

# PROYECTO PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS DE LA QUEBRADA SARTENEJAS, MUNICIPIO BARUTA.

INFORME DE SEGUIMIENTO. DICIEMBRE, 2009.



# PROYECTO PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS DE LA QUEBRADA SARTENEJAS. MUNICIPIO BARUTA.



## Informe de diagnóstico

Elaborado por el

**Instituto de Estudios Regionales y Urbanos  
IERU-USB**

**Decanato de Investigación y Desarrollo**

**Universidad Simón Bolívar**

**INFORME DE SEGUIMIENTO. DICIEMBRE, 2009.**



## EQUIPO DE TRABAJO

### DIRECCIÓN

Urbta. MSc. Roger Martínez

### RESPONSABLES

Ing. Victoria Rastelli

Ing. Tomás Hernández

### ASISTENTE

Lic. Juana Pujaico

## ÍNDICE GENERAL

### **CAPÍTULO I. OBJETIVOS DEL INFORME ..... I-8**

### **CAPÍTULO II. RESUMEN DEL PROYECTO PRELIMINAR ..... II-9**

#### **II.1. Situación actual de la quebrada Sartenejas .....II-9**

##### II.1.1. Población actual y proyecciones.....II-9

##### II.1.2. Calidad del agua de la quebrada Sartenejas .....II-11

#### **II.2. Sistema de tratamiento de agua seleccionado .....II-12**

##### II.2.1. Ubicación aproximada del sistema de tratamiento seleccionado .....II-15

##### II.2.2. Costos aproximados de instalación del sistema.....II-17

#### **II.3. Ubicación de la quebrada Sartenejas en el Municipio Baruta.....II-18**

##### II.3.1. Descargas de aguas servidas hacia las quebradas de primer orden del Municipio Baruta .....II-20

##### II.3.2. Descargas de aguas servidas hacia las quebradas de primer orden del Municipio Baruta .....II-20

#### **II.4. Percepción de los vecinos de la urbanización El placer sobre la situación actual de la quebrada Sartenejas.....II-23**

#### **II.5. Potencial de utilización de planta de tratamiento con fines educativos .....II-31**

#### **II.6. Acciones sugeridas para la continuación del proyecto .....II-38**

##### II.6.1. Propuesta para sistema de monitoreo de efluentes líquidos de laboratorios en la universidad Simón Bolívar.....II-39

II.6.2. Propuesta de desarrollo para de planta de tratamiento con fines educativos .....II-52

II.6.3. Propuesta de actuación con las instituciones involucradas para solicitar la continuidad del proyecto .....II-53

**CAPÍTULO III. ANÁLISIS FODA ..... III-58**

**CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....IV-61**

**CAPÍTULO V. REFERENCIAS .....V-65**

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Ubicación posible de la planta de tratamiento Qda. Sartenejas.....	II-16
Imagen 2. Ubicación de la Quebrada Sartenejas como afluente de la Quebrada La Guairita en el Municipio Baruta .....	II-19
Imagen 3. Quebrada Sartenejas como afluente de la Quebrada La Guairita en el Municipio Baruta.....	II-21
Imagen 4. Identificación aproximada de los tramos rotos del colector de aguas residuales en la quebrada Sartenejas.....	II-24
Imagen 5. Identificación aproximada de la generación de malos olores en la quebrada y de las descargas de aguas residuales de la urbanización El Placer .....	II-25
Imagen 6. Acumulación de aguas de lluvia identificada por los vecinos de El Placer. Vista parcial vía principal de la USB, erosión del lugar y tubería descubierta de aguas de lluvias de la USB .....	II-26
Imagen 7. Acumulación de aguas de lluvia identificada por los vecinos de El Placer y vía principal de la Universidad Simón Bolívar.....	II-27
Imagen 8. Extracto del programa de mantenimiento de quebradas en el Municipio Baruta 2009 .....	II-29
Imagen 9. Ejemplos de siembras de sistemas con macrofitas para depuración natural de aguas residuales.....	II-34
Imagen 10. Esquema general de los entes coordinadores de los laboratorios de la Universidad Simón Bolívar.....	II-44
Imagen 11. Esquema general de puntos de control químico y de efluentes domésticos en la universidad Simón Bolívar .....	II-46

Imagen 12. Puntos de control químico y de efluentes domésticos propuestos en el sector 3 de la Universidad Simón Bolívar ..... II-48

Imagen 13. Puntos de control químico y de efluentes domésticos propuestos en los sectores 1 y 2 de la Universidad Simón Bolívar ..... II-49

Imagen 14. Puntos de control químico y de efluentes domésticos propuestos en los sectores 4, 5 y 6 de la Universidad Simón Bolívar..... II-50

Imagen 15. Empresas hidrológicas venezolanas encargadas de proyectos de canalización y tratamiento de aguas servidas ..... II-55

Imagen 16. Organigrama del Ministerio del Ambiente y viceministerio del agua ..... II-56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales problemas hídricos y regiones de ocurrencia en Venezuela. .... II-32

Tabla 2. Aplicaciones de plantas acuáticas para tratamiento de aguas ..... II-35

Tabla 3. Sistemas de tratamiento de aguas actualmente instalados en centros universitarios de Latinoamérica ..... II-38

## CAPÍTULO I. OBJETIVOS DEL INFORME

El objetivo general del presente informe es evaluar la situación actual del proyecto preliminar para el saneamiento y aprovechamiento de la quebrada Sartenejas, tomando en cuenta los aspectos técnicos y los actores sociales e institucionales involucrados (Universidad Simón Bolívar, comunidad de El Placer, Alcaldía de Baruta, instituciones Hidrológicas y Ministerio del Ambiente), para proyectar las principales estrategias a seguir para presentar un proyecto final viable, adaptado a las necesidades tanto de la universidad, como del municipio Baruta.

Dentro de los objetivos específicos para este proyecto se encuentran los siguientes:

- Estudiar el proyecto preliminar y sugerir los aspectos técnicos que deben ser realizados a corto y mediano plazo para poder realizar el proyecto final y presentarlo ante los entes competentes.
- Estudiar las características de la quebrada Sartenejas en relación a los demás cursos de agua en el Municipio y los posibles impactos que generaría este proyecto en el ámbito local.
- Conversar con los actores sociales de la comunidad de El Placer para conocer cuál es su percepción del problema, qué aspectos consideran deben ser abordados con prioridad y cuán importante sería el proyecto de tratamiento de agua para ellos.
- Conversar con la dirección de Infraestructura de la Alcaldía de Baruta y analizar las posibles instancias institucionales que podrían llevar a cabo el proyecto planteado.
- Estudiar los posibles potenciales educativos y de investigación del proyecto y sus beneficios para la institución, el municipio y el país.

## CAPÍTULO II. RESUMEN DEL PROYECTO PRELIMINAR

En este punto se sintetizará el informe preliminar presentado por el IERU en Febrero de 2009, en relación a la condición actual de la quebrada Sartenejas en su cauce alto y las opciones propuestas de tratamiento y mejoramiento para su calidad de aguas.

### II.1. Situación actual de la quebrada Sartenejas

En la parte alta o en el nacimiento de la quebrada Sartenejas, se reciben descargas de aguas residuales provenientes de la universidad Simón Bolívar y de la Urb. El Placer. Para cuantificar estas descargas, se hicieron estimaciones en función de la densidad poblacional de los dos sectores y el gasto promedio de agua potable de los mismos, obteniéndose un gasto total pico en aguas residuales de 85,37 L/s que recibiría la Quebrada en su primer tramo.

Por otro lado el estado de los colectores de aguas servidas es precario, encontrándose que el colector construido para la urbanización El Placer está colapsado en los primeros 600 m. Por esto existe un foco de contaminación permanente detectado por los vecinos del Consejo Comunal de El Placer (Concopla) a lo largo de la Quebrada que bordea la urbanización.

Por esta situación, el consejo comunal de la urbanización El Placer, mediante la comisión de salud y ambiente, ha solicitado una colaboración para la elaboración técnica de un proyecto de saneamiento mediante el embaulamiento de la quebrada y la correcta conducción y tratamiento de las aguas residuales de la misma, generadas por la urbanización y la universidad.

#### II.1.1. Población actual y proyecciones

En el proyecto preliminar se estimó la población a servir por el proyecto para un horizonte de 22 años, dividiendo los usos urbanos en educacional (Universidad Simón Bolívar) y habitacional (Urbanización El Placer).

Uniando la matrícula anual de la universidad, con el personal docente, administrativo y obrero, se estimó una población actual educacional de 13.492 personas y una población futura para el año 2.030 de 15.000 personas.

En cuanto a la urbanización El Placer, partiendo de la información demográfica para el año 2.003, se estimó una población actual de 1.044 personas y una población futura para el año 2.030 de 2.606 personas.

En cuanto a los consumos de agua potable de ambos sectores, el informe preliminar, partiendo de dotaciones normalizadas y consumos facturados por Hidrocapital, estima los siguientes consumos:

- Universidad Simón Bolívar (considerando dotación de 110 L/persona/día)
  - Gasto Medio futuro de 19.10 L/s
  - Gasto Máximo futuro de 47.75 L/s
  
- Urbanización El Placer (considerando dotación de 300 L/persona/día)
  - Gasto Medio futuro de 9.05 L/s
  - Gasto Máximo futuro de 22.62 L/s
  
- Gasto total
  - Gasto Medio futuro de 27.08 L/s
  - Gasto Máximo futuro de 67.71 L/s

En función de estas estimaciones se determinó el gasto de diseño de las aguas servidas que manejaría el sistema de tratamiento. Este cálculo tomó en cuenta los gastos de aguas servidas domiciliarias, educacionales, comerciales, industriales, de infiltración de los suelos por juntas defectuosas y originados por malos empotramientos.

La estimación total del gasto pico futuro de aguas residuales compartidas entre la universidad Simón Bolívar y el sector Sur de la Urbanización El Placer fue de 85,35 L/s, mientras que el gasto medio en aguas residuales totales contabilizó 27L/s.

### **II.1.2. Calidad del agua de la quebrada Sartenejas**

Partiendo del informe de análisis físico - químico del agua de la quebrada Sartenejas, incluido en el estudio preliminar, se ha determinado que la calidad del agua en la parte inicial de la quebrada Sartenejas no cumple con los parámetros exigidos por el Decreto 883 o calidad de vertidos en cuerpos de agua.

En fecha 13 de Noviembre de 2008, una empresa externa contratada realizó exámenes físico-químicos al agua captada de la tanquilla final de la universidad Simón Bolívar, entre los parámetros examinados se encuentran: PH, Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda química de Oxígeno (DQO), grasas y aceites, detergentes, Nitrógeno total, Fósforo total, Sólidos suspendidos totales, coliformes totales y sólidos sedimentales.

Entre los parámetros examinados en el agua captada, los siguientes no cumplen con los límites establecidos por la legislación vigente:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
  - Muestra: 168 / Límite máximo (Decreto 883): 60
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)
  - Muestra: 454 / Límite máximo (Decreto 883): 350
- Nitrógeno total
  - Muestra: 25,1 / Límite máximo (Decreto 883): 2,0
- Sólidos suspendidos totales a 104 °C
  - Muestra: 124 / Límite máximo (Decreto 883): 80

- Coliformes totales
  - Muestra: 240.000 / Límite máximo (Decreto 883): 1000

Los demás parámetros examinados como Ph, grasas y aceites, detergentes y Fósforo total, se encontraban dentro de los parámetros establecidos en el Decreto 883 sobre calidad de vertidos.

En base a estos resultados, la empresa contratada determinó que el agua residual a la salida de la tanquilla final no cumple con la calidad físico-química ni bacteriológica exigida por el Decreto 883 del Ministerio del Poder Popular para el ambiente, y por ende se recomienda someter al efluente a tratamientos y desinfección.

Cabe destacar que sólo se realizaron exámenes de ciertos parámetros físico-químicos al agua captada en la tanquilla final de la universidad. En virtud de la existencia de numerosos laboratorios químicos, mecánicos, electrónicos y biológicos, debe realizarse una caracterización de los posibles vertidos químicos que podrían llegar a la red de aguas residuales y extenderse la gama de parámetros que se deben evaluar en las aguas residuales provenientes de la tanquilla final.

## **II.2. Sistema de tratamiento de agua seleccionado**

Del informe preliminar presentado, se evaluaron diferentes opciones de tratamiento de aguas residuales tomando en cuenta criterios de olores, consumo de energía, ruido, producción de lodos, mantenimiento, supervisión, equipos importados y costo. Las opciones de tratamiento que calificaron por presentar menores impactos ambientales fueron:

- Lodos activados en aireación extendida
- Reactor anaerobio de flujo ascendente con reactor batch
- Tratamiento primario avanzado con filtro percolador (TPA +FP)

Entre las tres opciones, por razones de espacio físico, tienen mayor probabilidad de escogerse las opciones 1 y 3, siendo la tercera la que necesita acondicionamiento de menor espacio físico. El informe preliminar determinó en conclusión que el sistema de tratamiento que mejor se adaptaría al espacio disponible sería el tercero, es decir un Tratamiento primario avanzado con filtro percolador.

El espacio que se estima ocuparía este sistema de tratamiento es 0.11 Ha en total, área que se distribuiría de la siguiente forma:

- Área de procesos y circulación: 820 m<sup>2</sup>
- Área de oficina y servicios: 230 m<sup>2</sup>
- Secado de lodos: 100 m<sup>2</sup>

Analizando el principio de funcionamiento de la tercera opción, los tratamientos primarios avanzados mejoran el rendimiento de la sedimentación primaria mediante la coagulación y floculación previas del efluente. Pueden verse como un pre tratamiento de aguas, según Vesilind (2003), los rendimientos aproximados de depuración en el tratamiento primario avanzado son los siguientes:

- Sólidos suspendidos totales: rendimiento TPA (60% - 90%)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO: rendimiento TPA (25% - 40%)
- Demanda Química de Oxígeno DQO: rendimiento TPA (30% - 60%)
- Fósforo total: rendimiento TPA (70% - 90%)
- Patógenos: rendimiento TPA (80% - 90%)

La investigación de numerosos autores y las experiencias prácticas pasadas sugieren completar el tratamiento primario avanzado del agua (TPA) con la remoción de patógenos y la reducción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno a través de tratamientos biológicos.

