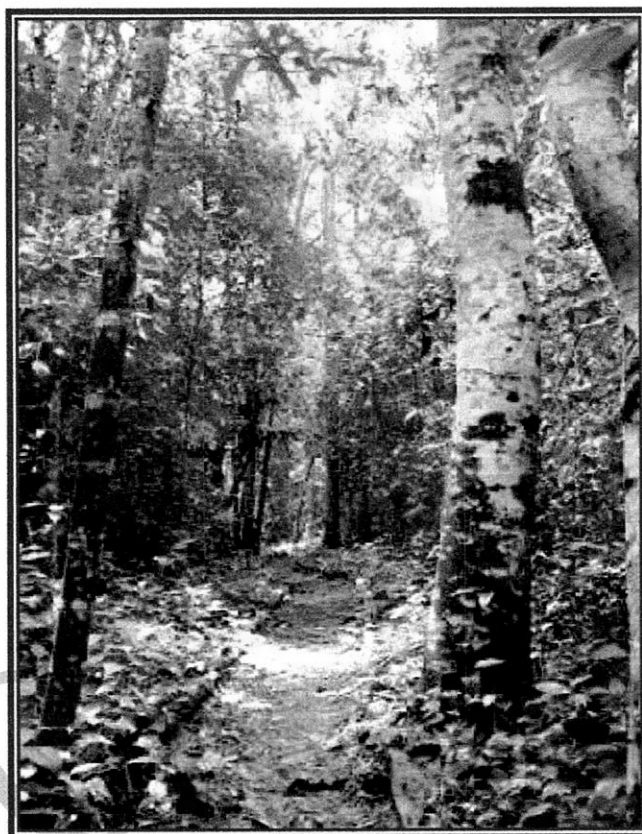


ECOPARQUE EL VÍNCULO

MUNICIPIO DE GUADALAJARA DE BUGA

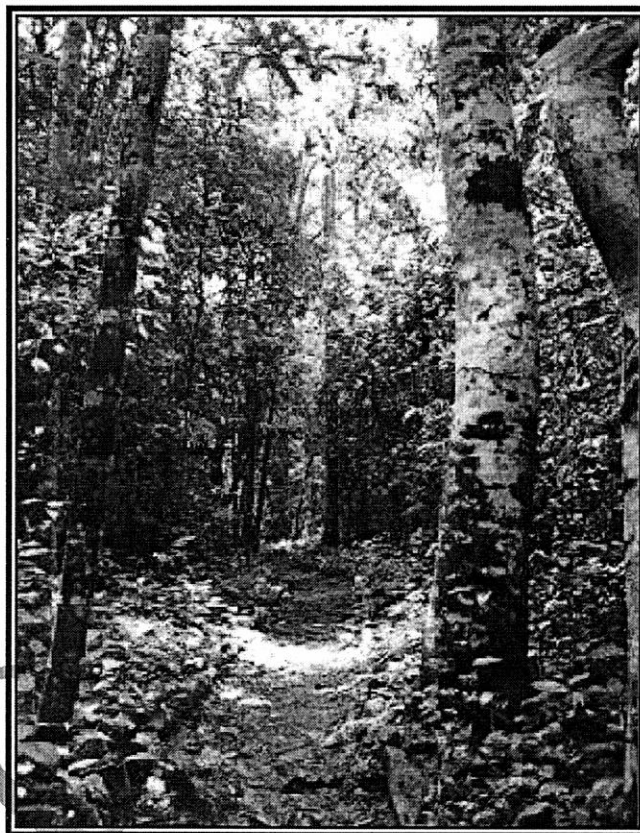


INFORME FINAL

ARTURO GOMEZ MILLAN
Ingeniero Sanitario

ECOPARQUE EL VÍNCULO

MUNICIPIO DE GUADALAJARA DE BUGA



INFORME FINAL

ARTURO GÓMEZ MILLAN
Ingeniero Sanitario

**ECOPARQUE EL VÍNCULO
MUNICIPIO DE GUADALAJARA DE BUGA**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO,
RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUA**

INFORME FINAL

ARTURO GOMEZ MILLAN
Ingeniero Sanitario

Santiago de Cali, Junio de 2007

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION	1
2. DESCRIPCION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO.....	2
2.1 ECOPARQUE PROYECTADO	3
3. DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO EXISTENTE.....	5
3.1 INFRAESTRUCTURA ACTUAL.....	5
3.2 CONCESIONES DE AGUA	7
3.3 DIAGNÓSTICO	8
4. PARAMETROS Y CRITERIOS DE DISEÑO	9
4.1 PARAMETROS SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCION	9
4.1.1 Población.....	9
4.1.2 Dotación Neta y Bruta.....	9
4.1.3 Caudal Máximo Diario.....	9
4.1.4 Caudal Máximo Horario	10
4.2 PARAMETROS DEL SISTEMA DE RECOLECCION.....	10
4.2.1 Determinación de producción de aguas residuales domésticas en cada tramo 10	
4.2.2 Caudal máximo horario del tramo.....	10
4.2.3 Infiltración.....	11
4.2.4 Caudal de diseño de cada tramo.....	11
4.2.5 Caudal de Diseño del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR 11	
4.2.6 Criterios de diseño para alcantarillados.....	11
5. EVALUACION DE ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA	15
5.1 ALTERNATIVA 1	15
5.2 ALTERNATIVA 2	16
5.3 ALTERNATIVA 3.....	17
5.4 ALTERNATIVA 4.....	18
5.4.1 Alternativa desde el Corregimiento de Zanjón Hondo.....	18
5.4.2 Alternativa desde el Corregimiento El Vínculo	19
5.5 ALTERNATIVA SELECCIONADA	19
6. DESCRIPCION DE LAS OBRAS.....	20
6.1 ACUEDUCTO.....	20

6.1.1	Tanque de Almacenamiento.....	20
6.1.2	Conducción.....	20
6.1.3	Redes de Distribución.....	21
6.2	ALCANTARILLADO	22
6.2.1	Redes de Recolección.....	22
6.2.2	Planta de Tratamiento de Agua Residual PTAR.....	22
ANEXO 1. CALCULOS HIDRAULICOS		1
1.1	TANQUE DE ALMACENAMIENTO PROYECTADO.....	2
1.2	CONDUCCION	3
1.3	RED DE DISTRIBUCION	1
1.4	RED DE RECOLECCION	1
1.5	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL PTAR.....	1

BORRADOR

1. INTRODUCCION

La Estación Biológica “El Vínculo” (EBEV), perteneciente al Instituto para la Investigación y La Preservación del Patrimonio Cultural y Natural del Valle del Cauca INCIVA, cuenta con un santuario de vegetación natural conformado por un bosque seco típico de la zona plana del Valle del Cauca, destinado a la investigación básica de la flora y la fauna nativas.

En Diciembre de 2006, la Estación Biológica fue declarada Parque Natural Regional, con el objeto de preservar este relicto de bosque seco tropical, uno de los últimos del departamento y uno de los ecosistemas más amenazados en Colombia y el mundo.

Adicionalmente, con el propósito de realizar un desarrollo integral en este centro, se está proyectando la construcción de un Ecoparque Temático, para brindar alternativas turísticas, educativas, investigativas y recreativas, exaltando los valores naturales y culturales de la región, caracterizada por albergar una gran cantidad de población flotante, y la realización de programas permanentes de educación ambiental dirigido a estudiantes de todos los niveles y a la comunidad en general con el propósito de sensibilizarlos sobre la importancia de amar y proteger la naturaleza.

El presente estudio, realizado mediante convenio entre el INCIVA y ACUAVALLE S.A. E.S.P., contiene el diseño del sistema de abastecimiento de agua al Ecoparque, que comprende las estructuras de conducción y distribución de agua potable, así como también el diseño del sistema de recolección y tratamiento de aguas residuales.

2. DESCRIPCION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO

La Estación Biológica “El Vínculo” (EBEV), perteneciente al Instituto para la Investigación y preservación del Patrimonio, INCIVA, se encuentra ubicada en el corregimiento de El Vínculo, Municipio de Buga, a 3 Km de esta ciudad, al borde de la carretera central que conduce a Cali.

Los límites geográficos son: por el norte la Hacienda la Yola, por el sur Hacienda La Campiña, por el oriente la vereda San Antonio, el Corregimiento de Sonsito y la Hacienda La Campiña y, por el occidente la Carretera Panamericana Buga - Guacarí. El área esta bajo protección y se considera como uno de los ecosistemas estratégicos del Valle¹

La EBEV se encuentra situada a una altura promedio de 1000 msnm, razón por la cual goza de un clima cálido con temperaturas del aire que oscilan entre 20 y 23°C.

