

**MAPA DE RIESGO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE
QUEBRADA GRANDE, FUENTE ABASTECEDORA DEL CASCO URBANO DEL
MUNICIPIO DE SANTA ROSA DE VITERBO - BOYACA**



QUEBRADA GRANDE – SANTA ROSA DE VITERBO

**SECRETARIA DE SALU DE BOYACA
DIRECCION TECNICA DE SALUD PÚBLICA
PROGRAMA DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO
2012**

CONTENIDO

1. INTRODUCCION
2. MARCO LEGAL
3. AREA DE ESTUDIO
4. DESCRIPCIÓN Y RECONOCIMIENTO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO
5. AFECTACIONES PUNTUALES DE ORIGEN ANTROPICO
6. RESULTADO DE AMENAZAS
7. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
9. BIBLIOGRAFIA
10. ANEXOS (ANEXO I. RESOLUCIÓN 4716/2010).

INTRODUCCION

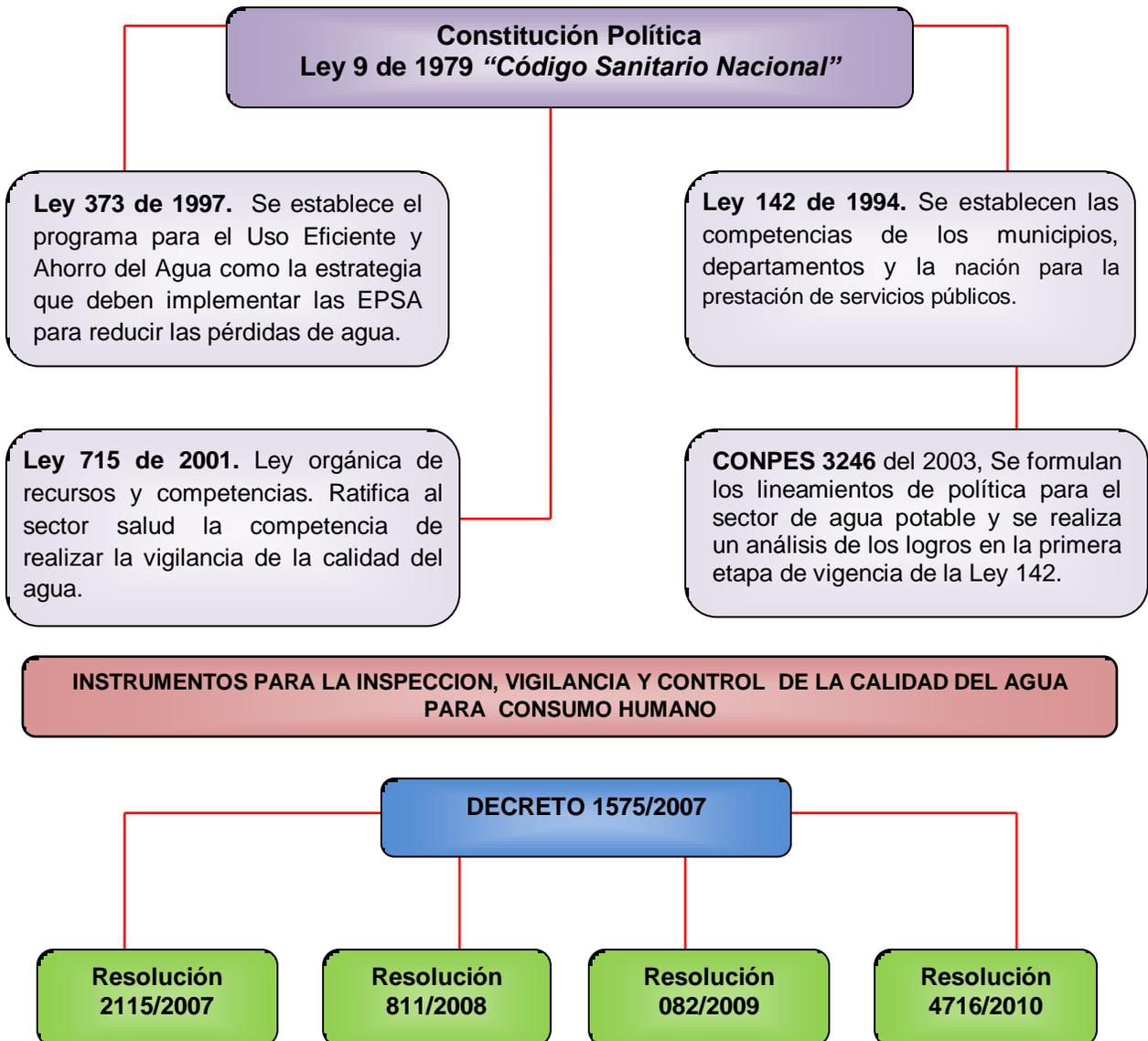
El Mapa de Riesgo de Calidad de Agua es el instrumento que define las acciones de inspección, vigilancia y control de riesgo asociado a las condiciones de calidad de las cuencas abastecedoras de sistemas de suministro de agua para consumo humano. Donde se busca identificar los factores de riesgo, naturales o antrópicos, que alteran o pueden alterar las características físicas, químicas o microbiológicas del agua de los sistemas de abastecimiento y distribución de agua para consumo humano de un municipio o de una determinada región y que pueden generar riesgos graves a la salud humana si no son oportuna y adecuadamente tratados.

El artículo 15 del decreto 1575/2007, establece la responsabilidad a las autoridades ambiental y sanitaria de elaborar, revisar y actualizar los Mapas de Riesgo de la Calidad del agua para Consumo Humano y otorga la competencia a los Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y de la Protección social, para definir las condiciones, recursos y obligaciones mínimas que deben cumplir los Mapas de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

En tal razón y de acuerdo a la responsabilidad de la Autoridad Sanitaria departamental, en este caso la Secretaria de Salud de Boyacá SESALUB, ha iniciado el proceso para elaborar los Mapas de Riesgos de la Calidad del agua para Consumo Humano, priorizando las cabeceras municipales que tienen una mayor afectación ambiental y sanitaria en sus fuentes abastecedoras, de acuerdo a la información recopilada. Por lo anterior en el presente documento se establecerá el Mapa de Riesgo de la calidad del agua del sistema de suministro urbano del municipio de Santa Rosa de Viterbo, abastecido por La Quebrada Grande, la cual será el objeto de la investigación sanitaria, para establecer la existencia o presencia de sustancias de interés sanitario en el agua de consumo humano, cuyas características físicas, químicas y microbiológicas en concentraciones superiores a las establecidas por la OMS y normas de calidad de agua potable, puedan producir o generar una alteración a la salud como consecuencia de una exposición a las mismas.

2. MARCO LEGAL

En virtud de lo establecido en la Ley 9 de 1979, la cual Ordena el cumplimiento de la vigilancia sanitaria del agua para consumo humano con el objeto de prevenir o impedir la ocurrencia de un hecho o la existencia de una situación que atente contra la salud de la comunidad y Leyes que se nombran a continuación y que enmarca la normatividad Sanitaria así:



- **Decreto 1575 de 2007.** En el 2007 el Ministerio de la Protección Social, establece en el artículo 30 del Decreto 1575, que todas las empresas u organizaciones prestadoras del servicio de acueducto y saneamiento básico, debían incluir dentro de su gestión la implementación de un Plan Operacional de Emergencias o Plan de Contingencias para la Disminución de los Riesgos sobre la Calidad de Agua para Consumo Humano.

Por lo cual el Decreto establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano y así mismo en el **artículo 2° del mismo Decreto señala que el Mapa de Riesgo de Calidad de Agua** es el instrumento que define las acciones de inspección, vigilancia y control de riesgo asociado a las condiciones de calidad de las cuencas abastecedoras de sistemas de suministro de agua para consumo humano, las características físicas, químicas y microbiológicas del agua de las fuentes superficiales o subterráneas de una determinada región, que puedan generar riesgos graves a la salud humana, si no son adecuadamente tratadas, independientemente de si provienen de una contaminación por eventos naturales o antrópicos.

- **Resolución 2115 de 2007.** El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial junto con el Ministerio de la Protección Social, buscando garantizar que el agua para consumo humano sea óptima, expide esta Resolución, en la cual establece y define instrumentos básicos, frecuencias del sistema de control y de vigilancia, para garantizar la calidad del agua para consumo humano definido en un índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (**IRCA**) y un índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano municipal (**IRABAm**).
- **Resolución 811 de 2008.** Por medio de la cual se definen los lineamientos a partir de los cuales la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución.
- **Resolución 082 de 2009.** Por medio de la cual se adoptan unos formularios para la práctica de visitas de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano, mediante los cuales se determina la evaluación de la persona prestadora del servicio de acueducto, en términos del índice de Riesgo por Abastecimiento IRABApp e índice de Buenas Prácticas Sanitarias, BPSpp, de los cuales se determinan el concepto sanitario y la certificación sanitaria de los prestadores del servicio de acueducto, emitidos por la Autoridad Sanitaria Competente.
- **Resolución 4716 2010.** Por medio de la cual se reglamenta el parágrafo del artículo 15 del Decreto 1575 de 2007. **ARTÍCULO 15.- MAPA DE RIESGO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.** *La autoridad sanitaria departamental o distrital y la autoridad ambiental competente, serán las responsables de elaborar, revisar y actualizar el Mapa de Riesgo de Calidad del Agua para Consumo Humano de los sistemas de abastecimiento y de distribución en la respectiva jurisdicción. Para tal efecto, deberán coordinar con los Comités de Vigilancia Epidemiológica Departamentales, Distritales y Municipales – COVES -, con las personas prestadoras que suministran o distribuyen agua para consumo humano y con la administración municipal; la identificación de los factores de riesgo y las características físicas, químicas y microbiológicas de las fuentes de agua aferentes a las captaciones de acueducto que puedan afectar la salud humana, contribuyendo con ello a las acciones de inspección, vigilancia y control por parte de las autoridades competentes. La revisión y actualización del Mapa de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano de los sistemas de abastecimiento y red de distribución de la respectiva jurisdicción, se hará anualmente con base en la información suministrada por las autoridades ambientales competentes y Secretarías de Planeación Municipal, según las normas legales vigentes. Para la elaboración de los Mapas de Riesgo, se deberá tener en cuenta entre otros aspectos, los usos del suelo definidos en el respectivo Plan de Ordenamiento Territorial – POT y el ordenamiento de las cuencas realizado por las autoridades ambientales competentes.*

