DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAMPUÉS - SUCRE

JORGE LUIS MONTIEL PERALTA
CÉSAR DARÍO PACHECO RUÍZ
MARIO JAVIER TREJO HERNÁNDEZ

UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
SINCELEJO
2007

DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAMPUÉS - SUCRE

JORGE LUIS MONTIEL PERALTA
CÉSAR DARÍO PACHECO RUÍZ
MARIO JAVIER TREJO HERNÁNDEZ

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil

DIRECTOR:

DALMIRO PACHECO RUÍZ
INGENIERO CIVIL

CODIRECTOR:

CARLOS HUGO MONTOYA ARIAS
INGENIERO CIVIL

UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
SINCELEJO
2007

Nota de aceptación

_____
_____
_____
_____
_____

_____
Firma del Director del Proyecto

_____
Firma del jurado

_____
Firma del jurado

Sincelejo, 23 de Noviembre de 2007

AGRADECIMIENTOS

La verdad es que para llegar hasta este punto fue necesario el constante apoyo y colaboración de muchas personas.

Pero queremos agradecer a ciertas personas que se vieron vinculadas directamente a la elaboración de este trabajo y que de una u otra manera intervinieron en su ejecución, y por eso se hace mención de ellos a continuación:

Carlos Hugo Montoya Arias, Ingeniero Civil Ex–Gerente EMPASAM Codirector de proyecto

Dalmiro Pacheco Ruiz, Ingeniero Civil. Director de proyecto

Ingeniero Enrique Vergara. Actual gerente EMPASAM

Señor Marco Tulio Herrera García. Empleado de EMPASAM

Héctor Mario Herrera, Ingeniero Geólogo. Jefe Oficina de Aguas – CARSUCRE

Omar Pérez, Técnico de CARSUCRE.

Orlando José Montiel Herazo. Ingeniero Civil Ex–Secretario de Oficina de Infraestructura y Desarrollo, Municipio de Chinú – Córdoba

DEDICATORIA

A *Dios*, a su Hijo Amado nuestro Señor *Jesús* y su *Santo Espíritu,* que son los que a diario tratan conmigo de una manera única y especial, y son quienes me ayudan a sostenerme y andar cada día… sin ellos ni siquiera yo existiría.

A mis padres, pues gracias a que *Dios* los uso a ellos como elementos en sus manos para que naciera, creciera, e influyeran de manera determinante en lo que hoy en día soy.

A mis amigos, que aunque no son cantidades si son calidades, a los que no me acompañaron en mi vida universitaria directamente pero si estuvieron para apoyarme y darme ánimos para seguir adelante, y claro y de manera muy especial a quienes no pueden faltar, aquellos que corrían y sufrían conmigo ante la implacable dureza de un examen, o lo extenso y poco tiempo para realizar un informe, y que también estuvieron para recochar y disfrutar de la vida de un universitario, a ellos gracias porque esos son recuerdos para siempre llevar.

Y a quien no puede faltar, a mi amada novia, la linda niña de mis ojos y de quien me siento hoy felizmente enamorado y pido Dios que cada día me de muchas fuerzas y mucho amor para brindarlo a ella… a ti mi linda *Katy*

César Darío Pacheco Ruiz

A Dios Todopoderoso, a mis padres, a mis hermanos y a todos aquellos que de una u otra forma me apoyaron en el alcance de este objetivo.

Mario Javier Trejo Hernández

A mi Padre celestial, quien día a día me muestra su amor en todas las cosas creadas. Al Señor Jesucristo, a quien con ninguna obra podré pagar su eterna gracia. Al Santo Espíritu de Dios, mi consolador, mi guía fiel en todo lo que emprendo. A mis Padres, los cuales con su esfuerzo y dedicación se convierten en los artífices de mi formación. A mis hermanos y amigos, quienes siempre me alentaron a luchar por grandes objetivos. A todos ellos gracias.

Jorge Luis Montiel Peralta

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 18
1 OBJETIVO MACRO 20
1.2 OBJETIVO GENERAL 20
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 20
2 ALCANCE 21
3 METODOLOGIA 22
4 TRABAJO DE CAMPO 23
5 TRABAJO DE OFICINA 24
6 RECOPILACION DE INFORMACION Y TRABAJOS DE CAMPO 25
7 ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO 27
7.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y LÍMITES 27
7.2 EXTENSIÓN TERRITORIAL Y DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA 29
7.3 BARRIOS QUE CONFORMAN EL ÁREA URBANA: 29
7.4 CORREGIMIENTOS DEL ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO: 30
7.5 ORGANIZACIÓN VEREDAL 30
7.6 CLIMATOLOGÍA 31
7.7 TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA 33
7.8 HIDROGRAFÍA 35
7.9 VÍAS DE ACCESO Y TRANSPORTE 38
7.10 SERVICIOS PÚBLICOS 40
7.11 ASPECTOS EDUCATIVOS 41
7.12 ASPECTOS SOCIO ECONÓMICOS 41
7.12.1 Estratificación del Municipio 41
7.12.2 Necesidades Básicas Insatisfechas 42
7.12.3 Condiciones Sociales 42
7.12.4 Sector Salud 43
7.12.5 Actividades Económicas 44
7.13 POBLACIÓN ACTUAL Y PROYECCIONES DE POBLACIÓN 47
7.13.1 Calculo de Población Actual y Futura 49
7.13.1.1 Métodos de cálculo para las proyecciones de población 50
7.13.1.1.1 Método Aritmético 51
7.13.1.1.2 Método Geométrico 52
7.13.1.1.4 Proyección Polinómica 55
7.13.1.2 Conclusiones 61
7.13.2 Nivel de Complejidad del Sistema 62

8 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE SAMPUÉS 64
8.1 ASPECTOS GENERALES 64
8.2 DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA 67
8.2.1 Fuentes de abastecimiento. 67
8.2.2 Almacenamiento 69
8.2.2.1 Características de los tanques subterráneos 70
8.2.2.2 Características tanque elevado en concreto 71
8.2.3 Evaluación de la capacidad de almacenamiento 73
8.2.4 Conducciones 75
8.2.4.1 Descripción de las conducciones 76
8.2.5 Red de distribución 77
9 DIAGNÓSTICO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO 80
9.1 SITUACIÓN ACTUAL 80
9.2 SECTORIZACIÓN DEL SERVICIO 80
9.2.1 Operación de la red de suministro. 82
9.3 COBERTURA DEL SISTEMA 83
9.4 PRODUCCIÓN Y REQUERIMIENTO ACTUAL DE AGUA 83
9.4.1 Parámetros de operación del sistema 83
9.4.2 Dotación y porcentaje de pérdidas 86
9.4.3 Producción Actual (Oferta) 88
9.4.4 Requerimientos Actuales (Demanda Potencial) 89
9.5 ESTADO FÍSICO Y OPERATIVO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO 91
9.5.1 Geología e Hidrogeología del Acuífero 91
9.5.2 Calidad del agua 94
9.5.3 Diagnóstico de la calidad del agua para suministro 94
9.5.4 Sistema de Abastecimiento, Características pozos existentes ... 95
9.5.5 Diagnóstico del sistema de pozos de abastecimiento: 96
9.5.6 Equipos de bombeo 98
9.5.7 Casetas de bombeo 100
9.5.8 Red de Distribución 107
9.5.9 Redes de Distribución Principal 107
9.5.10 Red Menor 108
9.5.11 Tramos a reponer 109
9.5.12 Accesorios 111
9.5.13 Macromedición y Micromedición 113
9.5.14 Entidad Administradora 113
9.6 MODELACIÓN DE LA RED MATRIZ DE ACUEDUCTO 114
9.6.3 Modelo de la red actual 114
9.6.4 Situación Actual de la red de distribución 115

9.7 ANÁLISIS DE LA RED ACTUAL RESULTADOS OBTENIDOS ... 117
10 ANÁLISIS DE VIDA ÚTIL DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA. 118
10.1 Caudal suministrado ... 119
10.2 Conducciones ... 120
10.3 Potabilización del agua: ... 121
10.4 Conducciones ... 121
10.5 Sistema de rebombeo existente ... 122
10.6 Redes de distribución: ... 123
10.7 Almacenamiento: ... 123
11 CONCLUSIONES ... 125
12 RECOMENDACIONES ... 129
13 BIBLIOGRAFÍA ... 134

LISTA DE TABLAS

Tabla No. -1 Población de Sampués. Datos del censo
Tabla No. -2 Número de viviendas por barrio
Tabla No. -3 Proyecciones de población por diferentes métodos
Tabla No. -4 Proyecciones de población por diferentes metodologías
Tabla No. -5 Estratificación de usuarios del servicio de acueducto
Tabla No. -6 Perfiles de los pozos
Tabla No. -7 capacidades de almacenamiento
Tabla No. -8 Volumen de almacenamiento requerido en las etapas de diseño
Tabla No. -9 Discriminación de tuberías de acueducto por diámetro
Tabla No. -10 Discriminación de tuberías de acueducto por diámetro
Tabla No. -11 Usuarios del sistema de acueducto
Tabla No. -12 Parámetros de diseño del sistema de acueducto
Tabla No. -13 Estimativo demanda actual de agua en el perímetro urbano
Tabla No. -14 Cobertura de suministro - Caudal suministrado vs. caudal requerido
Tabla No. -15 Calidad de agua para suministro
Tabla No. -16 Algunas Características de los pozos
Tabla No. -17 Descripción de los equipos de bombeo
Tabla No. -18 Inventario de tubería de la red principal de distribución
Tabla No. -19 Inventario de tubería de la red menor de distribución
Tabla No. -20 Parámetros actuales de la de las líneas de conducción

LISTA DE FIGURAS

Figura No. -1 Localización geográfica y límites
Figura No. -2 Proyección geométrica
Figura No. -3 Proyección exponencial
Figura No. -4 Proyección polinómica
Figura No. - 5 Proyección aritmética
Figura No. - 6 Comparación de cada proyección a través de las gráficas
Figura No. -7 Ubicación espacial de los pozos
Figura No. -8 Tanque elevado de concreto
Figura No. -9 Esquema de despiece de las redes de acueducto
Figura No. -10 Vista general de la caseta pozo Nº 5
Figura No. -11 Vista al interior de la caseta pozo Nº 5
Figura No. -12 Vista general de la caseta pozo Nº 6
Figura No. -13 Vista pozo Nº 6
Figura No. -14 Vista general de la caseta pozo Nº 7
Figura No. -15 Vista general de la caseta pozo Nº 8
Figura No. -16 Vista general de la caseta pozo Nº 8
Figura No. -17 Vista general de la estación del rebombeo (cuartos de máquinas)
Figura No. -18 Equipos de bombeo sector centro
Figura No. -19 Equipos de bombeo sector troncal (30 HP)
Figura No. -20 Equipos de bombeo sector troncal (100 y 50 HP)
Figura No. -21 Tramos a reponer en este sector de la red actual, diámetros 2''
Figura No. -22 Tramos a reponer en este sector de la red actual, diámetros 2''
Figura No. -23 Tramos a reponer en este sector de la red actual, diámetros 2''
Figura No. -24 Tramos a reponer en este sector de la red actual, diámetros 2''
Figura No. -25 Capacidad de suministro actual vs. demanda proyectada.
Figura No. -26 Capacidad Total de Conducciones

LISTA DE ANEXOS

- Plano general de Catastro de redes del Sistema de Acueducto Urbano del Municipio de Sampués – Sucre.

GLOSARIO

Acueducto Sistema de abastecimiento de agua para una población.

Acuífero Formación geológica o grupo de formaciones que contiene agua y que permite su movimiento a través de sus poros bajo la acción de la aceleración de la gravedad o de diferencias de presión.

Agua potable Agua que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, en las condiciones señaladas en el Decreto 475 de 1998, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a la salud.

Almacenamiento (En sistemas de Acueducto): Acción destinada a almacenar un determinado volumen de agua para cubrir los picos horarios y la demanda contra incendios.

Análisis físico-químico del agua Pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar sus características físicas, químicas o ambas.

Análisis microbiológico del agua Pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos.

Calidad del agua Conjunto de características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas propias del agua.

Capacidad de almacenamiento Volumen de agua retenido en un tanque o embalse.

Catastro de redes Inventario de las tuberías y accesorios existentes incluidas su localización, diámetro, profundidad, material y año de instalación.

Caudal de diseño Caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado.

Caudal de incendio Parte del caudal en una red de distribución destinado a combatir los incendios.

Caudal máximo diario Consumo máximo durante veinticuatro horas, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

Caudal máximo horario Consumo máximo durante una hora, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

Caudal medio Caudal medio anual.

Caudal medio diario Consumo medio durante veinticuatro horas, obtenido como el promedio de los consumos diarios en un período de un año.

Cloro residual Concentración de cloro existente en cualquier punto del sistema de abastecimiento de agua, después de un tiempo de contacto determinado.

Conducción Componente a través del cual se transporta agua potable, ya sea a flujo libre o a presión.

Control de calidad del agua potable Análisis organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos realizados al agua en cualquier punto de la red de distribución, con el objeto de garantizar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en el Decreto 475 de 1998.

Dotación Cantidad de agua asignada a una población o a un habitante para su consumo en cierto tiempo, expresada en términos de litro por habitante por día o dimensiones equivalentes.

Estación de bombeo Componente destinado a aumentar la presión del agua con el objeto de transportarla a estructuras más elevadas.

Fuente de abastecimiento de agua Depósito o curso de agua superficial o subterráneo, natural o artificial, utilizado en un sistema de suministro de agua.

Fugas Cantidad de agua que se pierde en un sistema de acueducto por accidentes en la operación, tales como rotura o fisura de tubos, rebose de tanques, o fallas en las uniones entre las tuberías y los accesorios.

Hidrante Elemento conectado a la red de distribución que permite la conexión de mangueras especiales utilizadas en la extinción de incendios.

Macromedición Sistema de medición de grandes caudales, destinados a totalizar la cantidad de agua que ha sido tratada en una planta de tratamiento y la que está siendo transportada por la red de distribución en diferentes sectores.

Micromedición Sistema de medición de volumen de agua, destinado a conocer la cantidad de agua consumida en un determinado período de tiempo por cada suscriptor de un sistema de acueducto.

Optimización Proceso de diseño y/o construcción para lograr la mejor armonía y compatibilidad entre los componentes de un sistema o incrementar su capacidad o la de sus componentes, aprovechando al máximo todos los recursos disponibles.

Población flotante Población de alguna localidad que no reside permanentemente en ella y que la habita por un espacio de tiempo corto por razones de trabajo, turismo o alguna otra actividad temporal.

Red de distribución o Red Pública Conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta los puntos de consumo.

Red matriz Parte de la red de distribución que conforma la malla principal de servicio de una población y que distribuye el agua procedente de la conducción, planta de tratamiento o tanques de compensación a las redes secundarias. La red matriz llamada también primaria, mantiene las presiones básicas de servicio para el funcionamiento correcto de todo el sistema, y generalmente no reparte agua en ruta.

Red menor de distribución Red de distribución que se deriva de la red secundaria y llega a los puntos de consumo.

Reglamento Técnico Reglamento de carácter obligatorio expedido por la autoridad competente, con fundamento en la Ley, que suministra requisitos técnicos, bien sea directamente o mediante referencia o incorporación del contenido de una norma nacional, regional o internacional, una especificación técnica o un código de buen procedimiento. Decreto 2269/93.

Tanque de almacenamiento Depósito destinado a mantener agua para su uso posterior.

Tipo de usuario Diferentes clases de usuarios que pueden existir a saber: residenciales, industriales, comerciales, institucionales y otros.

Tratamiento (para potabilización) Conjunto de operaciones y procesos que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas, para hacerla potable de acuerdo a las normas establecidas en el Decreto 475 de 1998.

Únicamente los autores son responsables de las ideas expuestas en el presente trabajo.

RESUMEN

El Diagnóstico y Evaluación Técnica del Sistema de Acueducto Urbano del Municipio de Sampués – Sucre, ha sido desarrollado en la zona urbana del municipio de Sampués y recoge la información básica del sistema de acueducto urbano.

El trabajo consiste en un diagnóstico que permite establecer la situación actual del sistema de acueducto, partiendo de un análisis de las características generales del municipio y cada uno de los componentes del sistema, desde la captación hasta la red de distribución para comprender su dinámica para determinar las mejoras posibles aplicables al sistema actual.

Este trabajo se convierte en una propuesta básica inicial que sirve de partida para la implementación de una solución metodológica, estructural e integral para el desarrollo de mejoras en la prestación del servicio de agua potable en el municipio.

La investigación además sugiere la identificación y priorización de mejoras en el sistema de acueducto, atendiendo a las necesidades actuales y previendo su constante deterioro y futura falta de eficiencia a causa del crecimiento de la población del municipio.

ABSTRACT

The Technical Diagnosis and Evaluation of the System of Urban Aqueduct of the Municipality of Sampués–Sucre, it has been developed in the urban area of the municipality of Sampués and it picks up the basic information of the system of urban aqueduct.

The work consists on a diagnosis that allows to establish the current situation of the aqueduct system, leaving of an analysis of the general characteristics of the municipality and each one of the components of the system, from the reception until the distribution net to understand its dynamics to determine the applicable possible improvements to the current system.

This work becomes a proposal basic initial that serves as departure for the implementation of a methodological, structural solution and integral for the development of improvements in the benefit of the service of drinkable water in the municipality.

The investigation also suggests the identification and priorización of improvements in the aqueduct system, assisting to the current necessities and foreseeing its constant deterioration and future lack of efficiency because of the growth of the population of the municipality.

INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dada la situación actual en que se desarrolla la humanidad, se ha establecido con plena convicción de que en una cobertura de servicios públicos de buena calidad reposan parte de los cimientos para construir una sociedad más equitativa y solidaria.

Por múltiples razones tener un instrumento de planificación y ordenamiento para la administración municipal y la empresa encargada de la prestación de los servicios públicos domiciliarios ESP, se hace necesario un documento base en el cual se halle consignado el diagnostico de la situación actual del sistema de acueducto, lo cual trae consigo el mejoramiento de la calidad de vida de una comunidad, es por ello que en el municipio de Sampués – Sucre se hace necesario realizar el Diagnostico y Evaluación Técnica del Sistema de Acueducto Urbano con el fin de identificar las carencias que se pueden presentar en el municipio, para determinar si existen prestaciones insuficientes del servicio, la causa de los mismo, ya sea deterioro en su infraestructura o falta de capacidad de los sistemas, así como también el funcionamiento de la empresa prestadora del servicio, sus fortalezas, deficiencias y dificultades que se presentan en la actualidad.

Aunque con identificar el problema no es suficiente para plantear el proyecto de agua potable, si se busca diagnosticar en detalle el estado y la capacidad de la infraestructura existente, es decir la oferta del servicio mismo, todo con el fin de estimar adecuadamente cual es la demanda actual y futura, para cubrir en el horizonte de planeación.

La prestación insuficiente del servicio de acueducto, es un problema común en las comunidades de nuestra región y está asociado principalmente con la

falta de políticas de planeamiento que permitan la expansión oportuna de los diferentes elementos de los sistemas, para atender los requerimientos crecientes de la demanda del servicio. Adicionalmente, sistemas con una capacidad suficiente pueden ofrecer un servicio deficiente por no contar con una adecuada operación de sus componentes o por no existir medios que permitan controlar que los usuarios hagan un uso eficiente y racional del servicio.

Lo anterior se evidencia en el municipio de Sampués, que en un pasado logró construir su sistema de acueducto con una capacidad adecuada, pero con el paso del tiempo, debido a las causas anteriores, ha disminuido notoriamente por la ausencia de políticas apropiadas de planeamiento para la expansión oportuna de los sistemas, de una adecuada operación y de un uso racional del servicio.

Por otra parte, también debemos sumarle la ineficiencia causada por las malas condiciones físicas de la infraestructura existente debido al vencimiento del período de su vida útil, lo cual hace necesario e indispensable la elaboración de este proyecto de optimización y restaurar plenamente la capacidad del sistema.

1 OBJETIVO MACRO

Obtener un instrumento de planificación y ordenamiento para la administración municipal y la empresa encargada de la prestación de los servicios de agua potable en el municipio de Sampués (EMPASAM).

1.2 OBJETIVO GENERAL

Conocer la situación actual de la prestación del servicio de acueducto en el municipio de Sampués – Sucre, mediante un diagnóstico de la infraestructura existente y de los procesos operativos para optimizar su prestación, proyectando las medidas necesarias con el fin de aumentar la cobertura, calidad, eficiencia y continuidad del servicio.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar el nivel de complejidad del sistema.
- Analizar el estado en que se encuentran los componentes del sistema de acueducto.
- Realizar el catastro de las redes del servicio de agua potable.
- Evaluar detalladamente el sistema para conocer la cantidad de agua necesaria para abastecer a la población actual y la población a un año de diseño determinado.
- Proyectar las medidas de optimización del servicio para la población presente y la población a un año futuro, buscando asegurar que se cumpla con los requerimientos exigidos por la reglamentación vigente.

2 ALCANCE

Realizar la descripción general del sistema de acueducto urbano, investigando y utilizando la información requerida, tanto la existente como la información primaria suministrada por la empresa prestadora del servicio EMPASAM.

Realizar una investigación en campo para la descripción de los aspectos generales, características socioeconómicas de la población del municipio y otros aspectos del mismo tales como aspectos físicos y geográficos.

Análisis de la información existente y verificación en campo de la misma, relacionada con el sistema de acueducto.

Información topográfica necesaria de toda la red existente del municipio, ubicación de pozos, redes, de tanques.

Evaluación de calidad de agua de suministro para consumo humano.

Diagnóstico de todos los elementos del sistema de acueducto, inventario de pozos de aguas subterráneas que son los que suministran el agua a la población e inventario de todos los componentes de acueducto, su funcionamiento, estado en que se encuentran, y definición de la problemática encontrada.

3 METODOLOGIA

Para llevar a cabo la realización del proyecto fue necesario, previamente, obtener toda la información existente en la empresa de servicios públicos (EMPASAM), relacionados con caudales suministrados, caudal no contabilizado, número de usuarios registrados, estimación de perdidas.

Asimismo se nos facilitaron los planos de las redes de distribución donde se muestren las características y detalles de sus elementos tales como diámetros de tuberías, material de las mismas, longitudes, ubicación de las válvulas, tanques de almacenamiento, número de pozos empleados, sistema y operación de bombeo, entre otros aspectos relacionados con la prestación del servicio.

Para la información topográfica del municipio se utilizó información básica, pues se trabajo con el plano de curvas de nivel suministrado por la empresa prestadora del servicio EMPASAM, donde se muestran los datos referentes a la planimetría y altimetría del casco urbano.

Se utilizaron datos de población de los censos, actual y anterior para determinar el número de habitantes para el año de proyección.

Como las entidades municipales no cuentan con toda la información básica para de desarrollar el proyecto de investigación, fue necesario hacer una investigación de campo en el sitio, por medio del cual se recolectó la información necesaria para llevar a cabo los estudios pertinentes.

4 TRABAJO DE CAMPO

Debido al crecimiento del casco urbano, fue necesaria la realización del levantamiento topográfico de un corto sector que no se encontraba registrado en los planos suministrados por la empresa prestadora del servicio EMPASAM. Se ejecutaron los respectivos apiques en los puntos donde ubican las válvulas para observar de qué tipo son y el estado en que se encuentran, así como los diámetros y material de las tuberías que conectan con estas. Se comprobaron los datos suministrados de los tanques de almacenamiento y elevados así como las condiciones de operación en que se hallan.