Es por ello que la tercera opción contempla los filtros percoladores, los cuales llevan a cabo un proceso biológico y pueden definirse como un sistema de lechos compuestos generalmente por materiales sintéticos, que se mantienen en condiciones aeróbicas mediante flujos de aire. El tipo de medio filtrante determina las tasas orgánicas e hidráulicas a aplicar, variables que influyen en la eficiencia del proceso de remoción de

DBO, la cual puede variar entre 65% y 95% dependiendo de las características de las aguas residuales.

Por su parte, la otra opción considerada como viable (procedimiento de lodos activados) es un tratamiento por el cual el agua residual y el lodo biológico (microorganismos) son mezclados y aireados en un tanque denominado reactor. Los flóculos biológicos formados en este proceso se asientan en un tanque de sedimentación, desde donde son recirculados nuevamente al tanque aireador o reactor (retorno) y finalmente pasan por una etapa de clarificación y cloración.

En el proceso de lodos activados los microorganismos o bacterias degradadoras, son completamente mezclados con la materia orgánica en el agua residual de manera que ésta les sirve de sustrato alimenticio. Es importante indicar que la mezcla o agitación se efectúa por medios mecánicos superficiales o a través de tuberías conectadas a sopladores, los cuales tienen la función de producir una mezcla completa y agregar oxígeno al medio para que el proceso se desarrolle y acelere. Los elementos básicos de las instalaciones del proceso de lodos activados son:

- Sección de desbaste: en la cual se filtran mecánicamente los sólidos de gran tamaño y los desechos inorgánicos como plásticos que podrían haber caído en la red de aguas servidas.
- Tanque de aireación: Estructura donde el agua residual y los microorganismos son mezclados para su degradación biológica, la cual es acelerada por la inyección de aire al proceso.
- Tanque sedimentador: El desagüe mezclado procedente del tanque es sedimentado separando los sólidos suspendidos (lodos activados), obteniéndose un desagüe tratado clarificado.
- Equipo de inyección de oxígeno: Para activar las bacterias heterotróficas.
- Sistema de retorno de lodos: El propósito de este sistema es el de mantener una alta concentración de microorganismos en el tanque de aireación.
- Exceso de lodos y lechos de secado: El exceso de lodos, debido al crecimiento bacteriano en el tanque de aireación, son eliminados, tratados y dispuestos.

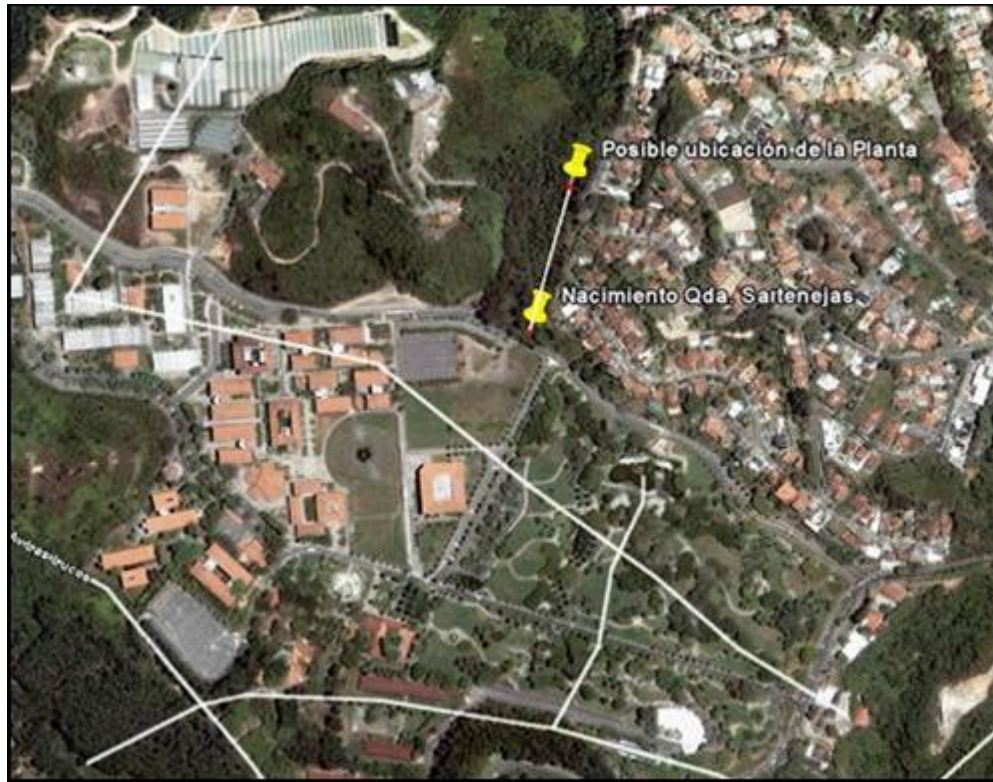
Tanto las opciones de tratamiento de lodos activados por aireación extendida, como el tratamiento primario avanzado con filtro percolador, podrían ver severamente afectado su rendimiento si dentro del caudal de agua residual a tratar, se encuentran concentraciones de vertidos químicos, tales como el cloro entre otros. Estos compuestos podrían afectar seriamente el proceso biológico de saneamiento de las aguas residuales.

### **II.2.1. Ubicación aproximada del sistema de tratamiento seleccionado**

De las posibles locaciones seleccionadas para el sistema de tratamiento escogido, se plantea ubicar el mismo aproximadamente a 200 m de la naciente de la quebrada Sartenejas, en la margen izquierda de la misma. De esta forma se recogerían las descargas de aguas residuales de la universidad y parte de las descargas provenientes de la urbanización El Placer.

La zona adyacente a la quebrada Sartenejas y a la Urbanización El Placer tiene una topografía montañosa, lo cual hace necesario realizar cortes y crear una plataforma de fundación para el sistema de tratamiento. El acceso al lugar seleccionado partiría desde la vía existente en la USB hacia el taller de autobuses y el camino o ruta escogida hasta la planta posee menor cantidad de árboles en comparación a las otras opciones consideradas, disminuyendo la afectación ambiental a la zona, tal como se puede observar en la imagen 1.

**Imagen 1: Ubicación posible de la planta de tratamiento Qda. Sartenejas**



*Fuente: Imagen Google Earth*

Adicionalmente para este lugar, que se encuentra relativamente retirado tanto de la universidad como de la urbanización, se podría plantear la construcción de una segunda vía de acceso desde la Urbanización El Placer. La proposición de la construcción de esta vía tendría dos motivos, el primero es para el transporte de los materiales de la planta durante su construcción y el segundo es para motivos de mantenimiento y monitoreo.

Se recomienda en este punto evaluar la topografía de la zona y las descargas de aguas residuales tanto de la universidad, como de la urbanización El Placer. Con respecto a la topografía y ubicación de la planta de tratamiento se recomienda lo siguiente:

- Reevaluar la ubicación del sistema de tratamiento, tomando en cuenta las descargas de aguas residuales de la Universidad y las descargas de aguas residuales de la Urbanización el Placer, ya que algunas de estas descargas se encuentran más delante de la zona planteada. Lo ideal sería que la ubicación de la

planta de tratamiento recogiera ambos caudales de aguas residuales. De esta forma el caudal total de salida de la planta, seguiría su curso dentro del municipio en una condición de completa sanidad.

- Realizar un estudio de la topografía del terreno tomando en cuenta las cotas y pendiente del mismo, en especial en las márgenes de la quebrada, para ubicar un sitio para el cual las aguas residuales (tanto de la universidad como de la urbanización) puedan llegar por gravedad sin necesidad de instalación de estaciones de bombeo.
- El estudio topográfico debe tomar en cuenta la calidad del terreno para la designación de la ubicación final del sistema. Las variables más importantes que se deben tomar en cuenta son la extensión necesaria para el sistema de tratamiento, el peso total de la losa de soporte, el peso de los componentes de la planta de tratamiento como tal y el peso del agua que contendrá en operación normal.

## II.2.2. Costos aproximados de instalación del sistema

Finalmente el informe preliminar presenta un plan de obras Civiles y de inversiones, el cual estará sometido a la aprobación de las Autoridades Sanitarias Competentes. El resumen del plan propuesto se describe a continuación:

- A corto plazo se propone la limpieza del cauce trabajo con maquinaria pesada. El costo de esta inversión se pudo valorar con el movimiento de los volúmenes de material a remover estimándose que para 700 metros lineales de quebrada se moverían unos 1400.00 m<sup>3</sup> de material a un costo igual a: (\$ 277.906.98) / Bs. 490.000.00.
- A largo plazo se consideró la restauración del sistema de recolección de las aguas servidas mediante la reconstrucción total del colector marginal perteneciente a la urbanización el Placer a un costo de inversión calculado a nivel de partidas en: (\$ 1.289.488.13)/ Bs. 2.772.399.28.
- A largo plazo, se consideró igualmente la construcción de un sistema de tratamiento para las aguas servidas de la Universidad Simón Bolívar, incorporando

también parte de las aguas del sector Sur de la Urbanización El Placer. El costo de inversión en este punto fue estimado en: (\$ 1.431.759.70) /Bs. 3.078.283.30.

La estimación de costo que debe prevalecer es la que corresponde a la construcción de la Planta de Tratamiento, ya que a largo plazo este proyecto representa un compromiso de la Universidad para el saneamiento ambiental de un sector mayor de la cuenca, el correspondiente a la quebrada La Guairita, sector ampliamente comprometido en la cuenca principal del Sur Oeste del área Metropolitana de Caracas.

Como institución universitaria, la universidad debe representar un ejemplo en el municipio y en la ciudad, de gestión eficiente e integral en los aspectos educativos, culturales, sociales, económicos, institucionales y ambientales.

### **II.3. Ubicación de la quebrada Sartenejas en el Municipio Baruta**

En este punto se describe la ubicación e importancia de la quebrada Sartenejas dentro del Municipio Baruta, de esta forma se comprende más claramente la necesidad del proyecto y los posibles impactos positivos que este tendría.

La hidrografía del Municipio Baruta se constituye principalmente por dos cursos de primer orden como lo son el Río Guaire al norte del Municipio y el río La Guairita al este del municipio. Los cursos de agua de segundo orden o los afluentes secundarios que discurren hacia los cauces de primer orden son los siguientes:

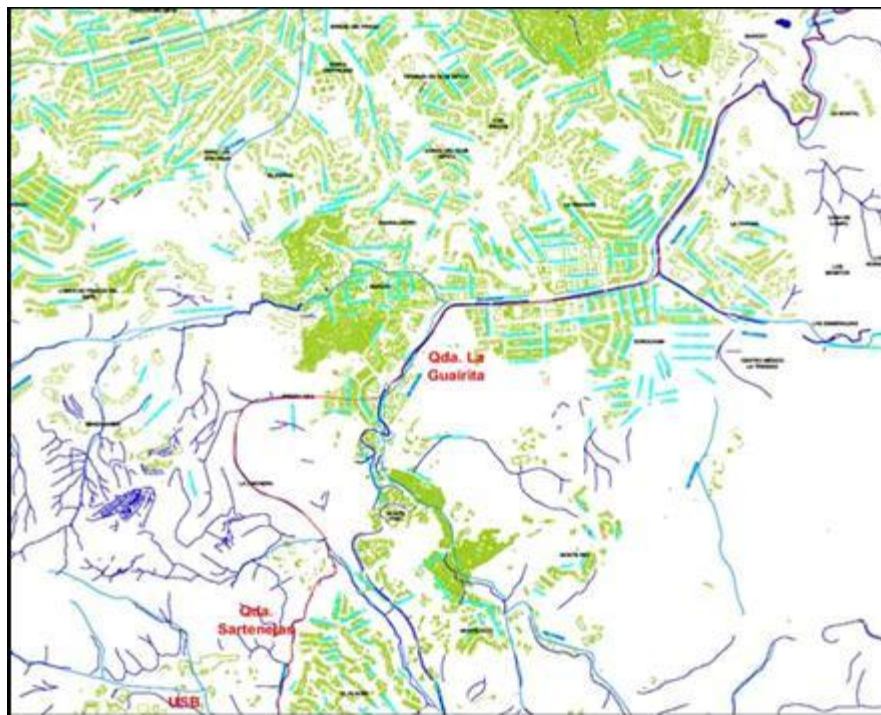
- Quebrada de Baruta
- Quebrada Manzanares
- Quebrada Sorocaima
- **Quebrada Sartenejas**
- Quebrada La Virgen
- Quebrada El Sitio
- Quebrada Canoas

- Quebrada Don Pancho
- Quebrada El Cafetal

Asimismo el municipio tiene muchos otros cauces de tercer orden de tipo intermitente que son activados en los períodos de lluvia.

La quebrada Sartenejas nace en el valle de Sartenejas en la cota 1.395 m.s.n.m, bordea toda la parte Oeste de la Urbanización El Placer, desde este punto el curso de agua discurre en sentido Sur-norte hasta la confluencia con la quebrada El Zanjón y a continuación se une con la quebrada Ojo de Agua y La limonera, para convertirse un poco más adelante en afluente de la Quebrada La Guairita. En la siguiente figura se puede observar la ubicación general de la quebrada Sartenejas como afluente secundario de la Quebrada La Guairita y su ubicación dentro del Municipio Baruta.

**Imagen 2. Ubicación de la Quebrada Sartenejas como afluente de la Quebrada La Guairita en el Municipio Baruta**



### **II.3.1. Descargas de aguas servidas hacia las quebradas de primer orden del Municipio Baruta**

Un aspecto importante a tener en cuenta dentro del proyecto de tratamiento de aguas residuales de la Quebrada Sartenejas, es la caracterización de la quebrada y de los posibles puntos aguas abajo que pueden representar o descargas de aguas residuales adicionales o poblaciones afectadas por la contaminación de la misma.

En la imagen 3 se detallan, de forma general, las principales urbanizaciones o sectores que pueden representar poblaciones afectadas por la contaminación de la quebrada y por otra parte, focos nuevos de contaminación para la quebrada Sartenejas y para la quebrada la Guairita, una vez que se unen los cauces.

