

# DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS EN EL SECTOR SAN JOSÉ DE MAPUEY, MUNICIPIO SAN CARLOS, ESTADO COJEDES

## DIAGNOSIS OF THE INFRASTRUCTURE OF THE SEWAGE SYSTEM AND SEWAGE TREATMENT IN SAN JOSE DE MAPUEY SECTOR, SAN CARLOS MUNICIPALITY, COJEDES STATE

Ivis Quiroz Ruiz<sup>1</sup>, José Mauricio Cortez <sup>2</sup>y Franklin Paredes Trejo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa Académico Ingeniería, Arquitectura y Tecnología. ivisquirozruiz@gmail.com

<sup>2</sup>Programa Académico Ingeniería, Arquitectura y Tecnología. topoven@gmail.com

<sup>3</sup>Programa Académico Ingeniería, Arquitectura y Tecnología. Grupo GICHRI/UNELLEZ-VIPI.  
franklinparedes75@gmail.com

Recibido: 17-02-2012 Aceptado: 16-01-2013

### RESUMEN

En el sector San José de Mapuey, Municipio San Carlos, estado Cojedes, se observa con mucha regularidad el colapso y mal funcionamiento de los sistemas de recolección y tratamiento de aguas servidas. En esta investigación se realizó el inventario y diagnóstico de toda la infraestructura existente: colectores, bocas de visita, estación de bombeo y lagunas de oxidación, al tiempo de tomar mediciones directas en el área de trabajo con equipos topográficos y análisis de calidad de aguas. Como productos de esta investigación se generaron los planos de planta de colectores con detalles de la estación de bombeo, línea de impulsión y laguna de oxidación. Entre los resultados más relevantes se puede mencionar: 1) se observó la obstrucción de un gran número de colectores y bocas de visita; 2) se evidenció que la estación de bombeo, línea de impulsión y la laguna de oxidación están funcionando en forma inadecuada debido en parte al incremento de la demanda como consecuencia del crecimiento de la población al oeste de la localidad (no se contempló) en la red original. Por lo anterior, se presentó una serie de propuestas y sugerencias para mejorar el funcionamiento de todo el sistema, incluyendo las ampliaciones requeridas para proporcionar el servicio a 107 parcelas de viviendas unifamiliares.

**Palabras claves:** San José de Mapuey, recolección y tratamiento de aguas servidas, cloacas, colectores, bocas de visita, laguna de oxidación, estación de bombeo de aguas servidas.

### SUMMARY

In San Jose de Mapuey Sector, San Carlos Municipality, Cojedes State is frequently observed the collapse and bad operation of the sewage system and the sewage treatment. In this research were made an inventory and a diagnosis of the complete existing structure: collectors, manholes, pumping plants and oxidation ponds, by taking direct measurements with surveying equipments and by analyzing the quality of the water. The results of this study generated sewage system plant planes, details of the pumping plant, load water line and oxidation ponds. Some of the outstanding findings were: 1) a good number of

collectors and manholes are obstructed, 2) it was observed that the pumping plant, the load water line and the oxidation pond are not working properly because of the growing demand due to the population increase to the west of the location (increase that was not planned in the original sewage system design). For these reasons, this study presents some proposals and suggestions to improve the functioning of the system, including the required enlargement to serve 107 lots for family houses.

**Key Words:** San José de Mpuey, collection and treatment of wastewater, sewage, collectors, manholes, oxidation pond, pumping station sewage.

## **INTRODUCCIÓN**

En cualquier país, estado o región donde existe planificación, el crecimiento poblacional va acompañado de un plan urbanístico, donde se tome en cuenta las ampliaciones y mejoras a los servicios públicos que demanda la población futura. En la actualidad, el colapso de los sistemas de recolección y tratamiento de aguas servidas es muy común, debido a que esa planificación no existe, la demanda de viviendas cada día es mayor y se construyen nuevas soluciones habitacionales que drenaran sus aguas servidas a los colectores y sistemas de tratamiento sin que exista la capacidad para transportarlos y/o tratarlos. Adicionalmente a esta situación, en los entes gubernamentales no suele existir información documental para el estudio y diagnóstico de la situación de los servicios.