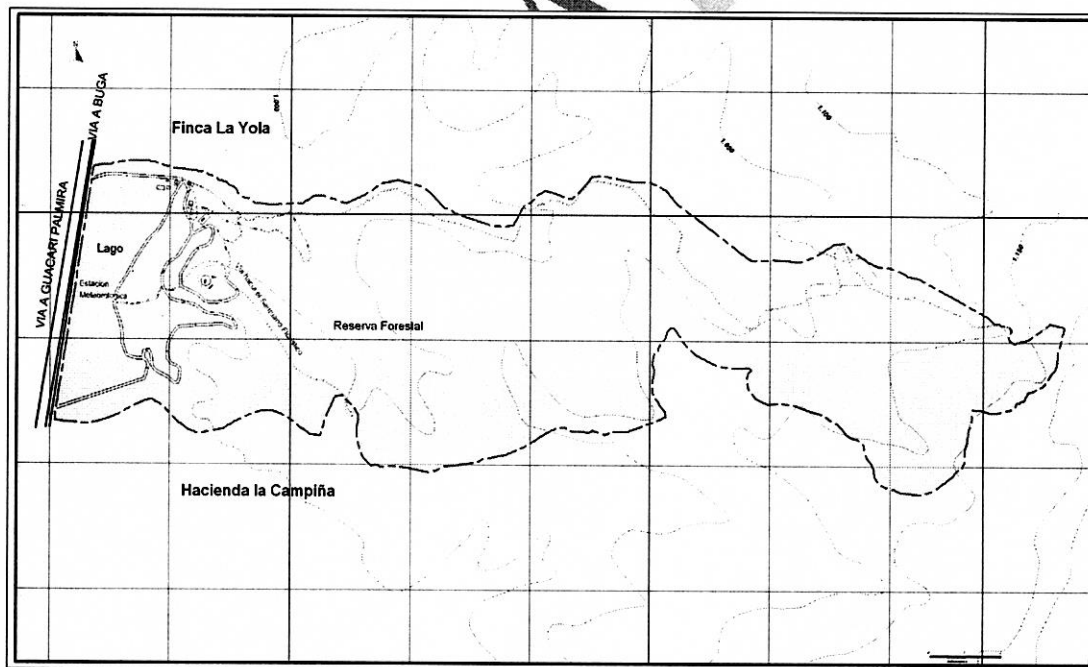


Figura 1. Ubicación General Estación Biológica El Vínculo.

¹ Corporación Autónoma Regional del Valle. del Cauca. 1997 Plan de Gestión Ambiental para el Valle del Cauca 1998-2002. CVC. 203 p

2.1 ECOPARQUE PROYECTADO

El proyecto Urbano Paisajístico comprende 8 Zonas para el Ecoparque, cada una de ellas ofrecerá diferentes actividades a los visitantes y se utilizarán como base para realizar el diseño técnico del Sistema de Distribución, Recolección y Tratamiento de Aguas.

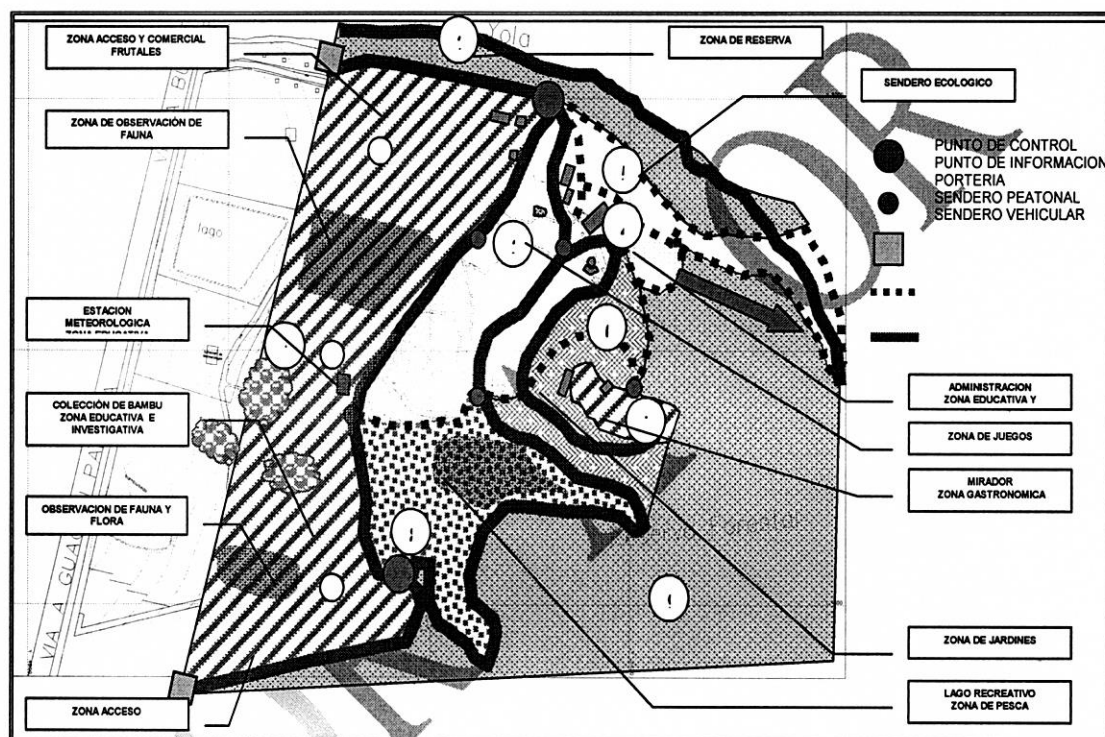


Figura 2. Zonificación Propuesta. Fuente INCIVA

LOS SITIOS PROPUESTOS EN LA ZONIFICACIÓN DEL ECOPARQUE SON LOS SIGUIENTES: (FUENTE INCIVA)¹

ZONA 1A. Bahía de transporte público, Parqueo de visitantes, Lago para paseo en canoa y pesca, Comercio de plantas y vivero, Zona de frutales, Mariposario.

ZONA 1B: Estación climatológica, Zona de vegetación xerofítica.

ZONA 1C: Parqueo de visitantes, Lago de vegetación acuática y ornamental, Colección de bambú.

ZONA 2: Colección y reproducción de especies amenazadas.

ZONA 3: Áreas de estar y juegos infantiles.

ZONA 4: Museo cultural arqueológico, patrimonial y/o etnográfico, Centro de investigación, Sala de conferencias, Teatrillo, Área de administración y Zoocriadero.

ZONA 5: Área del sendero ecológico.

ZONA 6: Manejo ornamental de vegetación representativa.

ZONA 7: Mirador, Zona gastronómica y comercial, Parqueadero, Zona de ejercicios espirituales y observación astronómica.

ZONA 8: Lago de observación de fauna y flora.



Figura 3. Zona del Mirador

3. DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO EXISTENTE

Actualmente la Estación Biológica El Vínculo EBEV, cuenta con agua potable proveniente del Acueducto Comunitario Colectivo, que abastece también al corregimiento Manantial, la urbanización La Unidad y la Vereda Sonsito.

El acueducto comunitario es administrado por Acuasalud Manantial, y de acuerdo a información suministra por su presidenta, la Señora Omaira Delgado, distribuye partes iguales de agua hacia las cuatro comunidades, incluida la Estación Biológica, donde llega una conducción de diámetro 1 1/2 pulgadas.

3.1 INFRAESTRUCTURA ACTUAL

- **Bocatoma:** La captación del agua se ubica sobre el Río Sonsito a 1220 m.s.n.m. Se realizaba mediante una bocatoma tipo dique-toma que fue arrastrada por una creciente, razón por la cual actualmente el PAAR construye otra bocatoma en el mismo lugar, con capacidad de 50 l/s, de los cuales 40 L/s se derivan hacia haciendas que tienen concesión de agua ante la CVC² y los 10 L/s restantes se destinan al Acueducto Comunitario Colectivo Manantial, La Unidad, Sonsito e Inciva.
- **Desarenador:** el desarenador existente tiene problemas de funcionamiento³, razón por la cual el PAAR construyó otro con capacidad de diseño de 7.71 l/s, que aún no ha entrado en funcionamiento.
- **Aducción:** Compuesta por dos líneas de 3 y 4 pulgadas de diámetro.
- **Planta de Potabilización:** de tipo Compacta, ubicada aproximadamente en la cota 1175 m.s.n.m., diseñada para una población inferior a la considerada en el diseño del Acueducto Rural Colectivo³. (Ver Figura 4)

² Memoria Técnica Acueducto Rural Colectivo. PAAR. Tuluá, mayo de 2006.