### **II.3.2. Descargas de aguas servidas hacia las quebradas de primer orden del Municipio Baruta**

Un aspecto importante a tener en cuenta dentro del proyecto de tratamiento de aguas residuales de la Quebrada Sartenejas, es la caracterización de la quebrada y de los posibles puntos aguas abajo que pueden representar descargas de aguas residuales adicionales o poblaciones afectadas por la contaminación de la misma.

En la imagen 3 se detallan, de forma general, las principales urbanizaciones o sectores que pueden representar poblaciones afectadas por la contaminación de la quebrada, y por otra parte, focos nuevos de contaminación para la quebrada Sartenejas y para la quebrada la Guairita, en caso de que no haya una correcta canalización de aguas residuales.



los sectores Este y de la Calle Loma Redonda, confluyen con la Quebrada Sartenejas también. Estos sectores deben evaluarse para tomar en cuenta sus aportes en lo que respecta a calidad de aguas.

- El último tramo de la Quebrada Sartenejas hasta la confluencia con la Quebrada Ojo de Agua, recorre por todo el sector de Piedra Azul y puede estar influenciado por la parte alta de la quebrada de Ojo de Agua, la cual pasa previamente por la Urbanización Monte Pino.
- Una vez que ambas quebradas confluyen se convierten en la quebrada Sorocaima, la cual puede afectar o ser afectada a su vez por las urbanizaciones de Baruta, Sorocaima y La Trinidad.
- Más adelante se le une a la quebrada Sorocaima, el curso de agua proveniente de la Urb. Las Esmeraldas, o Quebrada La Boyera, la cual puede influenciar o verse influenciada por los sectores de La Boyera aguas arriba y Las Esmeraldas.
- La unión de las quebradas La Boyera y Sorocaima confluye hacia la quebrada La Guairita, la cual dentro del Municipio Baruta, bordea la parte Noreste de la Urb. La Trinidad, las urbanizaciones La Tahona, Guaycay y la Bonita.

Como se puede observar, la quebrada Sartenejas influye y es influida por numerosos cursos de agua dentro del municipio, los cuales descargan en el principal curso de agua de Baruta, la quebrada La Guairita.

Este tipo de proyectos de saneamiento de aguas debe ser enfocado de forma integral, ya que si se desea realizar una adecuación integral de las aguas del municipio, deben prestarse atención tanto a las fuentes generadoras de efluentes contaminantes, como a la correcta canalización de aguas residuales. En este punto se sugiere que se analice a detalle el curso de la quebrada Sartenejas dentro del Municipio y se identifiquen con precisión las posibles fuentes de descarga de aguas residuales aguas abajo y el estado de los colectores. De esta forma se analizará la mejor estrategia de saneamiento que podría aplicársele a la quebrada Sartenejas, pudiéndose sugerir, tal como está actualmente, la instalación del sistema de tratamiento completo en la cabecera de la quebrada o la instalación de un sistema de tratamiento primario en la cabecera y un sistema de tratamiento diferente más adelante en el curso de agua.

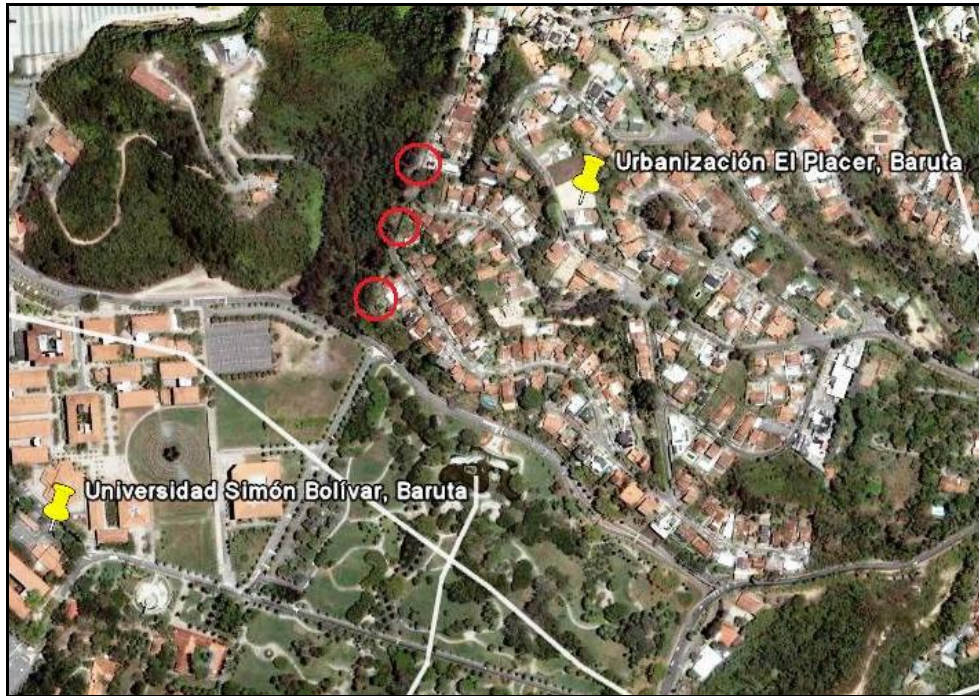
## **II.4. Percepción de los vecinos de la urbanización El Placer sobre la situación actual de la quebrada Sartenejas**

El día 11 de Noviembre del presente año, se realizó una reunión con el Consejo Comunal actual de la urbanización El Placer (Concopla) para conocer la percepción de los vecinos del estado actual de la quebrada Sartenejas y escuchar sus sugerencias en relación al posible proyecto de la planta de tratamiento que compartirían las aguas residuales provenientes de la universidad y las de la urbanización.

Los vecinos se mostraron muy interesados en el posible proyecto para el tratamiento de las aguas residuales y apoyaron las acciones de seguimiento y planeación de estrategias a mediano y largo plazo para el proyecto. A continuación se listan de forma general las conclusiones de esta reunión:

- Los vecinos han identificado un problema de mal estado y rotura de los colectores de aguas residuales que se encuentran en la quebrada Sartenejas y bordean la urbanización El Placer en su parte oeste.
- Las quintas que se encuentran en este lado de la urbanización, se han quejado en la sede del Consejo Comunal por malos olores y temen por la acumulación de aguas residuales, la cual podría ser fuente de vectores causantes de enfermedades. La posición aproximada de los tramos rotos de los colectores identificada por los vecinos, puede observarse en la imagen 4.

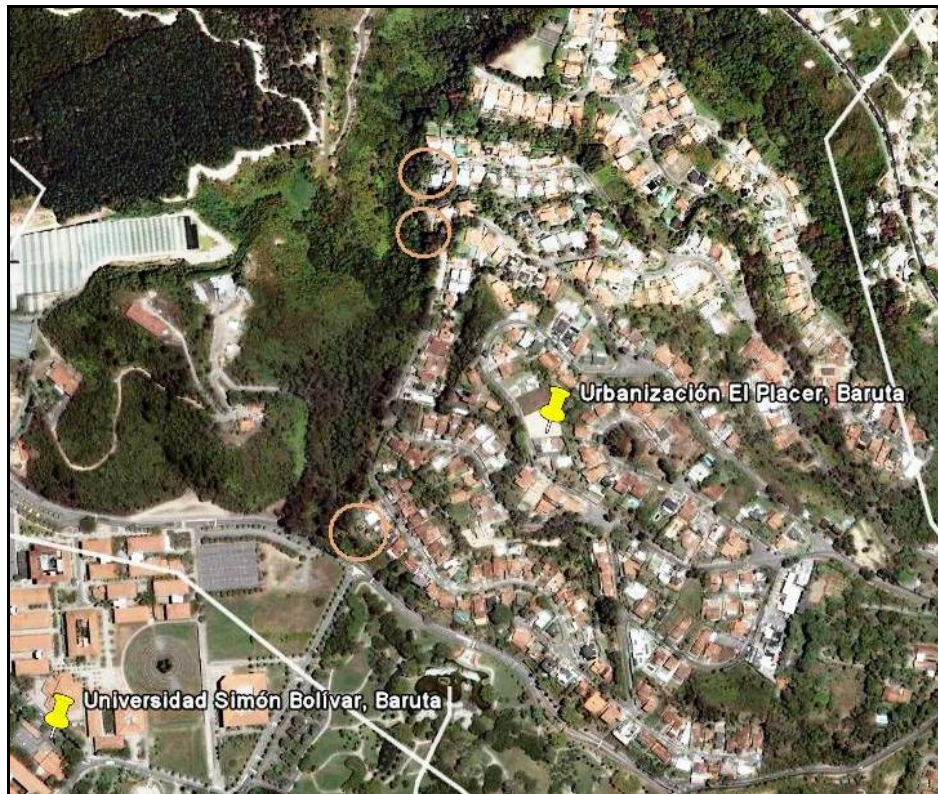
**Imagen 4. Identificación aproximada de los tramos rotos del colector de aguas residuales en la quebrada Sartenejas**



*Fuente: Imagen Google Earth. Información comunidad de El Placer.*

- Los vecinos igualmente han percibido problemas de olores en la descarga de efluentes residuales proveniente de la universidad Simón Bolívar y en las descargas propias de la urbanización.
- Igualmente se han identificado descargas de aguas residuales directamente hacia la quebrada, sin pasar por el colector de aguas residuales. Estas descargas fueron identificadas como provenientes del sector Norte 4 de la urbanización El Placer. Tanto los problemas de olores, como el problema de la descarga de la urbanización El Placer, se muestran en la siguiente figura.

**Imagen 5. Identificación aproximada de la generación de malos olores en la quebrada y de las descargas de aguas residuales de la urbanización El Placer**



*Fuente: Imagen Google Earth. Información comunidad de El Placer.*

- Ha habido preocupación por la gran acumulación de árboles, basura, escombros y maleza en la quebrada Sartenejas, sobre todo en su primer tramo. Este tramo no ha sido incluido en el plan de limpieza de quebradas del Municipio Baruta, como se verá más adelante.
- En relación a las aguas de lluvia, los vecinos se muestran preocupados por la gran acumulación de agua empozada al comienzo de la quebrada Sartenejas, la cual por su aspecto no parece agua residual, sino parece provenir de un colector de aguas de lluvia que no se encuentra bien canalizado hacia la quebrada y podría estar presuntamente roto. Los vecinos comunicaron que han monitoreado a través del tiempo el agua empozada en este lugar, y la misma está comenzando a

erosionar el terreno tanto de la urbanización como de la universidad, lo cual puede observarse en la imagen 6 y 7.

**Imagen 6. Acumulación de aguas de lluvia identificada por los vecinos de El Placer. Vista parcial vía principal de la USB, erosión del lugar y tubería descubierta de aguas de lluvias de la USB**



**Imagen 7. Acumulación de aguas de lluvia identificada por los vecinos de El Placer y vía principal de la Universidad Simón Bolívar.**



*Fuente: Imagen Google Earth. Información comunidad El Placer.*

- El consejo comunal expresó su acuerdo con el posible proyecto de tratamiento de aguas residuales para la quebrada Sartenejas. La posible ubicación de la planta de tratamiento también fue vista de forma positiva, haciendo la salvedad de que no se generen problemas de ruido.
- Se comentó a los vecinos el programa de limpieza de quebradas del Municipio Baruta para el presente año y se les instó a que se comunicaran con la institución como consejo Comunal, para solicitar que en la limpieza de la Quebrada Sartenejas (programada para comenzar desde Piedra Azul hasta los bloques de la Trinidad), sea incorporado el tramo inicial que se encuentra afectando a la urbanización El Placer.
- Es importante destacar que debe mantenerse constantemente un flujo de información y contacto entre los Consejos Comunales y sus necesidades y la Alcaldía del Municipio, ya que la misma al no recibir este tipo de información, puede desconocer el estado del tramo inicial de la Quebrada Sartenejas e incluir

en sus planes de limpieza de quebradas, sólo sectores que se consideren críticos. En la figura 8, se incluye el Plan de Limpieza de Quebradas 2009 propuesto por la Alcaldía del Municipio Baruta.

En este punto, se propone la estructuración de un grupo de charlas informativas sobre el proyecto de la planta de tratamiento para la quebrada Sartenejas con la comunidad de El Placer (Asociación de Vecinos, Consejo Comunal y vecinos del municipio).

El objetivo de establecer este tipo de charlas o talleres con los vecinos es principalmente para informarles sobre las oportunidades, fortalezas, amenazas y debilidades que podría acarrear la planta de tratamiento.

Este tipo de reuniones garantizaría la correcta información de toda la comunidad de El Placer, la cual, manejando toda la información, tendría todos los elementos para poder opinar con propiedad sobre el proyecto.

### Imagen 8. Extracto del programa de mantenimiento de quebradas en el Municipio Baruta 2009

DESCRIPCIÓN	FECHA DE INICIO	LAPSO DE EJECUCIÓN
Conservaciones y mejoras en la Quebrada La Guairita, desde cruce con <b>Av. Del Hatillo hasta la Urb. Coracrevi y Qda. Los Mangos.</b>	15/06/09	3 MESES
Conservaciones y mejoras en la Quebrada La Guairita desde la <b>Urb. La Bonita hasta Parque La Trinidad.</b>	15/06/09	3 MESES
Conservaciones y mejoras en la Quebrada La Guairita, <b>Sector Llano Verde.</b>	18/06/09	3 MESES
Conservaciones y mejoras en la Quebrada La Guairita, <b>Sector Puente Los Naranjos vía Cementerio del Este.</b>	10/06/09	3 MESES
Conservaciones y mejoras en la Quebrada El Peñón, entre final Calle Caripe de la Urb. El Peñón y Av. El Parque de la Urb. <b>Prados del Este.</b>	10/06/09	3 MESES
Conservaciones y mejoras en la Quebrada <b>Manzanares, Pueblo de Baruta.</b>	15/06/09	3 MESES
Conservaciones y mejoras en la Quebrada Sartenejas, desde <b>Piedra Azul hasta Bloques de La Trinidad.</b>	15/06/09	3 MESES
Conservaciones y mejoras en la Quebrada Ojo de Agua, desde <b>Capuy hasta La Arenera, Barrio Ojo de Agua.</b>	08/06/09	5 MESES
Conservaciones y mejoras en la Quebrada La Boyera, desde el CIED hasta la Urb. Las Esmeraldas y Calle Cangilón, <b>Urb. La Tahona.</b>	08/06/09	3 MESES

Fuente: Página web del municipio Baruta

Igualmente es necesario e importante para el proyecto conocer la vigencia de la actual asociación de vecinos o el Consejo Comunal (Concopla) con la que se realizó la reunión. La razón de esto radica en la caracterización de los actores vecinales, ya que como el proyecto se pretende desarrollar a mediano plazo, lo ideal es conocer cuando se realizarían nuevas elecciones del Consejo Comunal para que, en caso de ser necesario, se le suministre al nuevo Consejo Comunal toda la información que manejaba el anterior consejo y se garantice la continuidad.