San José de Mapuey es una localidad adyacente al kilómetro 105 de la Troncal 5 que forma parte de la parroquia San Carlos de Austria, en el Municipio San Carlos del Estado Cojedes. Esta comunidad tiene diversos problemas relacionados con el funcionamiento de la red de aguas servidas, los cuales han ocasionado un ingente malestar social. Con el objeto de proveer a las instituciones que administran la red de aguas servidas de la comunidad mencionada, se diagnosticó la infraestructura del sistema de recolección y tratamiento de las aguas servidas en el referido sector y sobre esta base, se desarrolló una propuesta para mejorar el servicio de recolección y tratamiento de las aguas servidas, orientado al cumplimiento de las normas sanitarias vigentes en el país.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Unidad de Estudio**

La Unidad de Estudio (UE) comprende en su totalidad al sector San José de Mapuey, el cual se ubica a unos 4 km al Oeste de la ciudad San Carlos, en la parroquia San Carlos de Austria en el Municipio San Carlos del Estado Cojedes. La UE limita al Norte con terrenos de uso agrícola privados, al Sur con la Troncal 5, al Este con el Río Mapuey y al Oeste con terrenos de uso agrícolas del INTI. La UE forma un polígono irregular de 52,58 hectáreas, cuyo lindero queda definido por los siguientes vértices: V<sub>1</sub>: N 1066391, E 539004; V<sub>2</sub> N: 1066371, E: 539284; V<sub>3</sub> N: 1066782, E 539250; V<sub>4</sub> N: 1066778, E: 539635; V<sub>5</sub> N: 1066664, E: 539830; V<sub>6</sub> N: 1066484, E: 539923; V<sub>7</sub> N: 1066309, E: 540097, V<sub>8</sub> N: 1066109, E: 539615; V<sub>9</sub> N: 1065989 ,E : 539309 y V<sub>10</sub> N: 1065920, E: 539117

### **Fases de la investigación**

Fase I: Inventario de la infraestructura del servicio de recolección y tratamiento de aguas servidas que existe en el área de estudio: en esta fase se realizaron las siguientes tareas:1) se visitaron los organismos relacionados con la gestión de aguas servidas para tomar nota de los documentos de acceso público, como planos y memorias descriptivas de los sistemas de recolección y tratamiento de aguas servidas del sector San José de Mapuey, Municipio San Carlos, estado Cojedes. 2) se geolocalizaron con un posicionador satelital, a través de sus coordenadas UTM (datumRegven), las bocas de existentes, estas últimas se destaparon para tomar nota de su estado, medir la profundidad con respecto a la tapa, diámetro de los colectores y sentido del flujo del agua. Las bocas de visita cubiertas con pavimento se ubicaron a través de un detector de metales. 3) se visitaron la estación de bombeo de aguas servidas y lagunas de oxidación, y tomo nota de las dimensiones de cada uno de sus componentes. 4) Se identificó y geolocalizó la línea de impulsión a la laguna de oxidación.

Fase II: Determinación de las necesidades de ampliación de la red de recolección de aguas servidas: se realizó el levantamiento topográfico, de los subsectores del área de estudio ocupados por viviendas y parcelas que no cuentan con los servicios de recolección de aguas servidas; durante el desarrollo de esta tarea, se tomó nota de la geoubicación de la

boca de visita del colector más cercano y se determinó las cotas asociadas a la tapa y rasante así como el diámetro del colector a que pertenece.