Luego de obtener la información de campo se consultó una muestra de la población del casco urbano a través de una encuesta, con el propósito de corroborar con ellos los datos sobre continuidad, calidad y eficiencia del servicio.

5 TRABAJO DE OFICINA

Una vez obtenida toda la información necesaria en el campo, se realizaron las respectivas evaluaciones de los elementos que componen el sistema de captación, tratamiento y distribución de agua potable en el municipio. Se realizará el plano de "catastro de la red" elaborado a partir de la investigación de campo, dado que es el punto de partida, pues permite el conocimiento de la infraestructura física. Esta información básica fue complementada con algunos datos del funcionamiento actual como: políticas de operación, zonas de servicio o presión, información de censos y ubicación de daños mas frecuentes, estimativos de índices de agua no contabilizada, etc.,

A partir de toda la información anteriormente recolectada sobre el municipio de Sampués, se hizo una simulación hidráulica de la red actual que del sistema acueducto urbano en el software EPANET 2.0, con la previa ayuda de un modelo matemático en donde se esquematizará la red, conformando nodos en los puntos donde varían los diámetros o en sitios donde se concentran demandas de agua considerables, para luego analizar el comportamiento de la red.

Del análisis hidráulico de la red se establecerá el funcionamiento y la capacidad del sistema de tuberías que conforman la red de distribución, y para esto es necesario determinar su comportamiento bajo condiciones de flujo del caudal máximo horario.

Lo anterior permitirá llevar a cabo un análisis detallado que permita caracterizar el sistema y de esta forma se podrán escoger y priorizar las actividades y obras a acometer de acuerdo con las necesidades del municipio.

6 RECOPILACION DE INFORMACION Y TRABAJOS DE CAMPO

El diagnóstico y la evaluación de las condiciones en que se encuentran cada uno de los componentes físicos de los sistemas de acueducto así como de las condiciones de operación de estos, se inició con una recopilación y análisis detallado de la información disponible, la cual fue adicionalmente complementada con trabajos de campo.

La información obtenida se clasificó y se organizó, conformando un archivo bastante completo donde se presenta el origen de la información, el tipo de información, su contenido, la forma de presentación, destacando los aspectos más importantes de esta información y su etapa o momento de utilización en el estudio.

Él diagnóstico se efectuó a partir del conocimiento de los componentes físicos y las condiciones actuales de prestación de los servicios a la población. La investigación de la información requerida se efectuó principalmente con las entidades u organizaciones existentes en el Municipio de Sampués, aunque adicionalmente se incluyó y evaluó una información valiosa existente en entidades del orden departamental, regional y Nacional.

Las condiciones físicas de los componentes del sistema de acueducto se determinó partiendo de información disponible sobre las obras construidas, las cuales fueron revaluadas, verificadas o complementadas con información de campo. Esta información se logró obtener sólo en forma parcial en las Entidades Municipales, por lo que fue necesario complementarlas de forma indirecta a partir de entrevistas con los operarios de los sistemas. La información fue verificada mediante la ejecución de apiques para definición de diámetros y materiales de redes de acueducto existentes.

Las Entidades consultadas en la recopilación de información para el Municipio de Sampués fueron las siguientes:

Alcaldía Municipal
Secretaría de Planeación Municipal
Secretaría de Salud Municipal de Sampués
Empresa Oficial de Acueducto, Alcantarillado y Aseo del Municipio de Sampués EMPASAM

Las Entidades, Empresas del orden Departamental y Nacional e ingenieros que suministraron información, fueron las siguientes:

Departamento Administrativo Nacional de Estadística- DANE
Corporación Autónoma Regional de Sucre – CARSUCRE
Ingeniero Carlos Hugo Montoya Arias (Ex-Gerente EMPASAM)
Ingeniero Enrique Vergara (Actual Gerente EMPASAM)
Señor Marco Tulio Herrera García (Fontanero)

Las labores de recopilación de información duraron un tiempo mayor al previsto en razón de la dificultad de obtener la información de los componentes de los sistemas existentes de Acueducto, actualizada y centralizada en las dependencias correspondientes.

El plano del catastro de redes fue suministrado por el Ingeniero Civil Carlos Hugo Montoya Arias, aunque fue necesario hacer un levantamiento para actualizarlo, pues cierto sector se no se hallaba incluido en este.

7 ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO

Se presenta en este capítulo un resumen de las principales características físicas y socioeconómicas del Municipio de Sampués. Las características del Municipio fueron extractadas de información disponible en la Alcaldía Municipal, principalmente del Plan de Ordenamiento Territorial (PBOT) y Plan de Desarrollo Municipal 2004-2007, complementada con la recopilada o las inspecciones de campo.

Sampués es elevado a la categoría de Municipio, según ordenanza 29 de 1921 emanada de la Asamblea Departamental de Bolívar y su alcalde fue entonces Rugero García (liberal).

La fecha de 1610 se ha tomado durante muchos años como la de fundación del municipio, En este año se practico una visita a los indios para observar como era el trato dado por los encomendadores. A su llegada Alonso de Padilla bautiza a este asentamiento indígena con el nombre de Protectorado Indigenista de San Juan Evangelista de Sampués; la denominación se debe a que los descubridores daban el nombre del santo que correspondía en el almanaque eclesiástico al día del descubrimiento o visita del lugar, agregaban el nombre del Cacique Gobernante, en este caso Sampuit, quien disputo la tierra con el Cacique Tumbalí y salió vencedor. A partir de él surgió el nombre SAMPUÉS. El día 27 de noviembre es día de San Juan Evangelista.

7.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y LÍMITES

El municipio de Sampués, Está ubicado en la Republica de Colombia a 17 Km de Sincelejo en el sector occidental del departamento de Sucre, en la subregión sabanas, que constituye el declive general de los Montes de

María, hacia la depresión Momposina, limita al norte con el municipio de Sincelejo, al sur y occidente con el municipio de Chinú (Departamento de Córdoba), y por el oriente con el municipio de Corozal. (Ver mapa de localización general).

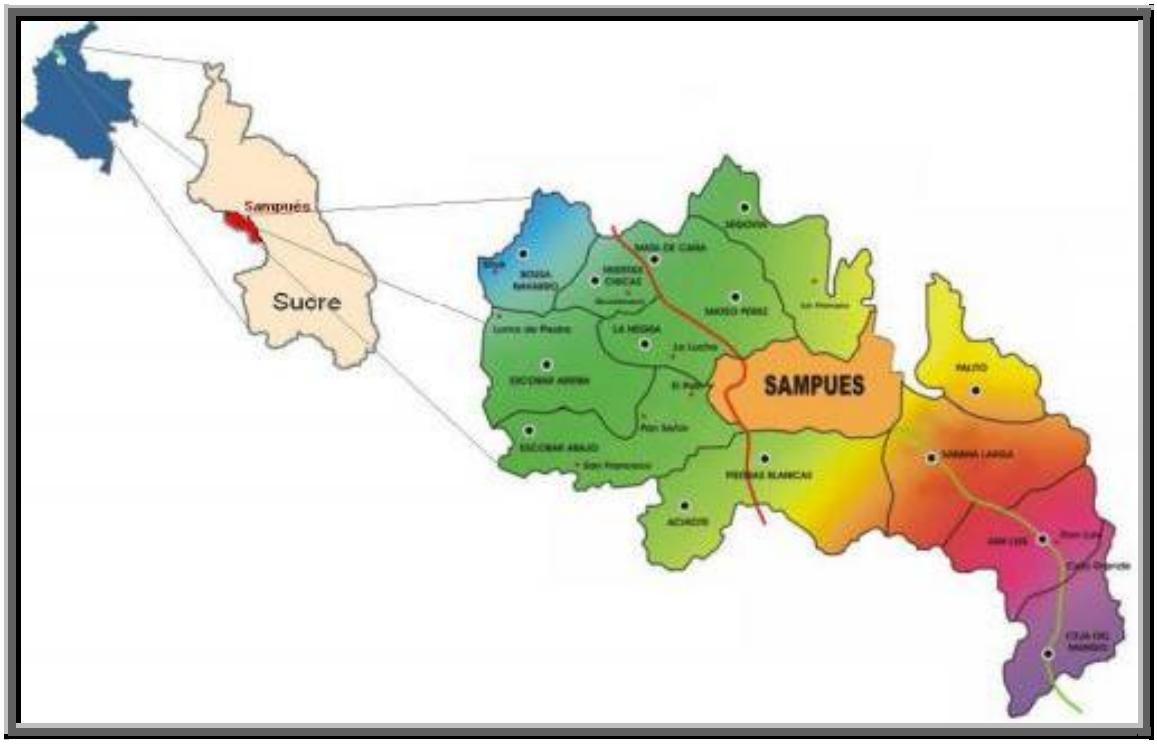


Figura No. -1 Localización geográfica y límites

Cuenta con un área total de 209 Km2, aproximadamente, que con relación al departamento equivale a un 2% de su superficie, se encuentra en el piso térmico cálido, con temperatura que oscila entre los 26 ºc y 29ºc y la precipitación se presenta en 1.000 y 1200 mm anuales.

Los puntos extremos del municipio con relación al paralelo del Ecuador; que determina la latitud, son los siguientes: el punto más extremo al norte está ubicado entre los 9º 14´44" de latitud norte en la finca "Buenos Aires" (Loma Blanca) corregimiento de Segovia, predio identificado con el Código Catastral

00-2-001-161 y 9º03´54" latitud norte; que es el punto más extremo al sur ubicado en la finca San Jorge, corregimiento de Ceja del Mango, en el carreteable que conduce al municipio de San Benito Abad, predio identificado con el código 00-4-002-013.

Con relación al meridiano de Greenwich que determina la longitud, Sampués se halla comprendido entre los 75º13´42" longitud occidental, siendo el punto más extremo al este ubicado en el predio rural la "dorada", corregimiento la Ceja del Mango, identificado con el código 00-4-002-004 y los 75º28´20" longitud occidental, punto más extremo al oeste, en el predio "El cacao", corregimiento de Escobar Abajo (terreno incorado, perteneciente al resguardo indígena) e identificado con el código 002-1-005-109.

Con respecto a la cabecera municipal, está se encuentra ubicada a 9º11´ latitud norte 75º23´al oeste de Greenwich. Teniendo en cuenta el meridiano de Bogotá Sampués se encuentra ubicado a 1º23´.

7.2 EXTENSIÓN TERRITORIAL Y DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA

El municipio presenta como divisiones administrativas tradicionales el sector urbano determinado por el perímetro urbano y el sector rural el cual está conformado por dieciséis (16) corregimientos y 11 veredas.

7.3 BARRIOS QUE CONFORMAN EL ÁREA URBANA:

Barranquillita, 12 de Octubre, Las Mercedes, Santa Marta, San Pumás, 9 de Marzo, San José, 4 y 5 Vientos, Centro, 7 de Agosto, La Balsa, Pueblo Nuevo, 12 de Noviembre, El Carmen, Gustavo Dajer, Las Peronillas, Balc. el Rio, Calle Real, Fátima, El Campano, S. Juan de Dios, La Industria, Millán

Vargas, Las Flores, Zona Artesanal, El Carmelo, Las Acacias, La Esperanzas, Las Colinas, El Oasis.

7.4 CORREGIMIENTOS DEL ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO:

Achiote, Bossa Navarro, Ceja del Mango, Escobar Abajo, Escobar Arriba, el Campo, Huertas Chica, La Negra, Loma de Piedra, Mateo Pérez, Mata de Caña, Palito, Piedras Blanca, Sabanalarga, San Luis y Segovia.

7.5 ORGANIZACIÓN VEREDAL

El Paking, Siloe, Jorge Eliécer, Villanueva, Guaimaro, La Isla, Pan Señor, San José, Ceja Grande, Don Luis y los Pérez.

En lo ateniente al ordenamiento territorial, existen dos (2) demarcaciones geográficas y administrativas, pero que convergen en un solo municipio, que son:

Resguardo Indígena Zenú de San Andrés de Sotavento. (compartido con el Departamento de Córdoba), ocupando el 33,5 % del Territorio y conformado por los corregimientos de Achote, Escobar Abajo, Escobar Arriba, Huertas chicas, Bossa Navarro, La Negra, Loma de Piedra Mata de Caña y Piedras Blancas (asentamientos indígenas) y las veredas, Pan Señor, Siloé, El Paqui, Jorge Eliécer, Villa Nueva, El Guaimaro y la Isla.

En la actualidad desde el punto de vista de la división política existen 22 cabildos distribuidos en 46 comunidades cuya autoridad esta representado en los capitanes de los cabildos menores, y la máxima autoridad centralizada en el cabildo gobernador.

Zona de Sabanas, conformada por los corregimientos de Sabana larga, San Luís, Ceja del Mango, Palito, El Campo, Mateo Pérez, Segovia, y las veredas San José, Los Pérez.

7.6 CLIMATOLOGÍA

El municipio de Sampués se encuentra enmarcado dentro de la formación ecológica del bosque seco tropical (B.ST), según la clasificación del Holdridge, la cual toma en cuenta factores climáticos como precipitación, temperatura y evotranspiración.

Para los datos mas relevantes se tomó como referencia la información disponible en las estaciones meteorológicas de la región, como la de la Universidad de Sucre, ubicada en la Granja el Perico que es de tipo agro meteorológica; la de Chinú que es de tipo pluviométrica y la el aeropuerto Rafael Bravo de Corozal.

Las condiciones climáticas en el municipio de Sampués son:

Temperatura:	28,6 ^{o}C promedio anual
Precipitación:	1.250 mm promedio anual
Humedad Relativa:	88 % promedio anual.
Vientos:	2,4 m/s, durante los meses de diciembre a marzo de las 11 a.m. a las 9 p.m.

El movimiento de las grandes masas de aire de la circulación general, aporta la presencia de los vientos alisios que provienen del Noreste, sumados a la incidencia de la brisa del mar que sopla del Oeste hacia finales de la mañana, alcanzando máxima

intensidad las primeras horas de la tarde.

Insolación. Expresado como el promedio de horas con brillo solar mensuales recibidas en cada sitio, la estación metereológica de Cereté; que es la más cercana con este dato, registra 2.042 horas anuales con una media mensual 170 horas, para un 47%, muy por encima del promedio nacional de las principales ciudades y lugares de interés, que es el 42.4%. Este nivel de insolación en la sabana es superado sólo por la costa norte y en al extremo norte con 64% en Ciénaga y Riohacha, máximas en el país.

Calidad del aire. En el sector urbano del municipio de Sampués, no se presentan grandes deterioros en cuanto a la que se refiere a la calidad del aire, ya que no hay focos de contaminaciones que puedan ser objeto de descontrol en un instante dado. La circulación del parque automotor esta controlada y no se presentan fuertes emisiones de gases tóxicos. No se encuentran fuentes de emisiones de gases tóxicos puntuales o esporádicas ni fuentes principales de emisión de gases y material particulado. En términos generales se puede decir que la calidad del aire en el sector urbano es buena.

En el área de estudio las fuentes de contaminación del aire son producto de la emisión de gases de vehículos que transitan por la carretera que conduce a San Benito Abad. Igualmente en los casos que se presentan emisiones de material partículado por levantamiento de partículas de suelo, por acción de los vientos en los lugares que no tienen la cobertura vegetal, igualmente por

malos olores que se generen por animales muertos tirados o dejados a cielo abierto estos fenómenos son temporales y pueden ser controlables.

Emisión de ruidos. Actualmente los emisores de ruidos en el municipio de Sampués son los vehículos que circulan en el interior del municipio y además los que circulan por la Vía Sincelejo – Sahagún, y Sampués – San Benito, debido a que esta vía en su recorrido pasa por las afueras del casco urbano del municipio, pero se puede decir que esta emisión de ruidos es de bajo impacto la cual es controlada y aceptable.

Otra fuente de emisión de ruidos en el municipio de Sampués, es los ruidos emitidos por la maquinaria que es utilizada en las fábricas de muebles y artesanías en madera, que se hace con niveles aceptables, y dentro de los márgenes exigidos por ley.

En la zona directa del proyecto el ruido es menor, puesto que solo se depende del flujo vehicular, el cual es poco y espaciado.

7.7 TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA

El municipio presenta en su topografía un relieve ligeramente ondulado, ondulado o fuertemente ondulado, con pendientes que oscilan entre el 3% y el 25% en la parte de los resguardos indígenas y más plano en la parte de sabanas.

Haciendo una determinación de la aptitud general del Municipio de Sampués, mediante la cual se puede hacer una apreciación que indica para qué actividad socioeconómica o uso del suelo es más o menos apta una determinada unidad de tierra o zona del Municipio.

Es importante en la evaluación de la aptitud general del territorio conocer los factores o indicadores que nos permiten identificar las potencialidades y deficiencias de cada una de las unidades que integran el territorio. La unidad a que se refiere el estudio biofísico es a las UNIDADES DE PAISAJE.

Entendiéndose por paisaje grandes porciones de tierra caracterizadas por una repetición de tipos de relieve y modelado (relieve es una geoforma determinada por una combinación de topografía y estructuras geológicas, el modelado está determinado por condiciones morfoclimáticas o procesos morfogenéticos), o una asociación de tipos de relieve. El Municipio de Sampués se alcanza a observar 2 unidades de paisajes con sus respectivas clasificaciones.

Para la valoración del territorio del Municipio de Sampués, dada sus condiciones topográficas en el paisaje se tomaron como unidades de paisaje (UP), siguiendo la jerarquización de establecida por Zinck (1988-1989) a nivel de paisaje, siendo esta propuesta por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, discriminados de la siguiente manera:

Unidad de paisaje de lomerío. Corresponde a una repetición de lomas altas alargadas separadas por una red hidrográficas moderadamente densa; el ambiente morfogenético es erosional. Las zonas pocas erosionadas comprenden relieves ligeramente ondulados sobre materiales arcillosos y, a veces, materiales con arena, cascajo y gravilla.

El ambiente morfogenético del lomerío en sectores es mixto, es decir, erosional y depositacional y en partes erosional. El relieve varía de plano hasta escarpado; como procesos dominan el escurrimiento difuso y el concentrado.

La unidad de paisaje de lomerío se encuentra generalizado en todo del Municipio, interactuando con la unidad de paisaje de valle.
Unidad de paisaje de valle. Es una porción de espacio alargado, intercalado entre dos zonas más altas en este caso lomerío y tiene como eje un curso de agua. El ambiente morfogenético de los valles es depositacional, es decir, los materiales son transportados y depositados por los ríos, arroyos o cauces de agua en forma lateral y longitudinal.

El paisaje de valle, se puede clasificar según el relieve en: Vega y Terraza. En el Municipio de Sampués se identificó la unidad de paisaje de Vega en todo el cauce del arroyo canoas, y no es más que la porción de espacio mas baja de un valle, que bordea ambas márgenes de un curso de agua. Esta corresponde al plano de inundación anual.

7.8 HIDROGRAFÍA

La hidrografía del municipio de Sampués la constituye las aguas de escorrentía, producto de las precipitaciones en épocas de lluvias, las cuales de acuerdo a su topografía se desplazan del noroeste al sureste para desaguar en la Cienaga de machado del municipio de San Benito Abad.

La hidrografía del municipio de Sampués no presenta aguas superficiales permanentes. Esta se encuentra formada por arroyos y cañadas que se manifiestan como fuentes de aguas superficiales, en forma de un gran numero de corrientes que se forman inmediatamente después de cada aguacero, erosionando el suelo formando surcos que de acuerdo al grado de desnudez que estos presentan y al tipo de suelo se profundizan y forman cárcavas. La gran mayoría de estas corrientes o vertientes son de extensión corta.

La principal microcuenca del municipio es, sin lugar a duda la del arroyo canoa, el cual en su recorrido recibe la afluencia de otros arroyos tales como: arroyo Pachotó, arroyo Payorró, arroyo el Puerco, La Peña, El Llorado, El Búho, El Peñón, arroyo El Tigre, entre otros. A su vez, algunos de estos arroyos reciben las aguas de otros arroyuelos y/o arroyos de corto recorrido, por lo general colectores de aguas residuales procedentes de cascos urbanos, como es el caso del arroyo Payorró, al cual llegan las aguas del arroyo Pasatuza, colector de aguas negras de la vertiente sur del casco urbano de Sampués.

Otra microcuenca importante en el municipio, es la del arroyo Pachotó, que tiene en su recorrido como afluentes a los arroyos Doña Juana, Membrillal, el Zanjón, Cañada de Pachamui y el arroyo Masinga. También se cuenta El arroyo San Francisco, que cuenta con vastas zonas de captación y vertientes, tiene como afluentes el arroyo Hondo, la Hiraca y Panseñor.

El arroyo Mochá ubicado en la parte noroccidental del municipio, en el corregimiento de Bossa Navarro, aunque es de mucha importancia y abarca un gran área su microcuenca, en el municipio de Sampués tan sólo hace un corto recorrido comparado con los demás arroyos.

Microcuenca del arroyo El Tigre, recibe afluencia de las aguas de arroyo Sabaneta.

La microcuenca del arroyo Achiote tiene como afluentes a los arroyos: Grande, cañada de En medio y arroyo Sampuesito.

En el municipio se presentan diferentes arroyos, algunos son menos representativos, se tienen en cuenta aquí los de mayor influencia. En la red hidrográfica de Sampués, abundan los arroyos con caudales

semipermanentes y/o temporales, los niveles de aguas son altos en épocas de lluvia pero rápidamente bajan permitiendo la aparición de los denominados “Ojos de Agua”, encharcamientos con relativa profundidad y área, en distintos sectores de los arroyos, en donde, en algunos casos, se conservan especies ícticas endémicas, comúnmente conocidas como: Mojarra, Moncholo, “Sardina” y otros. En la mayoría de los casos, en la parte central y oriental del municipio, la zona de afluencia corresponde al arroyo Canoa, gran colector final. Por su parte, la zona occidental encuentra como colectores finales, arroyos como el Achiote y San Francisco principalmente.

En forma general y de acuerdo con la topografía y el relieve del municipio las aguas de los arroyos toman curso en dirección sur oriental proviniendo del centro y oriente del municipio; y curso en dirección sur occidental proviniendo del centro y noroccidente. Tanto en la zona sur oriental como en la sur occidental, los cursos de agua corren más o menos paralelos entre sí. La permeabilidad del suelo es más visible en esta zona sur oriental en donde incluso hay un proceso adelantado de erosión debido al mal uso dado a esas tierras.

En épocas de lluvias los caudales son altos en la mayoría de los arroyos logrando incluso mantenerse por periodo de tiempo corto (3.-5 horas), lo cual posibilita la inundación de algunos planos en zona central y oriental del municipio, principalmente en áreas rurales, pero en el transcurso del tiempo (2-5 días) son evacuadas las aguas, una vez cesan las lluvias y buscan el cauce de los arroyos. Esta situación permite originar Cárcavas en el lecho de los mismos, que generalmente son suelos de texturas arcillosas y/o areniscas – arcillosas. A una distancia no superior a 4 mts del cauce del arroyo Payorró, se evidencian fuertes procesos de erosión originados por fenómenos físicos y antrópicos.

En el extremo occidental, debido a las características de su relieve (pendientes mayores del municipio y cercanía a la Serranía de San Jerónimo) se conforma una red hidrográfica turbulenta con facilidad de desbordamiento, que deja a su paso material terroso proveniente de las partes altas durante las crecientes causadas por fuertes lluvias (erosión hídrica).
De igual manera las aguas en el territorio de Sampués se mantienen mediante represas, jagüeyes, pozos artesianos, para suplir la escasez presentada en épocas de verano.