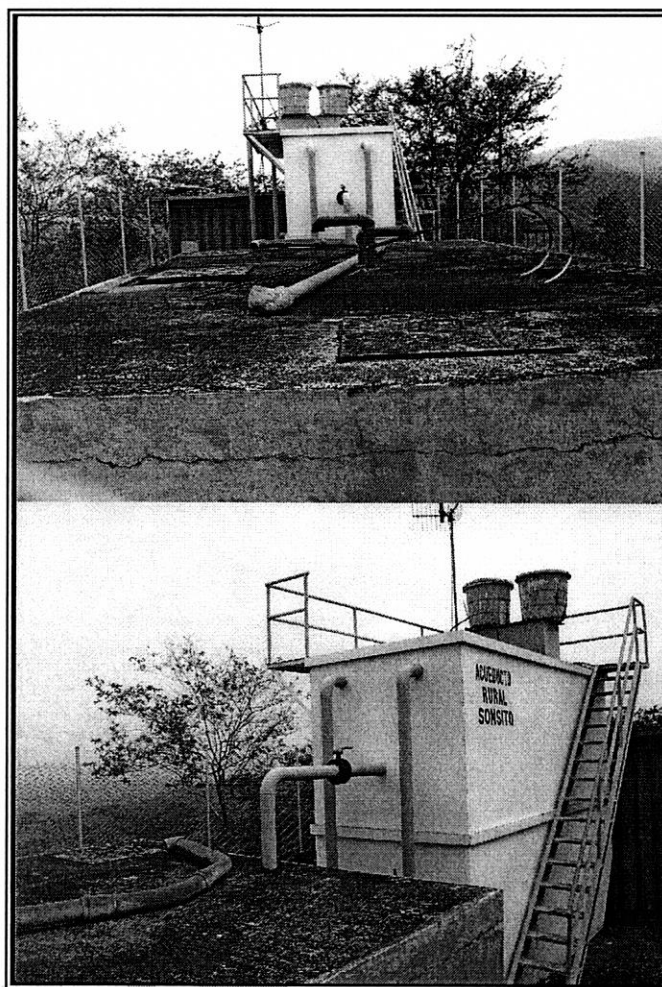


Figura 4. Planta Potabilizadora Existente del Acueducto Colectivo Manantial, Sonsito, La Unidad e INCIVA

- **Tanques de Almacenamiento:** En la planta potabilizadora existen dos tanques de Almacenamiento. Adicionalmente, cada una de las comunidades excepto Sonsito, tiene su propio tanque de Almacenamiento.
- **Conducción:** De la planta potabilizadora se derivan las conducciones hacia las cuatro comunidades con un diámetro de 2 pulgadas cada una. La línea va a la estación biológica se reduce a 1 ½ pulgadas.
- **Tanque de Almacenamiento en la EBEV:** En la zona del Mirador, ubicado a una altura aproximada de 975 m.s.n.m. Se encuentra en muy mal estado (Ver Figura 5).

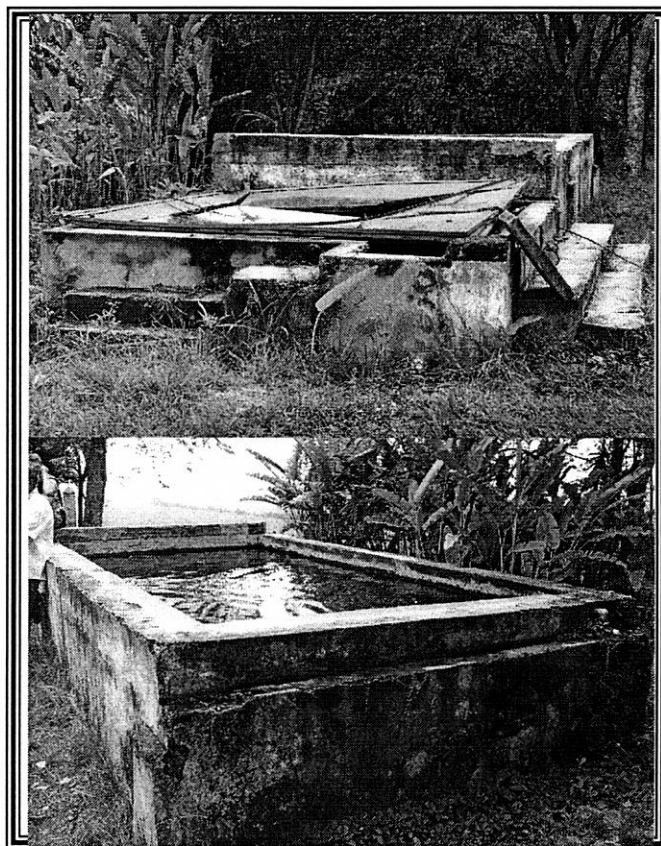


Figura 5. Tanque de Almacenamiento Existente que abastece la Estación Biológica

- **Distribución:** El abastecimiento se realiza principalmente para atender la demanda de la sede administrativa de la estación y la generada por las labores de mantenimiento.
- **Alcantarillado:** Cuenta con sistema de tanque séptico para cada edificación.

3.2 CONCESIONES DE AGUA

De acuerdo a información suministrada por la CVC³, El INCIVA, propietario de la Estación Biológica El Vínculo, tiene desde el año 2003 una concesión de agua en el Río Sonso de un caudal de 6 l/s, ubicada en la Derivación 03: Acequia el Vínculo. Hasta la fecha no se le ha dado ningún uso, razón por la cual la CVC tiene la facultad de cancelar la concesión por no uso del agua.

³ Inventario de Usuarios del Río Sonso suministrado por la CVC.

3.3 DIAGNÓSTICO

Actual. Durante la visita realizada a la EBEV, el administrador del lugar manifestó inconvenientes en cuanto a la continuidad del servicio de abastecimiento de agua a la Estación. Teniendo en cuenta que las otras comunidades pertenecientes al acueducto colectivo están creciendo, principalmente El Manantial, donde se está ampliando la conducción de 2 a 3 pulgadas, debe considerarse y concertarse la distribución y el manejo actual que se le está dando al agua tratada.

El diseño técnico del Acueducto Colectivo³ se realizó considerando una población flotante que visita la Estación Biológica de 500 personas diarias, a las cuales se asigna una dotación de 40 litros/habitante-día. Sin embargo, se proyecta con la construcción del Ecoparque, un número de visitantes máximo de 3262 que pueden estar en un día⁴.

A futuro: La situación anterior conduce al planteamiento de varias alternativas para el abastecimiento de agua que satisfagan la demanda requerida por los visitantes esperados con la construcción del Ecoparque, sin descartar la opción de utilizar la infraestructura actual, aumentando la capacidad de almacenamiento (Ver alternativas de Abastecimiento).

⁴ Estudio de Capacidad de Carga proyectado para el Ecoparque El Vínculo. INCIVA. Septiembre 2006.
8p

4. PARAMETROS Y CRITERIOS DE DISEÑO

4.1 PARAMETROS SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCION

4.1.1 Población

La población se determina teniendo en cuenta el estudio previo de Capacidad de Carga⁵, en el cual se establece el mayor número de visitantes que pueden estar en un día en el Ecoparque.

Número de visitantes en un día: 3262

4.1.2 Dotación Neta y Bruta

La dotación se establece considerando que la población es flotante, por el carácter turístico y recreativo del área de estudio. La dotación neta es de 40 Litros por Visitante por día. Se adopta un porcentaje de pérdidas de 25% teniendo en cuenta que se proyectan nuevas redes.

$$\text{Dotación Bruta} = \frac{\text{Dotación neta}}{1 - \% \text{Pérdidas}} = \frac{40 \text{ l/hab} - \text{dia}}{1 - 0.25} = 53.3 \text{ l/hab} - \text{dia}$$

4.1.3 Caudal Máximo Diario

- Caudal Medio Diario Qmd

$$Q_{md} = \frac{\text{Población} \times \text{Dotación bruta}}{86400} = \frac{3262 \times 53.3 \text{ l/hab} - \text{dia}}{86400} = 2,0 \text{ l/s}$$

- El caudal máximo diario QMD corresponde al calculado con el mayor número de visitantes que pueden estar en un día, es decir, es igual al caudal medio diario Qmd.

$$QMD = Qmd$$

4.1.4 Caudal Máximo Horario

Para el cálculo del QMH se adopta un valor del coeficiente K_2 de 1,5.

$$Q_{MH} = K_2 \times Q_{MD} = 1,5 \times 2,0 \text{ l/s} = 3 \text{ l/s}$$

4.2 PARAMETROS DEL SISTEMA DE RECOLECCION

4.2.1 Determinación de producción de aguas residuales domésticas en cada tramo

Para el cálculo de la producción de aguas residuales se adopta un factor de retorno de 0.8. El caudal medio diario de cada tramo de aguas residuales domésticas se determina con la siguiente expresión:

$$Q_D = \frac{C \times D \times Ard \times R}{86400}$$

Donde:

- Q_D : Caudal medio diario (l/s)
- C : Consumo medio diario (L/hab-día)
- R : Coeficiente de retorno
- D : Densidad Población (hab/Ha)
- Ard : Area residencial Bruta (Ha)

Las densidades de población y las áreas correspondientes a cada tramo se calcularon teniendo como base el estudio de carga del INCIVA.

4.2.2 Caudal máximo horario del tramo

Para definir el caudal máximo horario, se multiplica el caudal medio calculado anteriormente por un factor de mayoración determinado a partir de la ecuación de Flores, recomendada por el RAS, la cual se encuentra en función de la población.

$$F = \frac{3,5}{P^{0,1}} = \frac{3,5}{3262^{0,1}} = 1,6$$

$$Q_{MH} = F \cdot Q_D$$

4.2.3 Infiltración

Se adopta una tasa de infiltración de 0.1l/s/Ha considerando una infiltración media a pesar de que con los nuevos materiales de tubería que se encuentran en el mercado, esta tasa puede ser menor.

4.2.4 Caudal de diseño de cada tramo

El caudal de diseño de cada tramo se obtiene sumando al caudal máximo horario del día máximo, QMH, los aportes por infiltraciones y conexiones erradas.

$$Q_{DT} = Q_{MH} + Q_{INF}$$

Si el caudal de diseño calculado es inferior a 1,5 L/s, se adoptará este valor como caudal de diseño como lo establece el RAS.