Fase III: Diagnóstico de la red de recolección de aguas servidas en el sector San José de Mapuey, Municipio San Carlos, del Estado Cojedes: 1) se observó el funcionamiento del sistema y evaluó mediante observación visual la situación de la red. Durante las visitas de campo, se enfatizó en la búsqueda de roturas de las tuberías y descargas directas al suelo o drenajes naturales; 2) se determinó el gasto medio del sistema considerando una dotación per cápita de cinco (05) habitantes por vivienda y 300 l/día/hab. 3) Se determinó la demanda máxima del sistema, según se especifica en el capítulo III artículo 3, apartes 6, 7, 8, 11, 12 y 13 de la Gaceta Oficial N° 5318. Extraordinario del 6 de abril de 1999. “Normas Generales para Proyectos de Alcantarillado”; 4) se calculó la capacidad hidráulica de los colectores utilizando la fórmula de Manning; 5) se realizó una comparación entre la demanda máxima del sistema o Gasto unitario “ $Q_{UNT}$ ” y la capacidad hidráulica de los colectores “C”, para determinar si la red presta servicio en forma eficiente.

Fase IV: Diagnóstico del sistema de tratamiento de las aguas servidas en la localidad de San José de Mapuey, en el Municipio San Carlos, del Estado Cojedes: se evaluó mediante observación visual, la situación del sistema. Adicionalmente, se caracterizó hidráulicamente (gastos) y fisicoquímica-bacteriológicamente (parámetros normados), los líquidos cloacales en la descarga directa de la tubería de rebose de la estación de bombeo y en la descarga de la laguna al Caño Don Loro. Con estos resultados se infirió la capacidad teórica del sistema lagunar y la eficiencia de trabajo actual.

Fase V: Propuesta para mejorar el servicio recolección y tratamiento de las aguas servidas a fin de cumplir con las normas sanitarias: En base a los resultados derivados de las fases precedentes, se realizó una propuesta para mejorar el servicio del sistema (no cuenta con ingeniería de detalle, pero se incorpora la ingeniería conceptual y básica de las obra de mejora que son necesarias).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Sobre el inventario la infraestructura de servicio de recolección y tratamiento de aguas servidas:

Se inventariaron 6.422,68 m de colector de diámetros que varían entre 20 y 25 cm, en concreto y PVC; 70 bocas de visita y 478 parcelas que presuntamente están empotradas a la red. El sistema cuenta con una estación de bombeo de aguas servidas, conformada por: una Tanquilla de Retención de Sólidos (TRS), un pozo húmedo, un equipo de bombeo (Marca KSB. Modelo KRT-K-150-315/6P de Potencia 20 HP), una tanquilla de válvulas, donde se alojan las piezas requeridas para el BY-PASS de las bombas y una caseta de construcción convencional de concreto armado que contiene un tablero principal para el sistema de arranque y parada de las bombas. La línea de impulsión la conforman una tubería de PVC, a presión, clase AB, de seis (06) pulg., de diámetro, la cual tiene una longitud aproximada de 1000 metros y una presión de trabajo de 10 kgf/cm<sup>2</sup>.

El sistema de tratamiento consiste de dos lagunas de estabilización conectadas en serie. El líquido cloacal es descargado por la línea de impulsión a la tanquilla de entrada de la primera laguna, esta tiene forma rectangular con bordes ovalados y posee un volumen de almacenamiento de 1024,24m<sup>3</sup>. Una vez que el efluente cumple un periodo de retención definido, va hacia la segunda laguna, la cual es casi idéntica a la primera (tiene la misma forma), pero con un volumen de almacenamiento de 892,73m<sup>3</sup>. El líquido tratado en esta segunda laguna es conducido hacia la boca de visita del colector de descarga que lleva el agua por gravedad al “Caño Don Loro”; este colector es una tubería de concreto de 25 cm. Con una longitud aproximada de 63 metros.