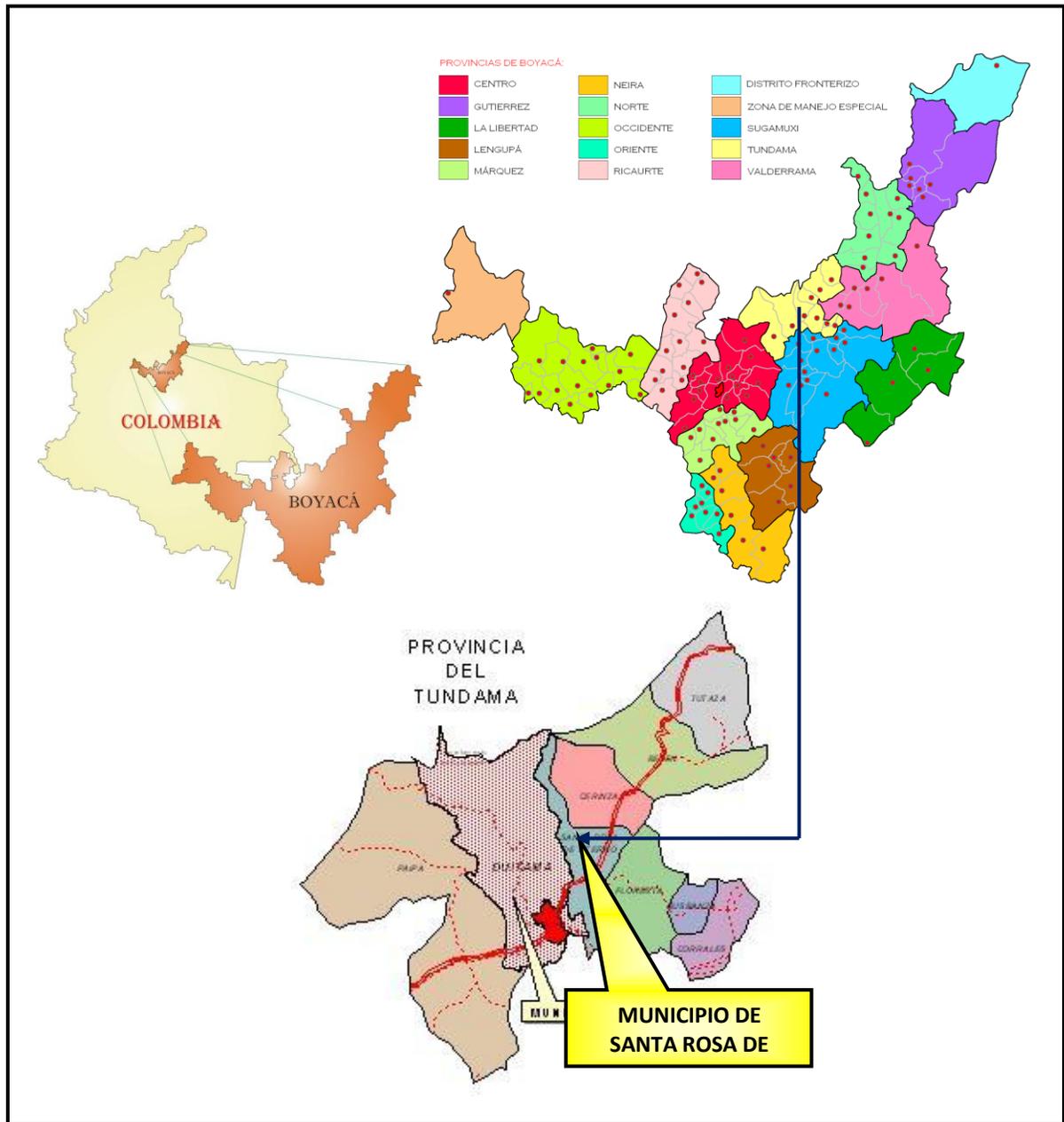
PARÁGRAFO. Los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, expedirán en un plazo no mayor a un (1) año contado a partir de la fecha de publicación del presente decreto, el acto administrativo para la elaboración de los Mapas de Riesgo, el cual contendrá las condiciones, recursos y obligaciones mínimas que se deban cumplir”.

Atendiendo la competencia antes señalada y en aras de que los municipios y distritos doten y/o adecuen los sistemas de tratamiento de agua para consumo humano, es por lo que mediante el presente acto administrativo se establecen las condiciones para elaborar los Mapas de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

3. AREA DE ESTUDIO

Santa Rosa de Viterbo está situada en el Departamento de Boyacá, en la provincia Tundama sobre la cordillera oriental, al noroeste de Tunja y a una distancia de 65 kilómetros de ésta. El área total es de 107 kilómetros cuadrados y su topografía presenta dos pisos térmicos: frío 52 kilómetros cuadrados y páramo 55 kilómetros cuadrados, con una temperatura de 13 grados centígrados.

Figura 1. Localización municipio de Santa Rosa de Viterbo



Fuente: Pagina Web. www.santarosadeviterbo-boyaca.gov.co

Limita al oriente con los municipios de Floresta y Cerinza, al occidente con el municipio de Duitama, al norte con los municipios de Cerinza y Belén y al sur con los municipios de Duitama, Nobsa y Tibasosa. Tiene una extensión total de 107 kilómetros cuadrados, 4 Km² de área urbana y 103 Km² de área rural. Su cabecera municipal se encuentra a 2753 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar).

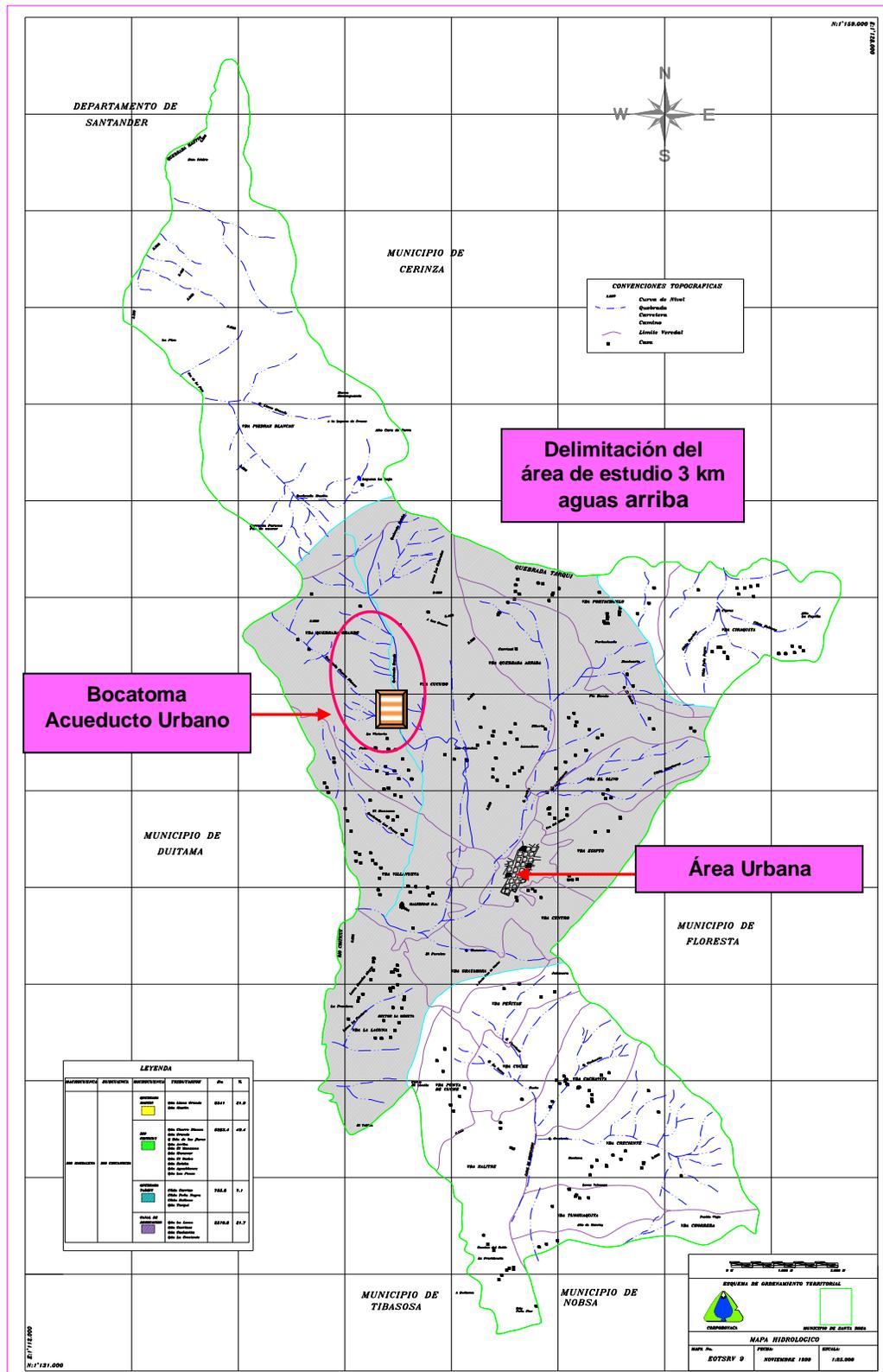
El municipio cuenta con 21 veredas, sin embargo el área de estudio del presente Mapa de riesgo, estará ubicada entre tres veredas, denominadas Quebrada Grande, Villa Nueva y el Cucubo y así mismo la fuente en estudio Quebrada Grande, la cual abastece el casco urbano del municipio de Santa Rosa de Viterbo. Esta fuente nace en el páramo de Pan de Azúcar a una altura de 3820 m.s.n.m. en límites con la vereda Piedras Blancas. Sus principales aportantes son: Quebrada Chorro Blanco, Quebrada los Colorados, y Quebrada Honda de las Flores. La longitud aproximada de su cauce es de 11.8 Km. El principal uso de la fuente como ya se menciono es el suministro de agua para consumo humano a la población tanto urbana como rural, ya que es una de las fuentes con mayor capacidad en cuanto a cantidad y calidad comparada con otras fuentes que pertenecen al municipio.

La microcuenca que forma la Quebrada Grande tiene un área de 2116 Ha siendo el 20% de subcuenca del Río Chiticuy. Se evidencia el mal estado de la microcuenca ya que está desprotegida en su margen hídrico, con alto grado de erosión y deforestación, se puede observar la presencia de vegetación como el eucalipto, el cual ayuda aun más a este grave problema ecológico.

En su parte alta esta siendo utilizada para fines agropecuarios, principalmente riego de cultivos de papa, maíz, zanahoria entre otros, eventualmente y el pastoreo y abrevadero de animales, es una actividad constante, la cual altera la calidad del agua sobre todo los parámetros microbiológicos. En esta zona existe un distrito de riego para la vereda Quebrada grande, para lo cual se construyó una represa, que está alimentada con agua de la Quebrada Chorro Blanco, uno de los afluentes principales de la fuente, causando una fuerte escasez de abastecimiento de agua en verano; además los habitantes ubicados dentro de la zona hídrica, captan el agua para riego por canales y bombeo sin ningún control.

La microcuenca presenta problemas de flujos torrenciales en tiempos de intensa precipitación, evidenciándose en el casco urbano, donde causa problemas de inundación. El reflejo del mal estado de la cuenca se presenta después de un fuerte aguacero o en invierno, cuando estas quebradas son caudalosas con arrastre de piedras y alto contenido de material en suspensión.

Figura 2. Mapa Hidrológico del Municipio de Santa Rosa de Viterbo



Fuente: E.O.T Municipio de Santa Rosa de Viterbo 2000.

Dentro del inventario de disponibilidad de agua en el Municipio de Santa Rosa de Viterbo encontramos 5 microcuencas y una subcuenca que van a terminar en la cuenca del Chicamocha.

- Microcuenca de la Quebrada Mastín que está conformada por la Quebrada Llano Grande y Quebrada Mastín.
- **Microcuenca de la Quebrada Grande.**
- Microcuenca de La Quebrada Arriba.
- Subcuenca del Río Chiticuy: formada por drenajes directos como la Quebrada Honda de Las Flores, y otros drenajes de caudales pequeños.
- Microcuenca de la Quebrada Tarqui: formada por: Quebrada Cañada Carrizal, La Salinera y La Cañada Peña Negra.
- Microcuenca del Canal de desecación: de ella hace parte la Quebrada La Creciente y Quebrada Cachavita.