Los recursos hidrológicos (aguas de superficie y subsuperficial) son analizados a la luz de la red de drenaje de la zona, registros de lluvia y caudal. El balance hídrico se realiza haciendo un cómputo mensual entre la precipitación, evapotranspiración potencial, escorrentías e infiltración. La infiltración se considera como el 7% de la precipitación y la escorrentía el 12% de la precipitación teniendo en cuenta los tipos de suelos y la cobertura vegetal.

7.9 VÍAS DE ACCESO Y TRANSPORTE

Sampués esta situado estratégicamente en el Departamento, pues por el municipio llegan diferentes vías que pertenecen a corregimientos, veredas y la troncal que es unas de las vías más destacadas

El municipio de Sampués está articulada por ejes viales, jerarquizada de la siguiente manera:

Eje vial Nacional articula a nivel nacional el municipio de Sampués con las ciudades de Montería, Medellín, Cartagena y Barranquilla. Con una longitud

en jurisdicción del municipio igual a 12.0 Km. El tramo de vía Sampués – Sincelejo, está construido asfalto y se encuentra en regular estado, las bermas en algunos tramos no se encuentran construidos, al igual que cunetas, y bordillos, exponiéndose a socavación de la base, trayendo consigo el deterioro acelerado.
Eje vial Departamental: Este eje corresponde a las vías de orden Departamental, las cuales intercomunica a Sampués con los municipios de el Roble y San Benito Abad.

La vía Sampués – San Benito Abad tiene una longitud de 16 km. en jurisdicción de Sampués, de los cuales 4.5 Km se encuentra construida en pavimento rígido y el resto en afirmado, con un mantenimiento esporádico, repercutiendo, que en épocas de lluvias se dificulte la comunicación.

El municipio cuenta aproximadamente con un 50% de vías pavimentadas algunas de las cuales son las mas transitadas ocasionando en algunos puntos la contaminación “auditiva, visual, gases contaminantes”. Y un alto riesgo de accidentalidad por vehículos de transporte públicos y privados, por otro lado están los vehículos de paso, que están obligados a entrar al municipio para dirigirse a los corregimientos, cuyas vías no están diseñadas para carga pesada. El resto son las vías sin pavimentar encontrándose en mal estado, que a pesar de ser menos transitadas tienen un foco de contaminación mayor “polvo, ruido, visual”.

Unos de los problemas que presenta el análisis de perfiles viales es que las dimensiones de las vías son irregulares, lo que no nos permite clasificarlas dentro de los perfiles viales establecidos; esto sucede especialmente con las no pavimentadas. Por otro lado la troncal a pesar de su buen estado no proporciona seguridad al transeúnte ya que no cuenta con las señalizaciones preventivas.

Sampués cuenta con un servicio de transporte a nivel municipal (corregimientos, veredas), Sincelejo y otras ciudades cuyo cubrimiento es bueno. El problema del municipio radica es en la ubicación de los paraderos de estos vehículos que se encuentran en la plazoleta, frente a los parques generando desorden, deterioro del ambiente, invasión del espacio publico ya que obliga al peatón a utilizar la calle estos vehículos que prestan los servicios no tienen una afiliación de alguna empresa que los haga distinguir por su color, para una mejor identificación y organización que garantice la seguridad para los usuarios, pues hay algunos vehículos que están en mal estado y el mantenimiento es muy mínimo, exponiendo al pasajero a accidentes o a la no culminación de la ruta y el sobre cupo es desbordante ya que no cuenta con un control de transporte.

En el casco urbano hay paraderos que no son utilizados, pues los buses paran donde estén los pasajeros, implicando obstaculización a lo largo de las vías por donde hacen su recorrido, a pesar de que Sampués tiene el servicio de cootrasam que tiene su terminal, estos colaboran al deterioro ambiental pues por donde pasa van pitando no importando la hora, ni la tranquilidad de los ciudadanos.

7.10 SERVICIOS PÚBLICOS

El Municipio cuenta con servicios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, telefonía, gas natural, hospital y matadero. La entidad encargada de la prestación de los servicios de acueducto es la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Sampués EMPASAM E.S.P.

La Empresa Oficial de Acueducto, Alcantarillado y Aseo tiene un registro de 3.427 usuarios conectado al servicio de acueducto.

El servicio de energía eléctrica en el municipio de Sampués, es prestado por la empresa Electrocosta. La cobertura total asciende 92.6%.

El municipio cuenta en la cabecera con el servicio de gas natural, el cual esta a cargo de la empresa Surtigas S.A
El municipio cuenta con el servicio de telefonía urbana. Este es prestado por Colombia Telecomunicaciones (TELECOM) y la empresa EDATEL.

7.11 ASPECTOS EDUCATIVOS

El 77,1% de la población de 5 años y más de Sampués sabe leer y escribir.

En el municipio de Sampués, se encuentran 43 centros de educación, de los cuales seis (6) son de educación básica secundaria y 37 de básica primaria.

En la zona urbana, prestan sus servicios ocho (8) establecimientos educativos. En la zona rural, existen 35, lo cual representa el 81.3% del total.

El 51,2% de la población de 3 a 5 años asiste a un establecimiento educativo formal; el 92,6% de la población de 6 a 10 años y el 83,3% de la población de 11 a 17 años.

El 39,6% de la población residente en Sampués, ha alcanzado el nivel básica primaria y el 27,6% secundaria; el 2,5% ha alcanzado el nivel profesional y el 0,2% ha realizado estudios de especialización, maestría o doctorado. La población residente sin ningún nivel educativo es el 21,6%.

7.12 ASPECTOS SOCIO ECONÓMICOS

7.12.1 Estratificación del Municipio

El estudio de la estratificación del municipio se presenta en el numeral 6.13.2, en donde de acuerdo con los parámetros del RAS 2000, se ha clasificado el Municipio con una capacidad económica baja, ya que más del 50% de los usuarios representan al estrato 1 como se muestra a continuación, correspondiente a los usuarios del servicio de acueducto:

ESTRATO	No. USUARIOS	PORCENTAJE
• Estrato 1	1.787	52.14%
• Estrato 2	1.377	40.18%
• Estrato 3	249	7.27%
• Estrato Comercial	14	0.45%
Total	3.427	100%

7.12.2 Necesidades Básicas Insatisfechas

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Municipal de Sampués 2004-2007, , la población clasificada como pobre, de acuerdo al Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas, ascendió en el año 2003 a 33.103 personas, lo cual significa que el 70.3% de la población carece de los medios básicos para vivir en condiciones de vida dignas.

7.12.3 Condiciones Sociales

El Municipio de Sampués, se ha caracterizado por tener una población en tránsito relativamente alta, debido principalmente a fenómenos como la violencia y la fluctuación del sistema generador de empleo, según el DANE para el 2005 el 48,2% de la población de Sampués que cambió de residencia en los últimos cinco años lo hizo por razones familiares. El 25,1% por dificultad para conseguir trabajo; el 8,3% por amenaza para su vida.

7.12.4 Sector Salud

El municipio cuenta con una Empresa Social del Estado E.S.E., que presta los servicios del primer nivel como son: Medicina general, urgencias las 24 horas, observación, hospitalización, consulta externa, odontología, laboratorio clínico, rayos x, vacunación, programa materno – infantil.

En la zona rural se cuenta con puestos de salud en los corregimientos de San Luis, Mata de Caña y Segovia.

En cuanto al lugar donde esta ubicado el centro de salud, no es el más adecuado ya que no cuenta con un acceso más directo para urgencias y las vías que llegan a el no están culminadas,

Por otra parte el servicio de salud es completo hasta cierto punto; las instalaciones del hospital no cuenta con sala de cirugía y cuidados intensivos, por lo tanto a medida que se van presentando estas urgencias son transferidos a Sincelejo, Cartagena o Barranquilla, dependiendo la gravedad del caso; este desplazamiento puede ser evitado al subir el nivel del centro de salud al de hospital y brindar así un mejor servicio para la comunidad.

A pesar que el municipio cuenta con programas de vacunación, éstos no cubren con las necesidades de una población que se encuentran en zonas subnormales y de alto riesgo, es decir programas de prevención de salud y seguridad social.

No obstante el cuerpo medico y administrativo del hospital es suficiente para las instalaciones con que cuenta la planta física, mas no para la cantidad de pacientes que se presentan a diario, por lo tanto para la atención de cualquier caso es imprescindible tener el carnét del sisben de afiliación de

una entidad promotora de salud.

7.12.5 Actividades Económicas

Las actividades económicas en Sampués, están íntimamente ligadas a la presencia de los recursos naturales descritos, ya que en la totalidad de los casos, son actividades que los transforman o los utilizan directamente.
La actividad tradicional de la economía del municipio ha sido la ganadería extensiva, siguiéndole la agricultura.

En cuanto a la actividad más importante del municipio que es la ganadería se tiene que el área establecida en pasto corresponde a un 2.6% del área total establecida en el departamento. El municipio mantiene en sus hatos un 3.2% del número de cabeza de ganado bovino existente en el departamento y produce 5.4% de la leche. De igual forma el municipio tiene un 2.1% y 2.6% del número de porcinos y bovinos registrado en Sucre

Históricamente el aprovechamiento de los recursos, se ha circunscrito a las siguientes actividades:

Una actividad agrícola restringida a zonas de poca extensión, básicamente para la autosubsistencia.

Una actividad pecuaria, con grandes limitaciones por falta de aplicación de tecnologías apropiadas para alcanzar niveles competitivos

Una limitada actividad comercial para la población local, a la cual se vincula una escasa población de servicios, representada en la venta de telas y confecciones, de granos y abarrotes; con un volumen de comerciantes de mayoría antioqueños.

Actividad industrial con características artesanales, de dos renglones la madera y el procesamiento del cuero.
Un desarrollo turístico, paupérrimo sostenido solo por la venta de artesanías en madera, cuero, productos elaborados en caña flecha e hilo de algodón.

Estas actividades productivas, han determinado el desarrollo de focos independientes para cada actividad, no vinculados entre sí, por que se ha desarrollado históricamente en forma independiente. La actividad artesanal, es un renglón importante en la economía del Municipio.

El desarrollo de actividades tradicionales como las comerciales, representan en el municipio de Sampués un renglón de importancia, representando el 92.4% del total de establecimientos

Es de anotar, que los establecimientos se caracterizan por ser de tipo familiar, con provisión al mercado local y de bajos niveles de empleados.

Una de las principales actividades económicas en el municipio de Sampués, es la relacionada con las microempresas fabricantes de muebles de madera.

Desde el punto de vista de su tipología, las de mayor predominio son las microempresa de carácter individual, con una participación del 73.08%, siguiendo en su orden, las familiares con un 12.82%, la asociación gremial de microempresarios de la madera de Sampués (AIMAS) con un 12.82% y las microempresas asociativas con 1.28%.

Las principales fuentes de financiamiento de estas microempresas son: recursos propios, con una participación del 61.53% y los prestamistas particulares con un porcentaje del 17.38%. Las microempresas que optan por

financiarse con préstamos bancarios, lo dirigen a la compra de equipos y maquinaria, para mejorar sus procesos productivos.

Las microempresas fabricantes de muebles de madera en el Municipio de Sampués obtienen la materia prima principal en forma directa de los bosques y por medio de intermediarios (comercializadores de madera rajada). Es decir, el 74.36% de las microempresas adquieren la materia prima a través de los intermediarios y solamente el 25.64% de las microempresas la adquieren de forma directa

Las microempresas fabricantes de muebles de madera en el Municipio de Sampués dirigen su producción a tres (3) mercados principalmente, que son: el mercado local que representa el 61.63% del total distribuido, el regional con el 19% y el nacional con el 19%,

Otras microempresas que se destacan dentro de la economía Sampuesana, son las dedicadas a la elaboración del bollo y la chicha de maíz, existiendo aproximadamente un número de 86 unidades productivas de subsistencia, de tipo familiar y de naturaleza simple, generando consigo un promedio de 344 empleos directos. Los mercados a los cuales estas dirigen sus productos son el local y regional. La fuente de financiamiento más común en estas microempresas son los recursos propios

Así mismo, se encuentran las microempresas dedicadas curtir las pieles, de las cuales se encuentran un promedio de 8 curtiembres, que obtienen sus materias primas en el matadero local y en algunos casos en municipios cercanos. La forma de comercialización de estos productos es en forma directa. La mayoría de estas actividades se desarrollan en el casco urbano del municipio

Las microempresas del procesamiento de la madera representan el mayor porcentaje de participación en el municipio de Sampués, con el 60%. Las microempresas de alimentos (bollo y chicha) y de curtiembres, participan con el 35% y 5% respectivamente.

7.13 POBLACIÓN ACTUAL Y PROYECCIONES DE POBLACIÓN

El objeto de hacer un diagnostico de un sistema de acueducto es el de establecer las mejores condiciones técnico económicas para la ejecución y puesta en funcionamiento de sistemas de agua para consumo con el fin de garantizar condiciones de salud y desarrollo del Municipio mediante inversiones planificadas y preservando el medio ambiente.

Para alcanzar los objetivos del diagnóstico es necesario tener certeza de la población actual y de su crecimiento en el tiempo de tal manera que se puedan brindar las condiciones necesarias de servicio construyendo obras para satisfacer las necesidades actuales pero que sin estar sobres diseñados sirvan para demandas futuras.

El Plan de Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) para describir los datos de población se fundamenta en los censos y cálculos de población futura realizados por el DANE por lo que para efectos de este estudio se tuvo en cuenta esta fuente.

Se muestran a continuación los datos obtenidos por el DANE mediante censos históricos por medio de los cuales se proyectó la población hasta el año 2031 que será el año de diseño.

- **Información de Censos de población**

Para el casco urbano de Sampués - Sucre se dispone de la siguiente información censal, censos realizados por el DANE.

Tabla No. -1 Población de Sampués. Datos del censo

AÑO DEL CENSO	Nº HABITANTES	TASA DE CRECIMIENTO
1964	5.380,00	
1973	7.075,00	0,03043
1985	10.328,00	0,03152
1993	12.801,00	0,02683
2005	18.329,00	0,02991

Para establecer la veracidad de la información del DANE realizamos un estudio no formal consistente en el de conteo viviendas y para el número de habitantes por vivienda se usó el dato arrojado por el DANE del censo realizado en el 2005 teniendo en cuenta los diferentes estratos, el cual corresponde a un valor de 4.7 habitantes por vivienda en el casco urbano.

Número de viviendas en el casco urbano

Tabla No. -2 Número de viviendas por barrio

BARRIO	VIVIENDAS
BARRANQUILLITA	28
12 DE OCTUBRE	436
LAS MERCEDES	99
SANTA MARTA	125
SAMPUMAS	78
9 DE MARZO	277
SAN JOSE	246
4 VIENTOS Y 5 VIENTOS	75
CENTRO	49
7 DE AGOSTO	161
LA BALSA	67
PUEBLO NUEVO	67

12 DE NOVIEMBRE	111
EL CARMEN	108
GUSTAVO DAGER	83
LAS PERONILLAS	107
BALCONES DEL RIO	63
CALLE REAL	84
FATIMA	31
EL CAMPANO	97
SAN JUAN DE DIOS	81
LA INDUSTRIA	76
MILLAN VARGAS	206
LAS FLORES	40
ZONA ARTESANAL	117
EL CARMELO	77
LAS ACACIAS	109
LA ESPERANZA	64
LAS COLINAS	43
EL OASIS	54
URB GENEY	66
CALLE NUEVA CALLE LARGA	50 87
TOTAL	**3462**

*P =3462*4.7=16.271 habitantes*

7.13.1 Calculo de Población Actual y Futura

La población en el año 2006 del municipio de Sampués según la proyección hecha por el DANE antes del censo del 2005 es de 49.898 habitantes, los cuales se encuentran distribuidos en la zona rural con un número de 28.020 hab., y en la zona urbana con un número de 21.878 hab. Pero según el censo del 2005 la población de Sampués corresponde a un valor de 36.090 habitantes, de los cuales 18.329 se hallan en el casco urbano y 17.761 en área rural del municipio, por lo cual para calcular la población del municipio de Sampués para el año base del proyecto, es decir, el año 2006 se calculará a partir de los datos reales obtenidos de los diferentes censos realizados por el DANE. La población flotante se registra en el mes de

diciembre con la celebración de fiestas patronales, las cuales están acompañadas con carralejas y fandangos. No existen datos estadísticos de esta población.

En este numeral se mostrarán las proyecciones de crecimiento anual de población, con un horizonte de diseño de 25 años.
Según lo establecido en el numeral F.2 del RAS 2000 de debe tener en cuenta la estimación de la población de acuerdo con los censos, censos de vivienda, densidades, ajuste de población flotante y población migratoria y etnias minoritarias. La proyección se hará con base en los Métodos de Cálculo que establece el RAS en el Titulo B.2.

7.13.1.1 Métodos de cálculo para las proyecciones de población

Los métodos de cálculo se encuentran consignados en el Titulo B.2, el cual se refiere a la determinación de la población, dotación y demanda con base en los Niveles de Complejidad del Sistema, descritos en el Titulo A.3.1. El municipio de Sampués corresponde al nivel medio alto, ya que tiene una población menor a 60.000 (sesenta mil) habitantes para el período de diseño. Estos métodos se encuentran resumidos en la Tabla B.2.1 y descritos en el Titulo B.2.2.4 del RAS.

Para un Nivel de Complejidad medio alto se utilizan los métodos:

- Aritmético
- Geométrico
- Exponencial
- Otro: Se calculará también la población año por año usando el factor sugerido por el DANE para la zona del proyecto.

7.13.1.1.1 Método Aritmético

Se caracteriza porque la población aumenta en una tasa constante de crecimiento aritmético, es decir, que a la población del último censo se le adiciona un número fijo de habitantes en el futuro. Este método es recomendado para pequeñas poblaciones de poco desarrollo o con áreas de crecimiento casi nulas. El método supone un crecimiento vegetativo balanceado por la mortalidad y la emigración. La ecuación para calcular la población proyectada es la siguiente:

$$P_f = P_{uc} + \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} * \left(T_f - T_{cu} \right)$$

Donde:

Pf = Población (habitantes) correspondiente al año de proyección

Puc = Población (habitantes) correspondiente al último año censado con información.

Pci = Población (habitantes) correspondiente al censo inicial con información.

Tuc = Año correspondiente al último censo con información.

Tci = Año correspondiente al censo inicial con información.

Tf = Año al cual se quiere proyectar la información.

La aplicación exacta de la formula implica no tener en cuenta la dinámica de crecimiento en los años intermedios con información censal. Por tanto, se sugiere que a los resultados obtenidos se les haga análisis de sensibilidad teniendo en cuenta las siguientes variaciones metodológicas:

Usar como año inicial para la proyección de cada uno de los años existentes entre el primero y el penúltimo censo.

Calcular una tasa de crecimiento poblacional representativa de la dinámica entre los diferentes datos censales disponibles, con esta realizar las proyecciones a partir de los datos del último censo.

Se presenta a continuación el gráfico resultante de aplicar esta proyección, su ecuación de tendencia más cercana y la desviación:

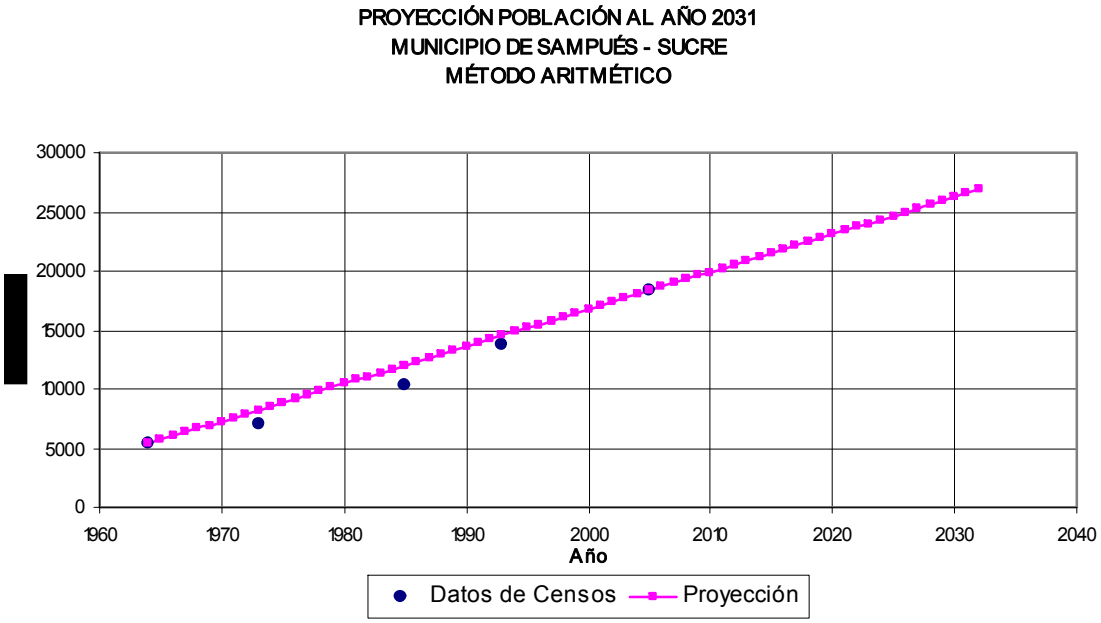


Figura No.-2 Proyección aritmética

7.13.1.1.2 Método Geométrico

El RAS recomienda este método, para los niveles de complejidad bajo, medio y medio alto, este método es útil en poblaciones que muestran una actividad económica importante, que genera un desarrollo apreciable y que poseen áreas de expansión importante que generan un desarrollo apreciable y las cuales pueden ser dotadas, sin mayores dificultades, de las infraestructura de servicios públicos, El crecimiento es geométrico si el aumento de la

población es proporcional al tamaño de la misma. La ecuación que se emplea es:

$$P_f = P_{cu} * (1 + r)^{T_f - T_{cu}}$$

Donde r es la tasa de crecimiento anual en forma decimal y las demás variables se definen igual para el método anterior. La tasa de crecimiento anual se calcula de la siguiente manera:

$$r = \left(\frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{1/(T_{uc} - T_{ci})} - 1$$

La aplicación de este método tampoco tiene en cuenta la dinámica de crecimiento en los años intermedios, por lo cual se sugiere que sus resultados sean sometidos a un análisis de sensibilidad similar al propuesto en el método aritmético.