Sobre las necesidades de ampliación de la red de recolección de aguas servidas:

Se observó, en algunas zonas, áreas donde se construyeron viviendas y parcelas para viviendas unifamiliares que no cuentan con un colector para las aguas servidas. Este problema, se resuelve ampliando la red en las siguientes zonas y con las características descritas en la Tabla 1

**Tabla 1.-** Necesidades de ampliación de la red de recolección de aguas servidas

| Sector | Nº<br>VIVIENDA | Tubería propuesta |
|--------|----------------|-------------------|
|--------|----------------|-------------------|

|   | UNID       | L(m)     | Mat.  | Ø(cm) |
|---|------------|----------|-------|-------|
| Sector El Guafal; adyacente a la Troncal 5                        | 5          | 100,00   | P.V.C | 20    |
| Sector Barrio Nuevo, al norte de las bocas de visita B.3 y B.3.1  | 29         | 322,42   | P.V.C | 20    |
| Sector Barrio Nuevo, al sur de las bocas de visita B.5 y B.6      | 23         | 296,61   | P.V.C | 20    |
| Sector Las Brujitas, Barrio 7 de Enero                            | 36         | 500,35   | P.V.C | 20    |
| Zona Oeste, Pica N° 1, vía a la laguna de oxidación               | 10         | 100,00   | P.V.C | 20    |
| Callejón Calle El Rio; al este de las bocas de visita A.7.2.2yA.9 | 4          | 42,10    | P.V.C | 20    |
| TOTAL   | <b>107</b> | 1.361,48 | ---   | 20    |

Sobre la red de recolección de aguas servidas:

El diagnóstico de esta red se realizó para cada tramo de colector, comparando la demanda máxima del sistema con la capacidad hidráulica de los colectores. También se determinó la velocidad a sección plena del líquido, con el fin de compararla con la velocidad mínima de arrastre e inferir si hay sedimentación en el interior de los colectores. Los resultados se resumen a continuación:

*Colectores del sistema:* existen algunos tramos de colectores con problemas de capacidad los cuales se muestran en la Tabla 2

**Tabla 2.-** Sinopsis del análisis de los colectores

| Boca de Visita |        | Q <sub>UNT</sub> | C     | TUBERÍA  |       | Pend. | Long.  |
|----------------|--------|------------------|-------|----------|-------|-------|--------|
| Abajo          | Arriba | (L/S)            | Lps   | Mat.     | Ø(cm) | (‰)   | (M)    |
| A.1            | A.2    | 29,6             | 27,75 | Concreto | 25    | 2,90  | 83,02  |
| A.5            | A.6    | 25,55            | 22,11 | Concreto | 25    | 1,84  | 81,62  |
| B.2            | B.3    | 20,88            | 17,88 | P.V.C    | 25    | 0,77  | 126,59 |

*Bocas de Visita:* muchas se encuentra parcialmente obstruida con sedimentos y en algunos casos, rellenas de tierra; esto debido al mal funcionamiento de la estación de bombeo y al empotramiento de las aguas de lluvia los colectores de aguas servidas.

*Estación de bombeo de aguas servidas:* La infraestructura de la estación de bombeo fue diseñada para abastecer la parte más antigua de San José de Mapuey (lado Este del colector “A”). El crecimiento de la población se ha dado al Oeste de los sectores: El Guafal, Las Brujitas y Barrio Nuevo, los cuales se han incorporados a la estación de bombeo mediante un colector nuevo denominado colector “B” y una parte de Barrio Nuevo se incorpora al

colector más antiguo “A” en la boca de visita “A.7”. El colector “B”, descarga con dificultad en la estación de bombeo, comprometiendo su eficiencia cuando la bomba está funcionando. Aunque el equipo de bombeo achique el pozo húmedo, siempre queda agua represada en los colectores, pues la cota de arranque del equipo es 136,99, y esta se alcanza en la red en el tramo del colector comprendido entre las bocas de visita “B.4” y “B.5”; es decir, aguas abajo de estas bocas de visita hasta la estación de bombeo se encontrará trabajando a presión el colector. Esta situación se agrava en época de lluvia, pues se desborda el agua por la tapa superior del pozo húmedo, produciéndose el colapso total de la red; ingresar a la estación de bombeo, un caudal de agua que no puede ser abatido por la bomba.