Dentro de las microcuencas se encuentran las lagunas del páramo de Pan de Azúcar llamadas; Laguna Ciega, Laguna de Pajacuales, Laguna de Las Cruces, irrigan estas fuentes o microcuencas mencionadas anteriormente que abastecen a la población.

La Microcuenca de Quebrada grande presenta, forma ovalada, semicompacta rectángulo oblonga, semiredonda y la densidad de drenaje es alta. Presenta problemas de flujos torrenciales en tiempos de intensa precipitación, densidad de drenaje alta, el arrastre de material se debe a que gran parte de su recorrido atraviesa depósitos no consolidados. Una de las medidas de mitigación es la conservación, protección de las rondas de ésta quebrada.

En cuanto a la precipitación que se presenta en la zona de estudio, se caracteriza por tener dos periodos de lluvia que van de Marzo a Mayo y de Septiembre a Noviembre y dos periodos secos que van de diciembre a febrero y de Junio a Agosto. De mayo a Septiembre se presentan valores medios de precipitación de 69.2 mm a 125.6 mm mensuales. De Septiembre a Noviembre, de 68.6 mm a 116.0 mm mensuales.

Cuadro 1. Precipitaciones Presentes en el Área de Estudio.

VEREDA	PRECIPITACION MINIMA (mm/año)	PRECIPITACION MAXIMA (mm/año)
Quebrada	1.022	1.218
El Cucubo	1.000	1.170
Villa Nueva	960	1.175

Fuente: E.O.T Municipio de Santa Rosa de Viterbo 2000.

El área de estudio el cual estará determinado por las veredas donde se localiza la quebrada Grande, son la Vereda el Cucubo, Villa Nueva y la que lleva su mismo nombre, en donde se puede encontrar en términos geológicos, la formación La Rusia, la cual presenta una Secuencia predominante de areniscas conglomeráticas rojas y blancas, con presencia de areniscas verdes finas en la parte basal y limolitas rojas hacia el techo, hacia la base se presentan areniscas de grano grueso y de color blanco con venas de cuarzo lechoso, presenta intenso fracturamiento debido a la cercanía de la falla de Boyacá. Donde además de las tres veredas se incluye para esta formación geológica las veredas: Quebrada Arriba, Portachuelo y Piedras Blancas con una extensión total de 2621.2 Ha. Como se menciona anteriormente la formación La Rusia presenta areniscas conglomeráticas, que se pueden utilizar en gaviones y agregados en materiales de construcción; es una importante zona de recarga acuífera, está localizada en área de reserva natural como lo es el páramo y las vías de acceso no son las mejores.

▪ **Geomorfología.**

Esta es un factor muy importante por su dimensión ambiental, puesto que permite conocer las formas del relieve, las cuales están estrechamente relacionadas con el material parental, topografía, proceso de evolución del suelo, y el tipo de riesgos naturales que puedan generarse debido a determinada forma de relieve. A continuación se hace un análisis de uno de los principales factores que definen las geoformas como lo son las pendientes, pero únicamente para las veredas donde se encuentra nuestra área de estudio.

Levemente Inclinado. Caracterizado principalmente por pendientes que oscilan entre el 3 y 7 % y su grado de inclinación entre 2° y 4°. Se puede encontrar especialmente cerca a los depósitos cuaternarios o zonas casi planas del municipio como lo es la Vereda *Quebrada Grande, El Cucubo, Quebrada Arriba, El Olivo, Egipto, La Laguna, Gratamira.* Su altura sobre el nivel del mar está entre 2.800 y 3.000 m.

Relieve Montañoso Estructural. Este tipo de relieve se encuentra principalmente en las partes más altas del municipio en rocas competentes, como son las areniscas de la formación La Rusia, formaciones Une y algunos con predominio de arcillolitas, se encuentra ubicado en la vereda Piedras Blancas, *Cucubo, La Laguna, Egipto, El Olivo Centro, Quebrada Grande.* Dentro de este tipo de relieve se encuentran las siguientes geoformas:

Crestas Monoclinales (CM): Están conformadas principalmente por areniscas cuarzosas y compactas, presentan un frente o escarpe estructural, el cual se compone de una alternancia de areniscas, arcillolitas y en algunos casos lutitas. Se localizan principalmente en las veredas La Laguna, Piedras Blancas, parte alta de las veredas Egipto, El Olivo, Centro, *Quebrada Grande.*

Laderas Estructurales (LET): Están formadas por areniscas y arcillolitas, son paisajes de tipo monoclinales, sus estratos rocosos están orientados de forma inclinada formando pendientes moderadas, se presentan en las veredas La Laguna, Piedras Blancas, Egipto, El Olivo, *Cucubo, Quebrada Grande y Centro.*

Laderas (LA): Se hallan principalmente en las zonas de páramo y bordeando las mismas, su cobertura principal es vegetación típica de páramo y subpáramo. Se encuentran en las veredas Piedras Blancas, Quebrada Grande, El Cucubo, Quebrada Arriba, Portachuelo.

▪ **Uso de la tierra.**

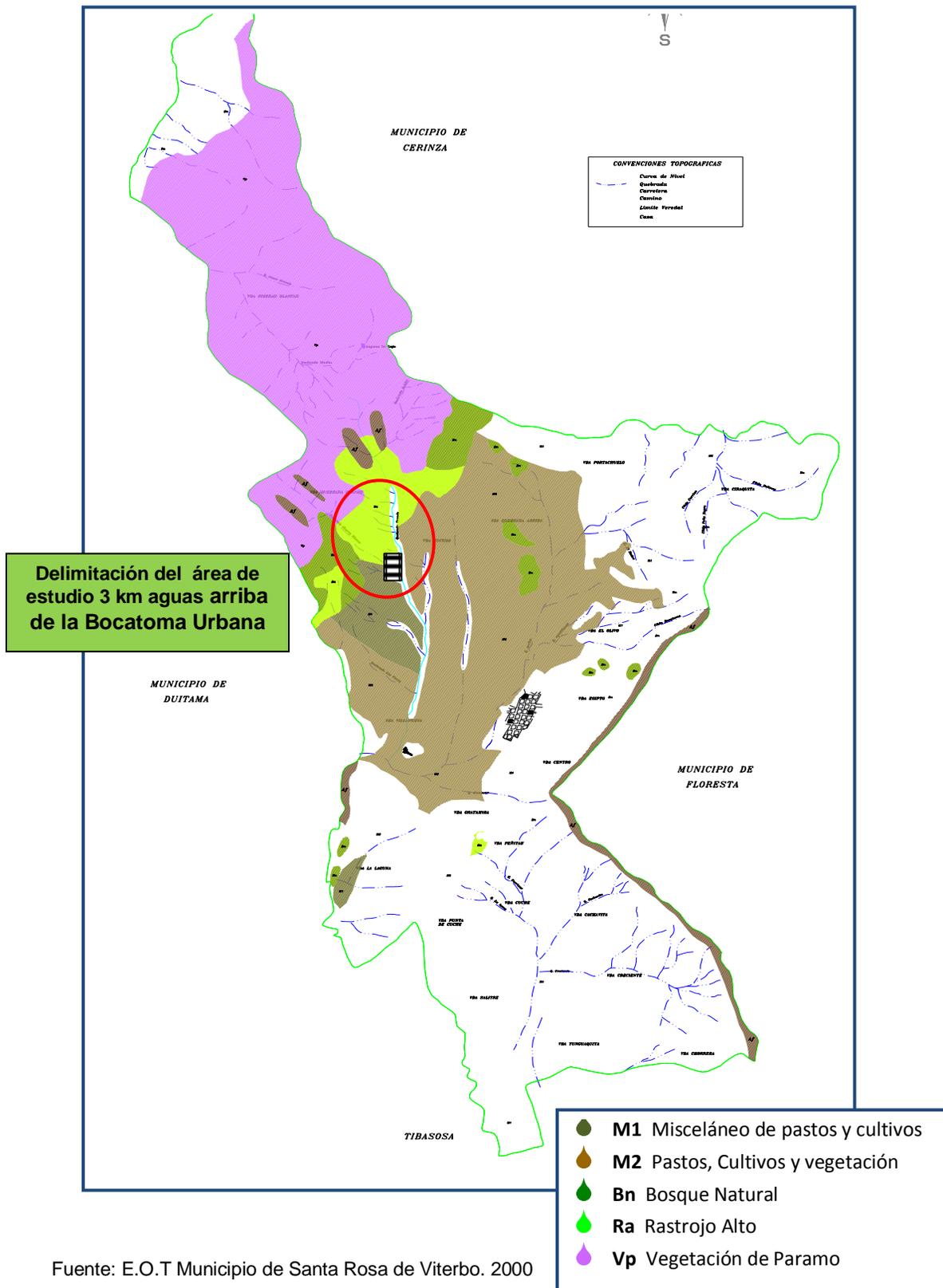
Por centenares de años los terrenos de esta formación han sostenido una elevada concentración urbana y rural. Equilibrio entre la evaporación y el agua de lluvia favorece la conservación de la fertilidad de los terrenos al no permitir un fuerte lavado de ellos. El clima es relativamente suave y agradable y muchos de los suelos son los más productivos, lo cual permite una agricultura intensiva en las zonas planas, onduladas, y de pendientes moderadas con papa, trigo, cebada, maíz, hortalizas (cebolla, haba, repollo, zanahoria, lechuga), arveja, flores, frutas (manzano, ciruela, pera, durazno, fresas y curuba). La erosión se pone hoy a la vista en muchos sitios en forma laminar y en cárcavas anchas y profundas, inutilizándose así para la agricultura áreas de muy difícil recuperación.

Bosque húmedo montano bajo (bh-MB). Se encuentra el bh-MB rodeando el bosque seco montano bajo. Al sentirse en el pie de monte la influencia de la montaña por el aumento de la lluvia. Se halla también en las partes altas de los cañones del Chicamocha, que muestran sequedad ambiental. En general esta formación tiene como límites climáticos una biotemperatura media aproximada entre 10° y 12°C, y un promedio anual de lluvias de 1000 a 2.000 mm por lo cual se considera como húmedo. Ocupa una franja altimétrica que se puede señalar alrededor de: 2.000 a 3.000 m.s.n.m.

En cuanto a la cobertura vegetal, el monte original casi esta ausente y hoy los paisajes lo dominan los potreros de Kikuyo y Gramas Nativas, cultivos, pequeños rastrojos y árboles con arbustos esparcidos en los pastizales. La vegetación arbórea se encuentra con Alisos, navajuelo, mortiño, olivo, roble, gallinazo, encenillo y especies herbáceas y arbustivas como el helecho, alcaparro, bejuco y fresa.