4.2.5 Criterios de diseño para alcantarillados

Para el predimensionamiento y diseño de los tramos del sistema de alcantarillado se tendrán en cuenta los siguientes criterios de acuerdo al RAS 2000:

1. Velocidad mínima de 0.45 m/s.
2. Esfuerzo cortante mayor a 0.15 Kg/m² para que se genere autolimpieza.
3. Profundidad hidráulica entre 70 y 85% del diámetro real.
4. Profundidad mínima a clave de 0.8 metros.
5. Coeficiente de rugosidad manning de 0.009 para tuberías de alcantarillado de PVC.
6. Diámetro mínimo 6".

4.3 CRITERIOS DE DISEÑO TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

4.3.1 Población de Diseño del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR

De acuerdo con el estudio de capacidad de carga⁵, los periodos de permanencia de los visitantes en los sitios proyectados para el Ecoparque son muy bajos, del orden de 9 minutos el mínimo y 2,3 horas el máximo.

La situación anterior conduce a considerar que gran parte de la población estudiada equivalente al día con mayor número de visitantes, no utiliza los servicios sanitarios ni

⁵Estudio de Capacidad de Carga proyectado para el Ecoparque El Vínculo. INCIVA. Septiembre 2006. 8p

realizan descargas de excretas al sistema de alcantarillado, razón por la cual se adopta como criterio de diseño la población que realmente contribuye agua residual al sistema de tratamiento, debido a su tiempo de permanencia en el ecoparque.

Con base en el estudio de Carga citado, el número de contribuyente N es:

Zona 7:	1 hora de Visita	190 Visitantes
Zona 4:	2.3 horas Visita	233 Visitantes
Zona 3:	2 horas Visita	548 Visitantes

$$N = 190 + 233 + 548 = 971 \text{ Visitantes}$$

4.3.2 Caudal de Diseño del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR

Teniendo en cuenta los periodos de retención que se manejan en la PTAR, se diseña con el Caudal Medio Diario de aguas residuales Q_D de toda la población.

$$Q_D = \frac{C \times P \times R}{86400} \quad \text{Donde:}$$

Q_D : Caudal medio diario (l/s)
C: Dotación Neta (L/hab-día)
R: Coeficiente de retorno
P: Población Contribuyente

4.3.3 Tanque séptico

El tanque séptico consiste en dos compartimientos en serie donde ocurre la sedimentación y la digestión, evitando problemas de complejidad de construcción y excavación. Cumple la función de retener los sólidos y material flotante.

Para el diseño del tanque séptico se utilizó la metodología citada por el RAS 2000.

El volumen útil del tanque séptico de dos cámaras en serie se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$V_u = 1000 + N(CT + KLf)$$

Donde:

V_u : Volumen Útil (L)
N: Número de contribuyentes
C: Producción de aguas residuales (L/hab-día, Tabla E.7.1 del RAS)
T: Periodo de retención (días, Tabla E.7.2 del RAS)

K: Tasa de acumulación de lodo digerido en días equivalente al tiempo de acumulación de lodo fresco

Lf: Contribución de lodos frescos (L/hab, Tabla E.7.1 del RAS)

Para el dimensionamiento de los tanques se consideran las relaciones y alturas máximas y mínimas especificadas en el RAS. Se adopta una profundidad útil mínima de 2 m de tal manera que se garanticen condiciones anaerobias dentro del tanque y facilitar las labores de operación y mantenimiento.

La batea del tubo de entrada se ubica 10 cm por encima del nivel del agua en el tanque para permitir los levantamientos transitorios desnivel del agua durante las descargas al tanque.

4.3.4 Filtro anaerobio

El filtro anaerobio está constituido por un tanque relleno con un medio sólido inerte que será material plástico de polipropileno, para soporte del crecimiento biológico anaerobio de los microorganismos. El agua residual puede tener un flujo vertical ascendente o descendente a través de la cámara. Usualmente no tiene un comportamiento final de sedimentación y tiene la ventaja de no requerir recirculación y produce cantidad mínima de lodos.

Para el cálculo del volumen útil (V, m^3) de un filtro anaerobio se utiliza la siguiente expresión:

$$V = 1.6 NCT \text{ (Ecuación Norma técnica brasilera)}$$

Donde:

N: Número de contribuyentes

C: Producción de aguas residuales (L/hab-día, Tabla E.7.1 del RAS)

T: Período de retención (días, Tabla E.7.2 del RAS)

Se adopta periodo de retención de 6 horas.

4.3.5 Humedal

Los humedales son áreas que se encuentran saturadas por aguas con una frecuencia y duración tales que sean suficientes para mantener las condiciones de saturación. Suelen tener agua con profundidades inferiores a 60 centímetros y vegetación emergente como espadañas, carrizos y juncos, cuyas raíces proporcionan superficies para la formación de películas bacterianas, facilita la adsorción y filtración de los constituyentes de las aguas residuales, permite la transferencia de oxígeno a la columna de agua y controla el crecimiento de algas al limitar la penetración de la luz.

Como tratamiento secundario o avanzado para una segunda etapa de construcción, se diseñó un Humedal de Flujo Subsuperficial por las ventajas en cuanto a menores requerimientos de área y el carecimiento de olores y mosquitos.

Para el dimensionamiento se utilizó la metodología propuesta por Romero Rojas⁶ con los siguientes criterios:

Periodo de Retención.	3 días
Medio del Humedal:	Plástico
Tamaño efectivo Medio:	8 mm
Porosidad del Medio:	35%
Conductividad Medio:	5000 m/d
Profundidad Humedal:	0.45 m
Carga Orgánica Máxima:	<112 Kg DBO

De acuerdo con las recomendaciones del RAS, se consideró:

Pendiente de Fondo.	1%
Relación Largo:Ancho	3:1
Profundidad Máxima:	0.6 m

⁶ Romero Rojas, Tratamiento de Aguas Residuales. Edición 1. Bogotá, Enero de 2000. p.896.

5. EVALUACION DE ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

Se encontraron y evaluaron 4 alternativas para captar el agua y conducirla por gravedad hasta el ecoparque, de acuerdo a criterios técnico – económicos y teniendo en cuenta el factor social para las alternativas que incluyen estructuras existentes de acueductos comunitarios cercanos.

5.1 ALTERNATIVA 1

Con el propósito de aprovechar la concesión de agua y darle uso al caudal de 6 l/s asignado por la CVC al INCIVA, se plantea en ésta alternativa captar agua cruda desde la Acequia el Vínculo ó el Río Sonsito y llevarla hasta el Ecoparque.

Sin embargo, después de realizar el análisis topográfico de la zona y los respectivos trazados de la tubería para transportar el agua cruda a gravedad, se requiere que la aducción bordeé la zona montañosa que alcanza hasta 1175 metros de elevación, muy por encima de los posibles puntos de captación ubicados entre 1050 y 1100 metros de altura (Ver Figura 3).

En consecuencia, la situación anterior demanda longitudes de tubería entre 4 y 5 Km, incrementando considerablemente los costos del proyecto. Además se requiere realizar un sistema de potabilización propio para el Ecoparque.

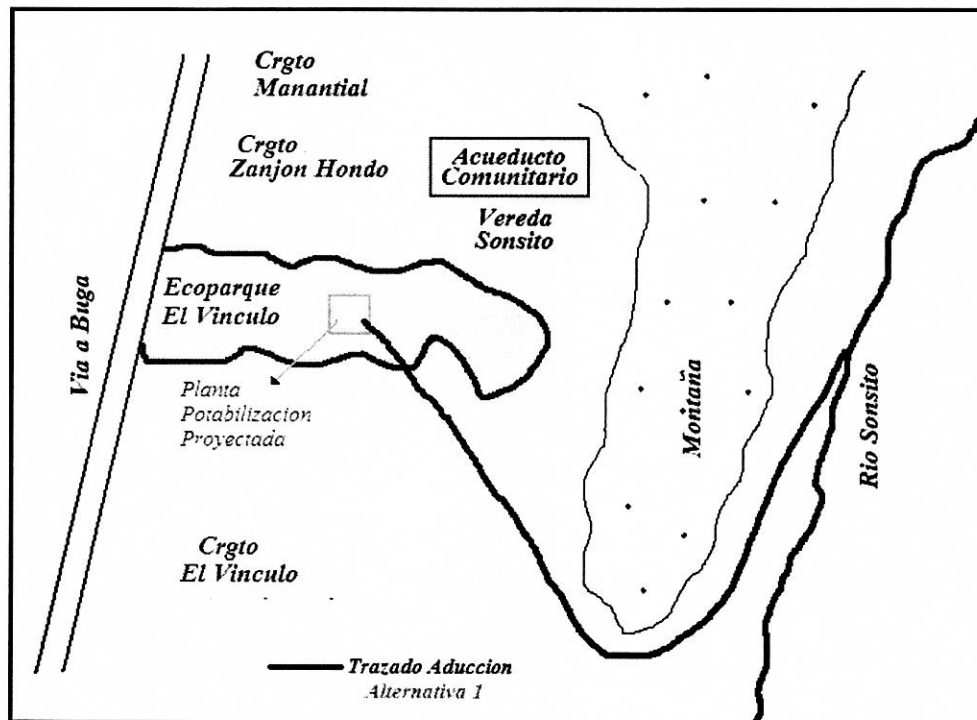


Figura 6. Esquema Alternativa 1 para abastecimiento de Agua al Ecoparque

5.2 ALTERNATIVA 2

Teniendo en cuenta la infraestructura existente, se plantea en ésta alternativa utilizar el caudal de agua potable asignado al Ecoparque proveniente del Acueducto comunitario Manantial, La Unidad, Sonsito e INCIVA. Tiene la ventaja de no requerir el diseño y construcción de la aducción y una planta de tratamiento de agua para el Ecoparque.