Se presenta a continuación el gráfico resultante de aplicar esta proyección, su ecuación de tendencia más cercana y la desviación:

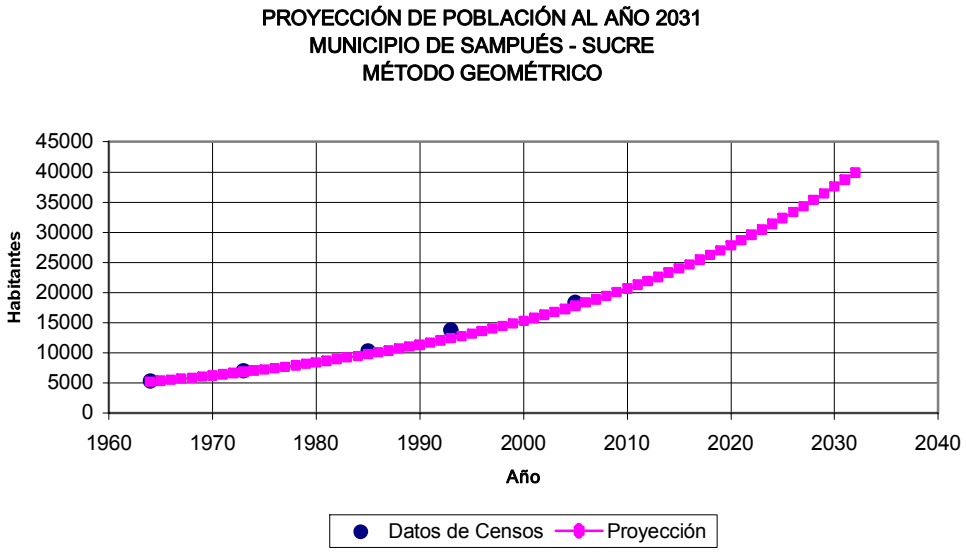


Figura No.-3 Proyección geométrica

7.13.1.1.3 Método Exponencial

Es recomendado por el RAS para los niveles de complejidad bajo, medio y medio alto. La ecuación empleada por el método es la siguiente:

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

Donde k es la tasa de crecimiento de la población, la cual se calcula como promedio de las tasas calculadas para cada par de censos así:

$$k = \frac{LnP_{cp} - LnP_{ca}}{T_{cp} - T_{ca}}$$

Pcp = población del censo posterior
Pca = población del censo anterior
Tcp = año correspondiente a censo posterior
Tca = año correspondiente a censo anterior
Ln = logaritmo natural o neperiano

La utilización de este método requiere conocer por lo menos tres censos, para poder determinar el promedio de la tasa de crecimiento de la población. Se recomienda su aplicación en poblaciones que muestran un desarrollo apreciable y poseen abundantes áreas de expansión.

Se presenta a continuación el gráfico resultante de aplicar esta proyección, su ecuación de tendencia más cercana y la desviación:

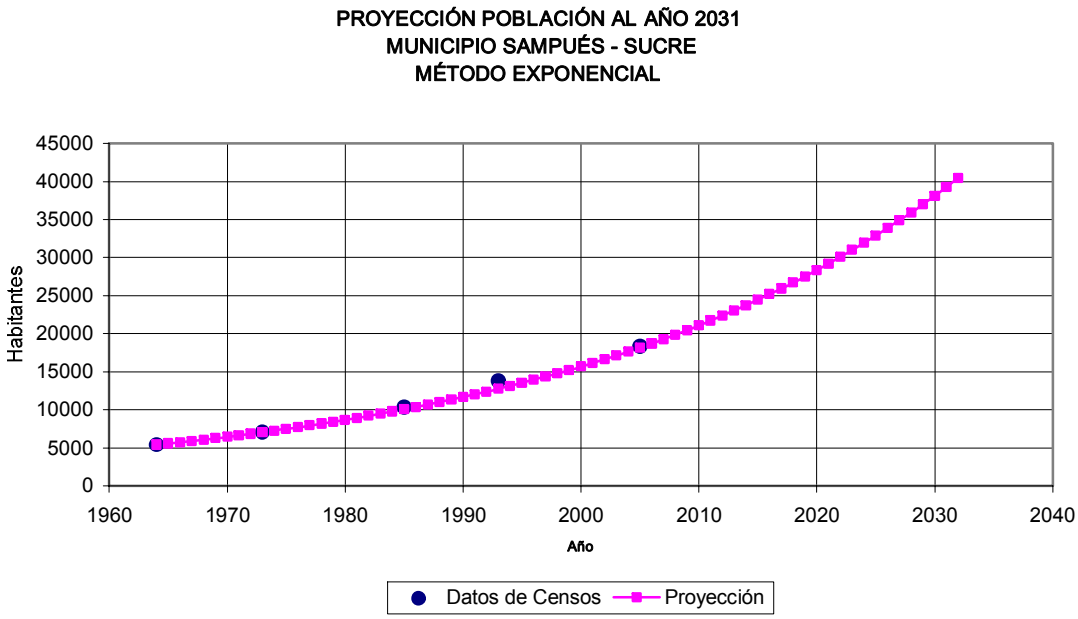


Figura No. -4 Proyección exponencial

7.13.1.1.4 Proyección Polinómica

Se ensayaron varios métodos, usando una hoja de cálculo electrónica, encontrando que la fórmula con mejor correlación es la que tiene la forma:

$$Px = Ax^2 + Bx + C$$

En la gráfica que sigue, se muestra la tendencia que toma la gráfica teniendo en cuenta la ecuación polinómica de segundo grado que se enseña a continuación:

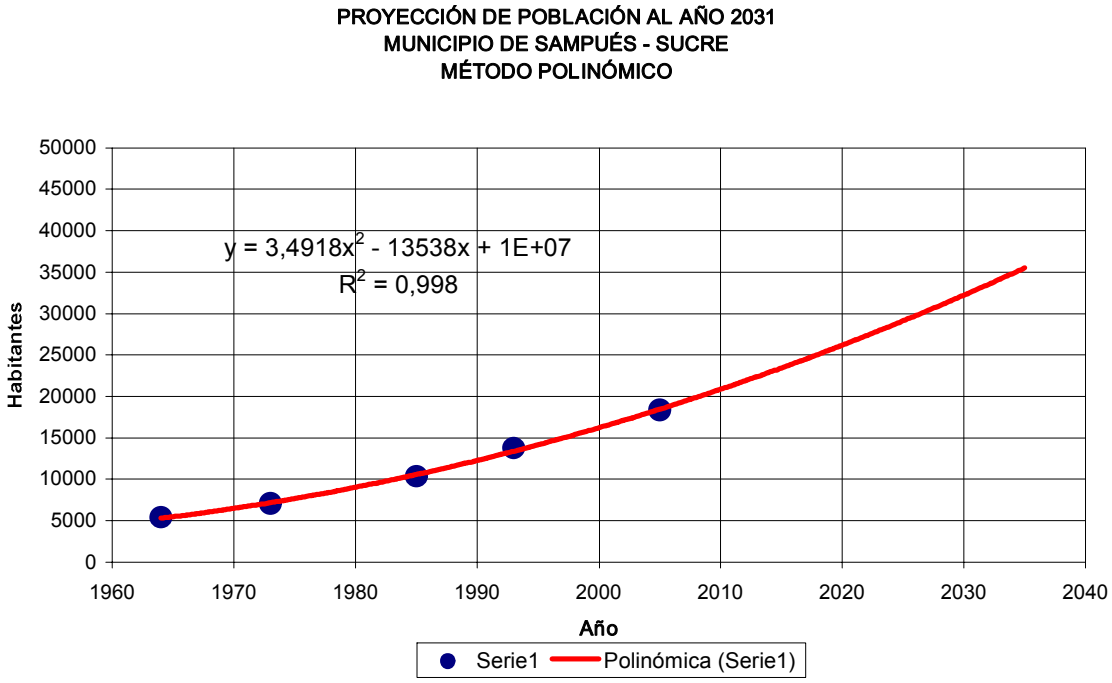


Figura No. -5 Proyección polinómica

Se presenta a continuación el cuadro con el resumen de las proyecciones de población calculadas por los tres métodos que define el RAS para una población de nivel medio alto y el gráfico comparativo; adicionalmente se hace una proyección polinómica.

Tabla No. -3 Proyecciones de población por diferentes métodos

Año	Método Aritmético	Método Geométrico	Método Exponencial	Método Polinómico
1964	5380	5222	5380	5419
1965	5696	5380	5542	5600
1966	6012	5543	5709	5789
1967	6327	5712	5881	5984
1968	6643	5885	6058	6186
1969	6959	6063	6241	6395
1970	7275	6247	6429	6611

1971	7591	6437	6622	6835
1972	7907	6632	6822	7065
1973	8222	6834	7027	7302
1974	8538	7041	7239	7546
1975	8854	7255	7457	7797
1976	9170	7475	7682	8055
1977	9486	7702	7913	8320
1978	9802	7936	8152	8592
1979	10117	8176	8397	8871
1980	10433	8425	8650	9157
1981	10749	8680	8911	9450
1982	11065	8944	9179	9750
1983	11381	9215	9456	10057
1984	11697	9495	9740	10371
1985	12012	9783	10034	10692
1986	12328	10080	10336	11020
1987	12644	10386	10648	11355
1988	12960	10701	10968	11696
1989	13276	11026	11299	12045
1990	13592	11360	11639	12401
1991	13907	11705	11990	12764
1992	14223	12060	12351	13134
1993	14539	12426	12723	13511
1994	14855	12803	13106	13894
1995	15171	13192	13501	14285
1996	15487	13592	13908	14683
1997	15802	14005	14327	15088
1998	16118	14430	14758	15499
1999	16434	14868	15203	15918
2000	16750	15319	15661	16344
2001	17066	15784	16133	16776
2002	17382	16263	16619	17216
2003	17697	16757	17119	17662
2004	18013	17265	17635	18116
2005	18329	17789	18166	18577
2006	18645	18329	18714	19044
2007	18961	18885	19277	19519
2008	19276	19458	19858	20000
2009	19592	20049	20456	20489

2010	19908	20657	21072	20984
2011	20224	21284	21707	21487
2012	20540	21930	22361	21996
2013	20856	22596	23035	22513
2014	21171	23282	23729	23036
2015	21487	23988	24444	23567
2016	21803	24716	25180	24104
2017	22119	25466	25939	24648
2018	22435	26239	26720	25200
2019	22751	27036	27525	25758
2020	23066	27856	28354	26323
2021	23382	28701	29208	26896
2022	23698	29572	30088	27475
2023	24014	30470	30994	28061
2024	24330	31395	31928	28655
2025	24646	32347	32890	29255
2026	24961	33329	33881	29862
2027	25277	34341	34901	30476
2028	25593	35383	35953	31098
2029	25909	36457	37036	31726
2030	26225	37563	38152	32361
2031	26541	38703	39301	33003

Tabla No. – 4 Proyecciones de población por diferentes metodologías

Año	M. Aritmético	Tasa	M. Geométrico	Tasa	M. Exponencial	Tasa	M. Polinómico	Tasa
2006	18645	0,017	18329	0,029	18714	0,029	19044	0,025
2007	18961	0,017	18885	0,029	19277	0,029	19519	0,024
2008	19276	0,016	19458	0,029	19858	0,029	20000	0,024
2009	19592	0,016	20049	0,029	20456	0,029	20489	0,024
2010	19908	0,016	20657	0,029	21072	0,029	20984	0,024
2011	20224	0,016	21284	0,029	21707	0,029	21487	0,023
2012	20540	0,015	21930	0,029	22361	0,029	21996	0,023
2013	20856	0,015	22596	0,029	23035	0,029	22513	0,023
2014	21171	0,015	23282	0,029	23729	0,029	23036	0,023
2015	21487	0,015	23988	0,029	24444	0,029	23567	0,023
2016	21803	0,014	24716	0,029	25180	0,029	24104	0,022
2017	22119	0,014	25466	0,029	25939	0,029	24648	0,022
2018	22435	0,014	26239	0,029	26720	0,029	25200	0,022
2019	22751	0,014	27036	0,029	27525	0,029	25758	0,022
2020	23066	0,014	27856	0,029	28354	0,029	26323	0,021
2021	23382	0,014	28701	0,029	29208	0,029	26896	0,021
2022	23698	0,013	29572	0,029	30088	0,029	27475	0,021
2023	24014	0,013	30470	0,029	30994	0,029	28061	0,021
2024	24330	0,013	31395	0,029	31928	0,029	28655	0,021
2025	24646	0,013	32347	0,029	32890	0,029	29255	0,021
2026	24961	0,013	33329	0,029	33881	0,029	29862	0,020
2027	25277	0,012	34341	0,029	34901	0,029	30476	0,020
2028	25593	0,012	35383	0,029	35953	0,029	31098	0,020
2029	25909	0,012	36457	0,029	37036	0,029	31726	0,020
2030	26225	0,012	37563	0,029	38152	0,029	32361	0,020
2031	26541	0,012	38703	0,029	39301	0,029	33003	0,019

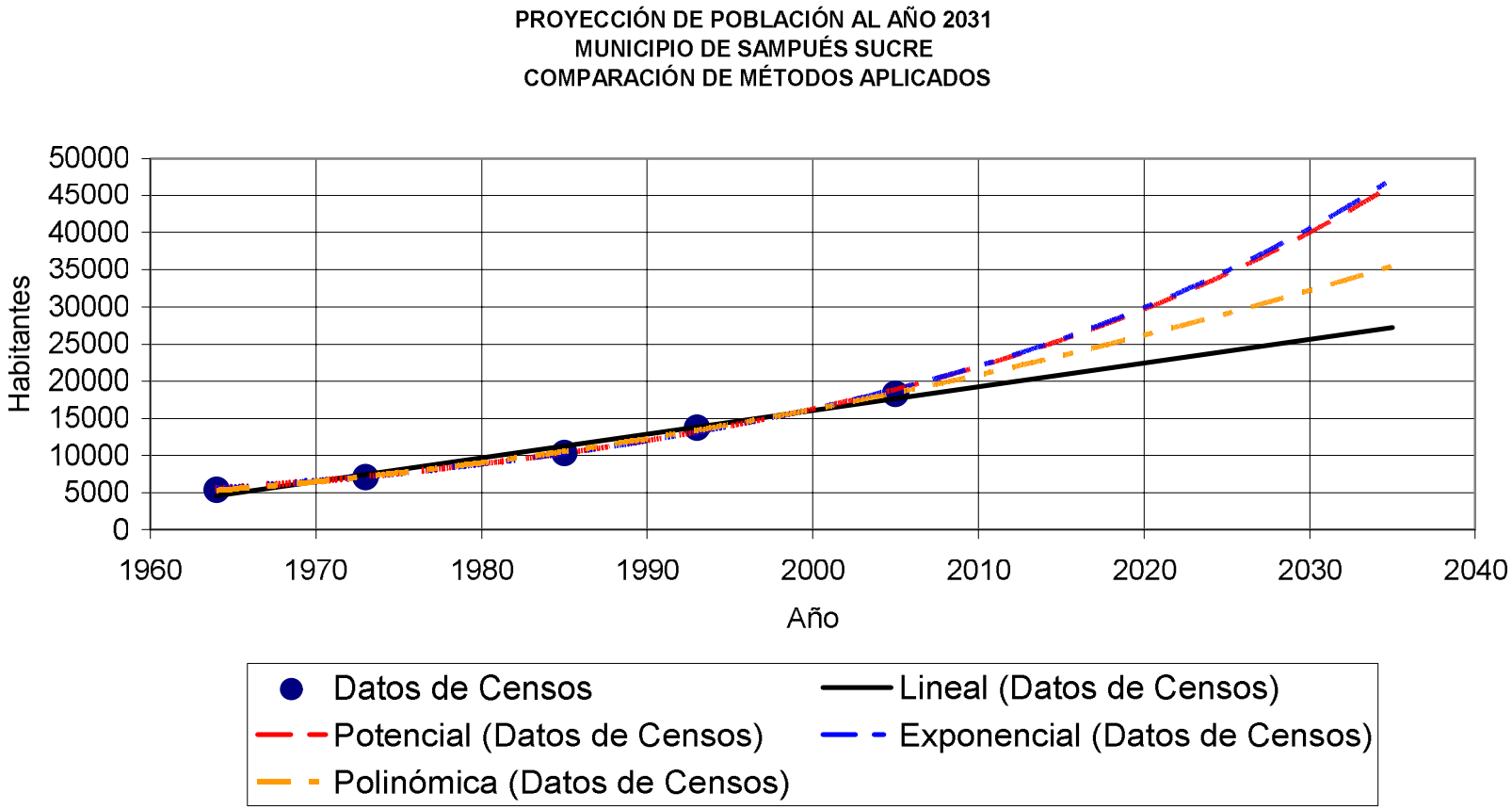


Figura No.- 6 Comparación de cada proyección a través de las gráficas

7.13.1.2 Conclusiones

- **Aritmético:** Es un método indicado para ciudades jóvenes de un cierto desarrollo, en plena dinámica de crecimiento, con horizontes libres y en donde el crecimiento de la población se considera constante; este concepto no identifica claramente el municipio de Sampués, cuyo crecimiento a lo largo de la historia muestra que su comportamiento es de otro tipo. En el gráfico se nota que el grado de correlación no es muy alto y su población al 2031 es de 26.541 habitantes. Este método no adecuado para su uso en el nivel de complejidad en que se encuentra este municipio (nivel de complejidad medio alto).

- **Geométrico:** El método geométrico supone que el crecimiento de la comunidad es en todo instante proporcional a su población como potencia, concepto que se sale de la realidad del municipio. Su proyección al 2031 presenta una población de 38.703 habitantes. A partir de los cálculos se obtiene una tasa de crecimiento constante de 0.29 la cual es muy cercana o semejante a la tasa de crecimiento que se tiene de los censos realizados por el DANE.

- **Exponencial:** Este método es recomendado para poblaciones que muestren desarrollo apreciable y grandes áreas de expansión. Su descripción se asemeja a las características del municipio, su población al 2031 es de 39.301 habitantes, el cual es un dato muy cercano al obtenido utilizando el método geométrico, que muestra buena correlación. Además también muestra una tasa de crecimiento con las mismas características de tasa de crecimiento obtenida utilizando el método geométrico.

- **Polinómica:** Este método podemos considerarlo como el más veraz de acuerdo con los datos de población de todos los censos, pues se encuentra una correlación $R^2 = 0.998 \cong 1.0$ que es la que genera la línea

de mejor ajuste. Consideramos que esta es la más apropiada para su aplicación en el proyecto. Aunque que es de anotar que la tasa de crecimiento obtenida utilizando este método es variable y tendiente a disminuir al transcurrir los años, lo cual también es indicado en el boletín emitido por el DANE en el cual se describe el perfil de Sampués y en el cual se muestra una tendencia emigratoria por diferentes causas. Para el año 2031 se obtiene un valor de habitantes intermedio comparado con el resto de métodos. El número de habitantes esperado es de 33.003.

Del anterior cuadro resumen y del análisis de los gráficos generados por los diferentes métodos de proyección de población, se puede concluir, que la proyección de población futura con menor margen de error corresponde a la encontrada por medio de la proyección polinómica, obteniendo una población final para el año 2.031 de 33.003 habitantes para el casco urbano.

7.13.2 Nivel de Complejidad del Sistema

Así como se vio en el numeral anterior, la población futura del casco urbano del municipio se consolida dentro del rango de 12.501 a 60.000 habitantes en un horizonte de 25 años, lo cual según la tabla A.3.1., corresponde al nivel Medio Alto de complejidad.

Teniendo en cuenta la recomendación de la guía RAS – 001 “Definición del nivel de complejidad y evaluación de la población, la dotación y la demanda de agua”, se presenta un análisis para la caracterización económica de la población del casco urbano del municipio, emitida por el Departamento Nacional de Planeación, a pesar de que en este municipio el crecimiento económico no está ligado al crecimiento de la población. Basados en el número de usuarios residenciales en cada estrato para el acueducto, se obtiene lo siguiente:

Tabla No. -5 Estratificación de usuarios del servicio de acueducto

ESTRATO	No. USUARIOS	PORCENTAJE
Estrato 1	1.787	52.14%
Estrato 2	1.377	40.18%
Estrato 3	249	7.27%
Estrato Comercial	14	0.45%
Total	3.427	100%

Como más del 50% de la población pertenece al estrato 1, se deduce que la capacidad económica de los usuarios es baja, y dado que el RAS 2000 establece en el numeral A.3.2. que "El nivel de complejidad del sistema adoptado, debe ser el que resulte mayor entre la clasificación obtenida por la proyección de población urbana al período de diseño y aquel obtenido según la capacidad económica actual de los usuarios del sistema", la clasificación en el nivel de complejidad del sistema para el municipio de Sampués para el año 2031 corresponde a: **Medio-Alto** de acuerdo con la tabla A.3.1 del RAS.

8 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE SAMPUÉS

8.1 ASPECTOS GENERALES

Se presenta a continuación una breve descripción del sistema de acueducto del municipio de Sampués. Sin embargo, En los numerales siguientes se hará una descripción detallada de los componentes y su estado operativo actual.

La población del Municipio de Sampués se abastece con agua proveniente de cuatro (4) pozos profundos, con los cuales se presta el servicio a 3.427 usuarios registrados en el catastro de la empresa de servicios. El agua suministrada por los pozos se utiliza para todas las actividades domésticas, y de consumo humano. También se incluye el servicio a usuarios comerciales, oficiales e institucionales.

Los 4 pozos profundos (pozos 5, 6, 7 y 8) que producen un total 82 litros por segundo (LPS) aproximadamente (dada el régimen de lluvias actual) y que llegan a la estación de Rebombeo, en donde son llenadas tres albercas o tanques de almacenamiento de 100 m^3 cada una y desde aquí se suministra agua a la red impulsadas por un sistema de bombas, las cuales tiene una capacidad de suministrar el agua a la red directamente. Actualmente el sistema se encuentra dividido en dos sectores: sector troncal y sector centro.

Los pozos se hallan ubicados hacia el sector noreste de la cabecera municipal, ubicados de menor a mayor distancia de la estación de rebombeo el pozo 7, 5, 6 y 8, en su orden.

- El pozo 5, cuyas coordenadas son 858.854 Norte y 1’509.025 Este, tiene con un caudal medio de 12 lps.

- El pozo 6, cuyas coordenadas son 859.570 Norte y 1’510.272 Este, tiene un caudal que oscila entre 20 y 24 lps, pudiendo decir que se maneja un caudal medio de 22 lps.

- El pozo 7, cuyas coordenadas son 858.533 Norte y 1’510.510 Este, tiene con un caudal medio de 14 lps.

- El pozo 8, cuyas coordenadas son 1`510.303 Norte y 859.774 Este, tiene un caudal medio de 34 lps, siendo éste el que mayor caudal suministra.

El agua extraída de los pozos es clasificada como segura, en la actualidad existen 2 vertederos y 2 dosificadores de cloro gaseoso en donde se hace el tratamiento del agua antes de su entrega a los usuarios. No se identifican programas de mantenimiento de los sistemas de captación – conducción – almacenamiento - tendientes al control de contaminación del líquido suministrado.

La red de suministro existente, atiende 3.427 usuarios, de las 3.462 viviendas identificadas en el presente estudio, de donde se concluye que hay una cobertura del 99.00% a la fecha. La red cuenta con un total de 44.506 ml de tubería aproximadamente, con diámetros de: 10”, 6”, 4”, 3”, 2” y en algunos casos 1/2”, de los cuales aproximadamente el 45% de la misma es de asbesto cemento, es decir, casi 20 Km de tubería y la mayoría de ella perteneciente al sector centro, con diámetros en 3”, 4”, 6”, y 10”, siendo llamativo el hecho de que los diámetros mayores aún se encuentran en este material, situación que obliga a evaluar las condiciones operativas de los mismos y programar una posible sustitución de acuerdo con las recomendaciones vigentes sobre el uso del asbesto cemento.