El clima del bh-MB ha sido un factor de gran importancia en el desarrollo agrícola de sus regiones en unión a la buena fertilidad de muchos de sus suelos. Bajo el régimen climático del bh-MB no es grande la cantidad de agua sobrante para la infiltración y el escurrimiento y de este modo la fertilidad de los suelos se ha logrado mantener por años a pesar del intenso cultivo de papa, trigo, cebada, maíz, frijol. En esta área prosperan bien los frutales: pera, ciruelos, duraznos, manzanos, fresas, curubas, tomates de árbol, mora de castilla. La ganadería con potreros de kikuyo (*pennisetum clandestinum*), pastos nativos y foráneos. En las tierras el bh-MB se debería desarrollar una agricultura intensiva cuando la topografía y los suelos lo permitan, y dejar los planes de reforestación para las áreas con fuertes pendientes de protección de agua o marginales para la agricultura. Las veredas donde se encuentra el bh-MB son: *Villanueva, Quebrada grande, El Cucubo, Quebrada arriba, y Portachuelo.*

Figura 3. Mapa Usos del Suelo Área de Estudio



Fuente: E.O.T Municipio de Santa Rosa de Viterbo. 2000

4. DESCRIPCIÓN Y RECONOCIMIENTO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

▪ Generalidades del Sistema de Acueducto.

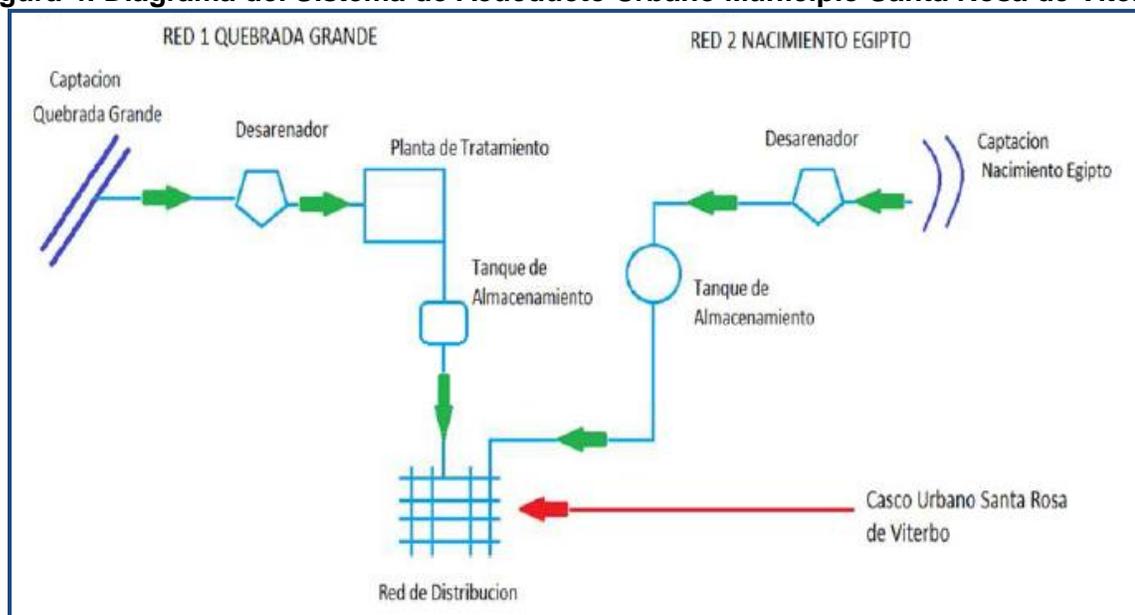
La prestación del servicio de Acueducto se encuentra a cargo de la Empresa de Servicios públicos Domiciliarios del Municipio de Santa Rosa de Viterbo EMPOVITERBO S.A, la cual opera hace aproximadamente 5 años. La administración de la empresa es efectuada por un Gerente y una Secretaria y la operación y mantenimiento del sistema tanto de acueducto como de alcantarillado está a cargo de dos operarios y dos fontaneros.

El servicio de acueducto tiene una cobertura del 90% en el casco urbano, con un número de 1620 suscriptores y una población atendida de 6480 habitantes aproximadamente, de acuerdo a la información suministrada por parte de la Empresa de servicios públicos en la última visita de inspección sanitaria.

▪ Descripción y Reconocimiento del Sistema de Acueducto.

El sistema de acueducto del casco urbano del municipio de Santa Rosa es un sistema que cuenta con los componentes de captación de agua superficial y subterránea, aducción, conducción, pretratamiento, tratamiento, almacenamiento, distribución gravedad y bombeo, este sistema de acueducto se compone de dos redes denominadas así Red 1. Quebrada Grande y Red 2. Egipto.

Figura 4. Diagrama del Sistema de Acueducto Urbano Municipio Santa Rosa de Viterbo.



Fuente: Plan de Contingencias para la Prestación del Servicio de Acueducto y Alcantarillado del Casco Urbano del Municipio de Santa Rosa de Viterbo. 2012.

Captación Quebrada Grande (RED 1). El Acueducto cuenta con un sistema de captación tipo bocatoma lateral cuyas medidas son: 0.4m x 0.3m en concreto ciclópeo, con varilla de 3/4" y espaciamiento de 0.06m. En la actualidad la estructura se encuentra en mal estado, como se puede observar en la figura 5, la rejilla, tanto la tapa están muy deterioradas.

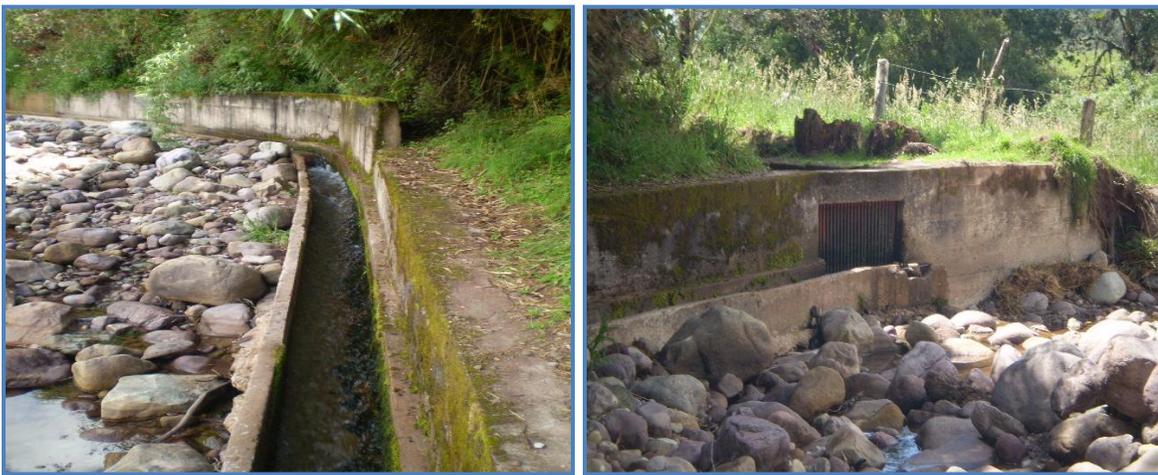
Figura 5. Bocatoma Quebrada Grande.



Fuente: Visita sanitaria ocular – SESALUB

Posteriormente existe un muro lateral en buen estado, construido en concreto; losa de fondo construida dentro del lecho de la quebrada, su función es encauzar las aguas hacia el canal lateral, el cual está compuesto por una rejilla lateral de entrada de (1.0 x 1.3) m², marco en ángulo de diámetro 2" y 20 varillas verticales número 5, lisas, separadas 3 cm., se encuentran en buen estado.

Figura 6. Muro lateral, Canal Abierto y Rejilla de Entrada.



Fuente: Visita sanitaria ocular – SESALUB

El canal de entrada está construido en concreto reforzado de forma trapezoidal, altura de 1.5 m, ancho promedio de 0.85 m y largo 14 m, presenta una pendiente aproximada de 0.05% hacia la caja de válvulas y una caja de salida en concreto reforzado de $(1.70 \times 1.55 \times 1.20) \text{ m}^3$; al final del canal se encuentra una rejilla que conduce el caudal a una caja reguladora de caudal y posteriormente al desarenador.

Figura 7. Desarenador



Fuente: Visita sanitaria ocular – SESALUB

El desarenador del sistema de acueducto Red 1 permite la remoción de arenas y gravas, esta estructura está construida en concreto reforzado, tiene las siguientes características: caja de entrada de $(1.4 \times 0.7 \times 0.5) \text{ m}^3$, con vertedero de excesos; forma rectangular, de 2.4 m de ancho, 9.15 m de largo y una altura promedio de 2.1 m, cuenta con dos cámaras de dimensiones 6.5 m de largo x 2.5 m de ancho cada una, cubierto con una placa de concreto. El acabado de los muros internos presenta desgaste. Cuenta con una válvula de compuerta de ϕ 8" para lavado.

Línea de conducción. Tiene una longitud de 1870 m distribuidos así: 778 m en tubería PVC ϕ 8", 332 m en tubería PVC ϕ 6" y 760 m en tubería PVC ϕ 4", a la planta de tratamiento llegan 3 tuberías, dos de las cuales llegan directamente al tanque de almacenamiento y la tercera llega a la planta de tratamiento. En el recorrido se encontraron tres válvulas de ventosas cada una con su respectiva caja.

Sistema de Tratamiento de Agua. El sistema de tratamiento está compuesto de dos plantas de tratamiento denominadas como el Manzano y Lomitas siendo estas plantas de tipo convencional con los procesos de Coagulación, Floculación, Sedimentación, Filtración y Desinfección. Sin embargo en la primera, los procesos no se realizan de forma continua, ya que se efectúan de acuerdo a la calidad del agua que llegue. Además el proceso de sedimentación de esta planta no funciona adecuadamente, por lo cual casi todo el tiempo opera únicamente la filtración y la desinfección, y se adicionan coagulantes esporádicamente. Así mismo esta planta presenta problemas en su diseño y el estado estructural de la misma no es el mejor.

Figura 8. Planta de Tratamiento Agua Potable el Manzano



Fuente: Visita sanitaria ocular – SESALUB

En cuanto a la segunda planta, esta es un sistema de tipo convencional, que se puso en funcionamiento hace aproximadamente 6 meses, por lo cual en la actualidad no se han terminado las obras para su adecuación final, ya que los floculadores son mecánicos y necesitan instalar un punto de luz para su funcionamiento, por lo tanto el agua llega a esta planta y es filtrada únicamente, donde posteriormente es transportada a la planta de tratamiento del Manzano, donde se desinfecta.

Figura 9. Planta de Tratamiento Agua Potable Lomitas



Fuente: Visita sanitaria ocular – SESALUB

Sistema de desinfección. El sistema de cloración se encuentra localizado entre la planta de tratamiento y el tanque de almacenamiento, su caseta está a medio construir, le faltan los pisos y un dispositivo para asegurar los cilindros del cloro gaseoso. El equipo de cloración gaseosa, está compuesto de un cilindro de cloro de 60 Kg, una tubería de entrada en PVC de $\phi \frac{3}{4}$ ", y una de salida del mismo material y diámetro, la cual distribuye el cloro al tanque de almacenamiento.