Sin embargo, ésta alternativa requiere mayor capacidad de almacenamiento para garantizar el abastecimiento de la demanda en el día con mayor número de visitantes, mediante la construcción de otro tanque de almacenamiento, porque el existente se encuentra en mal estado y no tiene capacidad para abastecer la demanda proyectada.

Se realizó estudio topográfico desde la planta potabilizadora hasta el tanque de almacenamiento existente (Ver Anexos), con el propósito de ubicar la conducción actual y posibles sitios de ubicación del tanque de almacenamiento que debe construirse.

En el siguiente esquema se observan las estructuras existentes para el abastecimiento de Agua Potable al Ecoparque.

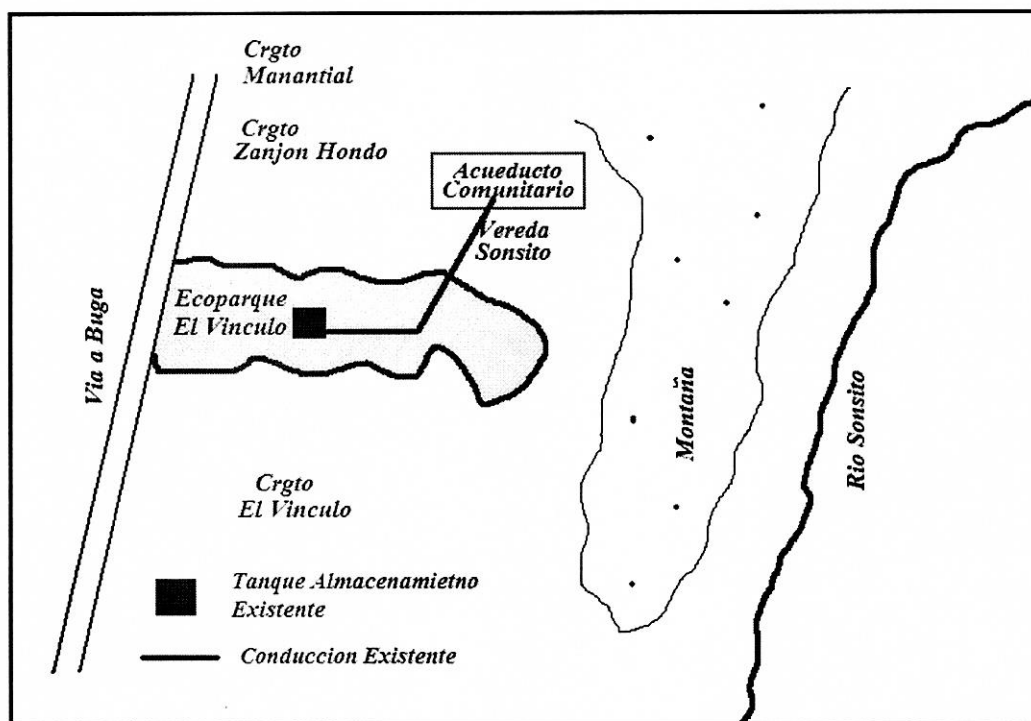


Figura 7. Esquema Alternativa 2 para abastecimiento desde Acueducto Existente.

5.3 ALTERNATIVA 3

Tomar agua cruda desde la aducción existente que abastece al acueducto comunitario, mediante un bypass ubicado en la planta potabilizadora que actualmente desvía el excedente de agua que no puede ser tratado debido a la limitada capacidad de la planta. Esta alternativa requiere el diseño y construcción de un sistema de Potabilización para el ecoparque.

El caudal asignado de 6 l/s propiedad del ecoparque, podría reubicarse desde la derivación el Vínculo donde se encuentra actualmente de acuerdo al inventario del Río Sonso⁷, al sitio donde se capta el agua (San Antonio) y cederse al Acueducto comunitario que tiene un caudal asignado de 2 l/s.

Para ello, debe concertarse y socializar con las comunidades que pertenecen al Acueducto y tramitar ante la CVC la reubicación del sitio donde se asignó el caudal.

⁷ Inventario de Usuarios del Río Sonso suministrado por la CVC.

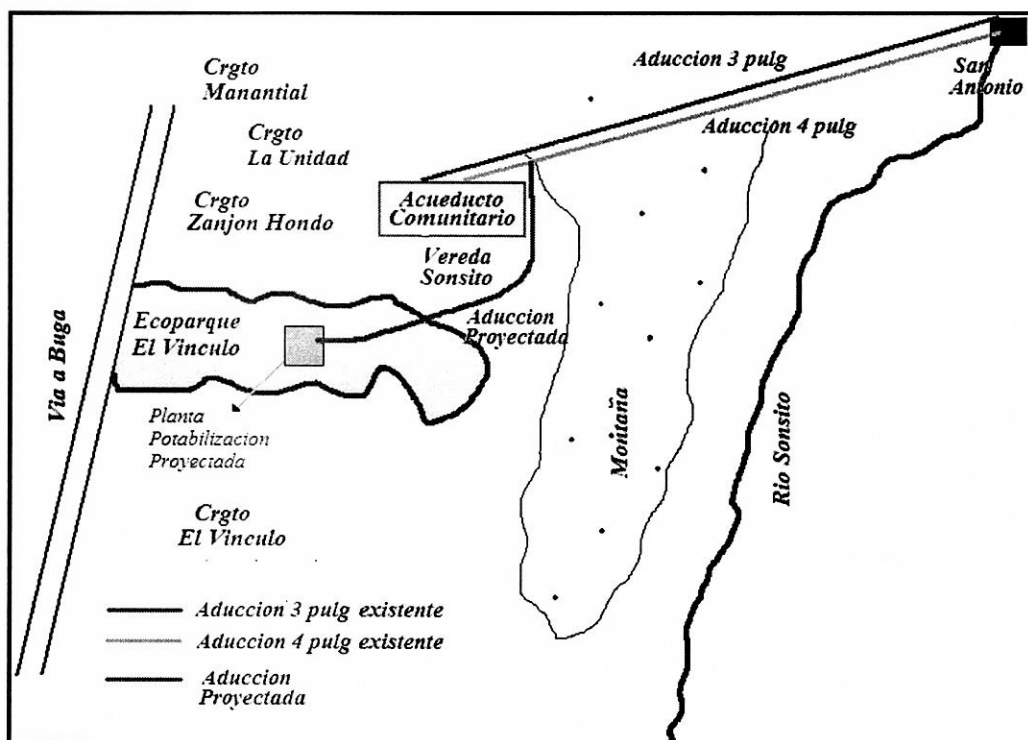


Figura 8. Esquema Alternativa 3 para abastecimiento desde Aducción Existente

5.4 ALTERNATIVA 4

Tomar agua cruda desde las infraestructuras de abastecimiento de agua existente en los corregimientos cercanos como El Vínculo o Zanjón Hondo (Ver figuras 2, 3 y 4), las cuales han sido construidas por el PAAR y administrados por la comunidad. Debe evaluarse la factibilidad técnica y tener en cuenta los aspectos sociales que implica esta alternativa.

5.4.1 Alternativa desde el Corregimiento de Zanjón Hondo.

El sistema de abastecimiento de la comunidad de Zanjón Hondo construido por el PAAR, suministra agua a 357 viviendas que demandan un caudal actual de 7,5 L/s. El diseño del sistema se realizó con una población proyectada de 2322 habitantes, correspondiente a 447 viviendas que demanda un Caudal Máximo Diario QMD de 8,3 L/s y Caudal Máximo Horario QMH de 13,3 L/s.

El sistema contiene 2 bocatomas, una de ellas ubicada en la Quebrada Los Naranjos con capacidad aproximada de 5 L/s y la otra ubicada en el Río Sonsito diseñada para captar 4,5 L/s con el fin de inyectar agua al sistema. La aducción tiene diámetro de 4 pulgadas

que descarga el agua a un desarenador y posteriormente a dos tanques de almacenamiento, con capacidad de 35 m³ y 44 m³ cada uno, suficiente para el sistema proyectado⁴.

5.4.2 Alternativa desde el Corregimiento El Vínculo

El Acueducto del corregimiento El Vínculo abastece una población actual de 2800 habitantes que incluye las viviendas del Barrio La Libertad, ubicadas fuera del corregimiento. Consta de bocatoma, aducción, desarenador, Planta de Potabilización tipo FIME, conducción, almacenamiento y distribución.

La población futura proyectada para el diseño es de 4162 habitantes, que demandaran un Caudal Medio Diario QMD igual al 15 L/s, de los cuales 11,5 L/s corresponden al Corregimiento El Vínculo y 3,5 L/s al Barrio La Libertad. El Caudal Máximo Horario proyectado QMH es de 24 L/s.