*Línea de impulsión hacia la laguna:* se observó un buen funcionamiento, no existen fugas de aguas servidas en toda su longitud y transporta en forma eficiente el gasto que actualmente bombea el equipo instalado. Si este caudal fuera el gasto máximo del sistema, sería necesario evaluar este diámetro.

#### Sobre el sistema de tratamiento de las aguas servidas

La infraestructura existente requiere un mantenimiento general; en las lagunas de estabilización creció vegetación en su interior, se observa acumulación de sedimentos que impiden un flujo regular del agua (generación de zonas muertas donde no se ocurre degradación biológica y se favorece el crecimiento vegetativo). Las tanquillas de entrada y salidas de las lagunas no tienen tapas, por lo que se encuentran llenas de sólido y vegetación, tampoco se observan las compuertas que permiten el funcionamiento del BY-PASS (usado durante las faenas de mantenimiento). La boca de visita de arranque del colector de descarga a la laguna no tiene tapa y la cerca perimetral fue desmantelada. No tiene un acceso definido. El colector de descarga no tiene una franja de servidumbre.

#### Sobre la propuesta para mejorar el servicio de recolección y tratamiento de las aguas servidas orientado al cumplimiento de las normas sanitarias.

1.- Reconstruir los tramos de colectores que se indican en la Tabla 3.

**Tabla 3.-** Tramos de colectores que requieren ser reconstruidos

| Boca de Visita  |        | Tubería Actual |       | Long.  | Tubería Propuesta |        |       |
|---|--------|----------------|-------|--------|-------------------|--------|-------|
| Abajo   | Arriba | Mat.           | Ø(cm) | (M)    | Mat.              | Ø(cm)  | S (‰) |
| TRS   | A      | Concreto       | 25    | 17,80  | P.V.C             | 30     | 61,97 |
| A   | A.1    | Concreto       | 25    | 54,38  | P.V.C             | 30     | 5,2   |
| A.1   | A.2    | Concreto       | 25    | 83,02  | P.V.C             | 30     | 5,2   |
| A.2   | A.3    | Concreto       | 25    | 42,30  | P.V.C             | 30     | 5,2   |
| A.3   | A.4    | Concreto       | 25    | 72,44  | P.V.C             | 30     | 5,2   |
| A.4   | A.5    | Concreto       | 25    | 84,72  | P.V.C             | 30     | 5,2   |
| A.5   | A.6    | Concreto       | 25    | 81,62  | P.V.C             | 30     | 5,2   |
| A.6   | A.7    | Concreto       | 25    | 95,04  | P.V.C             | 30     | 5,2   |
| Total longitud de tubería a reconstruir en el colector "A", de PVC Ø 30 CM: |        |                |       |        |                   | 531,32 | ML    |
| TRS   | B      | P.V.C          | 25    | 54,13  | P.V.C             | 30     | 4,14  |
| B   | B.1    | P.V.C          | 25    | 84,17  | P.V.C             | 30     | 2     |
| B.1   | B.2    | P.V.C          | 25    | 65,92  | P.V.C             | 30     | 2     |
| B.2   | B.3    | P.V.C          | 25    | 126,59 | P.V.C             | 30     | 2     |
| Total longitud de tubería a reconstruir en el colector "B", de PVC Ø 30 CM: |        |                |       |        |                   | 330,81 | ML    |

2.- Realizar limpieza general a todos los tramos de colectores del sistema (removerlos sedimentos acumulados)

3.-Las bocas de visita deben limpiarse, colocarles sus tapas de hierro fundido (si no la tienen). Aquellas que no cumplen con las normas para el proyecto de alcantarillados o que no existen, pero son necesarias, deben construirse.

4.- Una vez que el sistema esté en funcionamiento normal se debe programar un mantenimiento periódico en todos los tramos de colector con pendiente inferior a 0,60 m/s.

5.- Realizar mantenimiento de: TRS, Pozo Húmedo y Tanquilla del BY-PASS.