Figura 10. Sistema de desinfección del Agua



Fuente: Visita sanitaria ocular – SESALUB

Tanque de Almacenamiento. El tanque es semienterrado, con una capacidad de 1000 m³, de dimensiones (12.6 x 23.5 x 3.7) m³. El agua llega a éste por medio de una tubería de ϕ 4" en PVC proveniente de la planta, también posee un afluente que no pasa por la planta, sino que entra directamente al tanque de almacenamiento proveniente de la captación. El caudal tratado es pequeño comparado con el que va directamente al tanque de almacenamiento, tiene salida y desagüe de ϕ 6" PVC cada uno. Exterior al tanque existe un by-pass en tubería de ϕ 4" PVC que sirve para dar mantenimiento al tanque sin necesidad de suspender el servicio. Contiguo al tanque de almacenamiento, esta una caja provista de 2 válvulas de salida de ϕ 6" PVC, una controla la salida del agua del tanque de almacenamiento a la red de distribución y la segunda funciona como desagüe.

Figura 11. Tanque de Almacenamiento



Fuente: Visita sanitaria ocular – SESALUB

Red de distribución. La línea de conducción sale del tanque de almacenamiento a una de caja de válvulas, tiene una longitud de 606 m distribuidos así: un tramo de 500 m en tubería PVC de ϕ 6" y un segundo tramo de 100 m de tubería PVC de ϕ 8". Esta línea no cuenta con válvula ventosa y sus diámetros van de tuberías de ϕ 6" y terminan en tubería de ϕ 8".

La red de suministro de la zona urbana está alimentada por dos fuentes: Quebrada Grande del tanque principal y del Nacimiento Egipto a partir de su tanque de almacenamiento. Actualmente se sectoriza de tal forma que la Quebrada Grande abastece el casco urbano excepto el Colegio Carlos Arturo Torres Peña y la zona urbana comprendida entre la calle 9 hacia el sur entre carrera 2^a y 3^a y el barrio Bolivariano.

Es importante tener en cuenta que la Escuela de Policía Rafael Reyes tiene su propia fuente de abastecimiento; el barrio San Antonio que se encuentra en la parte alta del municipio, es abastecido por medio de un sistema de bombeo que lleva el agua a un tanque alto para posteriormente distribuirla.

Captación Nacimiento Egipto (RED 2). La cuenca hidrográfica del nacedero presenta una buena protección debido a su ubicación, ya que está dentro de predios propiedad del municipio y además está localizado en una zona de poco desarrollo tanto agrícola como ganadero; Sin embargo se deben reforestar sus rondas y cercar adecuadamente el predio.

Figura 12. Captación Nacimiento Egipto



Fuente: Plan de Contingencias para la Prestación del Servicio de Acueducto y Alcantarillado del Casco Urbano del Municipio de Santa Rosa de Viterbo. 2012.

Sistema de captación. El agua del nacedero es conducida por un cauce natural que se asemeja a un canal cuyas dimensiones aproximadas son de 0.50 m x 0.20 m; del cual 27 m abajo de su conformación es captada totalmente por intermedio de un tubo ϕ 2" y un tubo ϕ 4" en PVC, estos se encuentran sumergidos dentro del nacimiento, apoyados sobre una base en concreto que funciona como estructura de captación. La totalidad del agua del nacimiento es captada, es decir que esta fuente aporta a la población de Santa Rosa un caudal aproximado a los 7 l/s, según estudios realizados.

Línea de aducción. La aducción se realiza por medio de una tubería ϕ 2" y 4" en PVC en una longitud de 5 m lugar en donde se encuentra ubicado el desarenador; cada tubería entra a un compartimiento del desarenador.

Desarenador. Existe un desarenador provisto de dos compartimentos, semienterrados, contruidos en concreto, los cuales presentan deterioro en sus muros. A dicha estructura llegan una tubería de 2" de diámetro en PVC; el agua pasa de un compartimiento a otro por medio de una ventanilla ubicada a una altura de 0.23 m bajo la parte superior del mismo y la otra tubería es de 4" de diámetro en PVC, es de tipo convencional (cámara de aquietamiento, desarenador y caja de salida), no presenta desagüe alguno y cuenta con un rebose ϕ 4".

Figura 13. Captación Nacimiento Egipto



Fuente: Plan de Contingencias para la Prestación del Servicio de Acueducto y Alcantarillado del Casco Urbano del Municipio de Santa Rosa de Viterbo. 2012.

Línea de conducción. Del compartimento 1 se deriva una tubería 3" de diámetro en acero con una longitud de 240 m la cual pasa por los predios de la escuela de policía, donde existe una domiciliaria que se encuentra ϕ 1", llega a una caja que está ubicada a un costado de la vía, de donde se deriva otra domiciliaria de uso público de ϕ 1/2", finalmente 10 m más adelante llega al tanque de almacenamiento existente dentro del Colegio Carlos Arturo Torres en tubería de ϕ 4" en PVC. La red de acero presenta corrosión y desgaste. Del otro compartimento se deriva del desarenador 2 se deriva una tubería de 4" de diámetro en PVC con una longitud de 250 m la cual se encuentra tendida dentro de los predios del municipio y llega finalmente al tanque de almacenamiento.

Tanque de almacenamiento. Se localiza en el casco urbano, junto al Colegio Carlos Arturo Torres, es circular, semienterrado, construido en concreto y con una capacidad para almacenar aproximadamente 120 m³. Tiene un diámetro de 8.5 m y una altura de 2.2 m. El tanque presenta fugas en la unión entre los muros y la tapa, además de desgaste del concreto en las paredes.

Figura 14. Tanque de Almacenamiento Nacimiento Egipto



Fuente: Visita sanitaria ocular – SESALUB

Sistema de desinfección. El agua captada de esta fuente es sometida a la desinfección con hipoclorito de calcio HTH granular que es diluido y desinfectado mediante una bomba dosificadora $q=5\text{ml/s}$ y 10 Bares de presión. Sin embargo el procedimiento que se realiza para la preparación de la solución de cloro no es la más adecuada ya que se realiza manualmente, lo cual no garantiza la homogenización de la mezcla, ya que este tipo de cloro tiene el inconveniente de sedimentarse.

Figura 15. Tanque de Dilución de Cloro y Bomba Dosificadora



Fuente: Visita sanitaria ocular – SESALUB

Red de distribución. Actualmente el agua de la fuente abastece al colegio Carlos Arturo Torres Peña, la zona urbana comprendida entre la calle 9 hacia el sur entre carreras 2ª y 3ª y el barrio Bolivariano; el nivel del tanque permanece siempre alto, aunque se abran las válvulas de abastecimiento y no esté entrando agua al mismo, lo cual indica que existen problemas con las válvulas.

▪ **Puntos de Muestreo Para el Control y la Vigilancia de la Calidad del Agua.**

Es importante mencionar dentro del presente estudio los puntos de muestreo, disponibles para el control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, de acuerdo a lo establecido en la resolución 811 de 2008; especialmente el primer punto de la red de distribución, ya que será indispensable para el desarrollo del mapa de riesgo, en cuanto a que será uno de los puntos de control para determinar si sustancias de interés sanitario llegan a la red, de donde la población se abastece directamente.

De acuerdo a la población atendida, frecuencia y número de muestras, establecida por la resolución 2115/2007, el municipio construyó seis puntos los cuales fueron construidos con dispositivos tipo válvulas Bayonetas, a la cual se le adecua unos accesorios para facilitar la toma de las muestras; sin embargo algunos puntos tienen la puerta en mal estado, como son los que se encuentran ubicados en el barrio villa republicana y la virgen; así mismo ninguno de los puntos se encuentra codificado.

Figura 16. Puntos de Muestreo Para el Control y la Vigilancia de la Calidad del Agua



Fuente: Visita sanitaria ocular – SESALUB

Figura 17. Dispositivos Para la Toma de Muestras Tipo Válvula Bayoneta.

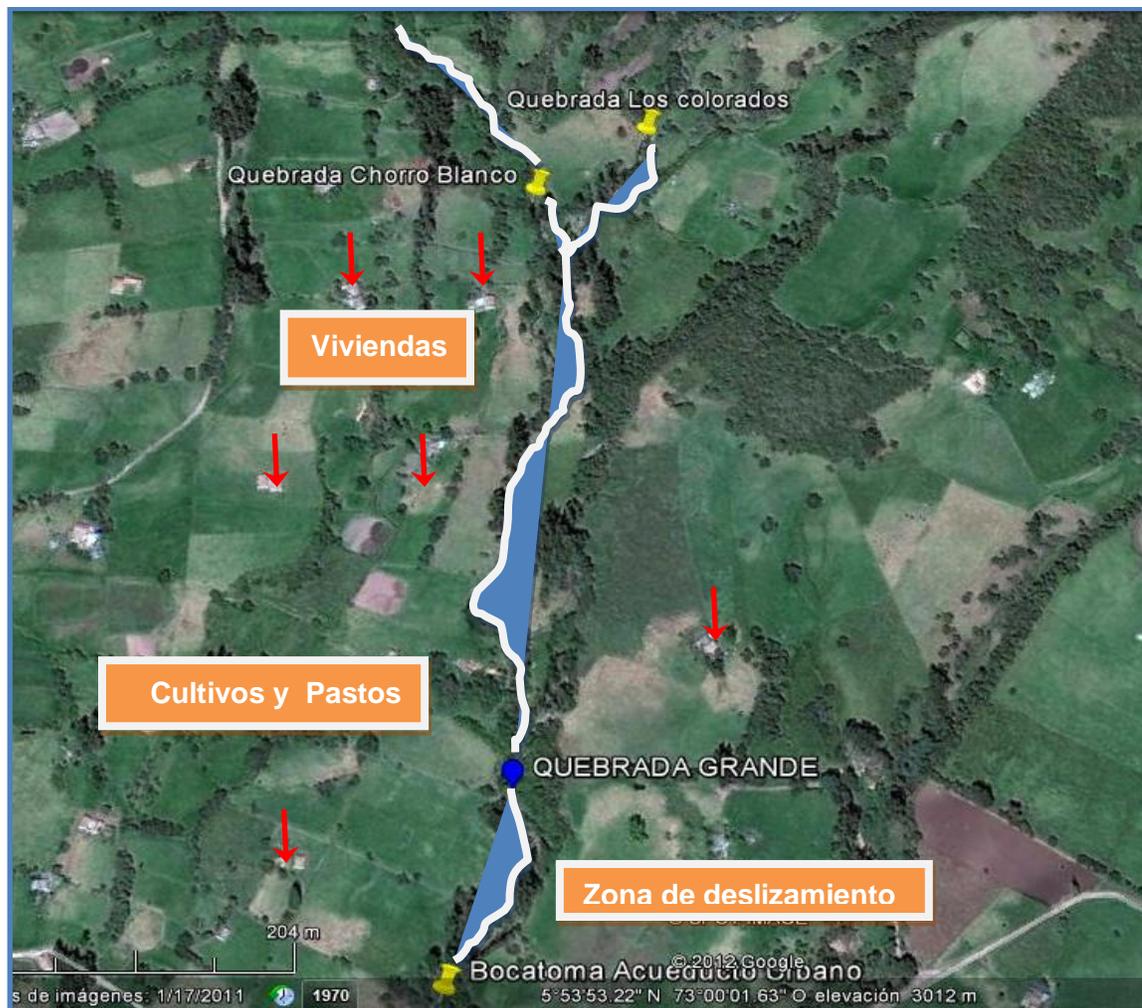


Fuente: Visitas sanitaria Ocular – SESALUB

4. AFECTACIONES PUNTUALES DE ORIGEN ANTROPICO

La evaluación de los riesgos de nuestra área en estudio serán los encontrados en la visita sanitaria ocular, que para el caso serán los que se generen de la posible presencia de sustancias de interés sanitario o dicho de otra manera las características físicas, químicas y microbiológicas que se encuentren por fuera de los valores máximos admisibles establecidos en la resolución 2115 de 2007, por el aporte de contaminantes de las actividades económicas que existen aguas arriba de la bocatoma. Es importante mencionar que no solo será suficiente continuar evaluando estáticamente los parámetros de control como son pH, color, olor, sustancias flotantes, turbiedad, nitritos, cloruros, sulfatos, hierro total, cloro residual libre, residual del coagulante, COT, fluoruros, Coliformes totales y E. Coli, para determinar si la calidad del agua para consumo humano afecta o no la salud.