En el aspecto de los actores sociales y comunitarios involucrados en el proyecto (Urbanización El Placer y Sectores afectados aguas abajo por la quebrada), se recomiendan las siguientes acciones a futuro:

- Realizar talleres con la comunidad de El Placer, tanto Consejo Comunal, como población residente y población que trabaja en la urbanización, para dar a conocer tanto las fortalezas como las debilidades del proyecto. De esta forma se informará a la comunidad sobre los beneficios y los posibles impactos (positivos y negativos) que podría ocasionar el proyecto en la Urbanización.
- Una vez realizados los talleres informativos, sería necesaria la realización de una consulta a la comunidad de El Placer, para conocer si están de acuerdo con la posible ubicación de la Planta de tratamiento y con el proyecto como tal. Igualmente es muy importante conocer cuáles son las principales preocupaciones y sugerencias de la comunidad sobre el proyecto.
- Es importante informarse con el actual Consejo Comunal sobre las fechas en las cuales se realizarían nuevas elecciones y estos actores sociales cambiarían, ya que en proyectos de este tipo es muy importante garantizar la continuidad con la comunidad. En caso de que prontamente hubiera cambio de integrantes del Consejo Comunal, es sumamente importante suministrarles todo el histórico de las reuniones o talleres realizados y las consultas realizadas a la comunidad.
- Se debe informar bien a la comunidad sobre las competencias de la Alcaldía en lo que respecta al tema de proyectos de limpieza de quebradas, canalización de aguas (aguas de lluvia y aguas residuales) e instalación de sistemas de tratamiento de aguas. De este modo la comunidad podrá solicitar a la alcaldía, los servicios que se encuentren dentro de sus competencias.
- Un punto muy importante en relación a los vecinos es estudiar e investigar a detalle cuáles son las comunidades que se encuentran aguas debajo de la Quebrada Sartenejas y son afectadas por las aguas residuales descargadas en ella. En este punto específico se recomienda lo siguiente:

- Investigar cuáles son las principales comunidades afectadas por los efluentes sin tratamiento que son vertidos por la Quebrada Sartenejas y contabilizar de forma aproximada la población afectada.
  - Dentro de estas comunidades sería necesario realizar un grupo de encuestas o reuniones para tomar en cuenta la magnitud que representa este problema en estas comunidades.
  - Finalmente, una vez conocido cómo el problema es percibido por las comunidades que se encuentran aguas abajo, sería prudente consultar cómo beneficiaría su calidad de vida el saneamiento de la parte alta de la quebrada.
- Los canales de comunicación deben estar establecidos entre los actores principales (USB, comunidad de El Placer y Alcaldía de Baruta) durante todas las etapas previas al proyecto, ya que de esta forma se tendrá el apoyo de la comunidad, la alcaldía no recibiría informaciones contradictorias y podría conseguirse de una forma mucho más eficiente la aprobación y puesta en marcha del proyecto final.

## **II.5. Potencial de utilización de planta de tratamiento con fines educativos**

El sistema de tratamiento propuesto para el saneamiento de esta sección de la quebrada, no sólo adecuaría los efluentes de aguas residuales de la universidad y de la urbanización El Placer, sino que beneficiaría a las poblaciones afectadas actualmente aguas abajo y podría ser aprovechado paralelamente para fines educativos y de investigación tanto por la institución como por la comunidad.

Tal como se cita en Montbrun et. al., 2008, en Venezuela a nivel nacional el problema del saneamiento de aguas es considerado de alta importancia para el desarrollo. Desde 1997, el Ministerio del Ambiente (MARN para esa época) se preocupaba por identificar los problemas ambientales más graves relacionados con el agua y los estados o regiones que presentaban de forma más intensa estos problemas.

Se puede apreciar en la siguiente tabla que en relación a los recursos hídricos, los problemas más importantes son descargas de aguas residuales o de aguas de origen doméstico, descargas y arrastre a través de las aguas de agroquímicos peligrosos o persistentes en el ambiente, disminución de cauce de los ríos, colmatación de los mismos, contaminación de playas y descargas de origen industrial de sustancias químicas peligrosas y difícilmente bio degradables. Prácticamente toda la geografía nacional esta afectada por este problema hídrico, específicamente el Distrito capital se encuentra afectado por todos los problemas mencionados.

**Tabla 1. Principales problemas hídricos y regiones de ocurrencia en Venezuela.**

Problemas	Regiones
Descargas de aguas residuales	Anzoátegui, Aragua, Bolívar, Carabobo, Distrito Federal, Falcón, Táchira, Miranda, Monagas, Sucre y Trujillo.
Descarga de aguas de origen doméstico, arrastre de agroquímicos.	Todo el territorio nacional, Anzoátegui, Aragua, Barcelona, Barinas, Carabobo, Cojedes, Guárico, Lara, Mérida, Miranda, Monagas, Portuguesa, Sucre, Táchira, Trujillo, Yaracuy y Zulia.
Disminución del cauce de los ríos y colmatación de embalses por arrastre de sedimentos.	Anzoátegui, Monagas, Distrito Federal, Guárico, Yaracuy, Miranda y Mérida.
<b>Contaminación de playas</b>	
Descarga directa de aguas residuales de origen urbano	Anzoátegui, Zulia, Nueva Esparta, Aragua, Miranda, Distrito Federal, sucre, Yaracuy, Falcón y Carabobo.
Derrame de hidrocarburos	Falcón, Carabobo, Zulia y Anzoátegui.
Descargas submarinas	Nueva Esparta, Carabobo, Falcón, Sucre y Anzoátegui.
Chatarras marinas	Nueva Esparta, Sucre, Anzoátegui, Falcón y Carabobo.
<b>Contaminación de aguas por acción minera</b>	
Minerales metálicos (oro, hierro bauxita etc).	Bolívar, Amazonas
Minerales no metálicos ( carbón a cielo abierto, arenas canteras, arcilleras, etc)	A nivel nacional (especialmente, la cuenca del río Tuy y el estado Yaracuy).

Fuente: Montbrun et. al., 2008 y MARNR 1997

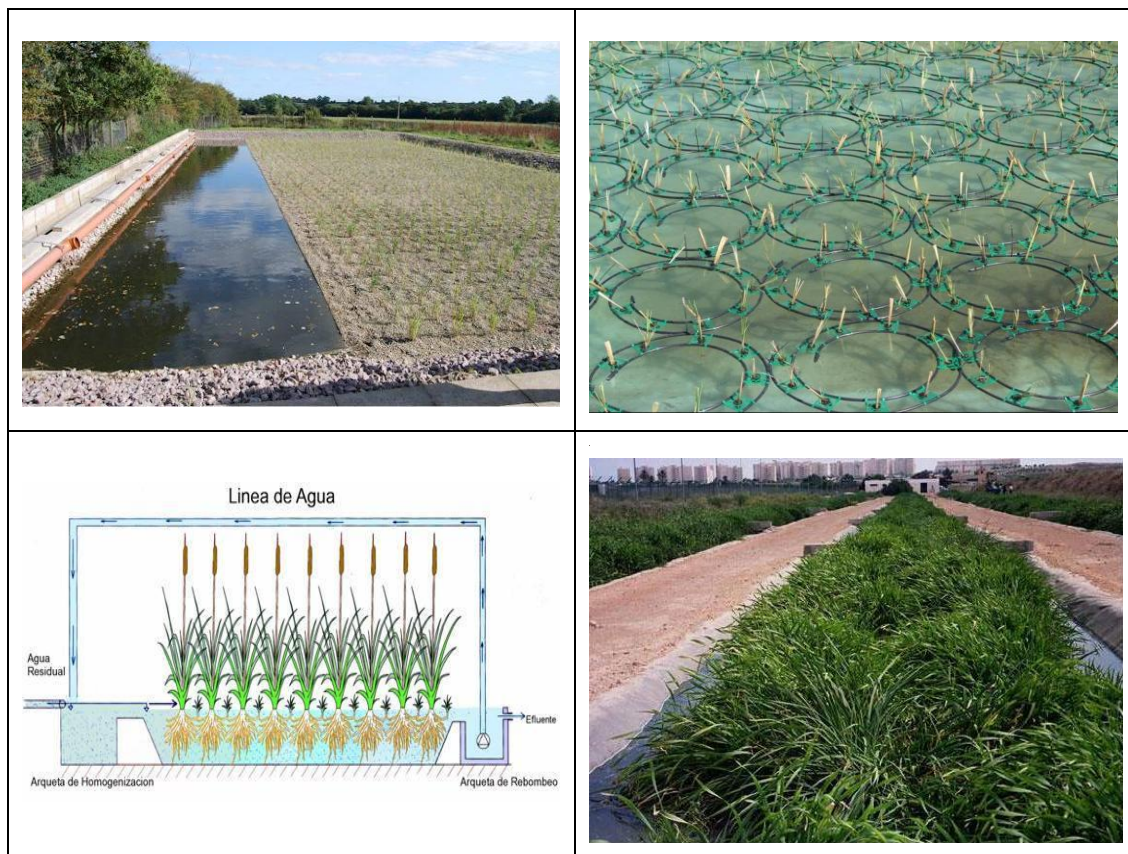
Como puede observarse, el problema de los recursos hídricos en nuestro país debe ser considerado una de las prioridades tanto para la educación como para la investigación y el desarrollo de investigaciones y políticas o gestiones para aportar soluciones.

Las universidades son entes que tienen un compromiso con la sociedad local y el país a nivel de academia, investigación y extensión, por tanto deben ser centros de generación de soluciones para los principales problemas de nuestro país. El proyecto de la planta de tratamiento de efluentes de la quebrada Sartenejas por tanto, no sólo adecuaría los efluentes líquidos de nuestra institución y de su entorno residencial, sino que tendría usos educativos potenciales que podrían contribuir positivamente en la sociedad venezolana. Entre los principales usos educativos que se podrían aprovechar de este sistema se encuentran:

- Realización de una “vereda” educativa, desde la universidad Simón Bolívar hasta la ubicación de la planta de tratamiento, la cual podría indicar a través de carteles informativos temas relacionados con saneamiento de aguas, flora y fauna típica del lugar (aspectos ecológicos de los bosques nativos y áreas reforestadas de la universidad, especies que habitan este tipo de vegetación) y características geográficas del valle de Sartenejas entre otros temas ambientales.
- Al finalizar la “vereda” educativa, la cual puede ser aprovechada en diferentes tópicos informativos y educativos, se realizaría un acceso lateral de la planta de tratamiento que permitiese a los estudiantes y visitantes acercarse a la planta y conocer, mediante carteles informativos, los diferentes procesos mediante los cuales el agua residual es tratada y depurada.
- Realización de un aula de prácticas al lado de la planta de tratamiento, en la cual se pueden dar clases tanto para las diferentes ingenierías (electivas en el área ambiental y sanitaria), como para las carreras de ciencias puras (biología y química principalmente) y los postgrados (área de Desarrollo y Ambiente y relacionadas).
- Se propone igualmente y como complemento educativo para la instalación de la planta de tratamiento de la quebrada Sartenejas, la construcción de una pequeña laguna de tratamiento o de oxidación, la cual sería alimentada de forma

esporádica y a través de una tubería de retorno desde la planta de tratamiento principal. Para esta laguna de oxidación se podría estudiar la eficiencia y las mejoras a los sistemas naturales de depuración de aguas mediante macrofitas o plantas acuáticas, tal como se observa, a través de ejemplos, en la siguiente figura.