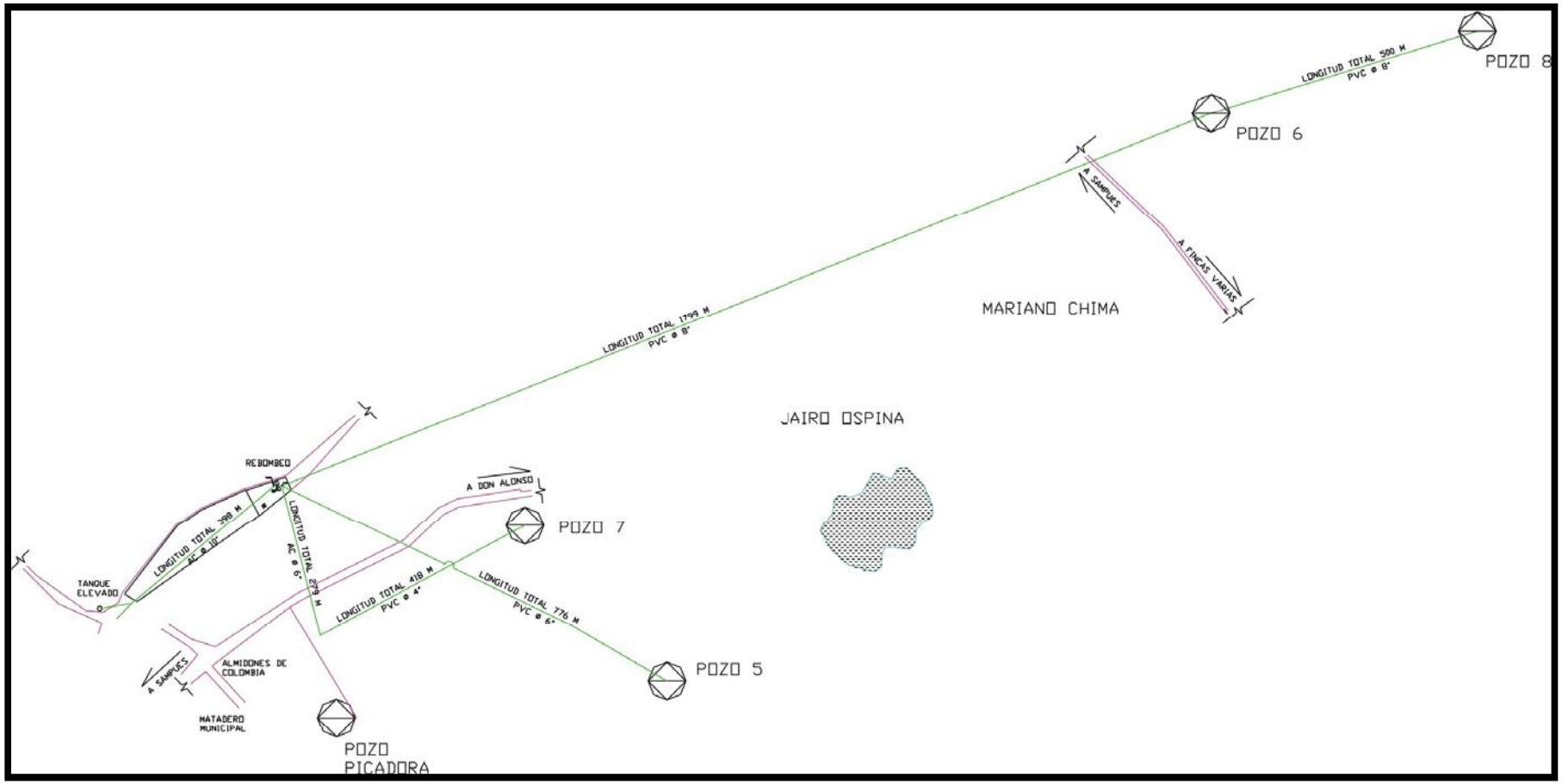


Figura No. -7 Ubicación espacial de los pozos

8.2 DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA

Se describen a continuación los componentes del sistema de acueducto:

8.2.1 Fuentes de abastecimiento.

La fuente de abastecimiento está conformada por cuatro (4) pozos profundos los cuales tienen la siguiente producción:

Pozo numero 5: 12 lps
Pozo numero 6: 22 lps
Pozo numero 7: 14 lps.
Pozo numero 8: 34 lps

Para un total de producción de 82.0 lps.

Estos pozos surten de agua segura a 3.427 usuarios registrados en la empresa prestadora del servicio, EMPASAM que equivale aproximadamente a 17.135 habitantes con servicio de los 19.044 habitantes que conforman o habitan en el casco urbano de Sampués.

Cuenta con una disponibilidad nominal de 24 horas diarias de energía eléctrica y es un sistema dependiente por completo del suministro de energía por parte de la empresa prestadora pues no poseen generación propia ni líneas independientes.

A continuación se presentan la información que se logro adquirir de los perfiles de los pozos. No se tiene registro del perfil del pozo Nº 7, pues esta información se halla extraviada, y la que se logro recopilar fue suministrada por CARSUCRE:

Tabla No. -6 Perfiles de los pozos

DISEÑO POZO SAMPUÉS No. 5				
INTERVALO (m) DE	HASTA	DESCRIPCIÓN DEL INTERVALO	LONG. (m) T. CIEGA	LONG. (m) FILTROS
		SECCIÓN DE 10" y 8"		
0	0,4	Base de concreto		
0	36	Tubería ciega acero al carbón de 10"	36	
36	45	Filtros acero inoxidable, RC 20, slot en V, de 10"		9
45	70	Tubería ciega acero al carbón de 10"	25	
70	73	Filtros acero inoxidable, RC 20, slot en V, de 8"		3
73	82	Tubería ciega acero al carbón de 8"	9	
82	87	Filtros acero inoxidable, RC 20, slot en V, de 8"		5
87	125	Tubería ciega acero al carbón de 8"	38	
125	132	Cono sedimentador		7

DISEÑO POZO SAMPUÉS No. 6				
INTERVALO (m) DE	HASTA	DESCRIPCIÓN DEL INTERVALO	LONG. (m) T. CIEGA	LONG. (m) FILTROS
		SECCIÓN DE 10" y 8"		
0	+ 0,4	Base de concreto		
0	80,49	Tubería ciega acero al carbón de 10"	80,49	
80,49	82	Tubería ciega acero al carbón de 8"	1,51	
82	88	Filtros acero inoxidable, RC 20, slot en V, de 8"		6
88	93	Tubería ciega acero al carbón de 8"	5	
93	102	Filtros acero inoxidable, RC 20, slot en V, de 8"		9
102	126	Tubería ciega acero al carbón de 8"	24	
126	135	Filtros acero inoxidable, RC 20, slot en V, de 8"		9
135	144	Tubería ciega acero al carbón de 8"	9	
144	153	Filtros acero inoxidable, RC 20, slot en V, de 8"		9
153	158,84	Cono terminal de acero	5,84	

DISEÑO POZO SAMPUÉS No. 8				
INTERVALO (m) DE	HASTA	DESCRIPCIÓN DEL INTERVALO	LONG. (m) T. CIEGA	LONG. (m) FILTROS
		SECCIÓN DE 10", 8" y 6"		
0,00	+ 0,40	Base de concreto		
0,00	96,50	Tubería ciega acero al carbón de 10"	96,50	
96,50	98,50	Tubería ciega acero al carbón de 8"	2,00	
98,50	101,50	Filtros acero inoxidable, RC 20, slot en V, de 8"		3,00
101,50	102,00	Tubería ciega acero al carbón de 8"	0,50	
102,00	108,00	Filtros acero inoxidable, RC 20, slot en V, de 8"		6,00
108,00	110,00	Tubería ciega acero al carbón de 8"	2,00	
110,00	119,00	Filtros acero inoxidable, RC 20, slot en V, de 8"		9,00
119,00	121,50	Tubería ciega acero al carbón de 8"	2,50	
121,50	127,50	Filtros acero inoxidable, RC 20, slot en V, de 8"		6,00
127,50	134,00	Tubería ciega acero al carbón de 8"	6,50	
134,00	140,00	Filtros acero inoxidable, RC 20, slot en V, de 8"		6,00
140,00	149,64	Tubería ciega acero al carbón de 8"	9,64	
149,64	151,51	Tubería ciega acero al carbón de 6"		1,87
151,51	157,75	Filtros acero inoxidable, RC 20, slot en V, de 6"	6,24	
157,75	162,64	Tubería ciega acero al carbón de 6"		4,89
162,64	172,00	Filtros acero inoxidable, RC 20, slot en V, de 6"	9,36	
172,00	178,00	Cono terminal de acero		6,00

Cabe anotar que según reporte hecho por los funcionarios de la ofician de Aguas de CARSUCRE, ninguno de estos pozos se hallan legalizados ante dicha entidad, a pesar de se han solicitado todos los documentos pertinentes por parte de CARSUCRE a EMPASAM para hacer dicha legalización.

8.2.2 Almacenamiento

El municipio cuenta con 3 albercas o tanques subterráneos de almacenamiento de agua, que son abastecidos directamente de los pozos.

Desde la estación de rebombeo se hace el bombeo directo para suministrar agua a la red, lo cual no es permitido como lo indica el RAS en el literal A.11.1.25. Actualmente se hace usando motores impulsores, que representan a su vez dos sectores: sector troncal y sector centro.

La ubicación altimétrica (diferencia de altura) de los tanques de almacenamiento respecto a la red de distribución, produce la energía o carga de altura necesaria para hacer fluir el agua a través de la red, pero las características de las tuberías (diámetros y rugosidad interior), los caudales demandados por los usuarios, no produce las presiones óptimas de servicio en algunos de los sitios de consumo. En Sampués se tienen valores de presiones de servicio menores a 15 metros de columna de agua (1 m. c. a.= 1 ton/m2 = 0,1 Kg. /cm2), lo cual indica que la calidad del servicio no es buena, repercutiendo en la continuidad del suministro.

8.2.2.1 Características de los tanques subterráneos

Los tres tanques son iguales o semejantes y tienen las siguientes características:

- Tanques Subterráneos:

	Alberca No.1	Alberca No.2	Alberca No.3
Volumen	100	100	100
Largo	7,2	3,8	4
Ancho	7,4	4	4
Profundidad	6	6	3,5

Este tercer tanque es llenado por los dos primeros.

Estos tres tanques se encuentran interconectados a través de una tubería de 10‘’, en donde los dos primeros tanques comienzan a ser llenados directamente por los pozos 5 y 7, y los pozos 6 y 8, mientras que el tercer tanque se comienza a llenar una vez que los dos primeros alcancen el nivel de la tubería que los conecta. Antes de llegar a las albercas o tanques el agua proveniente de los pozos pasa por unos vertederos donde se le suministra cloro gaseoso, para luego ir a las albercas y de estas a la red.

- **Estación de Rebombeo**

En la estación de rebombeo encontramos varios compartimientos como son dos cuartos de máquinas, donde cada uno alberga los equipos de bombeo para cada sector, dos cuartos donde se hallan los dosificadores de cloro, una oficina para el operador y otra habitaciones donde se hallan controladores eléctricos y una mas donde se guardan algunos accesorios. Dicho lo anterior podemos afirmar que las instalaciones de la estación se encuentran en buenas condiciones para su funcionamiento.

8.2.2.2 Características tanque elevado en concreto

- **Dimensiones**

Volumen: 100 m3
Altura: 30.0 m

- **Tuberías de entrada y salida**

Entrada: Viene de la estación de rebombeo del tanque superficial Nº 1, en una derivación que se hace de la tubería principal en P.V.C. de Ø 10" a tubería de P.V.C. de Ø 6".
Salida: Tubería de P.V.C. de Ø 6".

- **Accesorios**

Presenta tres válvulas de control de 6", una en la tubería de alimentación y otra en la tubería de bajada de este y tiene otra válvula de 6" para lavar el tanque.

Actualmente no está siendo usado en la red de suministro para la prestación del servicio. Este tanque es abastecido a través de una derivación que se sale de la tubería de 10'' que abastece el sector centro, y está diseñado para que el volumen de agua almacenado en él se suministre en sector centro, pues el abastece la línea que abastece el sector centro y descarga en la misma línea. Según la información dada por los operadores del sistema no se usa porque con le crecimiento del sistema de redes, con el volumen de agua que se puede almacenar en él no se logra compensar el volumen de agua necesaria para abastecer la mayor parte del sector centro y por ello prefieren hacer el abastecimiento por bombeo directo, valiéndose de los potentes motores de impulsión con los que se cuenta en la actualidad.

Figura No. -8 Tanque elevado de concreto

8.2.3 Evaluación de la capacidad de almacenamiento

El municipio cuenta con 3 tanques superficiales de almacenamiento de agua. Cada tanque tiene una capacidad de almacenamiento de 100.0 m3.

Tabla No. -7 capacidades de almacenamiento

Capacidad Instalada		
T subterráneo 1	100	m3
T subterráneo 2	100	m3
T subterráneo 3	100	m3
Total=	300	m3

Según lo contemplado en el numeral B.9.4.4, la capacidad de los sistemas de almacenamiento debe cumplir con:

Caudal de diseño

El tanque debe proveer el caudal máximo horario (QMH), teniendo en cuenta la variación del consumo que se entrega a la zona que está abasteciendo.

Capacidad de regulación

El tanque debe tener capacidad de compensar las variaciones entre el caudal de entrada de las plantas de tratamiento y el caudal de consumo en cada instante.

Para definir el volumen del tanque deben tenerse en cuenta las siguientes disposiciones:

En los niveles medio y medio alto de complejidad, en caso de preverse discontinuidad en la alimentación al tanque, el volumen de almacenamiento debe ser igual o mayor que 1/3 del volumen distribuido a la zona que va a ser abastecida en el día de máximo consumo, más el producto del caudal medio diario (Qmd) por el tiempo en que la alimentación permanecerá inoperante.

Para los niveles medio, medio alto y alto de complejidad, el volumen del tanque debe ser la mayor cantidad obtenida entre la capacidad de regulación y la Capacidad para la demanda contra incendio, establecida en los literales B.9.4.4 y B.9.4.5.

Demanda contra incendio

El volumen destinado a la protección contra incendios será determinado considerando una duración de incendio de 2 horas, calculando el caudal de incendio con la ecuación

$$Q_{in} = \frac{3.86}{60}\sqrt{\frac{P}{1000}} \cdot \left(1 - 0.01\sqrt{\frac{P}{1000}}\right) \quad \text{(B.9.1)}$$

En el nivel bajo de complejidad no debe tenerse en cuenta la capacidad para demanda contra incendio.

Atendiendo los criterios del RAS, se compara el volumen de almacenamiento por regulación, equivalente a 1/3 del QMD, durante un día, y el volumen requerido para la atención de un incendio de 2 horas.

Este volumen fue hallado con base en el QMD presentado en la tabla de Parámetros de diseño del sistema de acueducto y fue comparado con la infraestructura existente, que corresponde al volumen de los tres tanques

superficiales de concreto en la estación de rebombeo. A continuación se presenta la evaluación realizada.

Tabla No. -8 Volumen de almacenamiento requerido en las etapas de diseño

Horizonte	Año	Población (hab)	Qmr (l/s)	Qou (l/s)	Qmd (l/s)	QMD (l/s)	QMH (l/s)	Vol. Regul m^3	Vol. Incen m^3
Inmediato	2.006	19.044	45,85	5,50	51,35	61,62	92,43	1.775	1.933
Corto Plazo	2.011	21.487	51,73	6,21	57,94	69,52	104,28	2.002	2.048
Mediano Plazo	2.016	24.104	58,03	6,96	64,99	77,99	116,98	2.246	2.162
Largo plazo	2.031	33.003	79,45	9,53	88,99	106,78	160,17	3.075	2.508

Se observa que el volumen de diseño es de 3075 m^3 para el año 2031, de los cuales el municipio cuenta con 300m^3, en los tanques superficiales.

Se identifica entonces, la necesidad de construir un sistema de almacenamiento con capacidad para al menos 2800 m^3, con el cual se puede regular la demanda pico durante la operación del sistema, se acumula el volumen necesario para la atención por 24 horas de suspensión en los sistemas de suministro y se cumple con el requerimiento de almacenamiento para el incendio de diseño de 2 horas.

8.2.4 Conducciones

Se presentan en este numeral las conducciones existentes entre los distintos sistemas de suministro y los tanques de almacenamiento.

Todas las conducción existentes entre la estación de rebombeo y los pozos, estaban hace poco siendo afectadas, esto debido a que habían conexiones domiciliarias directas, realizadas mediante técnicas artesanales que contribuían al deterioro de la tubería y a la ruptura frecuente de la misma.

Esta situación se logró controlar gracias a que las autoridades competentes se dieron a la tarea de inspeccionar las líneas o trayectoria de la cada conducción, logrando con ello detectar varias fugas y daños que repercutían en buen funcionamiento y operación del sistema. A pesar de lo dicho aun prevalecen ciertos puntos con conexiones de este tipo que están siendo investigadas para tratar de controlar al máximo esta situación.

Se presenta a continuación un resumen de las características de las conducciones existentes en el municipio:

Tabla No. -9 Discriminación de tuberías de acueducto por diámetro

No.	Origen	Destino	Diámetro	Longitud	Material
1	Pozo 5	T. Concreto 1	6 ”	776	PVC
2	Pozo 6	T. Concreto 2	8 ”	1.780	PVC
3	Pozo 7	T. Concreto 1	4 ”	697	PVC
4	Pozo 8	Pozo 6	8 ”	500	PVC

8.2.4.1 Descripción de las conducciones

- **Conducción Pozo Nº 5:**

El estado actual es bueno, la tubería de conducción del pozo 5 a la estación de rebombeo es de PVC Φ150mm y longitud = 776m.

- **Conducción Pozo Nº 6 y Nº 8:**

La tubería de conducción del pozo 8 se conecta con la tubería del pozo a través de una “Y”, y de aquí hasta la estación de rebombeo llegan en una solo línea de conducción. La tubería de conducción del pozo 8 hasta la

intersección con la del pozo 6 es de 500 m y a partir de este punto hasta la estación de rebombeo es de 1780 m, estamos hablando de longitudes aproximadas que fueron calculadas usando las coordenadas de cada punto en mención. La tubería es toda PVC, con Φ de 203.2mm (8”).

- **Conducción Pozo Nº 7:**

La tubería de conducción del pozo 7 a la estación de rebombeo es de PVC Φ100mm y longitud = 697m.

8.2.5 Red de distribución

La red de distribución esta conformada por tuberías de ½, 2, 3, 4, 6 y 10”, de las cuales se encuentran conectadas cerca de 3.423 acometidas domiciliarias que corresponden al número de usuarios de la empresa. Las tuberías son de PVC y AC con porcentajes del 54,95% y 45,05% respectivamente, no se tuvieron en cuenta las tuberías de ½’’. A continuación, se hace la discriminación de tuberías por diámetro y en la figura No. -9 se muestra el plano con el despiece de las redes.

Tabla No. -10 Discriminación de tuberías de acueducto por diámetro

Descripción	Longitud	Material	% del total
red de 2''	12454	PVC	27,98%
red de 3''	16907	AC	37,99%
red de 3''	9013	PVC	20,25%
red de 4''	336	AC	0,75%
red de 6''	844	AC	1,90%
red de 6''	100	PVC	0,22%
red de 10''	1962	AC	4,41%
red de 10''	2890	PVC	6,49%
total redes	44506		100,00%

Porcentaje de tubería de PVC	54,95%
Porcentaje de tubería de AC	45,05%

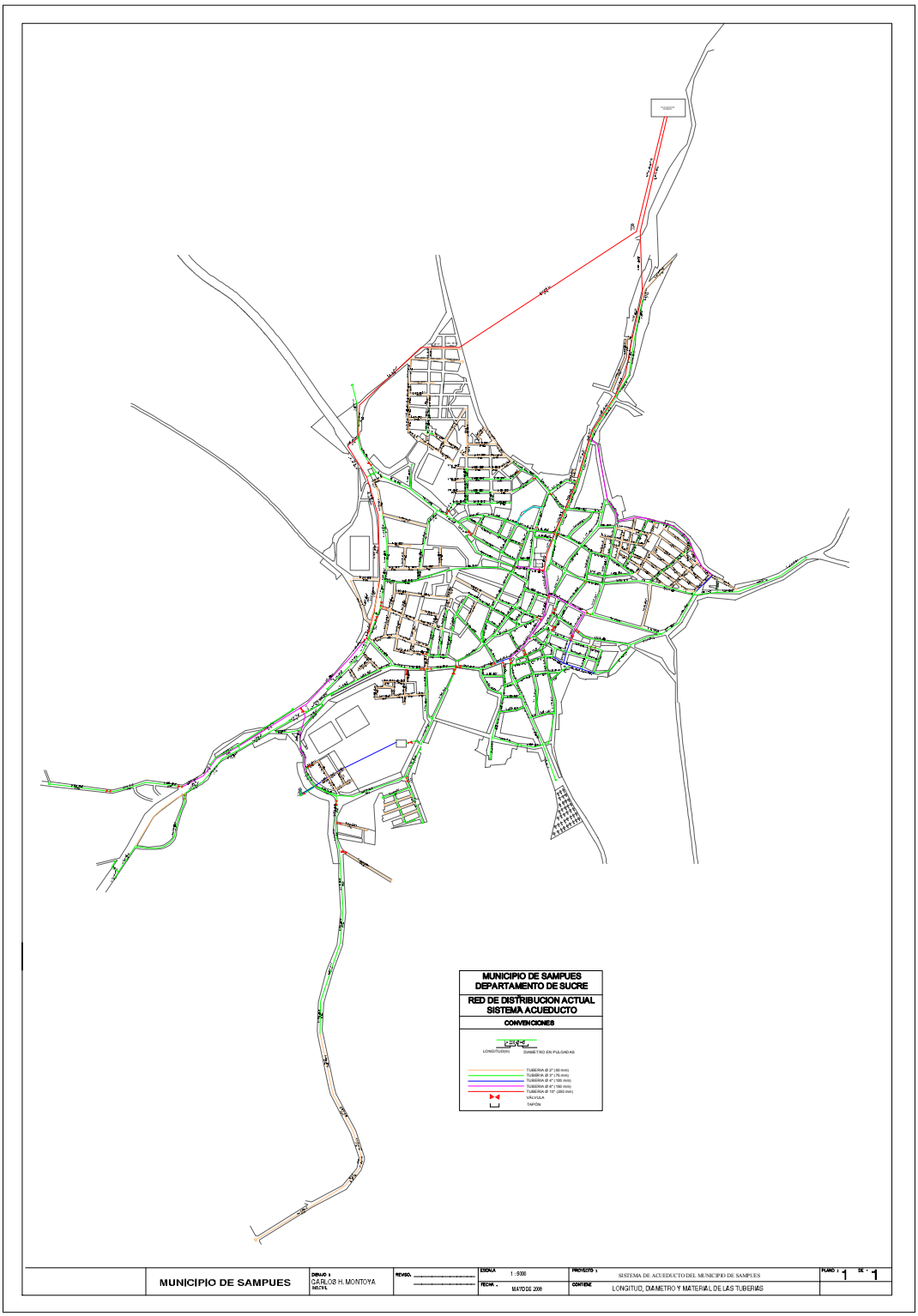


Figura No. -9 Esquema de despiece de las redes de acueducto

Para la verificación del estado de las tuberías, se hicieron varios apiques por parte de la empresa prestadora del servicio EMPASAM en el año 2005 y 2006 en diferentes puntos de la red. También la Secretaría de Planeación e Infraestructura contrató los servicios de un particular para determinar las deficiencias en el servicio manifestadas principalmente por la prestación insuficiente de este, causada por la obstrucción de tuberías principales por el deterioro de las mismas o por válvulas cuya vida útil se había vencido o que se encontraran enterradas sin conocer la existencia de ellas, así como la inadecuada ubicación de tapones y válvulas trayendo como consecuencia un pésimo suministro del servicio.