Figura 18. Identificación de Afectaciones de Origen Antrópico



Fuente: Google earth. 2012.

- **Identificación de Afectaciones Contaminantes.**

Dentro de la visita Sanitaria Ocular al sitio de la Bocatoma del acueducto urbano del municipio de Santa Rosa de Viterbo, se encontraron algunas actividades económicas en las rondas de la fuente hídrica, objeto del presente estudio; adicionalmente indagando con los funcionarios de la Empresa de Servicios Públicos, que atendieron la visita, concedores de la zona, se establecieron afectaciones contaminantes como son cultivos de papa, Zanahoria, maíz, arveja, los cuales son transitorios, abrevadero de animales y pastoreo de los mismos, así mismo se identifico la existencia de viviendas cercanas a la ribera de la quebrada. Con respecto a estas últimas, de acuerdo a la información suministrada por la Empresa de Servicios Públicos, tienen disponible pozos sépticos para la evacuación de sus aguas residuales, verificándose dicha información con la no identificación de vertimientos puntuales a la fuente.

Por otra parte se encuentran las afectaciones de origen natural, por la misma naturaleza del suelo o terreno, para este caso se identifico la desestabilización y erosión del terreno donde se encuentra la bocatoma y aguas arriba de la misma, esto ocasionado por los eventos naturales como avenidas torrenciales y movimientos de masa, que han ocurrido históricamente, como se describe en el capítulo de Amenazas y Análisis de vulnerabilidad. Dicha circunstancia genera la afectación de la calidad del agua por el aumento de sedimentos, afectando la turbiedad del agua y así mismo la vegetación característica de la zona, genera la presencia de materia orgánica que al descomponerse altera el parámetro de color aparente en el agua.

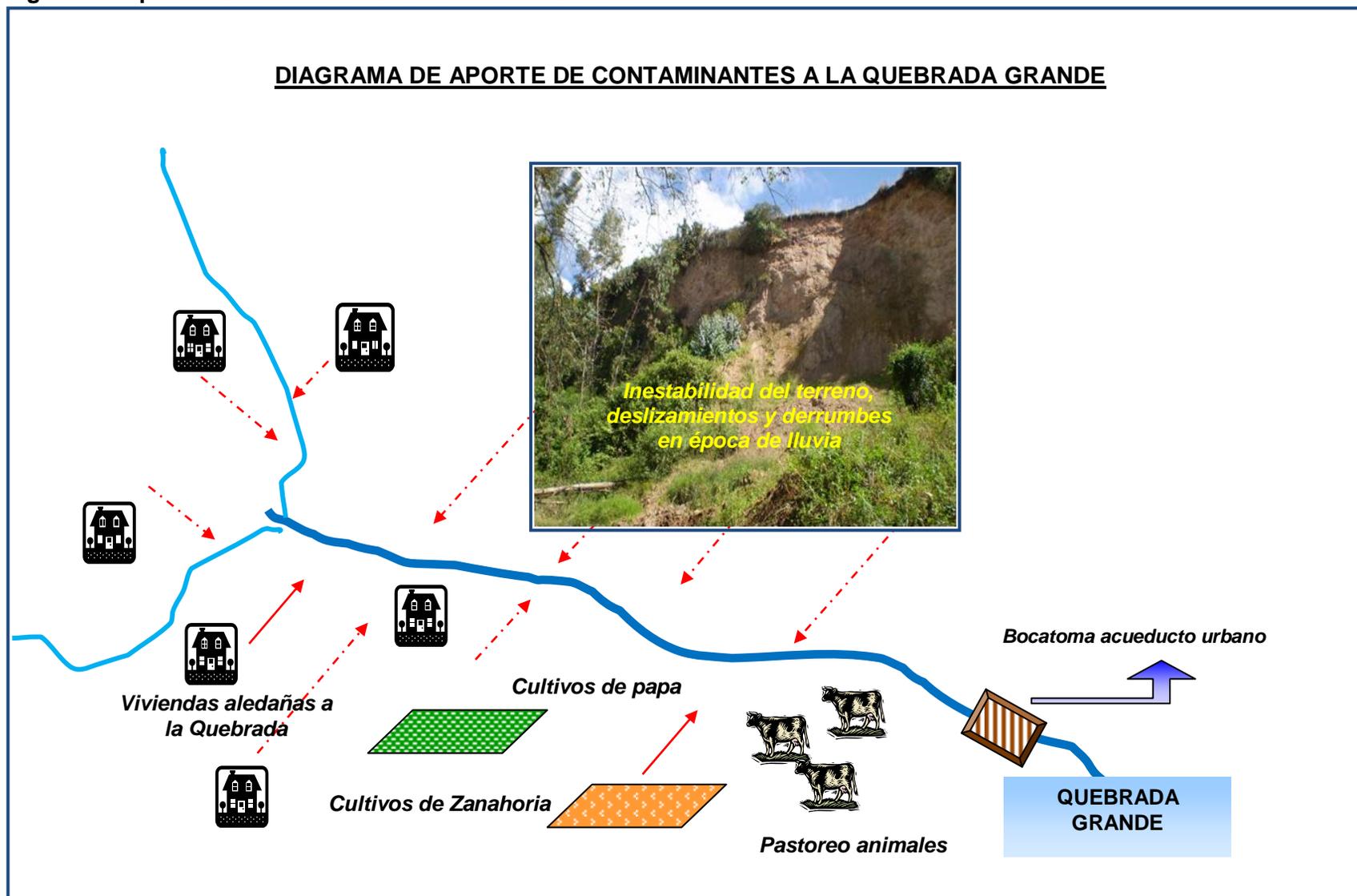
Teniendo en cuenta lo anterior se describe en el siguiente cuadro los efectos a la calidad del agua para cada una de las actividades económicas antrópicas presentes alrededor del cuerpo hídrico. No sin antes mencionar que las afectaciones por origen antrópico están clasificadas como las que se generan a partir de las actividades que realiza el hombre.

Cuadro 3. Efecto de las Actividades Económicas sobre Quebrada Grande.

ACTIVIDAD ECONOMICA		EFFECTOS SOBRE LA FUENTE HIDRICA
AGRICULTURA	Labranza o Arado	Sedimentos/turbidez: los sedimentos transportan fósforos y plaguicidas adsorbidos a las partículas de los sedimentos; entarquinamiento de los lechos de los ríos y pérdida de hábitat, desovaderos, etc.
	Aplicación de Fertilizantes	Escorrentía de nutrientes, especialmente fósforo, que da lugar a la eutrofización y produce mal gusto y olor en el abastecimiento público de agua, crecimiento excesivo de las algas que da lugar a desoxigenación del agua y mortandad de peces. Lixiviación del nitrato lo cual representa una amenaza para la salud pública.
	Aplicación de Plaguicidas	La escorrentía de plaguicidas da lugar a la contaminación del agua superficial y la biota; disfunción del sistema ecológico en las aguas superficiales por pérdida de los depredadores superiores debido a la inhibición del crecimiento y a los problemas reproductivos. Algunos plaguicidas pueden lixiviarse en las aguas subterráneas, provocando problemas para la salud humana a través de los pozos contaminados.
	Aplicación de estiércol	Esta actividad se realiza como medio de aplicación de fertilizantes; si se extiende sobre un terreno congelado provoca en las aguas receptoras elevados niveles de contaminación por agentes patógenos, metales, fósforo y nitrógeno, lo que da lugar a la eutrofización y a una posible contaminación.
	Riego	Escorrentía de sales, que da lugar a la salinización de las aguas superficiales; escorrentía de fertilizantes y plaguicidas hacia las aguas superficiales, con efectos ecológicos negativos, bioacumulación en especies ícticas comestibles, etc. Pueden registrarse niveles elevados de oligoelementos, como el selenio, con graves daños ecológicos y posibles efectos en la salud humana.
	Talas	Erosión de la tierra, lo que da lugar a elevados niveles de turbidez en los ríos, entarquinamiento del hábitat de aguas profundas, etc. Perturbación y cambio del régimen hidrológico, muchas veces con pérdida de cursos de agua perennes; el resultado es problemas de salud pública debido a la pérdida de agua potable. Perturbación del régimen hidrológico, muchas veces con incremento de la escorrentía superficial y disminución de la alimentación de los acuíferos; influye negativamente en el agua superficial, ya que reduce el caudal durante los períodos secos y concentra los nutrientes y contaminantes en el agua superficial.
SISTEMAS DE ALCANTARILLADO RURAL		Sobrecarga y perturbación de los sistemas técnicos, lo que da lugar a escorrentía superficial y/o infiltración directa en las aguas subterráneas, generando la presencia de sustancias como Fósforo, nitrógeno, agentes patógenos (materias fecales).
PASTOREO Y ABREVADEO DE ANIMALES		Contaminación del agua superficial con numerosos agentes patógenos (bacterias, virus, etc.), lo que da lugar a problemas crónicos de salud pública. Contaminación por metales contenidos en la orina y las heces.

Fuente: Pagina Web.<http://www.fao.org>.

Figura 19. Aportes Contaminantes a la Quebrada Grande.



6. RESULTADO DE AMENAZAS

La vulnerabilidad entendida como la debilidad frente a las amenazas, como incapacidad de resistencia o como incapacidad de recuperación, no depende solo del tipo de amenaza sino también de las condiciones del entorno lo cual definimos como factores de riesgo sean físicos o ambientales.

▪ Factores Físicos.

Hace relación a la calidad, condiciones técnicas, materiales y ubicación física de los elementos. Materiales como el pvc, concreto y Mampostería. Se evidencia que son materiales con cierto grado de resistencia a un esfuerzo o movimiento. El diseño y construcción: No sujeto a Reglamento Técnico RAS, se evidencia la baja operatividad de las estructuras al no contemplar parámetros de diseño sujetos a las condiciones del entorno y variaciones de caudal, las estructuras no son sismo resistentes. Por lo anterior es un factor de riesgo evidenciado ya que las estructuras necesarias para brindar el suministro de agua no resistirían un movimiento del suelo.

▪ Factores Ambientales.

Hacen relación a los fenómenos naturales que inciden en la estabilidad y disponibilidad de las estructuras, como por ejemplo el clima con el fenómeno de la Niña y el Niño, lo cual hace que el funcionamiento del sistema de acueducto depende del recurso hídrico disponible. Así mismo el relieve Montañoso, hace que la estabilidad de las estructuras este asociada a la formación geológica y morfológica del suelo.

▪ Amenazas del Sistema de Acueducto.

Las amenazas establecidas parten del conocimiento de los factores físicos y ambientales en el entorno de cada estructura y el conocimiento de las entidades técnicas en el municipio, lo que permite conceptuar con mayor precisión sobre la dinámica de cada amenaza y en especial sobre la relación causa- efecto que existe entre el conjunto total de amenazas en el municipio.