La bocatoma actual está ubicada sobre el Río Sonsito y se diseñó para captar un caudal de 100 L/s⁸, de los cuales 85 L/s se derivan hacia haciendas que tienen concesión de agua ante la CVC y 15 L/s asignados al Acueducto El Vínculo. La aducción consta de dos líneas de 3 y 4 pulgadas cada una, que descargan el agua a un desarenador y posteriormente a la planta potabilizadora tipo FIME; la capacidad de almacenamiento del Vínculo está alrededor de 90 m³. Sobre una de las líneas de aducción se deriva agua hacia el Barrio La Libertad que tiene tanque de almacenamiento de 40 m³.

Las alternativas planteadas de Zanjón Hondo y El Vínculo requieren el diseño y construcción de planta potabilizadora y una aducción con longitud considerable, que atraviesa necesariamente predios privados.

5.5 ALTERNATIVA SELECCIONADA

Considerando los requerimientos técnicos y las condiciones encontradas en el área de estudio, la alternativa más viable técnica y económicamente es la No 2, ya que no requiere el diseño y construcción de las estructuras de Aducción y Planta Potabilizadora y se aprovecha la infraestructura existente.

Al implementar una de las otras alternativas se incurriría en costos adicionales, ya que en la alternativa No 1 la aducción tiene una longitud entre 4 y 5 km y requiere pasar por predios particulares como la finca La Campiña. Con respecto a las alternativas No 3 y 4, se requiere la construcción de Planta Potabilizadora para el ecoparque y su operación permanente. Adicionalmente, ésta última alternativa debe socializarse con las comunidades que administran los sistemas de abastecimiento.

⁸ Memoria Técnica Acueducto Rural Colectivo El Vínculo. PAAR. Tuluá, enero de 2005.

6. DESCRIPCION DE LAS OBRAS

6.1 ACUEDUCTO

El material a utilizar para toda la tubería de la red de acueducto es Polietileno de Alta Densidad PEAD por las ventajas que presenta en cuanto a la facilidad de instalación, mayor vida útil y economía debido a la minimización de accesorios.

6.1.1 Tanque de Almacenamiento

De acuerdo con el levantamiento topográfico del área comprendida entre la planta potabilizadora y el Mirador del Ecoparque (Ver Anexos), se determinó la ubicación del tanque de Almacenamiento que debe construirse para abastecer la demanda del día con mayor número de visitantes proyectada.

Cota Tanque Almacenamiento Proyectado 991

El tanque tiene capacidad total de 137.2 m^3 , distribuidos en dos módulos de 68.6 m^3 cada uno. Dimensiones:

Base: 5.75m
Largo: 5.75m
Profundidad: 2.07m

6.1.2 Conducción

La conducción actual debe ser reemplazada porque su diámetro de $1 \frac{1}{2}$ pulgadas no cumple las condiciones técnicas de las proyecciones del Ecoparque. Análogamente, el tanque de almacenamiento existente debe demolerse porque se encuentra en mal estado y no tiene la capacidad de abastecer la demanda del día con más visitantes.

De la planta potabilizadora sale la conducción con diámetro de 2 pulgadas hasta el tanque de almacenamiento proyectado, donde aumenta a 3 pulgadas hasta el Mirador como se observa en la Figura 9.

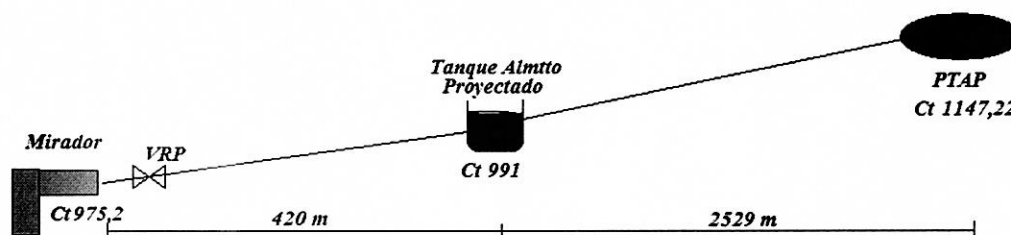


Figura 9 . Esquema de Conducción

Longitudes:

Entre la PTAP y el Tanque Proyectado	2529 m
Entre el Tanque Proyectado y el Mirador	420 m
Longitud Total	2949 m

Cotas:

PTAP	1147,22
Tanque Proyectado	991
Mirador	975,2

Diámetros

Entre PTAP y Tanque Proyectado	2 pulgadas
Entre Tanque Proyectado y Mirador	3 pulgadas

El cálculo de la conducción y su comportamiento hidráulico se determinó con el programa de simulación Flow Master, cuyos resultados se observan en el Anexo 1.2.

6.1.3 Redes de Distribución

La Red de Distribución forma un circuito que trabaja a presión e incluye toda el área proyectada para el Ecoparque. Debido a la pérdida de carga disponible entre el tanque de almacenamiento proyectado y el mirador, se requiere instalar una Válvula Reductora de Presión antes de realizar la distribución de agua al ecoparque, como se observa en el esquema del trazado de la red Anexo 1.3.

Diámetros

Entre el Tanque Proyectado y el Nodo 1	3 pulgadas
Para el resto de la red	2 pulgadas

Los cálculos hidráulicos de la red se realizaron mediante modelación con el programa WATERCAD, cuyos resultados se encuentran en el Anexo 1.3.

6.2 ALCANTARILLADO

6.2.1 Redes de Recolección

La tubería empleada para la red de Recolección es NOVAFORT o similar de 6 pulgadas de diámetro.

Acorde con las recomendaciones del RAS 200, el criterio de distancia máxima entre cámaras es de 200 metros y la altura mínima a la cota clave de 0,8 metros, considerando que las vías internas son principalmente peatonales.

La longitud total de tubería requerida para el sistema de recolección de aguas de toda el área y sitios proyectados para el Ecoparque es de 1195 metros.

Los cálculos y perfil hidráulico se encuentran en el Anexo 1.4.

6.2.2 Planta de Tratamiento de Agua Residual PTAR

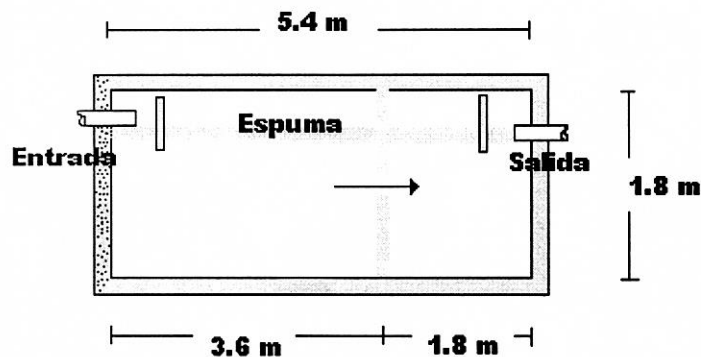
Acorde con la temática Ecológica del Parque, se realiza manejo integral del agua residual mediante los siguientes sistemas de tratamiento biológico que son Tanque séptico, Filtro Anaerobio y Humedal.

El restaurante proyectado en el Mirador y los sitios que generen grasas en sus actividades deben construir trampa de grasas propia antes de conectarse a la red de recolección.

- Tanque Séptico

El tanque debe ser completamente hermético de Concreto, con acceso adecuado para el mantenimiento y limpieza y bocas de inspección de 60 cm como mínimo.

Ancho del Tanque:	1.8 m
Largo del Tanque:	5.4 m
Pantallas deflectoras:	2, ubicadas a 20 cm de la entrada y salida respectivamente.
Profundidad del Tanque:	2 m



Tanque Septico

Figura 10. Esquema del Tanque Septico

- Filtro Anaerobio

El filtro anaerobio de flujo ascendente consiste en un tanque rectangular con las siguientes dimensiones:

Ancho 1.8m
Largo 3 m
Profundidad 1.8 m

El afluente se distribuye por medio de dos líneas de tubería NOVAFORT o similar, separadas 1 m entre ellas y perforadas cada 150mm.

- Humedal

La distribución del flujo en la entrada del humedal se realiza por medio de tubería perforada instalada a lo ancho del humedal.

Area Humedal: 161.8 m²
Ancho: 7.3 m
Largo: 22 m
Profundidad: 0.45 m

Alrededor del tubo distribuidor y recolector se instalará grava de 50-100mm para uniformizar el flujo y evitar taponamientos.

El dimensionamiento de las unidades y cálculos hidráulicos se observan en el anexo 1.5.

