 01 de 2005

**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**  
**AC-4334-05**

IDENTIFICACION	
Solicitante	MUNICIPIO DE DURANGO
Encargo realizado	Examen físico y Microbiológico
Tipo de agua	Superficial Gruesa
Ubicación de la muestra	Cuadrada (Cerro) - Administración de Durango
Punto exacto de toma	150 m aguas arriba del puente
Tipo de contenedores	Ultralite
Fecha y hora de muestreo	Septiembre 29 de 2005 Hora: 14:30
Fecha y hora de recepción	Septiembre 30 de 2005 Hora: 17:30
Analista	Corina Escobedo
Revisó toda por	Alicandra Escobedo

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO**

PARÁMETRO	EXPOSICIÓN	VALOR OBTENIDO	VALOR ADMISIBLE	MÉTODO
Acidez Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	24	00	SM 2310
Alcalinidad Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	195	100	SM 2320
Cloruros	mg/L Cl <sup>-</sup>	23	250	SM 4500-G
Color Apéndice	U <sub>1cm</sub>	20	5-10	SM 2100
DBO Total	mg/L	14	-	SM 5210
DQO Total	mg/L	15	-	SM 5200
Dureza	mg/L Ca	200	300	SM 4500-F
Dureza Total	mg/L Ca	204	300	SM 4500-F
Nitratos	mg/L NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.27	0.1	SM 4500
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.50	-	SM 4500
pH (25°C)	Unidades pH	7.21	6.5 - 9.0	SM 4500
Sulfatos	mg/L SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	75.3	350	SM 4500
Sólidos suspendidos totales	mg/L	17	-	SM 2540-D
Turbiedad	U.N.T.	0.1	1.5	SM 2100





# MONITOREO Y CONSULTORIA AMBIENTAL

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS, AIRE, RESIDUOS SÓLIDOS, SUELOS Y ALIMENTOS  
NIT. 806.000.346-1

Duitama, Octubre 31 de 2005

## REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS

AG 4423 - C6

IDENTIFICACION	
Substrato	MUNICIPIO DE DUITAMA
Pruebas realizadas	Físico-químicas y Microbiológicas
Tipo de agua	Superficial - Canal
Ubicación de muestra	Quebrera La Oruga - Municipal de Duitama
Punto exacto de muestreo	200 m aguas arriba del punto 1
Tipo de muestra	Simple
Fecha y hora de muestreo	Octubre 24 de 2005 Hora: 12:30
Fecha y hora de recepción	Octubre 24 de 2005 Hora: 17:30
Analista	Consuelo Escobar
Revisado por	Florencia Linares

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS				
PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR OBTENIDO	VALOR ADMISIBLE	CLASIFICACION
Alcalinidad	mg/L CaCO <sub>3</sub>	56	75	SM 4310
Alcalinidad Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	287	100	SM 4310
Cloruros	mg/L Cl <sup>-</sup>	33	250	SM 4310-C
Color Yed. Inten.	P.P.C	53	150	SM 1120
LBOD Total	mg O <sub>2</sub> /L	5	-	SM 5210
DBOD Total	mg O <sub>2</sub> /L	11	-	SM 5210
Ferrous	mg/L Fe <sup>2+</sup>	0.00	0.30	SM 4310-F
Hardness Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	145	300	SM 3500-Fe
Nitrosos	mg/L NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.00	0.1	SM 4300
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.29	-	SM 1500
pH (25°C)	Adimensional (pH)	7.05	6.5 - 8.5	SM 4300
Sulfatos	mg/L SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	145	250	SM 4500
Sólidos susp. totales	mg/L	78	-	SM 9540-D
Turbiedad	NTU	24.7	5	SM 2130



Guatemala, Octubre 31 de 2005

**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**  
**AG 4426-03**

IDENTIFICACION	
Proyecto	MONITOREO DE EFECTIVIDAD
Planta beneficiaria	Alcantara S.A. - Microbiología
Tipo de agua	Superficial - C.A.T.
Ciudad de origen	Quezaltenango - Municipio de Escuintla
Punto de muestreo	Puerto
Tipo de muestra	Simple
Fecha y hora de primer muestreo	Octubre 24 de 2005 Hora: 10:00
Fecha y hora de último muestreo	Octubre 24 de 2005 Hora: 17:00
Estado	Carretera Nacional
Operado por	Alcantara S.A.