**Imagen 9. Ejemplos de siembras de sistemas con macrofitas para depuración natural de aguas residuales**



Fuente: IERU

- En complemento del punto anterior, el uso de una laguna de oxidación como potencial sistema adicional de tratamiento de aguas, podría extenderse no sólo para el desarrollo de nuevas técnicas naturales de tratamiento de aguas residuales orgánicas, sino para probar y mejorar la eficiencia de algunas plantas acuáticas

que actualmente son utilizadas para depurar aguas industriales que contienen compuestos químicos y metales pesados por ejemplo. En el estudio de Montbrun et. al., 2008, se incluye una tabla descriptiva que lista algunas aplicaciones industriales de plantas acuáticas para depuración natural de aguas contaminadas, la cual se incluye a continuación:

**Tabla 2. Aplicaciones de plantas acuáticas para tratamiento de aguas**

Tipo de planta	Aplicación (Autores)
<i>Elodea densa</i> , <i>Ludwigia natans</i> , <i>Lysimachia nummularia</i> e <i>Hydrophila onogaria</i>	Plantas macrófitas enraizantes acumulantes de gran cantidad de mercurio en hojas y tallos que se utilizan cuando el metal se encuentra en forma orgánica. (Ribeyre y Boudou, 1994)
<i>Characeae</i> , <i>Elodea nuttallii</i> y <i>Lemna minor</i> L	Nutrientes presentes en aguas servidas domésticas, eliminación especialmente de Nitrógeno y Fósforo. (Portielje y Roijackers, 1995)
<i>Typha spp</i> y <i>Scirpus lacustris</i>	Tratamiento de aguas subterráneas contaminadas con petróleo y nitrato. Se han obtenido reducciones de 0.4% de PAH retenido en el sustrato. Eficiencia de remoción del nitrato de 91% y de nitrito de 97%. (Machate et. al, 1999)
<i>Polygonum hydropiperoides</i> <i>Michx</i>	Buen rendimiento en extracción de metales pesados presentes en aguas residuales. (Qian et. al, 1999)
<i>Lemna giba</i>	Tratamiento efectivo de aguas contaminadas con metales pesados con concentraciones de hasta 20 mg/L de Fe <sup>3+</sup> y de Zn <sup>2+</sup> y menos de 30 mg/l de Al <sup>3+</sup> . (Boniardi et al, 1999)
<i>Typha latifolia</i>	Wetlands artificiales con tiempos de retención de 48 horas, mostraron hasta 80% de reducción de la DBO y 95% de reducción del NH <sub>3</sub> -N contenido en efluentes provenientes de refinерías. (Huddleston et. al, 2000)
<i>Salvinia herzogii</i> , <i>Pistia stratiotes</i> , <i>Hydromistia stolonifera</i> y <i>Eichhornia crassipes</i>	Gran capacidad de extracción de Cadmio del agua residual. (Maine et. al, 2001)
<i>Spartina alterniflora</i> y <i>Phragmites australis</i>	Extracción del metal plomo. Resulta mejor manejar la <i>P. australis</i> pues el tallo soporta mejor la descomposición. (Windham et. al, 2001)

Fuente: Montbrun et. al., 2008 y MARNR 1997

- Tanto la planta de tratamiento en cualquiera de sus fases, como la laguna de oxidación, pueden ser utilizadas con fines académicos para la realización de pasantías o miniproyectos y tesis de grado en las carreras de Ing. Mecánica, Ing. De producción, Ing. Química, Lic. En Biología y Lic. En Química entre otras carreras de pregrado y programas de postgrado. De esta forma la Universidad como institución educativa participaría activamente en la búsqueda de soluciones a los principales problemas de contaminación de recursos hídricos en nuestro país.
- En su función de actor social y de formación educativa, la universidad podría prestar su aula de prácticas de la planta de tratamiento, para dictar talleres informativos y de concientización, a las instituciones de educación primaria y secundaria del municipio. De esta forma los estudiantes de escuela primaria y bachillerato del municipio participarían de una formación educativa integral, la cual es necesaria para el abordaje de los principales problemas ambientales de nuestro entorno.

Por otro lado, entre los usos de investigación y extensión que podría tener el sistema de tratamiento de la quebrada Sartenejas, se encuentran los siguientes:

- La presencia de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Universidad y de la Urbanización El Placer, podría utilizarse como un centro de pruebas e investigaciones para el diagnóstico y desarrollo de nuevas tecnologías para el tratamiento de aguas residuales (métodos naturales y métodos químicos), tales como el uso de enzimas de tipo ureasa para las aguas residuales con alto contenido de nitrógeno, el tratamiento de aguas a través de reacciones químicas como procesos de oxidación, la utilización de ozono para adecuación microbiológica y la aplicación de procesos fotocatalíticos entre otros (Montbrun et. al., 2008).
- Adicionalmente los lechos de secado de la planta de tratamiento de aguas pueden ser aprovechables por sí mismos como centros de investigación, caracterizándolos química y biológicamente para ser utilizados potencialmente como agentes de biorremediación de suelos contaminados con ripsos de perforación en base a

aceites u otros compuestos químicos. Los procesos naturales de biorremediación de suelos contaminados, son acelerados cuando se introducen nutrientes y bacterias foráneas (presentes en lechos de secado de plantas de tratamiento de aguas residuales) que complementan químicamente la composición de los suelos, estos procesos todavía son novedosos en nuestro país y requieren mayor experimentación e investigación para su aplicación exitosa (Montbrun et. al., 2008).

- Estos sistemas de tratamiento podrían ser aprovechados por los grupos de investigación ambiental que hacen vida en la universidad, para el desarrollo de nuevos modelos de tratamiento de aguas residuales adaptados a las características de nuestro país.
- Estableciendo contacto entre los principales organismos públicos y privados encargados del tratamiento de las aguas en nuestro país (Hidrológicas, Ministerio del Ambiente, Iclam, y otros), pueden iniciarse investigaciones conjuntas para el desarrollo de nuevas tecnologías en tratamientos de aguas, que respondan a las necesidades locales, regionales y nacionales de nuestro país.

La instalación de sistemas de depuración de agua en universidades, tanto para fines académicos como de investigación y proyectos, ha venido creciendo en Latinoamérica. Entre algunas de las plantas de tratamiento de aguas residuales que actualmente se encuentran en instituciones universitarias, resaltan las siguientes:

**Tabla 3. Sistemas de tratamiento de aguas actualmente instalados en centros universitarios de Latinoamérica**

Institución Universitaria	Tipo de planta de tratamiento instalada o en diseño
Universidad Nacional de México, UNAM, México D. F	Proceso aerobio automatizado mediante reactores discontinuos (reactor biológico con inyección de oxígeno disuelto).
Universidad Nacional de Ingeniería, Perú	Unidad de pre-tratamiento y desbaste, reactor anaerobio de flujo ascendente, lagunas de estabilización facultativas y lechos de secado de lodos.
Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, UABJO, México	Planta de tratamiento para el reciclaje y reuso de de aguas residuales con fines de riego, uso en servicios sanitarios e investigación
Universidad Nacional Mayor E San Marcos, Perú	En diseño: Planta de tratamiento con desbaste primario, trampa de grasa, bio- reactor anaerobio, cloración, filtración y lechos de secado.
Universidad Tecnológica de Torreón, México	Planta de tratamiento de Bioreactor ambiental
Universidad Central de Venezuela, facultad de ingeniería, Venezuela	Reactores anaerobios de flujo ascendente, consta de pretratamiento de descaste, desarenador y dos reactores anaerobios
Instituto tecnológico de Buenos Aires, Argentina	Planta piloto de tratamiento de cromo en tres etapas y un pretratamiento: filtros de carbón activado y desarenador, reducción, precipitación y separación de precipitado

Fuente: Montbrun et. al., 2008 y MARNR 1997

## II.6. Acciones sugeridas para la continuación del proyecto

Conociendo de forma resumida las conclusiones del estudio preliminar para el saneamiento y aprovechamiento de la quebrada Sartenejas, la ubicación de la quebrada y su importancia hidrográfica en el municipio, la percepción del problema de parte de los vecinos de la urbanización El Placer y los potenciales del proyecto de saneamiento, se proponen algunas acciones que serían llevadas en el corto y mediano plazo para dar continuidad al mismo.

## **II.6.1. Propuesta para sistema de monitoreo de efluentes líquidos de laboratorios en la universidad Simón Bolívar**

El grupo de laboratorios de la Universidad Simón Bolívar representa un componente muy importante en la formación académica de los estudiantes y para la investigación, el desarrollo y la actualización constante del personal académico de la institución. Sin embargo los laboratorios manejan una gran variedad de compuestos o desechos (efluentes líquidos o desechos sólidos), los cuales, especialmente los efluentes líquidos que puedan ser vertidos en la red de aguas residuales de la universidad, podrían comprometer seriamente la eficiencia de los reactores o biodigestores que se están proponiendo para el saneamiento de las aguas residuales.

En esta sección se propone realizar primero una caracterización de todas las unidades de laboratorio que están presentes en la universidad, las cuales se mencionan a continuación:

### **Laboratorio “A” o Laboratorio de Ingeniería Aplicada**

Ubicado en el Edificio de Alta Tensión, Oficina 018 ([usb-laba@usb.ve](mailto:usb-laba@usb.ve)), se encarga del procesamiento, análisis, ensayo, preparación y verificación de equipos eléctricos y mecánicos, compuesto por diez secciones:

- Alta Tensión
- Conversión de energía Eléctrica
- Conversión de energía Mecánica
- Desarrollo de Modelos y Prototipos
- Dinámica de Máquinas
- Fenómenos de transporte
- Mecánica computacional
- Mecánica de Fluidos
- Operaciones Unitarias
- Sistemas de potencia

### **Laboratorio “B” o Laboratorios de Biología, Química y Polímeros**

Ubicado en el edificio de Química y Procesos, Oficina 019 ([usb-labb@usb.ve](mailto:usb-labb@usb.ve)), se encarga de prestar apoyo y servicio en el campo de la bioquímica, electroquímica, ecología, biología celular y de organismos, física-química, microbiología, tecnología de alimentos y procesos químicos. Se encuentra constituido por dieciséis secciones:

- Alimentos
- Físico-química
- Química analítica
- Química inorgánica
- Química general
- Química orgánica
- Procesos químicos
- Polímeros
- Biología marina
- Biología celular
- Biología de organismo
- Nutrición
- Micoteca
- Bioterio
- Museo
- Ecología

### **Laboratorio “C” o de electrónica**

Ubicado en la parte posterior del conjunto de auditorios ([usb-labc@usb.ve](mailto:usb-labc@usb.ve)), su función principal es la de prestar apoyo y servicio para la realización de trabajos en el área de la electrónica y la informática. Está compuesto por nueva secciones:

- Comunicaciones
- Instrumentación
- Informática (laboratorio docente de computación)
- Electrónica del estado sólido

- GBBG – Grupo de bioingeniería y biofísica aplicada
- Grupo SIEP
- Redes y circuitos
- Sistemas de control
- Sada CADD

### **Laboratorio “D” o Laboratorio de Física**

Se ubica en el Edificio de Física y Electrónica 2, planta baja ([labd@labd.usb.ve](mailto:labd@labd.usb.ve)), agrupa Laboratorios de Docencia para la carrera de física, y laboratorios de Investigación en las secciones de Geofísica, Física de la Materia Condensada, Física de Sólidos, Biofísica, Física Nuclear, Física Óptica: Física de Plasmas y Óptica e Interferometría y está constituido por 6 Secciones y 4 Grupos de Investigación:

- Geofísica
- Física de la materia condensada
- Física de sólidos
- Biofísica
- Física de plasmas
- Óptica e interferometría

Grupos de investigación:

- Materia condensada
- Biofísica
- Física de sólidos
- Geofísica

### **Laboratorio “E” o laboratorio de Materiales y procesos de Fabricación**

Ubicado en el Edificio de Máquinas y Herramientas ([usb-labe@usb.ve](mailto:usb-labe@usb.ve)), presta servicios de apoyo técnico a la industria nacional, a través de sus diferentes secciones, en las áreas de Metalmecánica, Sidero-Metalurgia, Polímeros, Materiales Cerámicos, Cementos y está constituido por 9 Secciones:

- Procesos metalmecánicos
- Procesos metalúrgicos
- Metalurgia química
- Materiales
- Polímeros
- Cerámica
- Metrología dimensional
- Microscopía electrónica
- Corrosión

### **Laboratorio “F” o laboratorios de tecnología de la información**

Está ubicado en el edificio de Matemática y Sistemas ([usb-labf@usb.ve](mailto:usb-labf@usb.ve)), se encarga de las áreas de Computación, Redes, Arquitectura, Base de Datos, Gráficas y Multimedia, Sistemas de Información, Inteligencia Artificial y Robótica y Sistemas Paralelos y Distribuidos. Se encuentra compuesto por dos tipos de laboratorios:

#### **Laboratorios Docentes**

- Laboratorio Docente de Aulas Computarizadas
- Laboratorio Computacional Docente de Ciencia Política
- Laboratorio de Comercio Electrónico
- Laboratorio de Informática Educativa
- Laboratorio de Lengua José Santos Urriola
- Laboratorio Docente de Computación
- Laboratorio Docente de Redes y Bases de Datos
- Laboratorio de Diseño Asistido por Computadora
- Laboratorio Docente de Matemáticas y Estadísticas Computacionales

#### **Laboratorios Especializados y de Alto Rendimiento**

- Centro de Estadística y Software Matemático
- Laboratorio de Bases de Datos

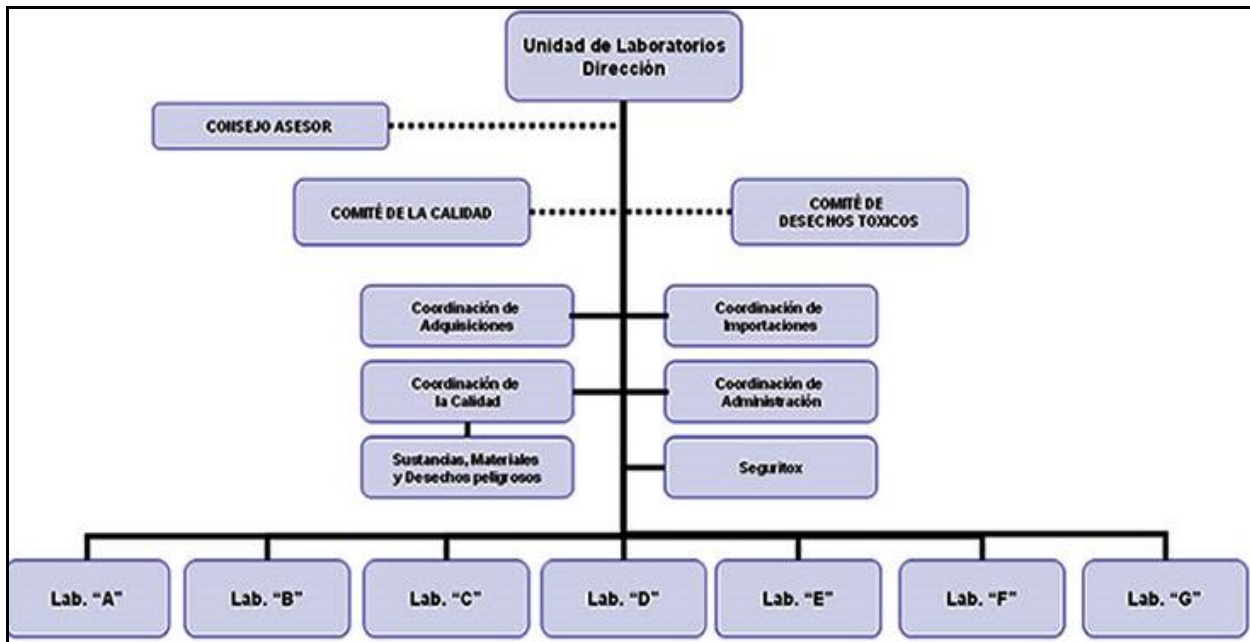
- Laboratorio de Computación Gráfica y Multimedia
- Laboratorio de Geomática Urbana
- Laboratorio de Inteligencia Artificial
- Laboratorio de Investigación en Sistemas de Información
- Laboratorio de Lenguajes y Algoritmos
- Laboratorio Digital de Música
- Laboratorio de Sistemas Paralelos y Distribuidos
- Laboratorio de Computación de Alto Rendimiento

Una vez caracterizados los diferentes tipos de laboratorios operativos actualmente en la universidad, es importante conocer los entes coordinadores que los administran, para de esta forma poder establecer un sistema eficiente de control de efluentes químicos en la Universidad Simón Bolívar. Los entes coordinadores de los laboratorios y sus contactos son los siguientes:

- Dirección General (ulab@usb.ve)
- Coordinación de adquisiciones: materiales y equipos para dotación de los laboratorios (ulab-adquisicion@usb.ve)
- Coordinación de importaciones: adquisiciones internacionales de materiales y/o equipos para los laboratorios (ulab-importaciones@usb.ve)
- Coordinación de administración: gestión presupuestaria de los laboratorios (ulab-administracion@usb.ve)

Para poder entender la estructura jerárquica y por ende la toma de decisiones en lo que respecta a los laboratorios de la universidad, se puede observar el siguiente esquema, el cual presenta, de forma gráfica, el organigrama de los laboratorios de la universidad.