La identificación de amenazas se realiza por reconocimiento en campo y conocimiento histórico en el entorno de la prestación del servicio de acueducto y la valoración de amenazas se determinan con criterios de calificación utilizados para estimar con qué frecuencia y nivel de exposición una estructura del sistema de acueducto a estado expuesta a una amenaza identificada.

El servicio de acueducto en los últimos cinco años se ha visto afectado por el fenómeno del niño y la niña principalmente causando desabastecimiento de agua masivo mayor a dos días, emergencias que han sido atendidas por la empresa de servicios públicos y la oficina de planeación municipal.

Cuadro 3. Antecedentes de Emergencias.

TIPO DE AMENAZA	AFECTACION
Inundación Súbita	Inundación de viviendas en el área urbana calle 9 entre carrera 2 y 3. Inundación calle 13.
Inundación Súbita	Inundación Urbanización Villa republicana
Avenida Torrencial	Desbordamiento de Quebrada Grande con dificultada para operar obras de captación.
Deslizamiento de tierra	Deslizamiento de tierra con un movimiento de masa superior a 1000 m3 que sepultaron la bocatoma desabastecimiento duran días.
Movimiento de tierra	Movimiento de tierra en un sector de la línea de conducción con ruptura de la tubería
Sequia	Desabastecimiento de 600 usuarios del servicio de acueducto durante más de 2 días.
Descarga Eléctrica	Suspensión de la energía eléctrica imposibilitando suministro de agua por bombeo.

Fuente: Plan de Contingencias para la Prestación del Servicio de Acueducto y Alcantarillado del Casco Urbano del Municipio de Santa Rosa de Viterbo. 2012

Teniendo en cuenta la información del cuadro anterior, eventos que se presentaron durante el año 2010 y 2011, el municipio de Santa Rosa de Viterbo a través de la empresa de servicios públicos y la oficina de planeación establecieron una periodicidad de mantenimiento y manejo de taludes para la prevención de afectación por movimientos de masa al igual que el traslado de un sector de la línea de conducción; sin embargo ante el fenómeno del niño las medidas tomadas no han sido eficientes.

Figura 20. Atención Emergencia en la Bocatoma 1 - Retiro masa



Fuente: Plan de Contingencias para la Prestación del Servicio de Acueducto y Alcantarillado del Casco Urbano del Municipio de Santa Rosa de Viterbo. 2012

Figura 21. Bocatoma Red 1 – Sequia Reducción Caudal > 90%



Fuente: Plan de Contingencias para la Prestación del Servicio de Acueducto y Alcantarillado del Casco Urbano del Municipio de Santa Rosa de Viterbo. 2012

Figura 22. Suministro de agua Sequia racionamiento > 5 días



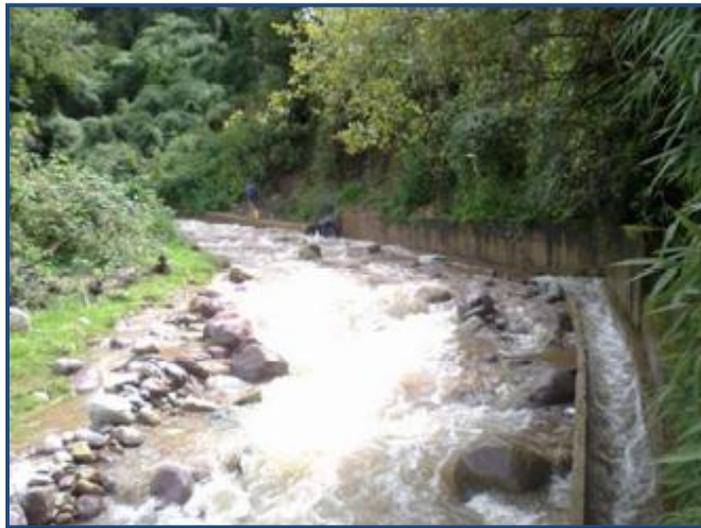
Fuente: Plan de Contingencias para la Prestación del Servicio de Acueducto y Alcantarillado del Casco Urbano del Municipio de Santa Rosa de Viterbo. 2012

Figura 23. Daño eléctrico Sistema de Bombeo por Tormenta red 2 Egipto



Fuente: Plan de Contingencias para la Prestación del Servicio de Acueducto y Alcantarillado del Casco Urbano del Municipio de Santa Rosa de Viterbo. 2012

Figura 24. Inundación captación red 1



Fuente: Plan de Contingencias para la Prestación del Servicio de Acueducto y Alcantarillado del Casco Urbano del Municipio de Santa Rosa de Viterbo. 2012

- **Priorización de Amenazas.**

Las amenazas priorizadas para ser sujeto de evaluación en la matriz de valoración del riesgo fueron seleccionadas de acuerdo a información suministrada por la oficina de planeación municipal y la empresa de servicios públicos de Santa Rosa de Viterbo y seleccionadas mediante la calificación de la existencia de un factor de riesgo, el reconocimiento en campo y/o conocimiento histórico.

Cuadro 4. Parámetros Para Establecer la Prioridad de las Amenazas en el Municipio.

PRIORIDAD	CONCEPTO
1 BAJA	Amenazas de efecto limitado, baja potencialidad o área de afectación pequeña que por sus características sólo producirían afectaciones parciales o temporales en la población e infraestructura.
2 MEDIA	Amenazas que por sus características asociativas a eventos desencadenantes primarios, puedan potenciar mayores afectaciones en el municipio.
3 ALTA	Amenazas que por su potencialidad, cobertura territorial, comportamiento histórico conocido y condiciones en las que se presentaría actualmente, puedan afectar en gran medida la salud de las personas, la infraestructura o las redes de servicio en el municipio.
*	Amenazas calificadas como improbables en el municipio.

Fuente: Plan de Contingencias para la Prestación del Servicio de Acueducto y Alcantarillado del Casco Urbano del Municipio de Santa Rosa de Viterbo. 2012

Las Amenazas seleccionadas de acuerdo al cuadro anterior son aquellas que la prioridad estimada es \geq a 2 las cuales son:

- Accidente de tránsito terrestre
- Vertimiento Sustancias Tóxicas
- Avalancha (flujo torrencial por cauce).
- Deslizamiento
- Erosión
- Incendio forestal
- Incidente con materiales peligrosos
- Inundación súbita.
- Sequía
- Sismo o terremoto.
- Tormenta eléctrica.
- Vendaval (viento fuerte).

▪ **Criterios y Valoración de Amenazas.**

La valoración de Amenazas se realiza teniendo en cuenta dos aspectos la frecuencia de ocurrencia de la amenaza y el nivel de exposición que tengan los componentes del servicio de acueducto.

A continuación se indica los criterios de valoración para cada amenaza definida previamente, teniendo en cuenta cada componente del servicio. La valoración de la frecuencia de ocurrencia de una amenaza tiene base en el conocimiento de las entidades operativas y el Comité Local para la Prevención y Atención de desastres de acuerdo a su historial en el tema, esta se califica Numéricamente entre 1 a 4 siendo el menor numero la ausencia de la amenaza históricamente y el mayor una periodicidad de ocurrencia de la amenaza sobre el componente del servicio de acueducto alta, esto de acuerdo a la tabla que presenta la Superintendencia de servicios públicos domiciliarios.

Cuadro 5. Criterios de Valoración de Amenazas.

Califique la Frecuencia (F) en cada uno de los componentes de los sistemas de acueducto así:
1 = si históricamente NO se ha presentado un evento amenazante sobre el componente estructural
2 = si el evento amenazante se ha presentado en los últimos 25 años sobre el componente estructural
3 = si el evento amenazante se ha presentado cada 5 años sobre el componente estructural
4 = Si se ha presentado por lo menos 1 vez al año un evento amenazante sobre el componente estructural

Fuente: Plan de Contingencias para la Prestación del Servicio de Acueducto y Alcantarillado del Casco Urbano del Municipio de Santa Rosa de Viterbo. 2012

La valoración del nivel de exposición permite identificar aquellos elementos que por su localización pueden sufrir algún nivel de daños o perdidas como consecuencia de la acción de la amenaza, esta se evalúa numéricamente entre 1 a 3 dependiendo del nivel de afectación de la estructura expuesta a una amenaza, esto de acuerdo a la tabla dada por la superintendencia de servicios públicos domiciliarios.

Cuadro 5. Valoración del nivel de Exposición.

Califique el nivel de exposición (N) de cada uno de los componentes de los sistemas de acueducto frente al evento natural amenazante así:
1 = Bajo, cuando el componente estructural No se afecta cuando ocurre un evento amenazante.
2 = Medio, cuando el componente se ve afectado en su estabilidad estructural o funcional al ocurrir un evento amenazante.
3 = Alta, Cuando se observa un fallo o colapso estructural o funcional del componte

Fuente: Plan de Contingencias para la Prestación del Servicio de Acueducto y Alcantarillado del Casco Urbano del Municipio de Santa Rosa de Viterbo. 2012

7. ANALISIS DE VULNERABILIDAD.

Evaluar la vulnerabilidad es determinar la predisposición de un sistema, elemento, componente o cualquier tipo de elemento del sistema de acueducto, a sufrir afectación ante la acción de una situación de amenaza específica.

▪ **Vulnerabilidad en los Componentes del Sistema de Acueducto.**

El sistema de acueducto del municipio de Santa Rosa de Viterbo es vulnerable a factores ambientales por depender de una fuente superficial sistema lotico con variaciones drásticas en su comportamiento en época de lluvias o de estiaje, de ahí la importancia de determinar la vulnerabilidad ante una amenaza.

▪ **Criterios y valorización de la vulnerabilidad.**

A continuación se muestran los criterios de calificación utilizados para evaluar los parámetros que permiten realizar la estimación de la vulnerabilidad, por medio de la identificación de los daños o fallas y los efectos, que cada evento amenazante puede causar sobre cada uno de los componentes del sistema de acueducto. La valoración de daños en un componente del sistema que se realiza por medio de números desde el 1 al 4 siendo el 1 la ausencia de daños en la estructura y 4 la mayor presencia de daños, según la calificación de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

Califique el daño (D) en cada uno de los componentes de los sistemas de acueducto así:

- 1 = No Daño - No hay avería sobre la infraestructura
- 2 = Limitado - Sólo causa daños menores. Daño reparable en horas.
- 3 = Grave - Causa daños severos. Daños con limitada reparación.
- 4 = Crítico - Afecta completamente el componente, daños no reparables.

La valoración del efecto asociado al daño en un componente del sistema de acueducto se relaciona con el efecto sobre la prestación del servicio a la comunidad calificando entre el 1 al 3 siendo el menor número la no perturbación de la prestación y el mayor el no restablecimiento del servicio en un periodo considerable.

Califique los efectos (Ef) ocasionados en la continuidad del servicio, para c/u de los componentes de los sistemas de acueducto así:

- 1 = Sin Efecto - No se ve afectada la continuidad regular del servicio.
- 2 = Limitado - Sólo causa efectos menores, reparables en horas.
- 3 = Grave - Causa efectos severos, con limitada reparación.
- 4 = Crítico - Afecta completamente el componente, efectos no reparables.