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO				
PARAMETRO	EXPRESIÓN	VALOR OBTENIDO	VALOR ADMISIBLE	MECÁNICO
Acidez Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	3.7	10	SM 2100
Alcalinidad Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	19.7	10	SM 2100
Cloruro	mg/L Cl <sup>-</sup>	3.9	25	SM 4500-C
Color Verdadero	P.P.C.	87	10	SM 2100
DBO <sub>5</sub> Total	mg O <sub>2</sub> /L	4.5	-	SM 5210
DDO Total	mg O <sub>2</sub> /L	8.10	-	SM 5200
Fluoruro	mg/L F <sup>-</sup>	0.01	0.7	SM 4500-F
Hierro Total	mg/L Fe	2.31	0.30	SM 3100-1
Nitrato	mg/L NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.080	0.1	SM 4500
Oxígeno Disuelto	mg/l	0.39	-	SM 4500
pH (25°C)	Unidades (pH)	7.7	6.5 - 8.5	SM 4500
Sulfuro	mg/L S <sup>2-</sup>	4.7	0.50	SM 4500
Sólidos susp. totales	mg/LTSS	83	-	SM 2540-D
Turbiedad	NTU	23.1	1.5	SM 2100



**MONITOREO Y CONSULTORIA AMBIENTAL**  
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS, AIRE, RESIDUOS SÓLIDOS, SUELOS Y ALIMENTOS  
 III-835,000,840-1

Dulacra, Octubre 31 de 2005

**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAJOS**  
**IAS 4427-05**

IDENTIFICACION	
Reduccion	SENA (P. 15) EST. 1170
Inspeccion visual	Color turbido y Microbiológico
Tipo de agua	Superficial (Grasa)
Ubicacion de la muestra	Canal de la Estación - Inspeccion Dulacra
Temperatura ambiente	20°C (según lectura del termómetro)
Tipo de muestra	Simple
Fecha y hora de la muestra	30/10/05 08:00
Fecha y hora de recepción	01/11/05 08:00
Analista	Alfonso Rodríguez
Revisado por	Alfonso Rodríguez

**ANÁLISIS MICROQUÍMICO**

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR OBTENIDO	VALOR ADMISIVO	MÉTODO
pH	-	7.5	5.0	SM 2110
Acidez total	mg CaCO <sub>3</sub> /L	235	200	SM 4500
Alcalinidad	mg CaCO <sub>3</sub> /L	37	200	SM 4500 C
Cloro residual	mg/L	0.1	1.0	SM 4510
TDS Total	mg Ca/L	30	-	SM 4500
DOO Total	mg O <sub>2</sub> /L	< 10	-	SM 5210
Fluoruro	mg/L F <sup>-</sup>	0.24	1.5	SM 4500 F
Amonio Total	mg/L NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1.00	1.5	SM 4500 NH
Nitrato	mg/L NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.062	0.1	SM 4500
Oxígeno Disuelto	mg/L	0.00	-	SM 4500
Cloruro	mg/L Cl <sup>-</sup>	7.57	0.5 - 2.0	SM 4500
Sulfuro	mg/L SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0.3	200	SM 4500
Sólidos suspendidos Totales	mg/L	100	-	SM 2540 D
Turbiedad	UNT	25.0	5	SM 2130



Quilicura, Noviembre 28 de 2005

**REPORTE DE RESULTADOS DE PRUEBAS**  
**AG 4477 - 05**

IDENTIFICACION	
Solicitante:	MUNICIPIO DE PUENTE ALTA
Examen solicitado:	Fisiológico y Microbiológico
Tipo de agua:	Superficial Oruga
Ubicación de muestra:	Quebrada Oruga - Avda. Los Libertadores
Volumen extraído de muestra:	300 ml agua aerobio de prueba
Tipo de muestreo:	Simple
Fecha y hora de muestreo:	Recepción 26 de 2005 Hora: 14:00
Fecha y hora de entrega de resultados:	Entrega 28 de 2005 Hora: 14:00
Analista:	Carmen Martínez
Revisado por:	Alfonso Muñoz

**ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO**

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR OBTENIDO	VALOR ESTABLECIDO	METODO
Acidez Total	mg CaCO <sub>3</sub> /L	37	50	SM 4500
Alcalinidad Total	mg CaCO <sub>3</sub> /L	180	150	SM 4500
Cloruros	mg/L Cl <sup>-</sup>	21	100	SM 4500-C
Oxígeno Verdadero	mg/L O <sub>2</sub>	12	200	SM 4500
LIBO <sub>5</sub> Total	mg O <sub>2</sub> /L	22	-	SM 5210
DOO Total	mg O <sub>2</sub> /L	23	-	SM 5210
Fosfatos	mg/L PO <sub>4</sub>	0.07	0.1	SM 4500-F
Nitrato Total	mg/L NO <sub>3</sub>	1.04	0.50	SM 4500-N
Nitrógeno	mg/L N <sub>T</sub>	0.03	0.1	SM 4500
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.88	-	SM 4500
pH (25°C)	Unidades pH	7.16	6.5 - 8.0	SM 4500
Sulfatos	mg/L SO <sub>4</sub>	34	250	SM 4500
Sólidos susp. totales	mg/L	26	-	SM 2540-D
Turbiedad	UNT	13.7	5	SM 2100



# MONITOREO Y CONSULTORIA AMBIENTAL

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS, AIRE, RESIDUOS SÓLIDOS, SUELOS Y ALIMENTOS  
NIT 826 0000 0101

Datúma: Noiembre 23 de 2005

## REPORTE DE RESULTADOS DE ANÁLISIS AG 4473-05

IDENTIFICACION	
Solicitante	MUNICIPIO DE SATEPENA
Ensayo solicitado	Químico y Microbiológico
Tipo de agua	Superficial Grúa
Código de muestra	Grúas (Trayé - B) - Normal de Estación
Punto geográfico de toma	Trayé
Tipo de estación	Grúas
Fecha y hora de muestreo	Noiember 21 de 2005 11:00 AM
Fecha y hora de recepción	Noiember 21 de 2005 11:00 AM
ANÁLISIS	Químico y Microbiológico
Analista en jefe	Alfonso Sánchez

### ANÁLISIS QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR OBTENIDO	VALOR REFERENCIAL	CRITERIO
Cloruro de hidrógeno	mg/L Cl <sup>-</sup>	18	30	SM 2510
Sulfuro de hidrógeno	mg/L S <sup>2-</sup>	0.01	100	SM 2510
Nitrato	mg/L NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1.07	200	SM 4500-NO
Nitrito	mg/L NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.00	100	SM 4500
DEO <sub>5</sub> Total	mg O <sub>2</sub> /L	17	-	SM 5210
DQO Total	mg O <sub>2</sub> /L	35	-	SM 5220
Calcio	mg/L Ca <sup>2+</sup>	1.07	100	SM 4500-Ca
Fósforo total	mg/L P	0.00	100	SM 4500-P
Amonio	mg/L NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.00	10	SM 4500
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.33	-	SM 4500
pH (25°C)	Unidades (pH)	7.10	6.5 - 9.0	SM 4500
Sulfatos	mg/L SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	3.0	250	SM 4500
Sólidos susp. totales	mg/L	10	-	SM 2510-D
Turbiedad	U.N.T	10.3	10	SM 2130



**MONITOREO Y CONSULTORIA AMBIENTAL**  
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS, AIRE, RESIDUOS SÓLIDOS, SUELOS Y ALIMENTOS  
 TIT. 026.000.0464

Fecha: Noviembre 08 de 2004

**REPORTES DE RESULTADOS DE ANÁLISIS**  
**NO. 4349-05**

<b>IDENTIFICACION</b>	
Cliente:	MUNICIPIO DE EL PETENO
Ubicacion:	Distrito de El Peteno
Tipo de muestra:	Agua de Canal
Nombre de muestra:	Comunidad Oranga - Municipio de Esmeraldas
Nombre de cliente:	El Comandante de la 13ª Com.
Fecha de muestreo:	08/11/04
Fecha y hora de entrega:	Noviembre 08 de 2004 10:30
Nombre de analista:	Andrés Rodríguez
Analista:	Carolina Salas
Revisado por:	Alfonso Torres