**Imagen 10. Esquema general de los entes coordinadores de los laboratorios de la Universidad Simón Bolívar**



Fuente: USB

Una vez conociendo los diferentes laboratorios, sus funciones y los entes que los coordinan, es importante ubicarlos físicamente en el plano de la universidad y conocer en cuáles puntos de las redes de aguas residuales se realizan las posibles descargas de estos edificios.

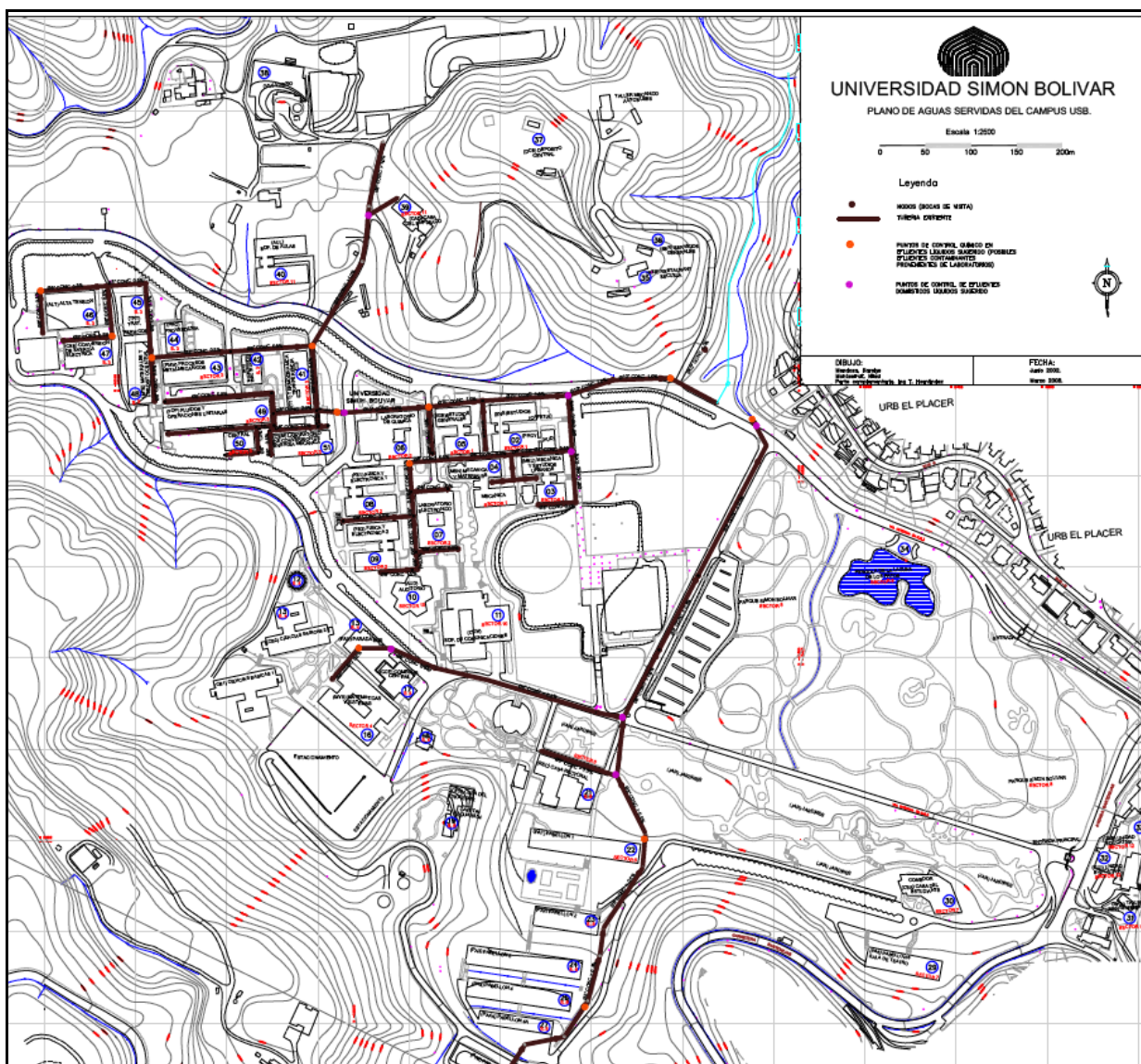
Como tanto los efluentes químicos de distinta naturaleza (desechos químicos, biológicos, metalúrgicos y electrónicos), como las grandes acumulaciones de grasas provenientes de establecimientos de alimentación, podrían representar un daño potencial al funcionamiento o la eficiencia de la planta de tratamiento de efluentes, se propone un esquema preliminar de “Puntos de Control químico” y “Puntos de control de efluentes domésticos” para la red de aguas residuales de la universidad.

Los “Puntos de control químico” corresponden a salidas de efluentes líquidos de laboratorios, los cuales podrían contener determinadas concentraciones de vertidos químicos como metales pesados, nitrógeno, compuestos clorados etc, que podrían afectar negativamente el funcionamiento del biodigestor propuesto.

Por otro lado los “Puntos de control de efluentes domésticos” corresponden a salidas de efluentes que pueden contener exceso de grasas, como las descargas de los cafetines y comedores. La idea es ubicar estos puntos de control en los nodos de la red de aguas servidas de la universidad o bocas de visita, para de esta forma comenzar un programa de monitoreo, seguimiento y caracterización cuantitativa de la cantidad de vertidos que proviene de cada laboratorio.

El esquema preliminar propuesto de los “Puntos de monitoreo químico” y los “Puntos de monitoreo de efluentes domésticos”, se muestran en la imagen 11 de forma general.

Imagen 11. Esquema general de puntos de control químico y de efluentes domésticos en la universidad Simón Bolívar



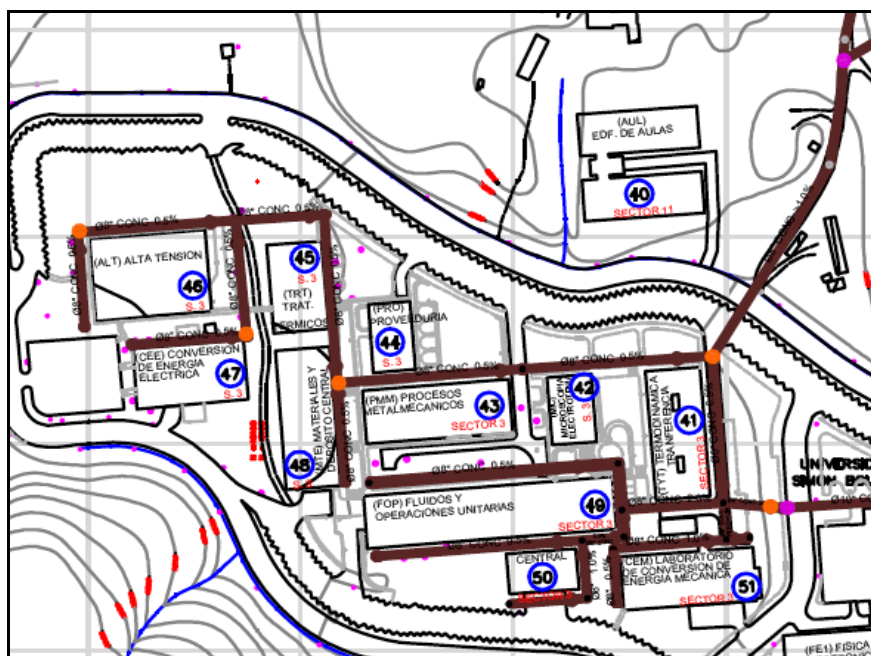
Fuente: USB

En las siguientes figuras se muestran por secciones, la red completa de aguas servidas de la universidad y la ubicación de los laboratorios. La mayoría de los laboratorios se encuentran en los Sectores 1, 2 y 3 de la Universidad.

La siguiente figura muestra el sector 3, el cual contiene los laboratorios de alta tensión (ALT), conversión de energía eléctrica (CEE), tratamientos térmicos (TRT) y el depósito central de materiales (MTE). Todos estos posibles focos de efluentes tienen designado un punto de control químico (puntos color naranja). En el mismo sector, los laboratorios de Procesos Metalmecánicos, Microscopía electrónica, termodinámica y transferencia de calor y dinámica de máquinas compartirían otro punto de control químico. Finalmente para contabilizar el total de posibles vertidos químicos en este sector y la contribución del laboratorio de fluidos y operaciones unitarias y el laboratorio de conversión de energía mecánica, a la salida de aguas residuales del sector 3 hacia el sector 2, se propone otro punto de control químico.

Para este sector también se prevén dos puntos de control de efluentes domésticos (puntos color morado), uno de ellos al salir del sector 3 y otro en el ramal de aguas residuales que viene de casa del empleado y el edificio de aulas, tal como se puede observar en la imagen 12.

**Imagen 12. Puntos de control químico y de efluentes domésticos propuestos en el sector 3 de la Universidad Simón Bolívar**

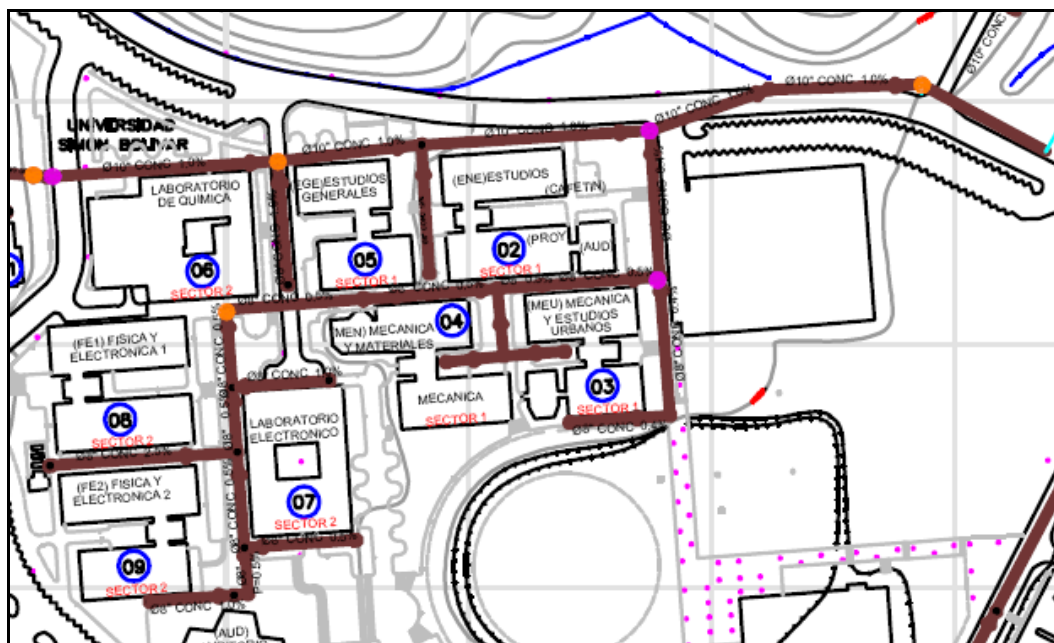


Fuente: USB

Para los sectores 1 y 2, se propone colocar dos puntos de control químico, uno de ellos para medir la cantidad de efluentes químicos que potencialmente se podrían descargar desde el edificio de Química y procesos y otro punto para medir las descargas que podrían generarse en los laboratorios de los edificios de Física y electrónica (1 y 2) y el laboratorio “C” o laboratorio electrónico.

En relación a los puntos de control de efluentes domésticos en los sectores 1 y 2, se proponen dos igualmente, uno de ellos tomará en cuenta la descarga total de efluentes producidas por los dos sectores, tomando en cuenta el cafetín o la proveeduría estudiantil y otro que contabilizará los desechos domésticos o la contribución de los edificios MEU, MEM, física electrónica y el laboratorio de electrónica, tal como se observa en la imagen 13.