ANEXO 1.
CALCULOS HIDRAULICOS

1.1 TANQUE DE ALMACENAMIENTO PROYECTADO

CALCULO CAPACIDAD DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

DATOS DE CALCULO INICIALES

CAUDAL DE SUMINISTRO (l/s)	0,3
VOLUMEN DIARIO m ³	25,9
VOLUMEN A LA SEMANA m ³	181,4

PLANTEAMIENTO DE ESCENARIOS

DESCRIPCION	ESCENARIO		
	1	2	3
NUMERO MAX VISITANTES (FESTIVO)	1000	2000	3262
NUMERO DE VISITANTES DIA NORMAL	100	200	326
DOTACION NETA (l/pers/día)	40	40	40
PERDIDAS %	20%	20%	20%
DOTACION BRUTA (l/pers/día)	50,0	50,0	50,0
VOLUMEN MAXIMO (m ³)	50,0	100,0	163,1
VOLUMEN MEDIO (m ³)	5,0	10,0	16,3

CURVA DE MASAS ESCENARIO 1

Día	Suminstro (m ³)	Demanda (m ³)	Volumen de excesos (m ³)	Volumen a almacenar (m ³)
1	25,9	5,0	20,9	20,9
2	25,9	5,0	20,9	41,8
3	25,9	5,0	20,9	62,8
4	25,9	5,0	20,9	83,7
5	25,9	5,0	20,9	104,6
6	25,9	5,0	20,9	125,5
7	25,9	50,0	-24,1	101,4

Total 181,4 80,0

NO SE REQUIERE ALMACENAR

Día	Suminstro (m ³)	Demanda (m ³)	Volumen de excesos (m ³)	Volumen a almacenar (m ³)
1	25,9	10,0	15,9	15,9
2	25,9	10,0	15,9	31,8
3	25,9	10,0	15,9	47,8
4	25,9	10,0	15,9	63,7
5	25,9	10,0	15,9	79,6
6	25,9	10,0	15,9	95,5
7	25,9	100,0	-74,1	21,4

181,4 160,0

SE REQUIERE ALMACENAR 74.1

Día	Suminstro (m ³)	Demanda (m ³)	Volumen de excesos (m ³)	Volumen a almacenar (m ³)
1	25,9	16,3	9,6	9,6
2	25,9	16,3	9,6	19,2
3	25,9	16,3	9,6	28,8
4	25,9	16,3	9,6	38,4
5	25,9	16,3	9,6	48,1
6	25,9	16,3	9,6	57,7
7	25,9	163,1	-137,2	-79,5

181,4 261,0

SE REQUIERE ALMACENAR 137.2 M3. NO ALCANZA EL AGUA DISPONIBLE.
SE REQUIERE QUE SE AUMENTE EL CAUDAL DESDE LA PLANTA DE POTABILIZACION

1.2 CONDUCCION

FlowMaster - Conducci.FM2

File Edit Worksheet Options Window Services Help

Open Save Wksheets Create Table Curves X-Section Print Calculator Internet Help

Worksheet : conduccion

Solve for: **Pipe Diameter** Darcy-Weisbach: Colebrook-White

Pressure at 1:	0.000	m H2O	Headloss:	156.22	m
Pressure at 2:	0.000	m H2O	Energy Grade at 1:	1,147.34	m
Elevation at 1:	1,147.22	m	Energy Grade at 2:	991.12	m
Elevation at 2:	991.00	m	Hydraulic Grade at 1:	1,147.22	m
Length:	2,528.50	m	Hydraulic Grade at 2:	991.00	m
Absolute Roughness:	0.152e-5	m	Friction Factor:	0.02	
Kinematic Viscosity:	0.1139e-5	m ² /s	Reynolds Number:	55,078.68	
Diameter:	1.6	in	Flow Area:	0.13e-2	m ²
Discharge:	2.00	l/s	Wetted Perimeter:	0.13	m
Specific Weight:	9,806.00	N/m ³	Velocity:	1.55	m/s
			Velocity Head:	0.12	m
			Friction Slope:	0.061784	m/m

Output... Solve Close Help

1.3 RED DE DISTRIBUCION

NODOS

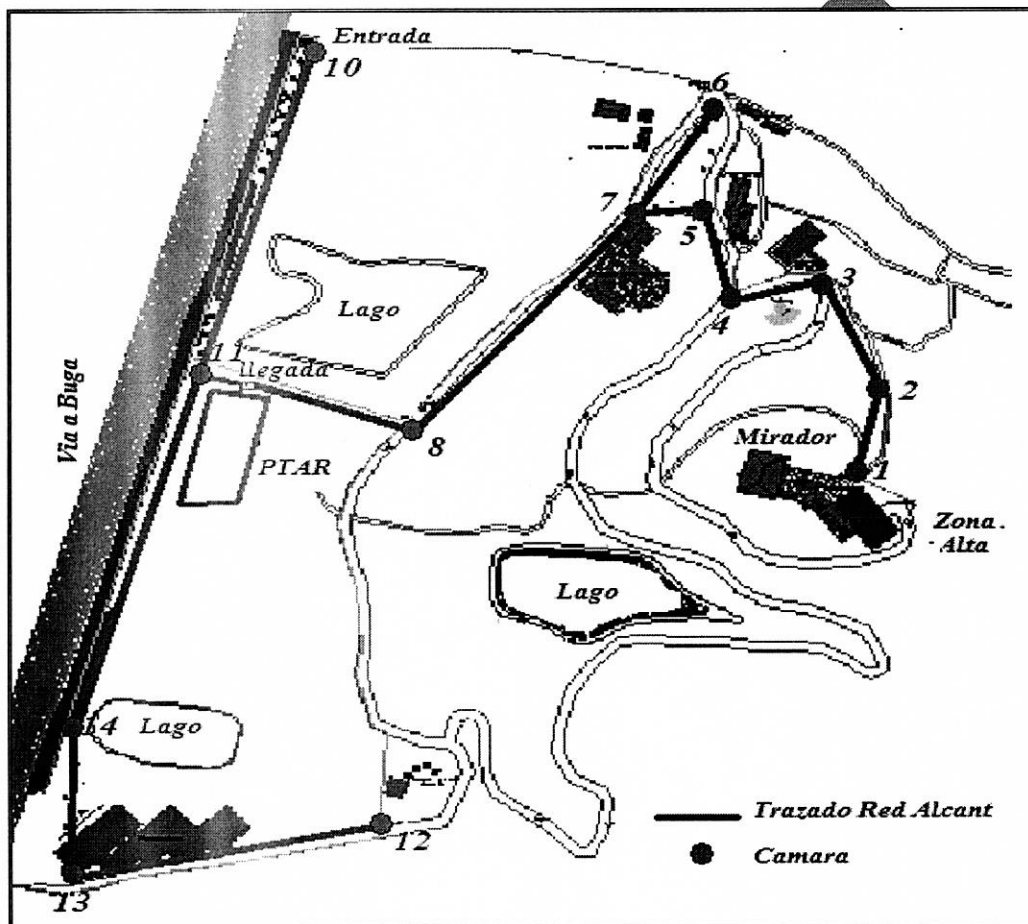
Node	Elevation (m)	Demand (l/s)	Demand Pattern	Demand (l/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
J-2	942,1	0,3	Fixed	0,4	970,21	28,037
J-3	930,1	0,5	Fixed	0,5	967,3	37,105
J-4	926,1	0,5	Fixed	0,5	966,44	40,239
J-5	922,1	0,2	Fixed	0,2	966,36	44,152
J-6	925,1	0,5	Fixed	0,4	966,5	41,297
J-7	930,1	0,1	Fixed	0,1	966,34	36,15
J-8	924,1	0,2	Fixed	0,2	966,33	42,127
J-1	975,2	0,7	Fixed	0,7	988,36	13,131

TRAMOS

Link Label	Length (m)	Diameter (in)	Material	Roughness (m)	Current Status	Discharge (l/s)	Start Hydraulic Grade (m)	End Hydraulic Grade (m)	Headloss (m)	Friction Slope (m/km)
P-1	420	3	PVC	1,22E-04	Open	3	991,5	988,36	3,14	7,47
P-2	5	2	PVC	1,22E-04	Open	2,3	988,36	988,19	0,18	35,32
P-2A	164	2	PVC	1,22E-04	Open	2,3	976	970,21	5,79	35,32
P-3	113	2	PVC	1,22E-04	Open	1,9	970,21	967,3	2,91	25,75
P-4	223	2	PVC	1,22E-04	Open	0,7	967,3	966,44	0,86	3,85
P-8	234	2	PVC	1,22E-04	Open	0,2	966,44	966,34	0,1	0,43
P-6	178	2	PVC	1,22E-04	Open	-0,3	966,36	966,5	0,14	0,78
P-7	190	2	PVC	1,22E-04	Open	-0,7	966,5	967,3	0,8	4,19
P-9	171	2	PVC	1,22E-04	Open	0,1	966,34	966,33	0,01	0,04
P-10	284	2	PVC	1,22E-04	Open	-0,1	966,33	966,36	0,03	0,11