ANÁLISIS DE AGUAS				
PARAMETRO	EXPOSICION	VALOR MEDIDO	VALOR LIMITADO	NOTAS
pH		6.9	6.5	SM 2110
Acidez	mg/L CaCO <sub>3</sub>	27	100	SM 2120
Color	PCU	1.1	200	SM 2130-C
Conductividad	µS/cm	24	250	SM 2150
DBO <sub>5</sub> Total	mg O <sub>2</sub> /L	16	-	SM 5110
DQO Total	mg O <sub>2</sub> /L	35	-	SM 5120
Clorofila	mg/L PCU	1.7	0.7	SM 4500-F
Nitrato	mg/L NO <sub>3</sub>	17	100	SM 4500-D
Nitrito	mg/L NO <sub>2</sub>	0.08	0.1	SM 4500
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.50	-	SM 4500
Calcio	mg/L Ca <sup>2+</sup>	8.97	60-80	SM 4500
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	6.5	200	SM 4500
Sólidos suspendidos totales	mg/L	19	-	SM 2540-D
Turbiedad	JNT	10.4	10	SM 2130

## ANEXO F. TALLERES

## TALLERES PLANIFICACIÓN PARTICIPATIVA

La participación de los actores involucrados en la formulación del plan de saneamiento y manejo de vertimientos es de vital importancia pues en conjunto con la autoridad ambiental, el consultor, la administración y la comunidad se determina entre otras variables los objetivos de calidad, componente que se valora como el determinante para definir el alcance de los programas, proyectos, metas e indicadores requeridos.

Para esto se desarrollaron reuniones de planificación participativa con el fin de lograr un desarrollo armónico de los talleres de planificación participativa:

Se programaron dos talleres participativos el cual convocó a las autoridades locales, la comunidad y la autoridad ambiental.

Un primer taller, consistente en una reunión preliminar con los representantes del municipio en donde se presentaron los avances del estudio, las perspectivas.

Una segunda sesión consistente en el taller participativo entre la Autoridad Ambiental, la Autoridad Municipal y representantes de la comunidad influenciada por los vertimientos municipales y la fuente receptora: Personero, miembros del Concejo Municipal, habitantes ribereños y usuarios del recurso.

Enfocando la sesión hacia las tendencias o prospectiva en torno a la determinación de los objetivos de calidad del recurso, análisis de la situación actual y análisis estratégico.

De estos talleres de participación la asistencia por parte de la Administración municipal, Comunidad y funcionarios de Corpoboyacá, fue buena garantizando la adecuada planeación de los proyectos a programar, además de definir el uso de del efluente tratado objetivo final del estudio.

Es importante mencionar que en el segundo taller se llegó a la conclusión que el efluente tratado de agua residual debe ser utilizado para regadío, tal como se viene haciendo en la actualidad.



26 DE SEPTIEMBRE DEL 2006

ASISTENTES TALLER N° 2 "SOCIALIZACION Y DIVULGACION PLAN DE SANEAMIENTO BASICO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS MUNICIPIO DE BETEITIVA BOYACA"

NOMBRE	CEDULA	FIRMA	ENTIDAD
Paul Cristóbal	1004552	Paul Cristóbal	Sociedad
Rodrigo López	7272602	Rodrigo López	Cooperativa
El Abogado Cristóbal	9398125	El Abogado Cristóbal	Cooperativa
Javier Gómez	2162421	Javier Gómez	Cooperativa
Marcelina Vargas	46371994	Marcelina Vargas	SEC. HACIENDA
Óscar López	1004771	Óscar López	Centro de
Fanny Sánchez	46376212	Fanny Sánchez	Centro de
Rodrigo Páez	1004524 de del	Rodrigo Páez	Centro de
Rodrigo	13244547	Rodrigo	
ALVARO GIL	40442405	ALVARO GIL	
Sandra Gutiérrez B	46370309 sup.	Sandra Gutiérrez B	Comuna
Samir Gil	23326645	Samir Gil	
Maria Gladys Rojas	23912172	Maria Gladys Rojas	
Luis Enrique Cardenas	7222961	Luis Enrique Cardenas	
Proceso Gil	1004500	Proceso Gil	
Humberto Cardenas	1004361	Humberto Cardenas	
ES. Guillermo Escobar N	6571972	ES. Guillermo Escobar N	Policia Nacio
Al. Diego Inguarán	102786754	Al. Diego Inguarán	S. Financ
JONAS MAURICIO DURAN A.	74390249	JONAS MAURICIO DURAN A.	
Alexandra J. C.	40040059	Alexandra J. C.	
Julio Cesar Cuentas	74374470 de Du lama	Julio Cesar Cuentas	