El trabajo de identificación fue acompañado por funcionarios de la empresa de servicios. Considerando que en todos los casos los hallazgos de los apiques coincidieron con lo informado por los funcionarios, se aceptó como válida la información suministrada, mediante la cual se conformó el plano de la red de suministro adjunto al informe.

Figura No. -10 Esquema tanques subterráneos, estación de rebombeo

9 DIAGNÓSTICO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

9.1 SITUACIÓN ACTUAL

El Municipio cuenta con planos actualizados de la red, para lo que fue necesario acudir a operarios antiguos del sistema que permitieran a través de su conocimiento definir un plano básico el cual se corroboró con la realización de apiques para comprobar la veracidad de la información y las características de las tuberías principales y secundarias.

9.2 SECTORIZACIÓN DEL SERVICIO

Hay varias limitantes asociadas a la prestación actual del servicio, por parte de la Empresa Oficial de Acueducto, tales como:

- Limitaciones económicas para costear los gastos en que incurre la misma por el consumo elevado y costoso de la energía eléctrica, requerida para el funcionamiento de las bombas.

- El uso inadecuado de los sistemas de almacenamiento del agua bombeada, que en vez de servir para amortiguación de picos, sirven únicamente como reguladores de presión.

- El alto porcentaje de conexiones clandestinas.

Estas limitantes han llevado a la necesidad de operar las válvulas instaladas en la red para sectorizar la prestación del servicio de acueducto, de las cuales unas se operan manualmente, mientras que otras permanecen ya sean cerradas o abiertas constantemente.

Actualmente la sectorización del suministro de agua potable a la comunidad se hace a través de dos sectores independientes (Centro y Troncal) y estos a su vez están divididos en otros mas pequeños, dependiendo de la topografía y del tamaño.

- Sectores de servicio actual

El agua producida en los pozos, es bombeada a las albercas o tanques subterráneos.

Actualmente el sistema se encuentra sectorizado y racionado. La prestación del servicio se realiza día por medio para cada sector, pero dada la buena cobertura y eficiencia con que se maneja la sectorización y subsectorización, en un día se alcanza a bombear a todo un sector en un tiempo menor al que se dura en el bombeo normal y por ello el tiempo restante se aprovecha para suministrarle agua a subsectores del sector al cual no le toca en ese día, esto se da para las últimas 2 horas del tiempo de bombeo. Se identifican dos sectores de servicio, en la operación actual de la red:

- Sector Troncal: corresponde al costado occidental del casco urbano, compuesto por los barrios Barranquillita, 12 de Octubre, 7 de Agosto, Zona Artesanal, El Carmelo, La Esperanza, Las Colinas, El Oasis, Urb Geney, Calle Nueva, Calle Larga

- Sector Centro: corresponde al centro del casco urbano, compuesto por los barrios Las Mercedes, Santa Marta, Sampumas, 9 De Marzo, San José, 4 Vientos y 5 Vientos, Centro, La Balsa, Pueblo Nuevo, 12 De Noviembre, El Carmen, Gustavo Dager, Las Peronillas, Balcones Del Rio, Calle Real, Fatima, El Campano, San Juan De Dios, La Industria, Millan Vargas, Las Flores, Las Acacias.

Es de anotar que en este sector se identifican la mayoría de los usuarios institucionales y comerciales, aunque la empresa no los tenga discriminados como comerciales e institucionales.

9.2.1 Operación de la red de suministro.

La operación del sistema de acueducto se hace durante un tiempo de 12 horas diarias actualmente, es decir, los pozos se encienden a las 5:30 a.m. y se apagan a las 5:30 p.m., estos se encienden de forma automática. Lo anterior no implica que sea el mismo tiempo para suministro de agua potable para un solo subsector, puesto que es necesario repartir el preciado líquido a los diferentes barrios en un tiempo determinado que puede oscilar entre las 2 a 3 horas aproximadamente dependiendo el sector al que se le esté suministrando el caudal bombeado.

Por las razones antes vistas el servicio de agua potable en la cabecera no es continuo, ni permanente y que simplemente se suministra la cantidad capaz de abastecer al usuario para sus labores domesticas durante dos días, o sea, el servicio se presta un día sí y un día no.

Por otra parte, cualquier daño en la infraestructura del acueducto se refleja en el paso de una prestación regular del servicio a una pésima prestación del servicio, a todo esto se le suma que las redes del sector centro, por ser de asbesto cemento no nos permiten realizar el suministro de agua a las presiones requeridas debido a la antigüedad de los tubos, uniones y empaques de las uniones, causando de esta manera daños continuos y un alto porcentaje de pérdidas.

De acuerdo con las conversaciones sostenidas con los operarios del sistema, el esquema base de operación, consiste en el suministro de agua por sector,

cada día de por medio, en períodos de suministro que toman alrededor de 9 a 10 horas.

9.3 COBERTURA DEL SISTEMA

De acuerdo con la información suministrada por las Empresas Publicas Municipales de Sampués EMPASAM, actualmente el número de usuarios en el sistema de acueducto es de 3.427 de los cuales ninguno tiene medidor.

En el siguiente cuadro suministrado por las Empresas se presenta el desglose de usuarios por estrato:

Tabla No. -11 Usuarios del sistema de acueducto

USO	ESTRATO	No. USUARIOS
Residencial	Estrato 1	1.787
Residencial	Estrato 2	1.377
Residencial	Estrato 3	249
Comercial	Estrato 2,3	14
	Total	3.427

9.4 PRODUCCIÓN Y REQUERIMIENTO ACTUAL DE AGUA

9.4.1 Parámetros de operación del sistema

En la tabla siguiente se presentan los parámetros de operación actuales del sistema, de acuerdo con la población existente, el porcentaje de cobertura, la población servida, el porcentaje de pérdidas adoptado para este informe y la dotación neta adoptada para el nivel medio alto.

En dicha tabla se manejan las siguientes convenciones:

1. Horizonte de planeación, Corto plazo: 5 años, Mediano Plazo: 10 años, Largo Plazo: 25 años (Tabla 3: Guía Ras 001)
2. Año de evaluación
3. Población proyectada
4. Cobertura del servicio. Proyectada para corto, mediano y largo plazo
5. Población cubierta por el servicio
6. Porcentaje de pérdidas en la red de suministro, proyectado para corto, mediano y largo plazo
7. Dotación bruta
8. Qmr: Caudal medio residencial
9. Qou: Cudal otros usos, No contemplado en la actualidad, proyectado para corto, mediano y largo plazo. (Terence J. Cap. 2 Tabla 2.1)
10. Qmd: Caudal medio diario, Qmd=Qmr+Qou
11. QMD: Caudal máximo diario, QMD=Qmdxk1, k1=1.2 (Tabla B.2.5)
12. QMH: Caudal máximo horario, QMH=QMDxk2, k2=1.5 (Tabla B.2.6)

Tabla No. -12 Parámetros de diseño del sistema de acueducto

PARAMETROS DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO											
Horizonte	**Año**	**Población**	**% Cobertura**	**Pob. Servida**	**%P**	**Dbruta**	**Qmr**	**Qou**	**Qmd**	**QMD**	**QMH**
		(hab)		(hab)		(l/hab.d)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Actual	2006	19.044	99,00%	18.854	25%	208,00	45,39	5,45	50,83	61,00	91,50
Corto	2011	21.487	100,00%	21.487	25%	208,00	51,73	6,21	57,94	69,52	104,28
Mediano	2016	24.104	100,00%	24.104	25%	208,00	58,03	6,96	64,99	77,99	116,98
Largo	2031	33.003	100,00%	33.003	25%	208,00	79,45	9,53	88,99	106,78	160,17

Condiciones Actuales		
Dotación mínima	130	L/hab.d
Dotación temp	20%	
Dotación	156	L/hab.d
%Pérdidas	25%	
Dotación Bruta	208	L/hab.d

Caudal Otros Usos[9]		
Qcom e inst	5,5%	Dbruta
Qindustrial	3,4%	Dbruta
Qusopúblico	2,0%	Dbruta
Qemergencias	1,1%	Dbruta

Factores de Mayoración	
K1	1,20
K2	1,50

Datos proyectados o propuestos

9.4.2 Dotación y porcentaje de pérdidas

La dotación neta mínima que sugiere el RAS-2.000 para una población de nivel de complejidad Medio Alto es de 130 l/hab-día y se sugiere se incremente en un 20% si el clima es cálido, lo cual arroja una dotación mínima de 156 l/hab.-día.

Las pérdidas totales de agua de un sistema de acueducto son la diferencia en volumen entre el agua producida por el sistema y el volumen de agua medido como consumo de los usuarios.

Dentro de estas pérdidas están incluidas las pérdidas físicas y las pérdidas comerciales del sistema. En una condición ideal en donde no existan "usuarios clandestinos" y se tenga una micromedición con cobertura total y alta confiabilidad, las pérdidas comerciales no existirían y se tendría un sistema únicamente con pérdidas físicas cuya magnitud sería la diferencia entre el volumen producido y el volumen realmente consumido.

Estas pérdidas físicas a veces llamadas “pérdidas técnicas” incluirían las fugas de agua en la red de distribución, en tanques de almacenamiento y los errores en la macromedición y micromedición.

Para la estimación de las pérdidas de un sistema es necesario confrontar la macromedición del agua entregada al sistema con la micromedición efectuada a los usuarios de dicho sistema en un período dado.

El máximo porcentaje de pérdidas admisible está definido por el RAS en la tabla B.2.4; sin embargo, se debe mencionar que la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) tiene una reglamentación al

respecto y, por tanto, los estudios de planeamiento de sistemas de agua potable deben realizarse teniendo en cuenta el cálculo de dotaciones brutas.

Cabe mencionar que el RAS, en el numeral B.2.6, índica que el valor meta de las pérdidas de agua debe ser el menor entre el requerido por el RAS en la tabla B.2.4 y el definido por la CRA.

En la actualidad la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) no tiene conformada una estadística de pérdidas aplicable a los municipios de acuerdo a su nivel de complejidad y condiciones particulares, sin embargo, mencionamos que la regulación tarifaria vigente, corresponde a la Resolución 287 de 2004, en donde se estipula que el máximo nivel de perdidas que podrá ser reconocido al operador en el cálculo de sus tarifas es del 30%, valores adicionales deberán ser controlados mediante campañas de reducción de éstas.

Al abordar el caso de Sampués, donde encontramos situaciones como: Un 45.05% de la red de distribución está construida en asbesto cemento, con sectores que tienen mas de 40 años de haber sido construidos.

En la actualidad, el municipio de Sampués carece de un sistema de Macromedición y Micromedición, por lo tanto no es posible evaluar el porcentaje de pérdidas actual del sistema de acueducto, puesto que no se encuentran operando ningún macromedidor en los pozos existentes, y tampoco se cuenta con un sistema de micromedición que tenga una cobertura sobre la red urbana. (Dada esta situación y según informa la empresa en la actualidad no se realiza cobro por medición a ningún usuario).

Se sabe que en los alineamientos de las tuberías de conducción hay numerosos usuarios conectados directamente a la conducción, mediante

conexiones artesanales que inciden en el deterioro de la tubería e inducen pérdidas en el sistema desde antes de la llegada a los sistemas de almacenamiento.

Con base en la exposición de aspectos normativos referentes al tema, y evaluada la situación actual del municipio, esta investigación se acoge a lo expresado en la tabla B.2.4. del RAS, en donde se indica que para municipios del nivel Medio Alto de Complejidad se asuma un porcentaje de pérdidas del 25% para los casos en que no existan datos. Sin embargo, la situación encontrada en el presente diagnóstico, hacen prever que estas pérdidas obedecen a un porcentaje mucho mayor que el sugerido por el RAS, razón por la cual deberá priorizarse dentro de la formulación de un plan maestro la consecución de herramientas que permitan determinar de manera confiable este porcentaje permitiendo así actualizar las metas de las campañas de control de pérdidas.

La dotación neta mínima que sugiere el RAS-2.000 para una población de nivel de complejidad Medio Alto es de 130 l/hab-día y se sugiere se incremente en un 20% si el clima es cálido, lo cual arroja una dotación mínima de 156 l/hab.-día. Si tenemos en cuenta el porcentaje de pérdidas adoptado, la dotación bruta será de: 208 l/hab·día, equivalente a un caudal medio de suministro de 45.39 l/s.

9.4.3 Producción Actual (Oferta)

El volumen y caudal promedio de agua que se envía a la población se determinó a partir de información de la operación del bombeo existente que funciona durante 12 horas al día con un caudal de 82 l/s aproximadamente. Esta información sobre los caudales se obtuvo por medio de consultas a los operadores y fontaneros.

Con los datos anteriores la oferta de agua a la cabecera Municipal de Sampués es la siguiente:

Volumen diario: 7084.8 m3 / día = 212.544 m3 / mes
Dotación bruta disponible/usuario = 212.544/3.427
= 62,02 m3/usuario-mes
= 2,07 m3/usuario-día
= 439,86 litros/hab-día

Se asumen unas pérdidas físicas y técnicas de un 25% acogiéndonos al RAS, según se describe en el numeral anterior, la dotación bruta de 443.72 litros/hab-día se convierte, en una dotación neta de 354,03 litros/hab-día, valor que se encuentra por encima de la dotación neta requerida para la población de acuerdo al nivel de complejidad del sistema, estimada en 156 litros/hab-día.

9.4.4 Requerimientos Actuales (Demanda Potencial)

Con base en la dotación establecida, y el porcentaje de pérdidas asumido en el numeral 9.4.2, se evalúan los requerimientos actuales de la población, asumiendo una cobertura para el 100% de la población actual:

Tabla No. -13 Estimativo demanda actual de agua en el perímetro urbano

Población actual (hab)	%P	Dotación Neta (L/hab-D)	Dotación Bruta (L/hab-D)	Demanda Media m3/día - (l/s)
19.044	25%	156	208	3.961,15 m3/día (45.85l/s)

Si se comparan el caudal suministrado con el requerido por el casco urbano del Municipio, se tendrían los porcentajes de cobertura:

Tabla No. -14 Cobertura de suministro - Caudal suministrado vs. caudal requerido

Población	Oferta m3/día (l/s)	Demanda m3/día (l/s)	Cobertura de suministro
Sampués	7.084 (82)	3.961,15 (45.85l/s)	80 % por encima de la demanda

Los resultados obtenidos, muestran que el caudal suministrado al municipio por las fuentes de abastecimiento es bastante superior al demandado en la actualidad.

Además de eso se debe tener en cuenta y hacerse la claridad, en cuanto al régimen de explotación al que son sometidos los pozos que alimentan el sistema, los cuales operan 12 horas al día, en forma continua, y son detenidos el resto del día ante las fallas en el fluido eléctrico.

Las condiciones operativas actuales no son tan desfavorables para el acuífero de donde se surte el sistema, pues se permite la recuperación y estabilización de niveles en cada pozo, y por consiguiente se pueden lograr los regímenes de equilibrio en cada sistema de extracción. Más sin embargo en el tiempo, esta condición tendrá como consecuencia el aumento de los radios de influencia de cada sistema, limitando las posibilidades de expansión mediante la construcción de nuevos pozos en cercanías del casco urbano.

Es importante por parte de la administración municipal y la empresa prestadora del servicio la selección de alternativas que permitan evaluar la capacidad real de suministro de cada pozo, a fin de determinar las

condiciones ideales de explotación y se propondrá la expansión del sistema de suministro de acuerdo con las proyecciones de demanda para cada horizonte de planeación.

De otra parte, debe considerarse una vez más, que el porcentaje de pérdidas asumido, corresponde a lo sugerido por el RAS 2000, según se describe en el numeral 9.4.2. Se hace énfasis en que este porcentaje deberá estimarse con base en datos propios del municipio, que permitan enfocar las metas de reducción y plantear las necesidades reales de suministro para cada año dentro de los horizontes de planeación. En la actualidad el municipio cuenta con la extensión de redes necesarias para cubrir casi en su totalidad la demanda del servicio. Se debe tener en cuenta los porcentajes de tipo y diámetros de tubería existente para determinar los costos necesarios de reducción de pérdidas y reposición de tubería que no cumpla con las normas.

9.5 ESTADO FÍSICO Y OPERATIVO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

9.5.1 Geología e Hidrogeología del Acuífero

- **Geología**

Según estudios realizados por INGEOMINAS el municipio de Sampués esta ubicado en las siguientes unidades litoestratigráficas.

- **Formación Betulia.**

Ubicada al sureste del casco urbano a una distancia aproximada de 2Km. Históricamente la formación Betulia tuvo su origen en el cuaternario, por la depositación en la zona de arenas y arcillas originadas por las variaciones de nivel del mar. Más reciente los sistemas San Jorge y Magdalena, han

erosionado la formación Betulia dejándola en parte como terrazas abandonadas (Buenavista, San Pedro, Sabanas de Pedro, Las Llanadas). La estratigrafía de la formación es básicamente arcillolitas abigarradas con Intercalaciones de pequeños paquetes arenosos, secuencia fluvio- lacustre y con espesor mayor de 400 m.

- **Formación Sincelejo.**

Cubre el resto del municipio, tuvo su origen en el terciario debido a que el sistema fluvial Cauca que salía al mar caribe al sur, comenzó a fluir por el piedemonte de las serranías de San Jacinto y San Jerónimo donde depositó una amplia secuencia de arenas.

Estratigráficamente la formación Sincelejo consta de una secuencia de areniscas de grano grueso a conglomerático en la parte inferior. En la superior consta de areniscas delgadas con intercalaciones de arcillolitas montmorilloniticas.

Las areniscas son de color amarillo a marrón cuando están oxidadas, su grano es grueso, levemente plegadas, algo fracturadas y con intercalaciones de nódulos calcáreos, restos fósiles de troncos, etc. Las arcillolitas son de color gris a amarillo. Tiene un espesor promedio de 500 m.

Estructuralmente la dirección de las areniscas de la formación Sincelejo, es N 30º E y tienen diferencia sustancial con el basamento marino que tiene dirección N-S. Esto le da características de aluvión del terciario a la formación Sincelejo. Así mismo presenta discordancia angular con las areniscas básales de Sincelejo. La estructura predominante es monoclinal, buzando suavemente 10º - 15º hacia el oriente.

- **Hidrogeología**

El municipio de Sampués es privilegiado hidrogeologicamente ya que un 70% de su territorio esta localizado sobre el área de recarga del acuífero de la formación Sincelejo. El acuífero de Morroa como se le llama, es un acuífero complejo constituido por capas de areniscas y conglomerados poco consolidados, intercalados con capas de arcillolitas, producto de la sedimentación detrítica en un ambiente típico de abanico aluvial y cauces fluviales, por esto los niveles más permeables proceden de los canales principales y de las zonas proximales del abanico; Por este origen deltaico la formación tiene abundantes cambios de fases y es así como en el municipio presenta tres capas de areniscas con potencial acuífero, siendo la capa central la única explotada, con un espesor de 70m y compuesta por granos de tamaño grueso a grava fina en matriz arenosa fina con cemento calcáreo.

El acuífero de Morroa tiene un espesor variable y se han calculado por medio de pruebas de bombeo transmisividades entre 21 y 470 m^2 /día, coeficientes de almacenamiento de $1.9 * 10^{-3}$ y $2.2 * 10^{-4}$, y reservas totales del orden de los 12.000 millones de metros cúbicos de agua, con una recarga potencial de 50 millones de metros cúbicos de agua por año. La demanda actual de agua de los municipios que se abastecen del acuífero de Sincelejo esta estimada en 27.5 millones de metros cúbicos de agua por año.

El agua de este acuífero es considerada apta para el consumo humano, de acuerdo a las normas establecidas por el ministerio de salud en el decreto 1594/ 84. Y se han clasificado como aguas bicarbonatadas cálcicas y bicarbonatadas sódicas.

Por ultimo la formación Betulia contiene agua pero la transmite muy lentamente por lo que su explotación es muy limitada y poco recomendable.

9.5.2 Calidad del agua

Los parámetros que a continuación se describen pertenecen a muestras de agua tomadas introdomiciliarias y fueron evaluadas por DASSALUD – SUCRE

Tabla No. -15 Calidad de agua para suministro

PARÁMETRO FISICOQUIMICOS	*UNIDADES*	*VALOR*
pH		8,97
Color	UPC	2,5
Olor y Sabor	Aceptable (si/no)	ACEPTABLE
Turbiedad	UNT	0,13
Sustancias Flotantes	Presente o ausente	AUSENCIA
Nitritos	mg/L	0,07
Acidez Mineral		0
Cloruros	mg/L	29
Dureza Total (CaCO3)	mg/L	17
Hierro Total	mg/L	X
Sulfatos	mg/L	0,6
Fosfatos	mg/L	0,15
Cloro residual libre	mg/L	0
No muestras totales	U	2
No muestras aceptables	U	2

PARÁMETRO MICROBIOLÓGICOS	*UNIDADES*	*VALOR*
E-COLI	UFC/100 ml	0
Coliformes totales	UFC/100 ml	15X10

9.5.3 Diagnóstico de la calidad del agua para suministro

A partir de la evaluación físico química y bacteriológica y a la luz del decreto 475 de marzo 1.998, el agua obtenida clasifica como “No apta para consumo”, debido a la presencia de contaminantes bacteriológicos, por lo

tanto, se identifica la necesidad de practicar una tratamiento mediante desinfección. Es importante mencionar que en la actualidad existe otra reglamentación para evaluar la calidad del agua para consumo humano, el cual es el decreto 1575 de mayo de 2007, pero que para efectos de realización de la presente investigación no fue tenido en cuenta dado a que fue dado a conocer después de haber tocado esta parte.

En cuanto a los elementos y compuestos físico químicos de reconocido efecto adverso a la salud humana, cumple, como “agua segura”, puesto que no cumple el parámetro de alcalinidad total y teniendo en cuenta las definiciones del capitulo 1 del Decreto 475 de 1998: “Aquella que sin cumplir algunas de las normas de potabilidad puede ser consumida sin riesgo para la salud humana “.

En términos generales el agua que produce esta formación acuífera es de buena calidad, apta para el consumo humano, mencionando una vez mas, que las caracterizaciones indican presencia de contaminantes bacteriológicos, posiblemente asociados a actividades pecuarias desarrolladas en las zonas periféricas del municipio y a la posible infiltración de aguas residuales provenientes de las lagunas de oxidación.

9.5.4 Sistema de Abastecimiento, Características pozos existentes

La capacidad de servicio de los pozos varía de acuerdo a las estaciones climáticas, dado el caso que para la época actual es de 82.0 lps.

Se presentan a continuación algunas de las características de los pozos, teniendo en cuenta su diseño y situación actual de operación. A cierta información no fue posible tener acceso, pues en las oficinas de EMPASAM debido a los cambios de gerente en cada administración municipal se ha ido

perdiendo dicha información, lo cual no permite tener un registro claro de cada componente y de la situación actual de cada uno de estos.