**Imagen 13. Puntos de control químico y de efluentes domésticos propuestos en los sectores 1 y 2 de la Universidad Simón Bolívar**

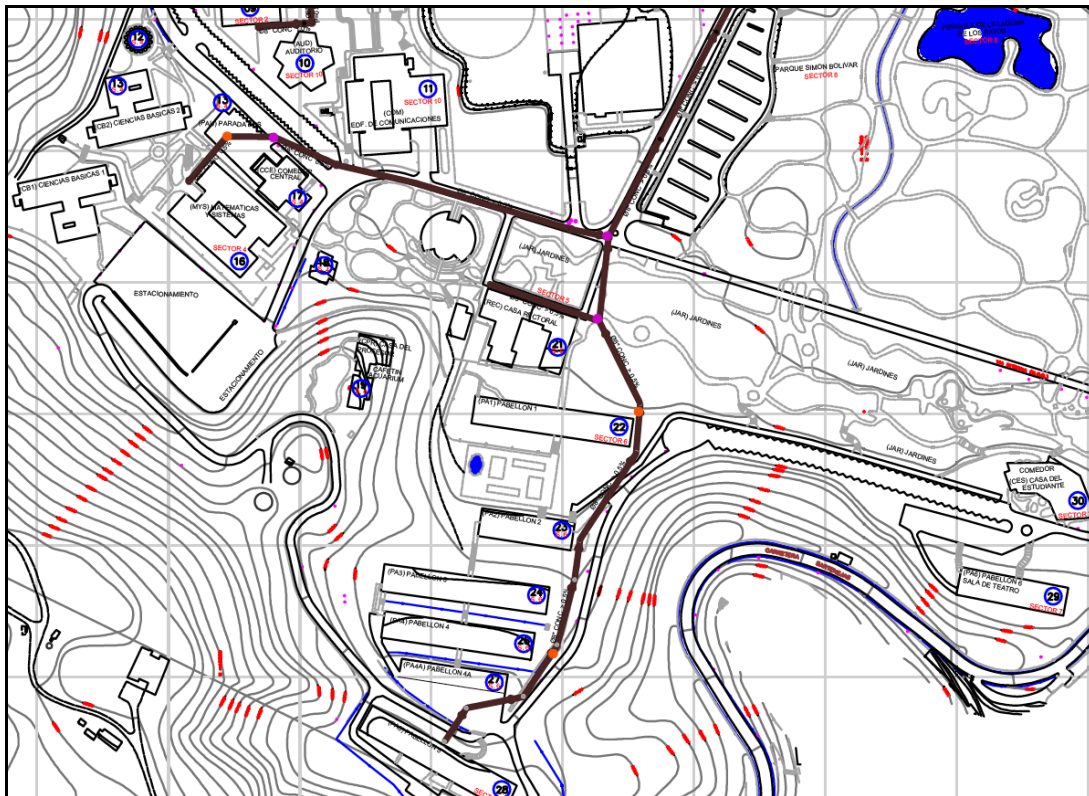


Fuente: USB

Para los sectores 4, 5 y 6, es decir, el área de edificios de ciencias básicas, casa rectoral y pabellones, se prevén tres puntos de control químico, uno de ellos tomaría en cuenta las descargas de los laboratorios que se encuentran en el edificio de Ciencias Básicas I y los otros dos puntos se encuentran en la zona de pabellones. Los puntos de control químico del área de pabellones se distribuyen de la siguiente forma, uno de ellos para medir los posibles efluentes líquidos químicos o biológicos provenientes de los pabellones 5, 4A y 4, y otro de ellos para contabilizar los efluentes de los pabellones 1 y 2.

En referencia a los puntos de control de efluentes domésticos, se proponen tres; uno de ellos a la descarga del comedor del Mys, y en el área de pabellones y casa rectoral se proponen dos, uno para medir la grasa que podría provenir del cafetín del pabellón 2 y el segundo que mediría la contribución de la casa rectoral y del comedor de la casa del profesor. La siguiente imagen muestra este segmento del plano total.

**Imagen 14. Puntos de control químico y de efluentes domésticos propuestos en los sectores 4, 5 y 6 de la Universidad Simón Bolívar**



Fuente: USB

De esta forma, con la distribución propuesta de puntos de control, se podría establecer un sistema de monitoreo que logre controlar y hacer el seguimiento de las posibles descargas de productos químicos en los laboratorios de la universidad y controlar en caso en que las hubiese, los excesos de grasas a través de trampas de grasa para las descargas de los comedores.

El plan que se propone en relación a los efluentes líquidos provenientes de los laboratorios en general es el siguiente:

- Identificar para cada laboratorio la cantidad de sustancias químicas que se manejan con mayor frecuencia y que pueden ser potenciales efluentes líquidos químicos vertidos a la red de aguas servidas.
- Para cada punto de control químico establecido, determinar según la cantidad de laboratorios que contribuyan a la red cloacal en ese punto, cuáles son las sustancias químicas que deben examinarse en esa boca de visita.
- Realizar un listado específico de la cantidad de exámenes o parámetros fisicoquímicos que deben analizarse en cada punto de control.
- Proponer dentro del comité de calidad o el comité de desechos tóxicos una comisión para la toma de muestras.
- Colocar en la agenda de la unidad de laboratorios la realización de estos exámenes al menos una vez por trimestre.
- Al realizar los exámenes fisicoquímicos en cada boca de visita (cada uno diferente dependiendo del tipo de laboratorios que se encuentre en ese ramal de aguas residuales), se determinará si alguna unidad de laboratorios contribuye a la red de aguas residuales con efluentes líquidos.
- Se recomienda estudiar las formas de minimización de la cantidad de efluentes líquidos que generen los laboratorios contribuyentes (medidas institucionales y medidas técnicas). Dependiendo del caso y de la cantidad de efluente líquido químico vertido, se recomienda a la coordinación de calidad de los laboratorios, instalar dispositivos de tratamiento específicos para el tipo de efluente químico generado.
- Al transcurso de tres trimestres, se podrán observar aquellos laboratorios que no hayan disminuido sus contribuciones y sugerir a la coordinación de calidad, tomar medidas adicionales para minimizar los efluentes líquidos.
- Para aquellos efluentes líquidos químicos que no puedan ser tratados antes de llegar a la red cloacal, se recomienda estudiar entre las empresas manejadoras de desechos del país, cuál de ellas podría encargarse de su disposición y tratamiento.

## II.6.2. Propuesta de desarrollo para de planta de tratamiento con fines educativos

En función de las numerosas opciones educativas y de investigación existentes para el aprovechamiento del proyecto del sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto, y en aras de proponer concretamente un plan para desarrollar estos usos, se recomienda la realización de las siguientes tareas:

- A través de la caracterización de los compuestos que son mayormente utilizados en los laboratorios de la universidad, se podría realizar una investigación sobre las posibles plantas acuáticas que son utilizadas a nivel mundial para la depuración de aguas contaminadas. De este modo podrían realizarse ensayos prácticos de investigación para fines específicos en la laguna de oxidación planteada, para medir la eficiencia de estos métodos naturales de depuración o para el desarrollo de nuevas técnicas de tratamiento de efluentes industriales.
- Si se establecen canales de comunicación efectivos entre las autoridades locales, regionales y nacionales en materia de ambiente, podrían proponerse trabajos de pasantía, miniproyectos y tesis de pre y postgrado orientados a investigación y experimentación de nuevos sistemas de tratamiento de aguas dirigidos a atacar problemas específicos nacionales en este respecto. Para esto deberían tomarse las siguientes acciones:
  - Identificar los posibles entes públicos relacionados con tratamiento de aguas interesados en apoyar este proyecto y en iniciar investigaciones conjuntas con la universidad para resolver problemáticas puntuales (Hidrocentro, Hidrocapital, dirección de calidad de aguas del Ministerio del poder popular para el ambiente, dirección de ambiente de la alcaldía de Baruta, etc).
  - De la misma forma podrían analizarse las opciones de empresas privadas que estén involucradas en el tema de depuración de aguas contaminadas y que puedan aportar fondos a través de proyectos Locti de investigación en tratamiento de aguas.

- Se debería ampliar la investigación sobre los mecanismos de financiamiento y operación bajo los cuales actúan los proyectos actualmente instalados en Latinoamérica de plantas de tratamiento de aguas en instituciones universitarias.

### **II.6.3. Propuesta de actuación con las instituciones involucradas para solicitar la continuidad del proyecto**

Para poder canalizar el proyecto por las vías correctas, en este punto se analizan brevemente las instituciones que estarían involucradas en la fase de presentación y promoción del proyecto y se describen sus competencias.

En primera instancia se encuentra el municipio Baruta, según la Ley Orgánica del poder público Municipal, en su capítulo I: competencias de los municipios, es competencia de los municipios, el gobierno y la administración de los intereses propios de la vida local, la gestión de las actividades y servicios que requiera la comunidad municipal, de acuerdo con la Constitución vigente de la República Bolivariana de Venezuela.

El Municipio ejercerá sus competencias mediante instrumentos jurídicos como Ordenanzas, acuerdos, reglamentos, decretos, resoluciones, los cuales son de obligatorio cumplimiento por parte de los particulares y de las autoridades nacionales, estatales y locales. Son competencias propias del Municipio las siguientes:

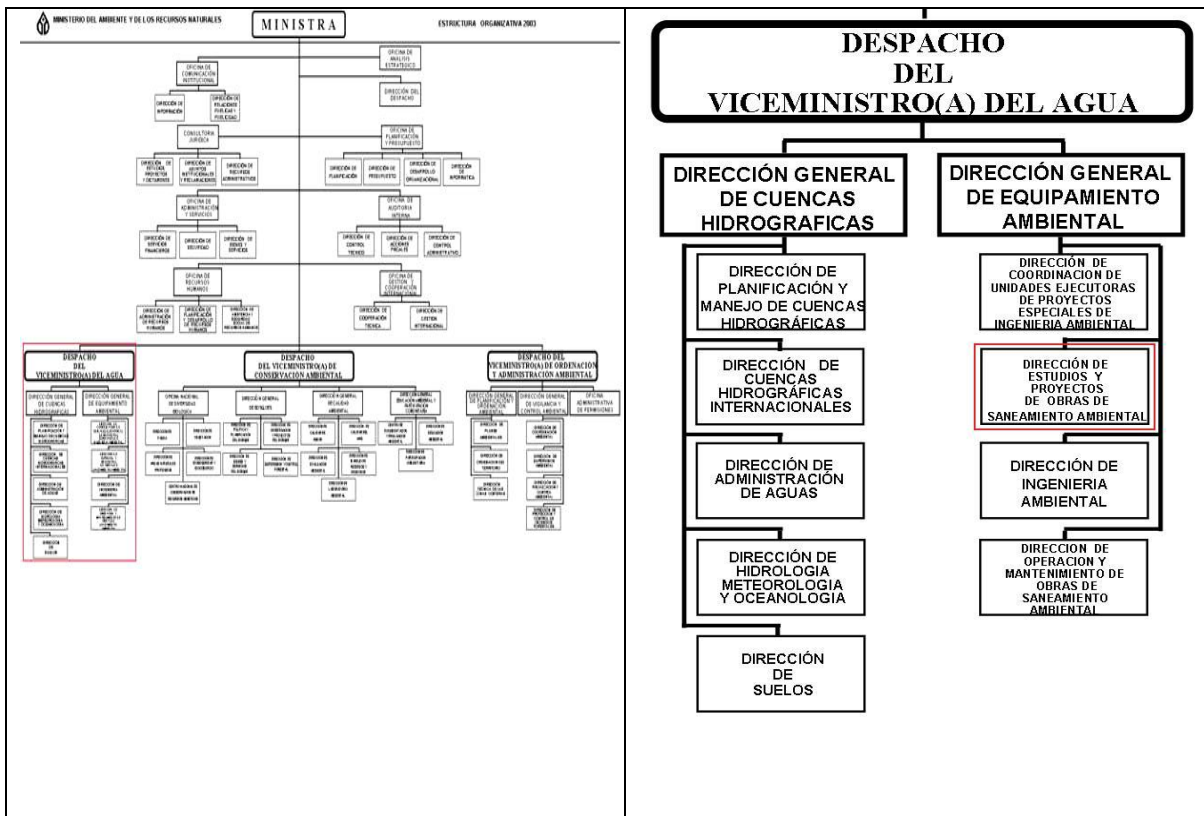
- El gobierno y administración de los intereses propios de la vida local.
- La gestión de las materias que la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela y las leyes nacionales les confieran en todo lo relativo a la vida local, en especial, la ordenación y promoción del desarrollo económico y social, la dotación y prestación de los servicios públicos domiciliarios, la aplicación de la política referente a la materia inquilinaria, la promoción de la participación ciudadana y, en general, el mejoramiento de las condiciones de vida de la comunidad en las áreas siguientes:

- La ordenación territorial y urbanística; el servicio de catastro; el patrimonio histórico; la vivienda de interés social; el turismo local; las plazas, parques y jardines; los balnearios y demás sitios de recreación; la arquitectura civil; la nomenclatura y el ornato público.
- La vialidad urbana, la circulación y ordenación del tránsito de vehículos y personas en las vías municipales y los servicios de transporte público urbano.
- Los espectáculos públicos y la publicidad comercial en lo relacionado con los intereses y fines específicos del Municipio.
- La protección del ambiente y la cooperación en el saneamiento ambiental; la protección civil y de bomberos; y el aseo urbano y domiciliario, incluidos los servicios de limpieza, recolección y tratamiento de residuos.
- La salubridad y la atención primaria en salud; los servicios de protección a la primera y segunda infancia, a la adolescencia y a la tercera edad; la educación preescolar; los servicios de integración familiar de las personas con discapacidad al desarrollo comunitario; las actividades e instalaciones culturales y deportivas; los servicios de prevención y protección, vigilancia y control de los bienes; y otras actividades relacionadas.
- Los servicios de agua potable, electricidad y gas doméstico; de alumbrado público, alcantarillado, **canalización y disposición de aguas servidas**; de mataderos, cementerios, servicios funerarios, de abastecimiento y mercados.
- La justicia de paz; la atención social sobre la violencia contra la mujer y la familia, la prevención y protección vecinal y los servicios de policía municipal, conforme a la legislación nacional aplicable.
- La organización y funcionamiento de la administración pública municipal y el estatuto de la función pública municipal.
- Las demás relativas a la vida local y las que le atribuyan la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela y las leyes nacionales y estatales.



Las empresas hidrológicas se encuentran adscritas al Ministerio del poder popular para el Ambiente. Por tanto el proyecto para el saneamiento de aguas residuales en la Quebrada Sartenejas, debería dirigirse a través de la alcaldía, la universidad y la comunidad hacia Hidrocapital, el cual si pre aprueba el proyecto, debería remitirle el mismo al Ministerio del Ambiente en el viceministerio de Agua, específicamente en la dirección de Estudios y Proyectos de obras de Saneamiento ambiental, tal como se indica en la imagen 16.