6.-Evaluar la reubicación de la estación de bombeo de aguas servidas; se sugiere emplazarla al sur, adyacente al mismo drenaje al que se encuentra actualmente o hacia el oeste adyacente a la Troncal 5, pero antes del caño "Don Loro"; se sugiere profundizarla para que los colectores bajo ninguna circunstancia de funcionamiento normal trabajen a presión; esta reubicación implicaría un colector de descarga de mayor diámetro ya que los caudales de los colectores "A" y "B" se unirían, además habría que recalcular la línea de impulsión y el equipo de bombeo y prever la incorporación de todas las viviendas ubicadas hacia el sur, adyacentes a la Troncal 5.

7.- Como emergencia, mientras se reubica y rediseña la estación bombeo y línea de impulsión, se sugiere definir una franja de servidumbre de la línea de impulsión en el tramo que va desde su derivación en la calle Las Brujitas hasta la laguna de oxidación y envolver con concreto aproximadamente 50 m. (pasan por la parcela de la Sra. Meryuris Pérez)

8.- En la laguna de estabilización se debe construir una vía de acceso requerida para el mantenimiento e inspección rutinaria o control, reconstruir cerca perimetral y portón de acceso, remover toda la vegetación y los lodos del interior de las dos lagunas, tanquillas y tuberías; reconstruir compuertas del BY-PASS y tapas de las tanquillas de entrada y salida; construir la ampliación requerida para que el efluente cumpla con lo indicado en el Artículo 10 de las Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos, Decreto N° 883 11 de octubre de 1995.

9.- Se deben construir, respetando la normativa vigente, los tramos de colectores requeridos para poder prestar el servicio a los sectores donde no existe una red de recolección de aguas servidas

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

La infraestructura existente correspondiente a la estación de bombeo, línea de impulsión y lagunas de estabilización fueron construidas para servir en forma eficiente la parte más antigua de San José de Mapuey ubicada al lado este del colector denominado como colector “A”, el resto de los nuevos desarrollos que representan los sectores: El Guafal, Las Brujitas y Barrio Nuevo no fueron tomados en cuenta para estos diseños, de allí deriva la ineficiencia del sistema si consideramos que existe un funcionamiento ideal de todos sus componentes. Durante la época de lluvia, el sistema colapsa totalmente y queda en malas condiciones para transportar los gastos en época de verano, esto se debe a que los vecinos de la comunidad empotran las aguas de lluvia al sistema de aguas servidas, en contravención a lo indicado en el artículo 2, aparte 2 de la Gaceta Oficial N° 5318. Extraordinario del 6 de abril de 1999. “Normas Generales para Proyectos de Alcantarillado” (exige un sistema separado). Sobre la bases de los resultados derivados del estudio, se sugiere: 1) realizar inspecciones a la red para detectar las viviendas que

empotran las aguas de lluvia en los colectores para aguas servidas y proveer a los vecinos de la comunidad alternativas para el drenaje de aguas de lluvia; 2) cuando se realicen la pavimentación de las vías se debe cuidar que las bocas de visita no queden tapadas por el asfalto.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Arocha, S. 1983. Cloacas y Drenajes: Teoría y Diseño. Editorial Vega S.R.L. Caracas, Venezuela.

Rivas M., G. 1982. Tratamiento de Aguas Residuales (2<sup>a</sup>. ed.). Editorial Vega S.R.L. Caracas, Venezuela.

Metcalf & Eddy, 1998. Ingeniería de Aguas Residuales (2<sup>a</sup>. ed.). McGraw-Hill, Madrid, España.

Venezuela 1989. INOS. Normas e Instructivos para el Proyecto de Alcantarillado.

Venezuela 1995. Decreto N° 883: Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos. Caracas, Octubre 11.

Venezuela 1998. Normas Sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones. Gaceta Oficial de la República de Venezuela. N° 4044 (Extraordinario). Caracas, septiembre 8.

Venezuela 1999. Normas Generales para Proyectos de Alcantarillado. Gaceta Oficial de la República de Venezuela. N° 5318 (Extraordinario). Caracas, abril 6.