Tabla No. -16 Algunas Características de los pozos

Pozo Nº	Año construcción	Q. DISEÑO lts/s	Q. actual lts/s	PROF. m	REVESTIMIENTO Tipo	Diámetro
5	N.P.I.	15,00	12,00	132,00	Acero y acero inoxidable	10” y 8”
6	1.997	23,00	22,00	158,84	Acero y acero inoxidable	10” y 8”
7	N.P.I.	N.P.I.	14,00	N.P.I.	N.P.I.	N.P.I.
8	1.999	37,50	34,00	178,00	Acero y acero inoxidable	10" , 8” y 6”

N.P.I: No Poseemos Información.

9.5.5 Diagnóstico del sistema de pozos de abastecimiento:

- **POZO No. 5**

- Tapa: En buen estado y cumple, le falta pintura.

- Válvula de compuerta: Se aprecias en buen estado, mas no sobra anotar que se le debe hacer mantenimiento para evitar que se pueda averiar por estar a la intemperie.

- Niples y Codos: Están en buen estado.

- Macromedidor: No posee.

- **POZO No. 6**

- Tapa: Se encuentra cubierta por la maleza, pues como se observa en la fotografía este no se halla con cerramiento y base en concreto como los demás pozos.

- Válvula de Compuerta: Aceptable estado, se recomienda hacer mantenimiento, para prevenir que se dañe, está también se halla expuesta a la intemperie.

- Niples y Codos: En buen estado.

- Macromedidor: No posee.

Observaciones: Se recomienda construir una caseta semejante a la de los pozos No. 7 y No. 8 que albergue la válvula.

- **POZO No. 7**

- Tapa: En buen estado.

- Válvula de Compuerta: Regular estado, pegado por falta de mantenimiento.

- Niples y Codos: En buen estado.

- Macromedidor: No posee.

- **POZO No. 8**

- Tapa: En buen estado.
- Válvula de Compuerta: Buen estado.
- Niples y Codos: En buen estado.
- Macromedidor: No posee.

En general, el estado de los componentes mencionados y que existen es bueno y bastante aceptable, pero se recomienda que se les haga un seguimiento continuo para mantenerse al tanto de su estado y funcionamiento, esto con el fin de tener un plan de contingencia que permita actuar rápidamente en caso de un imprevisto y tener que suspender el servicio en uno de ellos.

9.5.6 Equipos de bombeo

No se tiene información precisa de los equipos de bombeo de los pozos, ya que no reposa en las oficinas de la EMPASAM un registro de dicha información.

Para los equipos instalados en la estación de Rebombeo se obtuvo información haciendo la inspección en campo.

Tabla No. -17 Descripción de los equipos de bombeo

	Caseta No. 1		Caseta No. 2			
	Equipo 1	Equipo 2	Equipo 1	Equipo 2	Equipo 3	Equipo 4
BOMBA						
Marca	N.P.I	HIDROMAC	HIDROMAC	HIDROMAC	HIDROMAC	HIDROMAC
Referencia	U1941015627	HZ3BX4X9RB60III	HZ2BX2.1/2X9RBR	HZ2BX2.1/2X9RBR	HZ2BX2.1/2X9RBR	HZ2BX2.1/2X9RBR
S/N	N.P.I	061376	061373	N.P.I	061374	061375
Caudal LPS	66	33	66	33	20	20
MOTOR						
Potencia HP	100	50	100	50	30	30
Marca	LINCOLN	EBERLE	EBERLE	EBERLE	EBERLE	EBERLE
Voltaje	230/460	220	220	220	220	220
Ciclo HZ	60	60	60	60	60	60
Fases	3	3	3	3	3	3
IMPULSIÓN						
Diámetro	10”	10”	10”	10”	10”	10”
Llegada	Red Sector Centro	Red Sector Centro	Red Sector Troncal	Red Sector Troncal	Red Sector Troncal	Red Sector Troncal

9.5.7 Casetas de bombeo

- POZO 5: La caseta de bombeo esta en muy mal estado y no es apropiada para su objetivo, ya que es necesario desarmarla para los trabajos de mantenimiento en el pozo (sacada de la bomba).

  Actualmente está sin techo, pues hubo que retirarlo para hacerle mantenimiento al pozo y se lo robaron. El equipo eléctrico esta ubicado adecuadamente y bien asegurado. El transformador de energía también es nuevo pues se lo robaron hace poco, y ello ha hecho necesario la presencia de la fuerza pública cono es el Ejercito, para controlar el ingreso de particulares en cercanía de las casetas o a las mismas casetas para evitar seguir teniendo perdidas de esta gravedad, pues esta es una situación que afecta a la comunidad en general.

Figura No. -10 Vista general de la caseta pozo Nº 5

Figura No. -11 Vista al interior de la caseta pozo Nº 5

- **POZO 6**: Su estado es bueno tanto de puertas, muros y techo.

Figura No. -12 Vista general de la caseta pozo Nº 6

Figura No. -13 Vista de inicio de aducción pozo Nº 6

- **POZO 7**: Estado bueno tanto de muros, techo, puertas y cerramiento.

Figura No. -14 Vista general de la caseta pozo Nº 7

- **POZO 8**: Buen estado a nivel general, coincide con el modelo del pozo 7.

Figura No. -15 Vista general de la caseta pozo Nº 8

Figura No. -16 Vista del inicio de la aducción pozo Nº 8

A nivel general cabe anotar sobre cada uno de las casetas de los pozos, es que solamente la del pozo 5 necesita ser reparada en el aspecto del techo, para los demás el estado es bueno y muy aceptable, pues la estructura como tal no presenta un deterioro fatal y además se encuentran bien resguardados los tableros eléctricos de control para el encendido de las bombas, solo es necesario hacer un poco mas de aseo a nivel interno de la caseta y retirar un poco la maleza cercana o adyacente a cada estructura

- **Estación de Rebombeo:** Buen estado a nivel general de infraestructura física, que se puede apreciar por simple inspección visual de cada uno de los elementos que la constituyen.

Existen dos cuartos de máquinas con conexiones para los equipos de bombeo de cada uno de los dos sectores.

Figura No. -17 Vista de la estación del rebombeo (cuartos de máquinas)

Dentro de la caseta de bombeo donde se manejan los equipos del sector centro hay dos bombas, cada una bomba instalada con su motor, con unión concéntrica. La succión de la bomba es en 8” desde el cárcamo del tanque hasta la entrada a esta. Los motores son de 100 y 50 HP, la descarga de la bomba es en 8” y se amplía antes de entregar al múltiple a 10”.

Para la caseta de bombeo donde se manejan los equipos del sector troncal hay cuatro bombas, cada bomba instalada con su motor, con unión concéntrica. La succión de la bomba es en 8” desde el cárcamo del tanque hasta la entrada a la bomba. Los motores son de 100, 50 y dos de 30 HP, pero solo se utilizan actualmente los de 100 y 50 HP, la descarga de la bomba es en 8” y se amplía antes de entregar al múltiple a 10”.

En ambos casos el conjunto de motor y bomba está instalado sobre una base antivibratoria.

Figura No. -18 Equipos de bombeo sector centro

Figura No. -19 Equipos de bombeo sector troncal (30 HP)

Figura No. -20 Equipos de bombeo sector troncal (100 y 50 HP)

9.5.8 Red de Distribución

La red de distribución presenta una capacidad hidráulica adecuada en gran porcentaje de la cabecera Municipal, a excepción de aquellas zonas donde se hallan instaladas tuberías con diámetros reducidos (1/2", 2") que corresponden a un 29.0% aproximadamente, lo cual ocasiona grandes pérdidas de presión y por lo tanto fallas en la prestación eficiente del servicio, al ser considerado su funcionamiento bajo la hipótesis de tener suministro continuo de agua potable en cada uno de los sectores, considerando un suministro de 24 horas al día.

De acuerdo con los resultados de la modelación hidráulica de la red. Los sectores más críticos en cuanto a pérdidas de energía, corresponden a los barrios o sectores periféricos donde se manejan los diámetros menores (2"), se detectan pérdidas locales, en donde se desaprovecha la presión disponible en las redes principales en 4" y 6" que surten estos sectores.

Los costos de energía y el mal uso de la capacidad de caudal bombeado, generan condiciones inadecuadas de operación y prestación del servicio, así también el aumento de la población y dispersión de barrios alejados del centro, generaron condiciones limitantes al suministro continuo y en la capacidad de la red.

9.5.9 Redes de Distribución Principal

Actualmente la cabecera Municipal de Sampués, cuenta con una red principal que suministra el flujo a los diferentes sectores. La red principal esta conformada por tuberías de 10" y 6" en AC y PVC.

Tabla No. -18 Inventario de tubería de la red principal de distribución

DIÁMETRO	MATERIAL	LONGITUD (m)
10”	P.V.C	2890
10”	A.C	1962
6”	P.V.C	100
6’’	A.C	844

La red principal no cuenta con sistemas de purga ni ventosas. De ser posible deberán instalarse estos accesorios dadas las condiciones topográficas del municipio en puntos bajos y altos donde se puedan acumular sedimentos y en lugares donde se formen bolsas de aire.

9.5.10 Red Menor

La red menor de los sectores esta conformada por tuberías con diámetros de ½”, 2”, 3” y 4”. Se evidencia que en algunos sectores no existe red menor con diámetro suficiente para la prestación del servicio ya que se realiza mediante tubería de ½”, aunque en pocos metros.
La red menor en los diferentes sectores esta conformada de la siguiente manera:

Tabla No. -19 Inventario de tubería de la red menor de distribución

DIÁMETRO	MATERIAL	LONGITUD (m)
4”	A.C	336
3”	P.V.C	3013
3”	A.C	16907
2”	P.V.C	12454

De la información secundaria que se obtuvo sobre el estado de la red de tuberías existentes, se deben plantear dentro de la definición de alternativas y el diseño por parte de la empresa prestadora del servicio EMPASAM y la Administración Municipal, la reposición de algunos tramos que se encuentran en mal estado, básicamente por la antigüedad de éstos.

9.5.11 Tramos a reponer

Es necesario reponer todos los tramos de la red de acueducto que tengan diámetros menores de 2", lo cual no cumple con lo estipulado en el RAS 2.000 capitulo B numeral B.7.4.6.2. "Diámetros internos mínimos en las redes menores de distribución", el cual debe ser mínimo de 2½". Además, es deficiente el comportamiento hidráulico de las redes con estos diámetros debido a las grandes pérdidas de presión que se presentan.

En virtud de lo anterior, se identifican los siguientes tramos por fuera de la norma, en lo que tiene que ver con la red menor de distribución:

Figura No. -21 Tramos a reponer en este sector de la red actual, diámetro 2''

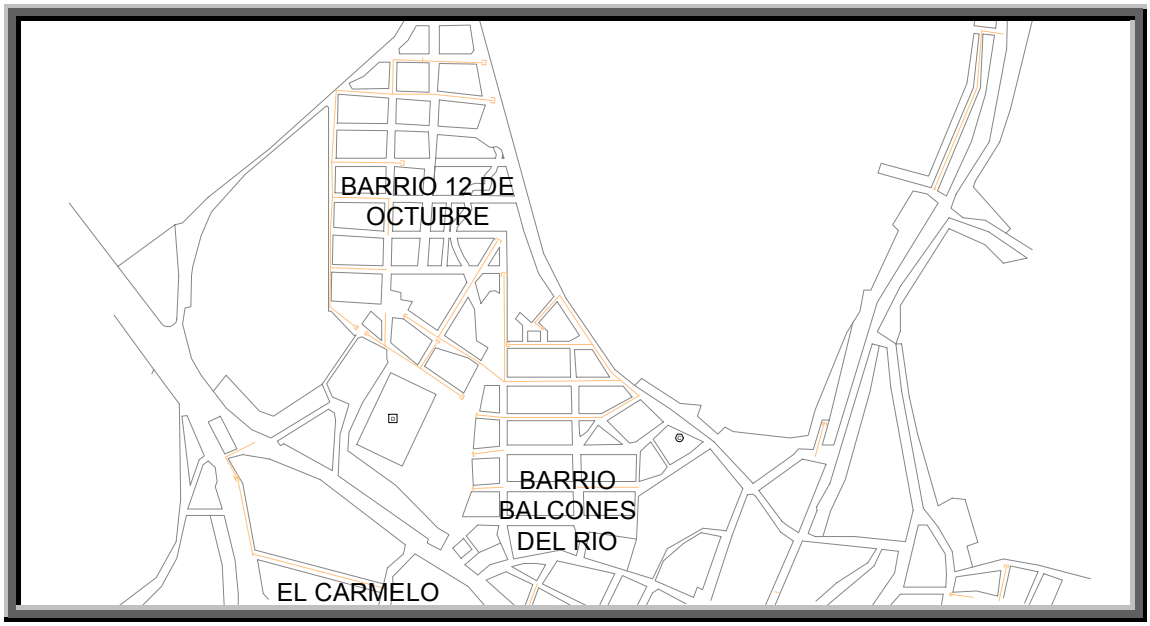


Figura No. -22 Tramos a reponer en este sector de la red actual, diámetro 2''

Figura No. -23 Tramos a reponer en este sector de la red actual, diámetro 2''

Figura No. -24 Tramos a reponer en este sector de la red actual, diámetro 2''

9.5.12 Accesorios

- **Válvulas**

La red de distribución principal y algunas redes secundarias que alimentan a los diferentes sectores, están provistas de válvulas de compuerta la mayoría con caperuzas triangulares y algunas con caperuzas cuadradas, con su respectiva caja de mampostería y algunas con caja en concreto. Existen actualmente aproximadamente unas 40 válvulas instaladas. Se localizaron todas las válvulas y se constató que algunas se encuentran totalmente cerradas ya que funcionan como válvulas de sectorización.

Las limitaciones económicas que presenta la Empresa de Servicios Públicos Municipales de Sampués, para costear los gastos en que incurre la misma por el consumo elevado y costoso de la energía eléctrica, requerida para el

funcionamiento de las bombas, la deficiencia en la capacidad de almacenamiento del agua bombeada, las condiciones actuales de la red, la topografía y el alto porcentaje de conexiones clandestinas, han llevado a la necesidad de operar las válvulas instaladas en la red para sectorizar la prestación del servicio de acueducto. En el plano general de la red de acueducto se muestra la ubicación de las válvulas de sectorización de la red de suministro.

Las válvulas fueron instaladas con el propósito de sub-sectorizar el servicio y definir puntos de alimentación de éstos, que también una vez instalados los micromedidores y macromedidores servirían para medir los consumos de dichos sectores y hacer un balance de la cantidad de agua producida versus la cantidad de agua consumida para realizar el cálculo de pérdidas técnicas en la red.

Ante la necesidad de racionar y prestar el servicio a los diferentes sectores dada la deficiencia en la producción de agua, se hace necesario que se operen las válvulas instaladas para lograr que los sectores definidos reciban el servicio de forma racionada.

- **Hidrantes**

La red de acueducto no cuenta con hidrantes instalados en ningún punto, es decir, los que están instalados y que se pueden apreciar a simple vista sobre los andenes no se hallan conectados a la red en ningún punto.

Dada la situación actual de la red en cuanto a la dotación de hidrantes, la red no cumple con los estándares mínimos establecidos en el RAS 2.000. Por lo tanto, se hace necesaria la instalación de hidrantes especialmente en la zona

céntrica donde se aglomera la mayor parte de la población y existen sitios de gran importancia institucional, comercial e histórica.

9.5.13 Macromedición y Micromedición

La red de acueducto tampoco cuenta con macromedidores en ningún punto. Se deberán instalar en los puntos adecuados, y además deberán revisarse y calibrarse para hacer un seguimiento continuo, para conocer realmente la cantidad de agua que está circulando por las redes. Actualmente no existe forma de evaluar el estado y condiciones operativas de los bombeos y el balance entre el caudal producido y el caudal que se consume la población. También es importante que se implemente un sistema de medición de presión en la red. (Pitometría)

La micromedición es nula, pues tampoco se hallan instalados en ningún punto sobre la red. Actualmente no existe micromedición en el municipio de Sampués; la facturación se realiza por estrato y por "promedio" de cada estrato.

Por lo tanto, es necesario que se inicie un plan estratégico de concientización en el uso eficiente del agua e iniciar un programa de micromedición. La implementación del sistema de micromedición debe estar acompañada de aumento en el suministro.

9.5.14 Entidad Administradora

El control, operación, mantenimiento del sistema de acueducto es a cargo de las Empresa Oficial de Acueducto, Alcantarillado y Aseo del Municipio Sampués EMPASAM.

9.6 MODELACIÓN DE LA RED MATRIZ DE ACUEDUCTO

Para la modelación de la red de acueducto se empleó el software de la Agencia de protección Ambiental de los Estados Unidos, EPANET, en versión 2.0.

EPANET es un programa de ordenador que realiza simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico en redes de suministro a presión.

Una red puede estar constituida por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses. EPANET efectúa un seguimiento de la evolución de los caudales en las tuberías, las presiones en los nudos, los niveles en los depósitos, a lo largo del periodo de simulación discretizado en múltiples intervalos de tiempo. Además de la concentración de las distintas especies, puede también simular el tiempo de permanencia del agua en la red y su procedencia desde las diversas fuentes de suministro.

9.6.3 Modelo de la red actual

Para la conformación del modelo se ha utilizado la información topográfica consignada en el plano de curvas de nivel y el plano de la red suministrado por EMPASAM, elaborado con la colaboración de los funcionarios de la empresa municipal de acueducto, en el cual se presentan los diámetros, longitudes, materiales y accesorios de la red de acueducto.

En cada nodo de la red se han alimentado las cotas de terreno identificadas en el plano topográfico del municipio. Para los tanques de distribución se han incluido las cotas de terreno en el sitio del tanque, la cota de solera (parte inferior del tanque) y el nivel inicial que es la altura de agua supuesta dentro del tanque al inicio de la simulación.

La presión disponible en el sistema corresponde a la inducida por los motores, como también simular empleando un tanque de almacenamiento que tenga una cota compensatoria con respecto al resto de l sistema. Con respecto a las diferencias de terreno, debe mencionarse que existen puntos en el municipio con cotas inferiores a la de la base de los tanques, razón por la cual estos nodos podrán presentar presiones superiores a la altura disponible en cada tanque.

Para la elaboración de modelo se realizaron las siguientes labores:

- Evaluación de la red existente, incluyendo diámetros, materiales y longitudes, obtenidas de los trabajos de campo y reportes de los funcionarios de la empresa de servicio públicos.

- Establecimiento de la red principal de cada sector y acumulación de caudales equivalentes de suministro para cada nodo de la red principal.

- Introducción de los depósitos, incluyendo un nodo virtual de suministro constante, alimentado con los caudales bombeados desde los pozos

- Ejecución del modelo para obtener los siguientes parámetros: Presiones de nudos de suministro, velocidades en los tramos de la red, pérdida unitaria en los tramos de la red, comportamiento de los tanques de almacenamiento.

9.6.4 Situación Actual de la red de distribución

El modelo de la red es ejecutado suponiendo un suministro continuo para todos los usuarios del sistema, lo que corresponde a la situación deseada o que se aspira se logre con las mejoras y obras nuevas propuestas en el presente documento, como acciones preliminares.

No se simulan las condiciones operativas actuales de prestación del servicio, pues estas corresponden a un suministro separado a los dos sectores identificados, y además se tendría que simular las sub-sectorización de ambos sectores y con ello no se consigue nada, ya que no hay prestación continua del servicio a nivel general de la red.

En el modelo de diagnóstico de la red actual del sistema de acueducto del municipio de Sampués, se tomó como caudal de diseño 50.83 lps, cómo se muestra en los parámetros del sistema presentados en la tabla 13, el cual corresponde a una cobertura actual del 99.0%. Adicionalmente, según la tabla B.7.4 del RAS 2000 y el literal B.7.4.5 "presiones en la red de distribución", la presión mínima en la red debe ser de 15 mca y la presión máxima de 60 mca para un nivel de complejidad medio-alto.

La tubería de la red es de PVC y AC, en la simulación se utiliza un coeficiente de fricción global de PVC= 0.0015 y AC= 0.03 para la formula de Darcy-Weisbach, la cual es una de las aceptadas por el RAS.

Para la red con los parámetros ampliados a 25 años, con una cobertura del 100% implementando medidas de mejoramiento de la red, se manejaría según las proyecciones un caudal de diseño de 88.99 lps y una población de 33.003 habitantes por servir, de tal manera que con la simulación de este modelo se puede dimensionar la red, y de esta forma evaluar la económicamente para encontrar aquella que cumpliendo con los requerimientos técnicos, presente los mínimos costos de construcción, operación y mantenimiento, teniendo como horizonte de análisis el periodo de diseño (Periodo 2006 –2031), pero no se hace, pues primero se tendría que tener claro como es el crecimiento geográfico y demográfico del municipio, factores que no están muy bien definidos pues lo que se propone en el PBOT no corresponde a la situación actual, ya que las áreas

propuestas como áreas de expansión urbana, no son las que se han venido desarrollando, sería complicado determinar hacia donde se deben proyectar la nuevas redes y cuales serían las obras que a corto plazo se deben implementar para ir obteniendo mejoras a través del periodo proyectado.

9.7 ANÁLISIS DE LA RED ACTUAL RESULTADOS OBTENIDOS

Para la simulación se tubo en cuenta como ya mencionó las características físicas actuales, y para el sector centro se presentan las mayores deficiencias por razones ya mencionadas, como son tubería en AC, la variación de diámetros, y las condiciones topográficas, pues el sector troncal no presenta mayores dificultades, y se manejan buenas presiones, lo cual fue corroborado en campo, haciendo algunas visitas domiciliarias. Al realizar la simulación de la red actual, para el centro sin cambios encontramos que:

- El enorme número de tuberías de gran diámetro y las de menor, que distribuyen el agua dentro del sector urbano generan una exorbitante disminución en la presión del sistema.

- Debido al crecimiento demográfico y geográfico del municipio, los sectores presentes actualmente son incapaces de abastecer al municipio en su totalidad con los requerimientos mínimos exigidos.

- Es necesaria la reposición de redes, porque al aumentar la presión de servicio la tubería de asbesto cemento no va a resistirla por su estado actual y ocasionarían muchas fugas como se venían presentando antes, y también se de debe aumentar los diámetros en algunos sectores para cumplir con los requerimientos de calidad y continuidad.

10 ANÁLISIS DE VIDA ÚTIL DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

El presente capítulo presenta un resumen de la vida útil de los componentes del sistema para tener en cuenta durante el período de diseño.

Para el almacenamiento de agua, la potabilización del agua para consumo, se presenta la comparación de la capacidad del componente y los requerimientos basados en las proyecciones de población.

Para las redes de distribución de agua para consumo, tan sólo se presenta la capacidad actual, describiendo cuáles tuberías son insuficientes, ya que para la situación actual se está trabajando con los caudales no solamente de las viviendas sino de los lotes que aún no han sido construidos, que en cualquier momento pueden construirse y conectarse a las redes.

Para el futuro, en la etapa de diagnóstico no puede definirse si la capacidad de las redes es suficiente o insuficiente, porque deberán definirse las alternativas de distribución de agua de las futuras áreas de expansión, utilizando parcialmente las redes construidas cuando tengan disponibilidad excedente.

Al final del capítulo se presenta un cuadro con el resumen de los componentes de cada sistema, la capacidad actual de cada uno y la comparación con los requerimientos para los años 2006, 2011, 2016 y 2031.
A continuación se presenta un cuadro con el resumen de los diferentes caudales (medio diario, máximo diario, máximo horario) para varios períodos de retorno, comparándolo con los requerimientos para esos mismos períodos.