1.4 RED DE RECOLECCION

Trazado Red de Recolección



Cálculos Hidráulicos Red De Recolección

TRAMO	LONGITUD	SITIOS TRIBUTARIOS	ÁREAS TRIBUTARIAS			DENSIDAD	Qmd	F	QMH	Qinf	Total	Q Diseño	Diametro	
			Anterior	Propio	Total									
Inicio	Final	m	Ha	Ha	Ha	(Hab/ha)	L/s		L/s	L/s	L/s	L/s	Pulgadas	Nominal
1	2	47	0	1,90	1,90	398	0,28	1,60	0,45	0,19	0,64	1,50	6	0,160
2	3	63	Zona 6 y 7	1,90	1,90	398	0,28	1,60	0,45	0,19	0,64	1,50	6	0,160
3	4	45	Sala Conf -	1,90	2,07	388	0,30	1,60	0,48	0,21	0,68	1,50	6	0,160
4	5	51	Zona Investig -	2,07	2,34	388	0,34	1,60	0,54	0,23	0,77	1,50	6	0,160
5	7	30	Area juegos	2,34	3,83	388	0,55	1,60	0,88	0,38	1,26	1,26	6	0,160
6	7	63	Zoo criadero -	0,00	0,44	388	0,06	1,60	0,10	0,04	0,14	1,50	6	0,160
7	8	155	Museo-vivero -	4,27	2,05	409	0,96	1,60	1,53	0,63	2,16	2,16	6	0,160
8	PTAR	77	Est. Metereolo	6,32	0,51	414	1,05	1,60	1,67	0,68	2,36	2,36	6	0,160
12	13	189	Zona 1C	0,00	0,22	398	0,03	1,60	0,05	0,02	0,07	1,50	6	0,160
13	14	78	Zona 1C	0,22	0,43	398	0,06	1,60	0,10	0,04	0,14	1,50	6	0,160
14	11	196	Zona 1C	0,43	0,00	398	0,06	1,60	0,10	0,04	0,14	1,50	6	0,160
10	11	179	Zona 2-lago	0,00	1,22	399	0,18	1,60	0,29	0,12	0,41	1,50	6	0,160
11	PTAR	23		1,65	0,00	398	0,24	1,60	0,39	0,16	0,55	1,50	6	0,160

Pendiente Terreno	Pendiente Adoptada	A	RH	TUBO LLENO			RELACIONES HIDRAULICAS					CONDICIONES REALES				Número de Froude	CHEQUEO
				Q	V	T	q/Q	v/V	d/D	vT	v	CHEQ	d	t			
%	%	m²	m	L/s	m/s	Kg/m²					m/s		m	Kg/m²			
23,66	23,60	0,02	0,04	126,94	6,31	9,44	0,01	OK	0,29	0,08	0,20	1,83	OK	0,01	1,84	5,30	Supercritico
20,63	20,00	0,02	0,04	116,85	5,81	8,00	0,01	OK	0,29	0,08	0,20	1,69	OK	0,01	1,56	4,88	Supercritico
11,11	10,00	0,02	0,04	82,63	4,11	4,00	0,02	OK	0,34	0,11	0,27	1,41	OK	0,02	1,09	3,43	Supercritico
14,71	13,00	0,02	0,04	94,21	4,69	5,20	0,02	OK	0,34	0,11	0,27	1,61	OK	0,02	1,42	3,91	Supercritico
25,00	23,00	0,02	0,04	125,31	6,23	9,20	0,01	OK	0,29	0,08	0,20	1,81	OK	0,01	1,79	5,23	Supercritico
3,17	3,17	0,02	0,04	46,52	2,31	1,27	0,03	OK	0,39	0,13	0,33	0,89	OK	0,02	0,42	1,97	Supercritico
0,97	0,94	0,02	0,04	25,33	1,26	0,38	0,09	OK	0,54	0,24	0,57	0,68	OK	0,04	0,21	1,10	Supercritico
5,23	4,65	0,02	0,04	56,34	2,80	1,86	0,04	OK	0,45	0,17	0,42	1,25	OK	0,03	0,77	2,42	Supercritico
2,65	1,70	0,02	0,04	34,07	1,69	0,68	0,04	OK	0,42	0,15	0,38	0,71	OK	0,02	0,26	1,45	Supercritico
2,56	2,50	0,02	0,04	41,31	2,05	1,00	0,04	OK	0,42	0,15	0,38	0,86	OK	0,02	0,38	1,76	Supercritico
0,51	0,50	0,02	0,04	18,48	0,92	0,20	0,08	OK	0,45	0,17	0,42	0,41	No!!!	0,03	0,08	Error!!!	Subcritico !
1,12	1,12	0,02	0,04	27,65	1,38	0,45	0,05	OK	0,45	0,17	0,42	0,61	OK	0,03	0,19	1,19	Supercritico
-2,17	0,60	0,02	0,04	20,24	1,01	0,24	0,07	OK	0,45	0,17	0,42	0,45	OK	0,03	0,10	0,87	Subcritico !



INCIVA



ACUAYALLE
Pura vida, agua pura!

Ecoparque El Vínculo

Perfil Hidráulico Red de Distribución

TRAMO	LONGI TUD		Pendiente Terreno	Pendiente Adoptada	CAIDA			COTA BATEA			COTA RASANTE		ALTURA A CLAVE		Profundidad de Excavación	
	Inicio	Final	m	%	Tramo	Camara	Cámara Adoptada	Inicial	Final	Diferencia	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
1	2	47		23,66	10,97	0,00	0,700	971,0	960,0	959,3	972,1	961,1	0,94	0,91	1,25	1,22
2	3	63		20,63	12,60	0,02	0,500	959,3	946,7	946,2	961,1	948,1	1,61	1,21	1,92	1,52
3	4	45		11,11	4,50	0,02	0,500	946,2	941,7	941,2	948,1	943,1	1,71	1,21	2,02	1,52
4	5	51		14,71	6,63	0,02	0,500	941,2	934,6	934,1	943,1	935,6	1,71	0,84	2,02	1,15
5	7	30		25,00	6,90	0,02	0,500	934,1	927,2	926,7	935,6	928,1	1,34	0,74	1,65	1,05
6	7	63		3,17	2,00	0,00	0,000	929,19	927,2	927,2	930,1	928,1	0,75	0,75	1,06	1,06
7	8	155		0,97	1,46	0,02	0,020	926,70	925,24	925,22	928,1	926,6	1,24	1,20	1,55	1,51
8	PTAR	77		5,23	3,56	0,02	0,020	925,22	921,66	921,64	926,6	922,6	1,22	0,78	1,53	1,09
12	13	189		2,65	3,21	0,00	0,020	927,60	924,39	924,37	930,1	925,1	2,34	0,55	2,65	0,86
13	14	78		2,56	1,95	0,02	0,020	924,37	922,42	922,40	925,1	923,1	0,57	0,52	0,88	0,83
14	11	196		0,51	0,98	0,02	0,020	922,40	921,42	921,40	923,1	922,1	0,54	0,52	0,85	0,83
10	11	179		1,12	2,00	0,00	0,000	923,19	921,19	921,19	924,1	922,1	0,75	0,75	1,06	1,06
11	PTAR	23		-2,17	0,14	0,02	0,020	921,40	921,26	921,24	922,1	922,6	0,54	1,18	0,85	1,49

ARTURO GOMEZ MILLAN

2 Ingeniero Sanitaria

1.5 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL PTAR

Caudal de Diseño del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR

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

$$Q_D = \frac{40 \text{ l/hab/día} \times 971 \text{ hab} \times 0.8}{86400} = 0.34 \text{ l/s}$$

Dimensiones del Tanque séptico

Volumen útil:

$$V_u = 1000 + N(CT + KLf)$$

$$V_u = 1000 + 971 \text{ hab} \times (25 \text{ l/hab-día} \times 0.5 \text{ día} + 57 \times 0.01)$$

$$V_u = 18672 \text{ litros} = 18.7 \text{ m}^3.$$

Profundidad útil = 1.8 m

Área del tanque = 10.4 m²

Relación Largo:Ancho = 1:3

$$A \times L = 9.3 \text{ m}^2$$

$$A \times 3A = 9.3 \text{ m}^2$$

$$A = 1.9 \text{ m}$$

$$L = 5.46 \text{ m}$$

Filtro anaerobio

Volumen útil (V, m³):

$$V = 1.6 \text{ NCT (Ecuación Norma técnica brasileira)}$$

$$V = 1.6 \times 971 \text{ hab} \times 25 \text{ L/hab-día} \times 0.25 \text{ día}$$

$$V = 9710 \text{ litros} = 9.7 \text{ m}^3$$

Profundidad medio filtrante = 1.5 m

Área del Filtro = 6.46 m²

Ancho = 1.9 m

Largo = 3,4 m

Humedal

MEMORIA DE CALCULO DISEÑO DEL HUMEDAL PTAR ECOPARQUE EL VINCULO

Datos	Valor	Unidad
DBO entrada	53,9	
Q	0,28	l/s
Q	24,28	m3/día
Población	971	Visitantes
Tiempo Retencion*	3	días
Medio	Arena y Grava	
Tamaño efectivo	8	mm
Porosidad n	35	%
Conductividad Ks	5000	m3/m2-d
Pendiente lecho	1%	
Profundidad Humedal	0,45	m
Temperatura	22	°C

*Adoptado según tabla Romero p

Calculo DBO entrada

Composicion tipica de ARD según Romero p.21

DBO =	220 mg/l	Salida
Remocion Tanque Septico	DBO 30 %	154
Remocion Filtro Anaerobio	DBO 65 %	53,9
DBO entrada Humedal	53,9 mg/l	

Area Requerida

Volumen=Q*t	72,83 m ³
Area = V/profundidad	161,8 m ²

Relacion largo ancho 3:1

Ancho	7,3 m ²
Largo	22,0 m ²

Carga Organica CO 20,21 <112 Kg DBO/H: OK

Remocion DBO esperada

K ₂₀	0,86
K ₂₂	0,97
DBO salida	2,97 mg/l

ANEXO 2.
CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

BORRADOR