**Imagen 16. Organigrama del Ministerio del Ambiente y viceministerio del agua**



En el aspecto institucional se propone realizar las siguientes actividades para conocer las vías correctas o eficientes de presentar el proyecto ante las autoridades:

- Consultar con la alcaldía del municipio Baruta, específicamente con la dirección de Planificación Urbana y Catastro, ya que es la dirección con la cual la dirección de

Infraestructura recomendó conversar, sobre los mecanismos de realización del proyecto.

- Una vez identificada la dirección correcta de la alcaldía del Municipio Baruta, se debe investigar, en caso de que el proyecto sea de interés del gobierno local, hasta qué punto podría esta institución prestar apoyo para la realización del proyecto.
- Seguidamente definido el apoyo que podría prestar el municipio, se debe establecer el contacto con la dirección interna de Hidrocapital que se encarga de la recepción de este tipo de proyectos.
- Paralelamente se deben consultar las direcciones anteriormente mencionadas del Ministerio del Ambiente para conocer los procedimientos según los cuales se otorgarían los permisos de ocupación del territorio y afectación de los recursos naturales.
- De requerirse, debe realizarse un listado de estudios y trámites necesarios en las diferentes instancias de Hidrocapital y el Ministerio del Ambiente, para la otorgación de los permisos.
- Una vez conociendo cuál podría ser la participación de la alcaldía del municipio dentro del proyecto y conociendo los requerimientos para la otorgación de los permisos, debe contactarse la instancia adecuada de Hidrocapital para entregarles el proyecto y realizarles una breve presentación del mismo que debería contener al menos los siguientes puntos:
  - Poblaciones beneficiadas con el proyecto
  - Importancia del mismo para la comunidad de El Placer, la Universidad Simón Bolívar y las comunidades que son afectadas por esta quebrada aguas abajo.

## CAPÍTULO III. ANÁLISIS FODA

A continuación, se muestra desde un punto de vista integral y considerando los aspectos mencionados anteriormente, la matriz FODA del Proyecto para el saneamiento y aprovechamiento de la quebrada Sartenejas:

### **Fortalezas:**

- Se involucra el saneamiento de los efluentes tanto de la USB como de la Urbanización El Placer y la mejora en la canalización de aguas servidas.
- Se involucra la adecuación de un sistema de monitoreo de efluentes industriales de los laboratorios de la USB.
- El proyecto beneficiaría la calidad de aguas no sólo de la quebrada Sartenejas, sino de las demás quebradas que confluyen hacia la Guairita en el municipio Baruta.
- Se podría aprovechar el sistema de tratamiento para fines educativos y de investigación. Beneficiándose estudiantes universitarios, investigadores y entes públicos que propongan problemas de saneamiento prioritarios para ser desarrollados.
- Se podría beneficiar la población escolar del municipio a través de talleres de concientización.
- Se vincularía tanto a la comunidad universitaria como a los actores sociales e institucionales para resolver una problemática importante en el municipio y el país.

### **Oportunidades:**

- Este proyecto representa una oportunidad para la mejora de la calidad de efluentes en el municipio Baruta y para atender un problema identificado por una comunidad y un potencial problema para otras comunidades.
- Puede ser una opción interesante para establecer mecanismos de cooperación entre los entes públicos locales, regionales y nacionales con los centros

académicos para el desarrollo de nuevas tecnologías para el tratamiento de las aguas.

- Podría beneficiar a nivel educativo a muchas comunidades dentro del municipio y a gran parte de la comunidad académica de la universidad.
- El estudio de los mecanismos de actuación de los gobiernos locales y regionales que se llevará a cabo permitirá conocer de qué forma se pueden llevar a cabo proyectos sociales dentro del municipio.

#### **Debilidades:**

- El proyecto representa una inversión considerable de parte de los entes participantes y requerirá de un constante seguimiento y mantenimiento.
- La ubicación de la planta de tratamiento como está propuesta y sin conocer el estado de los colectores aguas abajo, podría no ser efectiva para la adecuación de la calidad de las aguas de la quebrada Sartenejas en su parte media y baja, ya que la misma podría ser contaminada nuevamente aguas abajo.
- Actualmente la universidad no posee un sistema eficiente de control y monitoreo de sus efluentes químicos, los cuales podrían comprometer seriamente el desempeño del sistema de tratamiento de aguas.
- El proyecto ha sido formulado preliminarmente tomando en cuenta aspectos técnicos y académicos, sin involucrar variables como potenciales retornos económicos, generación de proyectos y aportes sociales para hacer más atractivo el mismo tanto para inversores.

#### **Amenazas:**

- El proyecto debe asegurar financiamiento suficiente para su realización y para su mantenimiento y monitoreo (insumos, maquinaria y equipos y personal calificado para operación).
- Por la retirada ubicación de la planta de tratamiento, el proyecto físico debe disponer de vigilancia y resguardo constante tanto de parte de la institución como de parte de la comunidad para evitar robos y daños a los equipos.

- El proyecto debe establecer claramente las competencias y participación de los actores involucrados para no generar malos entendidos entre los institución universitaria, la alcaldía de Baruta, las comunidades aledañas, los centros de educación del municipio y las empresas públicas y privadas interesadas.

## CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas y en aras de garantizar el seguimiento del proyecto y la planificación de las acciones en el año 2010, se recomienda seguir el siguiente curso de acción:

### A nivel técnico

- Definir el sistema de tratamiento final para la planta propuesta de tratamiento (entre las dos opciones seleccionadas de lodos activados mediante aireación extendida y el tratamiento primario avanzado con filtro percolador).
- Reevaluar la ubicación del sistema de tratamiento, tomando en cuenta las descargas de aguas residuales de la Universidad y las descargas de aguas residuales de la Urbanización el Placer, la diferencia de cotas del terreno para evitar estaciones de bombeo y la calidad del terreno para soportar el peso total operativo de la planta.
- Implementar un sistema eficiente de control y monitoreo de efluentes químicos de la universidad que prevenga la operación del sistema de tratamiento en condiciones no adecuadas. A través del sistema propuesto se tendría inventario de los principales materiales químicos e industriales utilizados por la universidad, los cuales pueden generar nuevas investigaciones o pueden ser vendidos a empresas manejadoras de este tipo de sustancias.

### A nivel estratégico

- Debe estudiarse la influencia que tendría en el municipio la instalación de un sistema de tratamiento de nivel de la naciente de la quebrada y la afectación positiva y negativa que tendría este proyecto a nivel social y ambiental dentro del municipio.
- Igualmente se debe estudiar si a nivel de educación, investigación y proyectos externos, la universidad a través de este nuevo sistema de

tratamiento puede beneficiar al municipio, a la región, a la empresa privada y al sector público nacional.

- Estos factores son muy importantes para poder hacer este proyecto atractivo y financiable tanto por el sector público competente como por el sector privado, no sólo para su construcción y puesta en marcha, sino para su sostenibilidad en el tiempo.

### **A nivel de actores sociales**

- Realizar talleres con la comunidad de El Placer, tanto Consejo Comunal, como población residente y población que trabaja en la urbanización, para dar a conocer tanto las fortalezas como las debilidades del proyecto.
- Realización de una consulta a la comunidad de El Placer, para conocer si están de acuerdo con la posible ubicación de la Planta de tratamiento y con el proyecto como tal y para tener el aval de la comunidad.
- Conocer con actual Consejo Comunal sobre las fechas en las cuales se realizarían nuevas elecciones y estos actores sociales cambiarían, ya que si hubiera cambio de integrantes del Consejo Comunal en un mediano plazo, es sumamente importante suministrarles toda la información recabada.
- Informar a la comunidad sobre las competencias de la Alcaldía en lo que respecta al tema de proyectos de limpieza de quebradas, canalización de aguas (aguas de lluvia y aguas residuales) e instalación de sistemas de tratamiento de aguas.
- Investigar a detalle cuáles son las comunidades que se encuentran aguas debajo de la Quebrada Sartenejas y son afectadas por las aguas residuales descargadas en ella. De este modo se contabilizaría de forma aproximada la población afectada del municipio y se conocería la opinión de estas comunidades al respecto.
- Garantizar el establecimiento de los canales de comunicación entre la USB, comunidad de El Placer y la Alcaldía de Baruta o Hidrocapital durante todas las etapas previas al proyecto.

### **A nivel Educativo**

- Diseño de la “vereda” educativa, desde la universidad Simón Bolívar hasta la ubicación de la planta de tratamiento e indicar específicamente el contenido de la misma.
- Diseñar la forma que tendría el acceso lateral de la planta de tratamiento y los contenidos que se expondrían en ese lugar con fines educativos y de capacitación.
- Diseño del aula de prácticas al lado de la planta de tratamiento, tanto para dar clases como para plantear laboratorios prácticos para caracterización de efluentes.
- Diseño de la laguna de oxidación, dimensiones, frecuencia de uso y determinación de las especies que se utilizarían en la misma con fines educativos, de investigación y de capacitación interna y externa de profesionales.
- Diseñar el contenido general de los talleres educativos y de formación para los estudiantes de bachillerato del municipio y estudiantes de pregrado y postgrado de la universidad en materia de tratamiento de aguas.
- Diseñar en función de los principales problemas de depuración hídrica de la región y del país, un programa de posibles mini proyectos, tesis y pasantías que podrían realizarse en la planta de tratamiento. De esta forma se podría atraer inversión externa para la operación y mantenimiento del sistema.

### **A nivel institucional**

- Consultar con la alcaldía del municipio Baruta, específicamente con la dirección de Planificación Urbana y Catastro, sobre los mecanismos de realización del proyecto e investigar hasta qué punto podría esta institución prestar apoyo para la realización del proyecto.
- Establecer el contacto con la dirección interna de Hidrocapital que se encarga de la recepción de este tipo de proyectos y consultar sobre los recaudos necesarios para hacerles llegar el mismo.
- Consultar las direcciones anteriormente mencionadas del Ministerio del Ambiente para conocer los procedimientos según los cuales se otorgarían los permisos de ocupación del territorio y afectación de los recursos naturales.

- realizarse el listado de estudios y trámites necesarios en las diferentes instancias de Hidrocapital y el Ministerio del Ambiente, para la otorgación de los permisos.
- Una vez conociendo cuál podría ser la participación de la alcaldía del municipio dentro del proyecto y conociendo los requerimientos para la otorgación de los permisos, debe contactarse la instancia adecuada de Hidrocapital para entregarles el proyecto y realizarles una breve y atractiva presentación del mismo.
- No debe descartarse la consulta a los organismos internacionales que podrían apoyar este tipo de proyectos orientados al aspecto social, ambiental y educativo como la CAF, el BID, las embajadas, el PNUD, etc.

## CAPÍTULO V. REFERENCIAS

- 1 Alcaldía del Municipio Baruta. Página web: <http://www.alcaldiadebaruta.gob.ve/>, consultada el 4/12/09.
- 2 Erazo R., Cárdenas J. y Ruiz (2000). Planta de tratamiento de aguas residuales en la universidad Nacional Mayor E. San Marcos, Lima Peru. Revista Peruana de Química e Ingeniería Química, Vol 3 N°1.
- 3 Estudio preliminar para el saneamiento y aprovechamiento de la quebrada Sartenejas. Instituto de Estudios regionales y urbanos, informe de Gestión, Febrero 2009.
- 4 Experiencias a escala piloto en sistemas UASB para tratamiento de aguas residuales municipales en Venezuela. Planta experimental de tratamiento de aguas Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela. Revista de la facultad de ingeniería de la UCV, Vol 18, N°1, 2003.
- 5 Hidrocapital. Página web: [http://www.hidrocapital.com.ve/index.asp?spg\\_id=6](http://www.hidrocapital.com.ve/index.asp?spg_id=6), consultada el 2/12/09.
- 6 Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. Página web: <http://www.minamb.gob.ve/>, consultada el 4/12/09.
- 7 Montbrun N., Rastelli Victor, Montbrun J., Rastelli Victoria y Oliver Karen (2008). Estudio y propuesta de soluciones para el tratamiento, saneamiento y recuperación de lagos y ríos venezolanos. Proyecto N°GPIE48-2095.
- 8 Operación eficiente de Plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas. Instituto de ingeniería de la Universidad Autónoma de Mexico (UNAM). Página web: [http://eventos.iingen.unam.mx/Informe2003\\_2007/Archivos/graficas0004/0004\\_1\\_1\\_3.pdf](http://eventos.iingen.unam.mx/Informe2003_2007/Archivos/graficas0004/0004_1_1_3.pdf), consultada el 4/12/09.
- 9 Planta de tratamiento de aguas residuales de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Página web: <http://www.cquimicasuabjo.org/n3.php>, consultada el 4/12/09.
- 10 Planta de tratamiento de aguas residuales de la universidad Tecnológica de Torreón, México. Página web:

- <http://www.csdwand.net/data/sheet.asp?cn=Mexico&fn=LA0339>,  
consultada el 4/12/09.
- 11 Planta de tratamiento de aguas residuales, Universidad Nacional de Ingeniería, facultad de ingeniería ambiental, Perú. Página web: [http://fia.uni.edu.pe/unitrar/unitrar\\_servicio.htm](http://fia.uni.edu.pe/unitrar/unitrar_servicio.htm), consultada el 4/12/09.
- 12 Planta piloto de tratamiento físico químico de efluentes de laboratorio. Instituto tecnológico de Buenos Aires, 2005. Página web: <http://www.itba.edu.ar/archivos/secciones/planta%20piloto%20COPIME.pdf>, consultada el 4/09/12.
- 13 *Tecnologías sostenibles para el tratamiento de aguas y su impacto en los sistemas acuáticos*. Universidad de Concepción, Concepción, Chile, 5 de julio de 2006(
- 14 *Tecnologías y usos de las aguas residuales en México*, Dr. Antoni Escalas Cañellas (Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México).
- 15 Universidad Simón Bolívar, Unidad de Laboratorios. Página web: <http://www.ulab.usb.ve/>, consultada el 2/12/09.
- 16 Vesilind, P.A. (2003). *Wastewater treatment plant design*. WEF-IWA: Alexandria (VA,EU).