10.1 Caudal suministrado

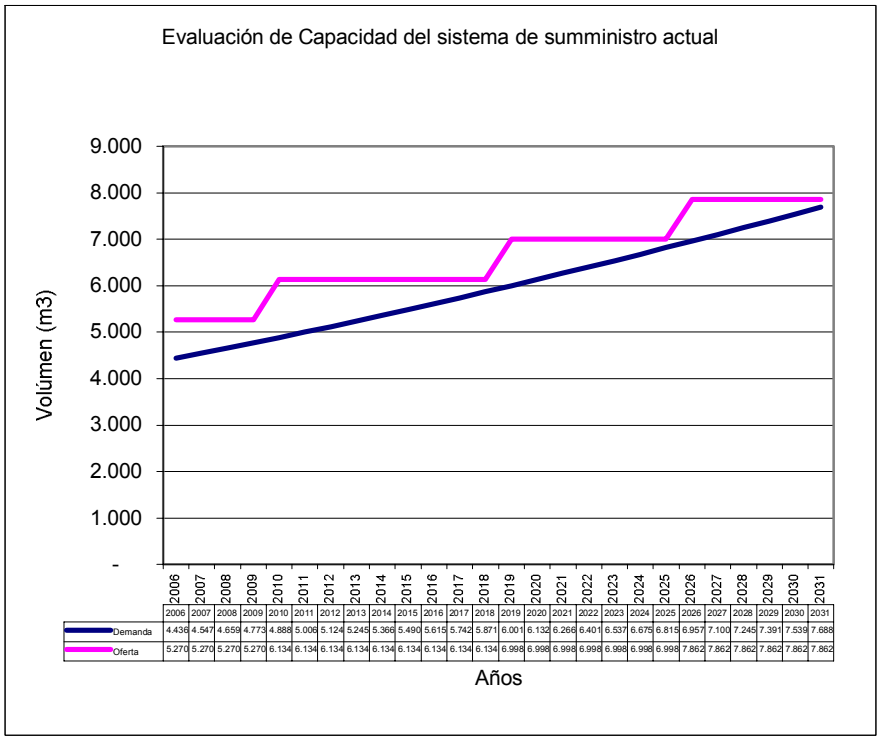
El caudal que hoy en día es suministrado por los pozos, da una cobertura de casi el doble, del caudal teórico demandado, y de acuerdo a lo expuesto en el numeral 9.4.3, los pozos son sometidos a un régimen de explotación aceptable, que por el momento y dentro de lo ideal debería mantenerse o ser modificado con el objeto de garantizar la sostenibilidad del recurso y permitir la expansión futura del sistema de acuerdo con las proyecciones de demanda.

Se debe plantear que en el corto plazo, la necesidad de expandir el sistema de suministro de acuerdo a las capacidades de producción del acuífero.

La capacidad del sistema de suministro actual, el cual se surte de los pozos 5, 6, 7 y 8, descritos en este informe, es evaluada bajo la condición existente de un régimen de bombeo de 12 horas, tiempo que permite la recuperación de niveles estáticos dentro de cada pozo, y prevenir la interferencia de radios de acción entre éstos.

La cantidad de agua demandada es evaluada a partir del caudal medio diario (Qmd), presentado en la tabla 12.

Se presenta a continuación el gráfico comparativo de la capacidad de suministro actual y la demanda proyectada.



	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Demanda	4.438	4.547	4.659	4.773	4.888	5.006	5.124	5.245	5.366	5.490	5.615	5.742	5.871	6.001	6.132	6.266	6.401	6.537	6.675	6.815	6.957	7.100	7.245	7.391	7.539	7.688
Oferta	5.270	5.270	5.270	5.270	6.134	6.134	6.134	6.134	6.134	6.134	6.134	6.134	6.134	6.998	6.998	6.998	6.998	6.998	6.998	6.998	7.862	7.862	7.862	7.862	7.862	7.862

Figura No. -25 Capacidad de suministro actual v.s demanda proyectada.

De lo anterior se concluye que la infraestructura de suministro instalada es insuficiente para suplir la demanda de agua del municipio, en la actualidad y en cada uno de los horizontes de diseño.

10.2 Conducciones

Las condiciones operativas actuales de las líneas de impulsión son buenas. En la medida que se presente una expansión demográfica hacia estos sectores, se identifica la necesidad de construir redes menores en dichos sectores que pasarían a ser parte de la cabecera atravesados por las conducciones, pues las conexiones directas a estas tuberías afectan su vida útil e inducen pérdidas en el caudal de impulsión.

10.3 Potabilización del agua:

En la actualidad el municipio no cuenta con sistema de potabilización de agua. Los resultados obtenidos en las caracterizaciones, indican que el agua no es apta para consumo humano, desde el punto de vista de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos. Se hace necesaria la construcción en el corto plazo de un sistema de desinfección. Entre las obras que se deben definir dentro las alternativas para la mejora del sistema se tendrán que analizar los sitios para la posible ubicación de los sistemas potabilización.

10.4 Conducciones

Se evalúa a continuación la capacidad actual del sistema de conducciones existentes, para el cual se considera la pérdida unitaria de energía y velocidad en cada tubería para distintos caudales simulados. Como restricciones de diseño se consideró el rango de velocidad admisible entre 0.2 y 2.0 m/s, y la pérdida total admisible en cada sistema.

Tabla No. -20 Parámetros actuales de las líneas de conducción

PARÁMETROS						
No.	Origen	Destino	Diámetro	Longitud	Material	Área (in)
1	Pozo 5	Alberca 1	6	776	PVC	28,3
2	Pozo 6	Alberca 2	8	1779	PVC	50,3
3	Pozo 7	Alberca 1	4	697	PVC	12,6
4	Pozo 8	Pozo 6	8	500	PVC	50,3

SITUACIÓN ACTUAL			CAPACIDAD LÍMITE SIMULADA			
Q (l/s)	J (m/m)	V (m/s)	Q (l/s)	J (m/m)	Jtotal (m)	V (m/s)
12	0,003837	3,1000	32	0,022870	17,75	1,754244659
22	0,002865	4,2625	58	0,016725	29,75	1,78850725
14	0,036298	5,4250	14	0,036298	25,30	1,726834586
34	0,006327	6,5875	58	0,016725	8,36	1,78850725

COMPARATIVO CON LA DEMANDA ACTUAL		
	Escenario	Q (l/s)
Capacidad total de las conducciones	Actual	162,0
Demanda	2006	55,07
	2011	60,92
	2016	80,40
	2031	104,69

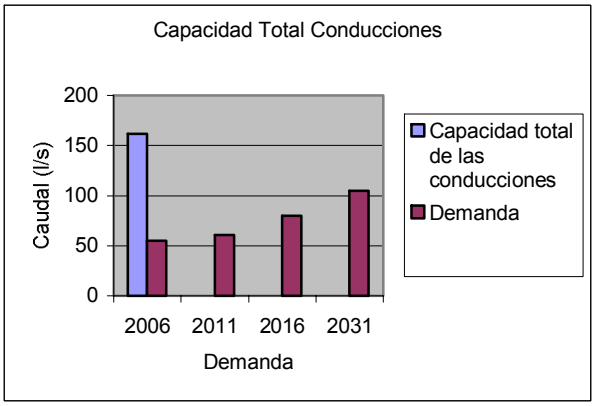


Figura No. -26 Capacidad Total de Conducciones.

La capacidad de transporte del sistema actual es de 162 lps, la cual es superior al caudal requerido para los tres horizontes de diseño. Se concluye que la capacidad de las líneas de impulsión es adecuada para la demanda actual y futura.

10.5 Sistema de rebombeo existente

Para el caso del sistema rebombeo, los equipos instalados para el bombeo desde las albercas subterráneas, tienen una capacidad de enviar o impulsar un caudal nominal de 100 lps, el cual es suficiente para abastecer la demanda actual, razón por la cual se acepta como capacidad máxima del equipo de rebombeo.

Con base en los parámetros o características de los componentes de la estación de rebombeo, se puede hallar el máximo caudal transitable para una potencia dada de la bomba, conocida la altura total a vencer incluyendo pérdidas en la conducción, obteniendo como resultado un Qmax que debe estar por encima del caudal nominal de 100 lps, razón por la cual se acepta como capacidad máxima del equipo de rebombeo.

10.6 Redes de distribución:

La cobertura actual de las redes de distribución es aceptable, según la malla que se maneja y se puede observar en el plano general de catastro de redes. Las alternativas para tramos nuevos contemplarán el crecimiento proyectado en las áreas de expansión, que como mencionó anteriormente no son las propuestas en el PBOT del municipio.

A nivel de vida útil de las redes, es prioritario en el corto plazo, el reemplazo de las redes en asbesto cemento de mayor edad, las cuales no soportan altas presiones, y que en la actualidad no permiten sacar mejor provecho de las condiciones actuales de la red.

A nivel de redes menores, se identifica la necesidad de sustituir en el corto a mediano plazo, las redes en diámetros de ½," 2", las cuales se encuentran por debajo de lo reglamentado en B.7.4.6.2, y son generadoras de pérdidas de energía en el sistema de suministro. Los sectores que presentan estas tuberías a reponer se presentan en las figuras 21 a la 24.

10.7 Almacenamiento:

Según se describe en el numeral 8.2.3, Evaluación de la capacidad de almacenamiento, se encuentra un déficit de almacenamiento para la atención

a los sectores, sin embargo se encuentra que el volumen de acumulación instalado es superior al requerido para cada sector, de donde se concluye que el déficit existente obedece a las condiciones operativas actuales, y puede ser reducido, induciendo cambios en el esquema de suministro, haciendo uso del tanque elevado de concreto para actuar como sistema de acumulación, y no tenerlo sin darle ningún uso, mas solo está expuesto al continuo deterioro, como sucede hoy en día.

Se identifica la necesidad de construir en el corto plazo un tanque elevado, que acompañe la expansión del sistema de suministro a mediano plazo (pozos nuevos), permitiendo el suministro continuo a todos los sectores del municipio que se deberá ir expandiendo por etapas, permitiendo a los tanques actuar como sistemas de acumulación y no de paso temporal.

11 CONCLUSIONES

La importancia de este documento radica en que permite conocer el estado actual y el comportamiento del sistema de acueducto urbano del municipio de Sampués. Este documento es una base para la elaboración de un documento más completo como lo es el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado de Sampués, puesto que sirve como soporte para realizar un estudio a mayor profundidad del sistema de acueducto, esto con el objeto de mejorar la calidad de vida de la población sampuesana, que es la directamente afectada por las condiciones en que se encuentra el sistema de acueducto objeto de estudio.

Con la información recopilada durante el proceso de investigación, se logró tener una idea clara y ordenada del estado actual de los diferentes componentes que conforman el sistema de acueducto, la manera como este se viene operando y cuales deben ser las mejoras que se deben implementar desde el punto de vista físico, operacional y de manejo administrativo.

Dicho lo anterior es importante anotar que debido a la falta de planeación y de políticas orientadas hacia una correcta instalación o expansión de las redes, funcionamiento y uso de otros componentes del sistema de acueducto, se ha llegado a la situación actual bajo la cual se opera el sistema, pues no se evidencia con certeza como se ha venido manejando la ampliación de cobertura que supedita la operación a nuevos regimenes de bombeo. Actualmente el sistema en funcionamiento es aceptable pero no eficiente, pues hay capacidad para cubrir la demanda, y hasta un 80% por encima de esta, por ende se hace necesario incorporar un registro o soporte físico en el cual esté consignada toda la información pertinente acerca de cada uno de los componentes desde su concepción, pasando por su

creación, vinculación y operación, siendo esto la razón de la elaboración de este documento.

Esta falta de planeación trajo como consecuencia los problemas que años atrás se venían presentando y que gracias a las últimas administraciones es que se ha logrado mitigar los inconvenientes en cuanto a la prestación del servicio de agua potable, situación que se puede volver a presentar y hasta agudizar, puesto que bajo las condiciones topográficas del área de influencia, la no consideración del crecimiento de la población, el estado actual de las tuberías de las redes, dentro de las cuales se encuentran sectores con tuberías que ya han cumplido con su período de vida útil y que el material y los accesorios que la conforma no la favorecen, como es el caso de la tubería de asbesto cemento la cual alcanza aproximadamente un 50% de las redes, impiden que se puedan manejar presiones de operación más altas que las actuales para ofrecer un servicio más eficiente. Además de eso se presentan sectores donde el diámetro es insuficiente, violando el cumplimiento de la normatividad establecida (RAS 2000) y que en la realidad esta tubería no satisface el suministro a dichos sectores en los cuales se encuentran.

En la actualidad bajo el sistema de bombeo directo con el cual se opera el sistema, se producen altos costos por concepto de energía debido al funcionamiento de los cuatro motores impulsadores.

Sumándose a lo anterior la falta de macromedidores y micromedidores no permite establecer claramente donde se presentan las mayores pérdidas, las causas y valores aproximados de éstas.

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados se deben empezar a considerar cómo se afrontarán en un futuro no muy lejano las necesidades

que trae consigo el crecimiento y desarrollo del municipio en lo que respecta al sistema de acueducto, para lo cual soportado sobre este trabajo el sistema necesita que se implementen obras orientadas al mejoramiento del sistema actual, sobre todo a nivel de redes pues las condiciones actuales no son las más favorables y deseadas, esto a causa de la sectorización y subsectorización que se maneja para poder abastecer la población, pues lo ideal es que el suministro sea continuo y eficiente en cuanto a presiones y calidad.

Para lograr esa continuidad y eficiencia del servicio además de cambiar redes se debe hacer mejor uso de los componentes con los cuales se cuenta, como es el tanque elevado de 100 m^3, el cual se hace necesario usar para tener una buena cabeza de presión y se utilizaría para abastecer algunos subsectores bajos del sector centro. También se debe construir otro tanque elevado con la capacidad suficiente que ayude a mantener la continuidad del servicio y a disminuir los costos de operación debido a la energía consumida por los motores impulsadores durante su operación. Ya que el servicio es por bombeo directo, los usuarios al ir abasteciéndose, cierran su red domiciliaria y como consecuencia se incrementan las presiones en la red, lo que se ve reflejado en los niveles de las albercas los cuales empiezan a elevarse haciendo que los equipos trabajen forzados y es necesario hacer la respectiva manipulación de las válvulas de control para evitar daños.

A nivel de calidad de agua, dado que ésta no se considera como agua apta para consumo humano, se propone, implementar sistemas que permitan controlar y hacer posible el cumplimiento de los valores de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que exigen los reglamentos que controlan dicho aspecto (Decreto 1575 de 2007).

Cabe mencionar que también se deben promover programas de mantenimiento periódico de cada uno de los componentes del sistema, esto con el objeto de preservar su buen estado dentro del período de su vida útil.

12 RECOMENDACIONES

Una recomendación general es que antes que de proponer cualquier nueva intervención sobre el sistema de acueducto, se debe analizar, diagnosticar, definir y dimensionar las obras de rehabilitación, optimización y ampliación que se obligan a implementar bajo las condiciones que se tienen actualmente para garantizar un adecuado servicio de suministro de agua tratada a la población, obras estas que servirán como pilar para soportar mejoras a largo plazo.

Como recomendaciones puntuales tenemos:

- Cambiar todas las redes existentes de asbesto cemento por redes en PVC, es decir, esto corresponde aproximadamente al 50% de la tubería existente y de la cual la mayor parte se halla instalada en el sector centro, siendo este el sector al que pertenecen mayor número de usuarios y donde hay mayor número de subsectores, y a eso se suma que las condiciones topográficas son mas irregulares presentándose sectores muy bajos y otros altos, para lo cual se necesitan manejar presiones suficientes que permitan suministrar el servicio a los sectores altos, pero debido a que las tuberías no soportan altas presiones, estas podrían presentar fallas operativas y como consecuencia la mala prestación del servicio.

- Cambiar toda la tubería de 2'' de diámetro, por tubería de un diámetro mayor que cumpla con la reglamentación vigente y que permita obtener una mejor operación y por ende una mejor prestación del servicio, pues la tubería de 2'' no se permite en redes de este tipo y no se manejan buenas presiones en los subsectores donde se hallan instaladas.

- Hacer una nueva sectorización debido al gran tamaño de la red de distribución y las condiciones topográficas del municipio, para evitar los altos índices de agua no contabilizada y tener una mejor calidad en la operación y mantenimiento de la misma.

- Realizar todas las interconexiones de las tuberías necesarias en cada sector (ver plano general de catastro de redes) con el fin de tener el mayor número posible de circuitos cerrados, ya que de esta manera se puede garantizar un buen funcionamiento de la red en cada uno de ellos.

- Realizar un monitoreo permanente de presiones en diferentes puntos de la red, como una manera de verificar el correcto funcionamiento del sistema.

- Presentar un modelo hidráulico y hacer una simulación antes de hacer cualquier cambio en la red, porque de esta manera podemos obtener el dimensionamiento (diámetros internos) de las tuberías para atender las demandas de diseño con las condiciones mínimas de presión que exigen las normas (numeral B.7.4.5 "Presiones en la red de distribución" RAS).

- En el modelo propuesto se debe repartir espacialmente la demanda de agua teniendo en cuenta los sectores propuestos y la distribución actual y futura de la población.

- Se deben instalar macromedidores en cada pozo y en la estación de rebombeo, y hacer la instalación de micromedidores en todas las acometidas domiciliarias soportadas en la red, para poder contabilizar el volumen de agua que entra al sistema y la cantidad que llega a cada domicilio, para tener un valor de las pérdidas producidas durante el recorrido del fluido durante la operación del sistema.

- Se recomienda hacer uso del tanque elevado de concreto de 100 m^3, esto como acción inmediata a realizar, pues con la potencia y el caudal con que operan los equipos de bombeo, se puede en un día de operación normal y de bombeo para el sector troncal suministrar el bombeo continuo normal para abastecer el sector troncal y además se puede mientras eso ocurre, abastecer dicho tanque, el cual demora 45 minutos en llenarse 15 en desocuparse y suministrar este volumen de 100 m^3 a un subsector bajo del sector centro y con esto se tendrían diario un volumen aproximado de 1200 m^3 suministrados al sector centro.

- Además si se logra implementar la recomendación anterior, como el sector troncal se abastece en menos de las 12 horas que dura el bombeo diario, también se tendría bombeo por presión de otros subsectores del sector centro al final de la jornada y se podría lograr un suministro diario a ambos sectores. Ahora como hay subsectores en el sector centro para las cuales se necesita presiones altas por razones ya expuestas, solo se tendrían que poner a funcionar los motores para dichos sectores pero en un tiempo menor de las 12 horas diarias, y por lo tanto consideramos que se lograría reducir los altos costos de energía que se dan por el funcionamiento de los equipos de bombeo.

- Otra forma de usar el tanque elevado existente 100 m^3, es conectar este a la línea de impulsión del sector troncal, esto con el objetivo de emplear ya sea uno de los motores de 30 HP o uno el de 50 HP para abastecer el tanque y enviar dicho suministro al sector troncal, mientras que se hace bombeo normal al sector centro utilizando los equipos que en la actualidad se manejan, aunque la norma prohíbe el bombeo directo. Con esta propuesta también se tiene que entrar a estudiar si es más económico en cuanto a consumo de energía, aunque lo que si se lograría

es tener suministro diario a ambos sectores, y con ello ampliar el periodo de bombeo diario.

- Se debe plantear la posibilidad de construir dentro de un corto plazo otro tanque elevado con la capacidad suficiente y que permita ser insertado dentro del sistema bajo las condiciones actuales o mejoradas, sirviendo éste como tanque de compensación mas no como un sistema de paso temporal, lo cual permitiría tener una mayor cabeza de presión para inducir el suministro a la red. Para la construcción de este tanque se debe estudiar el sitio estratégico que permita su mejor ubicación dadas las condiciones topográficas y la conformación de las redes.

- Dada la ubicación y área de la estación de rebombeo se puede pensar en la construcción de un laboratorio o una sala donde se realice el control de los parámetros fisicoquímicos y microbactereológicos del agua suministrada por lo pozos, cumpliendo con lo reglamentado en el decreto vigente que hace alusión a estos parámetros y previendo que mas adelante se pueden presentar problemas de salud que afecten a la población.

- Se debe dotar la red de los hidrantes necesarios, para estar preparados ante situaciones de emergencia en caso de incendios, especialmente en la zona céntrica donde se aglomera la mayor parte de la población y están ubicados edificaciones de carácter institucional, comercial e histórico.

- Se recomienda hacer la discriminación del tipo de usuario, es decir, estratificarlos según sea el uso del suministro, teniendo en cuenta las diferentes clases de usuarios que se consideran según el RAS, los cuales son: residenciales, industriales, comerciales, institucionales y otros.

- Como una acción de cumplimiento legal se debe presentar toda la documentación y soporte técnico necesario de los pozos ante CARSUCRE, esto con el fin de hacer la legalización de dichos pozos existentes.

- Aunque en este documento no se trató, si es importante anotar que se debe hacer un monitorio a los pozos, ya que cerca al pozo No. 7 pasa una escorrentía o caño que conduce aguas negras y esto podría estar presentando problemas de contaminación por lixiviados lo cual es perjudicial y por tanto se debe controlar para evitar posibles afecciones en la salud de la comunidad sampuesana.

13 BIBLIOGRAFÍA

ALCALDÍA MUNICIPAL SAMPUÉS – SUCRE. Plan Básico de Ordenamiento Territorial - PBOT Sampués. 2000 -2009. Sampués 2000

ALCALDÍA MUNICIPAL SAMPUÉS – SUCRE. Plan de Desarrollo de Sampués 2004 -2007. Sampués – Sucre, julio 2004

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS DANE. Boletín General 2005. Perfil General Sampués – Sucre. http://www.dane.gov.co/files/censo2005/regiones/sucre/sampues.pdf

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS DANE. Colombia. Proyecciones de población, por área, según municipios.

NUÑEZ. DANIEL. Informe Técnico de los Pozos No. -6 y No. -8. Sampués 2005.

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO. Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. RESOLUCIÓN NO. 1096 de 17 de Noviembre de 2000.

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO. Guías RAS 001- 004. Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico.

MONTOYA. CARLOS HUGO. Optimización – Acueducto Urbano Sampués-Sucre. Sampués – Sucre, julio 2006.

OBEID. ANUAR. Mantenimiento de la Red de Acueducto de los Barrios Centro, Las Flores, Cementerio, Las Peronillas, Santa Marta, Gustavo Dajer, El Oasis Y Perlonso. Sampués - Sucre, enero de 2006.

RELLENO SANITARIO REGIONAL MUNICIPIO DE SAMPUÉS MEMORIAS TÉCNICAS.
http://www.carsucre.gov.co/InfPub/rellenosamp/RellenoSampues.doc

UNIÓN TEMPORAL CHINÚ 2005 (GÓMEZ, CAJIAO Y ASOCIADOS, INGENIEROS CONSULTOES Y AMBIOTEC, INGENIERÍA AMBIENTAL). Informe Diagnóstico del Sistema de Acueducto y Alcantarillado (Revisión 3). Contrato CVS-084 Elaboración del Plan Maestro de Acueducto y

Alcantarillado de la Cabecera Municipal de Chinú, en el Departamento de Córdoba y sus Estudios y Diseños Detallados. CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LOS VALLES DEL SINÚ Y DEL SAN JORGE – CVS. Montería – Córdoba 2005.

WEB DEPARTAMENTO DE SUCRE. http://gobersucre.gov.co/sampues.php