- **Vulnerabilidad Organizacional.**

Analizar la vulnerabilidad tanto de la población como de la administración e instituciones operativas frente a posibles emergencias o desastres, permite determinar con que magnitud una emergencia relacionada al sistema de acueducto y/o la infraestructura del municipio afecta a la comunidad, que capacidad de respuesta tiene, que preparación y planificación de las entidades territoriales hay.

Los aspectos a evaluar en la vulnerabilidad organizacional son: Organización institucional, contexto social y cultural e Infraestructura y líneas vitales del Municipio; para este caso solo se tendrá en cuenta esta última.

Teniendo en cuenta los criterios calificados en el siguiente cuadro, la vulnerabilidad del sistema de acueducto como la de la prestación del servicio, presentan un nivel alto, ya que tanto el estado estructural del sistema como tal, así como la disponibilidad del servicio, no se encuentran en óptimas condiciones.

Cuadro 6. Vulnerabilidad en la Infraestructura y Líneas Vitales del Municipio.

UBICACION	COMPONENTE	DESCRIPCION	ACUEDUCTO, PRESTACION DEL SERVICIO E INFRAESTRUCTURA		
			Calificación Parcial	Calificación	Vulnerabilidad
VULNERABILIDAD EN LA INFRAESTRUCTURA Y LINEAS VITALES DEL MUNICIPIO	ACUEDUCTO, PRESTACION E INFRAESTRUCTURA	1 - 100% de los usuarios del servicio de acueducto cuentan con sistema de almacenamiento en sus viviendas.	3	7	3: ALTA
		2 - 80% - 100% de los usuarios del servicio de acueducto cuentan con sistema de almacenamiento en sus viviendas			
		3 - Menos del 80% de los usuarios del servicio de acueducto cuentan con sistema de almacenamiento en sus viviendas.			
		1 - El municipio cuenta con un acueducto en buen estado con capacidad para resistir, fenómenos como sismos, vendavales o inundaciones que se presenten con magnitud media baja.	2		
		2 - El acueducto resistirían el impacto de fenómenos de media o baja magnitud.			
		3 - El acueducto del municipio es fácilmente afectados por eventos naturales incluso de baja magnitud Interrumpiéndose el suministro de agua.			
		1 - Las viviendas y edificaciones en el municipio son sismo resistentes y están construidas con parámetros técnicos y material adecuado.	2		
		2 - Algunas viviendas familiares o algunos edificios esenciales en el municipio no son construidas con parámetros sismo resistentes ni materiales adecuados.			
		3 - La gran mayoría de viviendas y edificaciones no son construidas con Parámetros sismo resistentes ni materiales adecuados.			

Fuente: Plan de Contingencias para la Prestación del Servicio de Acueducto y Alcantarillado del Casco Urbano del Municipio de Santa Rosa de Viterbo. 2012

- **Evaluación del Nivel de Riesgo en la Red 1 y Red 2**

Para la evaluación del nivel de riesgos en el municipio de Santa Rosa de Viterbo se calculo aplicando la siguiente fórmula:

Riesgo = Amenaza * Vulnerabilidad; Dónde: Amenaza = Frecuencia * Exposición y

Vulnerabilidad = Daño*Efecto

Teniendo en cuenta la evaluación del nivel del riesgo realizada en el estudio “Plan de Contingencias para la Prestación del Servicio de Acueducto y Alcantarillado del Casco Urbano del Municipio de Santa Rosa de Viterbo. 2012”, se determinaron los siguientes resultados, para cada uno de los componentes del sistema de acueducto, tanto de la Quebrada Grande, como del nacimiento Egipto.

- **Sistema Quebrada Grande.**

Cuadro 7. Tipo de riesgo en estructuras de acueducto Quebrada Grande.

COMPONENTE	TIPO DE EVENTO			
	MOV. MASA	INUNDACION	AV. TORRENCIAL	TORMENTA ELECTRICA
	NIVEL DE RIESGO			
Bocatoma	ALTO	ALTO	ALTO	–
Aducción	ALTO	MODERADO	ALTO	
Desarenador	MODERADO	–	–	–
Tanque de Almacenamiento	MODERADO	–	–	–
Sistema de Bombeo	–	–	–	MODERADO

Fuente: Plan de Contingencias para la Prestación del Servicio de Acueducto y Alcantarillado del Casco Urbano del Municipio de Santa Rosa de Viterbo. 2012

La planta de tratamiento, red conducción y red de distribución, presentan un nivel de riesgo Bajo, frente a los eventos descritos, teniendo en cuenta la amenaza y vulnerabilidad de cada uno de estos.

- **Red 2 Nacimiento Egipto.**

Cuadro 8. Tipo de riesgo en estructuras de acueducto nacimiento Egipto.

COMPONENTE	TIPO DE EVENTO			
	MOV. MASA	INUNDACION	AV. TORRENCIAL	TORMENTA ELECTRICA
	NIVEL DE RIESGO			
Bocatoma	–	ALTO	ALTO	–
Aducción	ALTO	MODERADO	ALTO	–
Desarenador	MODERADO	–	–	–
Sistema de Bombeo	–	–	–	MODERADO

Fuente: Plan de Contingencias para la Prestación del Servicio de Acueducto y Alcantarillado del Casco Urbano del Municipio de Santa Rosa de Viterbo. 2012

Las demás estructuras que componen el sistema de acueducto del nacimiento Egipto, como son la red de conducción, el sistema de desinfección y red de distribución, presentan un nivel de riesgo Bajo, frente a los eventos descritos, teniendo en cuenta la amenaza y vulnerabilidad de cada uno de estos.

De acuerdo al resultado de amenazas y evaluación de la vulnerabilidad de cada uno de los componentes de los sistemas de acueducto, la empresa de servicios públicos y la oficina de planeación municipal dentro de su plan de emergencias establecen las siguientes medidas de prevención y corrección para atender las diferentes amenazas.

Cuadro 9. Impactos en las Estructuras del Acueducto y Medidas de Prevención y Corrección.

COMPONENTE	IMPACTO POR TIPO DE EVENTO				MEDIDAS DE PREVENCION Y CORRECCION
	MOV. MASA	INUNDACION	AV. TORRENCIAL	TORMENTA ELECTRICA	
Acueducto Quebrada Grande y Nacimiento Egipto					
Bocatoma	Perdida de Estructura de Captación desvió fuente de abastecimiento.	Pérdida de capacidad de realizar operación y Mantenimiento	Taponamiento de la estructura por arrastre de materiales.	-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Traslado de la captación del sitio de exposición al deslizamiento. ▪ Obras de estabilidad del terreno. ▪ Conservación de la microcuenca abastecedora del acueducto. ▪ Traslado de la captación del sitio de exposición a la Inundación. ▪ Suspensión del servicio como garantía de almacenamiento volumen disponible de agua. ▪ Retiro de materiales expuestos aguas arriba.
Aducción	Ruptura de la Línea.	-	Reducción en la manipulación de válvulas compuerta Regulación de caudal y suspensión.	-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Traslado del sistema de válvulas sitio de exposición. ▪ Construcción de canal cubierto de flujo a presión. ▪ Protección de la línea de aducción por medio de concreto. ▪ Manejo de escombros y deslizamiento de tierra. Obras de estabilidad del terreno
Desarenador	Taponamiento de la estructura.	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Retiro del deslizamiento, manejo de escombros y deslizamiento de tierra. ▪ Solicitud de Retroexcavadora a Planeación. ▪ Siembra de vegetación (trinchos) en parte baja del deslizamiento.
Tanque de Almacenamiento	Pérdida de capacidad de Almacenamiento por daños Estructurales.	-	-		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Obras de estabilidad del terreno, obras de estabilidad estructural, como la construcción de gaviones. ▪ Mantenimiento de estructuras periódicamente. ▪ Siembra de vegetación (trinchos) en parte baja del deslizamiento.
Sistema de Bombeo	-	-	-	Daño eléctrico sistema de bombeo o líneas de energía incluyendo transformador generando desabastecimiento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Montaje de sistemas de control de picos de voltaje y regulación de corriente, suspensión del servicio como garantía de almacenamiento volumen disponible de agua. ▪ Cumplimiento de norma Eléctrica RETIE. Creación de manual de procedimientos para EMPOVITERBO ▪ Instalación sistema regulación y control de voltaje.

Fuente: Plan de Contingencias para la Prestación del Servicio de Acueducto y Alcantarillado del Casco Urbano del Municipio de Santa Rosa de Viterbo. 2012

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El acueducto urbano del municipio de Santa Rosa de Viterbo está afectado principalmente por fallas geológicas, relacionadas con movimiento de masa, adicionalmente a las altas precipitaciones que se han presentado con el fenómeno de la niña, generando inundaciones y avenidas torrenciales, ocasionando a su vez daños graves en las estructuras que componen el sistema de acueducto.

Teniendo en cuenta lo anterior se recomienda al prestador del servicio de acueducto buscar alternativas para la reubicación de los componentes como son la bocatoma, aducción y desarenador, sobre todo los de Quebrada Grande que son los que presentan una mayor amenaza y vulnerabilidad. Así mismo es importante que las medidas preventivas y correctivas que se establecen en el Plan de emergencias para la prestación del servicio de acueducto se efectúen y se programen oportunamente, para evitar inconvenientes graves con el suministro de agua potable.

- La Bocatoma de Quebrada Grande se encuentra en malas condiciones estructurales, debido a los eventos naturales presentados en el lugar donde se encuentra ubicada.

Por lo cual es necesario realizar la gestión necesaria para construir una nueva estructura, aparte de la reubicación; donde se garantice el óptimo funcionamiento de la misma, teniendo en cuenta los eventos naturales que se presentan con frecuencia, y criterios como la estabilización del terreno, precipitaciones, protección de las rondas de la quebrada de las afectaciones o contaminantes puntuales a la fuente hídrica, entre otras.

- En cuanto al sistema de tratamiento existente para el agua proveniente de Quebrada Grande, PTAP el Manzano y PTAP Lomitas, se recomienda para la primera optimizar los procesos y procedimientos que se realizan para potabilizar el agua, específicamente para el proceso de coagulación y sedimentación, ya que las pruebas de tratabilidad como son la prueba de jarras no se realizan con la periodicidad necesaria y las placas de los sedimentadores se encuentran en regular estado. Por otra parte la planta de tratamiento presenta problemas de diseño y se sobrecarga, por consiguiente su funcionamiento no es óptimo. Con respecto a esta planta es importante aclarar que ocasionalmente, es decir cuando la calidad del agua es mejor, (época de verano), no se presentan problemas con los parámetros de color y turbiedad, aunque regularmente también se ha evidenciado inconvenientes con la dosificación de cloro.

Por otro lado se encuentra la planta de tratamiento Lomitas, la cual es una estructura nueva, tipo convencional, donde se hace pasar el agua por unos filtros rápidos, antes de llegar a la planta el Manzano, ya que dicha planta no se ha terminado de adecuar, por lo tanto el sistema funciona realizando una prefiltración antes de llegar al tratamiento definitivo. Esta condición mejora las condiciones de calidad de agua, pero no es la mejor alternativa para mantener un sistema de tratamiento, como lo requiere las características físico-químicas de la fuente de abastecimiento.

Teniendo en cuenta todo lo anterior es necesario que el prestador, así como la administración municipal realice las adecuaciones necesarias para terminar de construir la planta de tratamiento Lomitas, y evalúen el funcionamiento de la planta el Manzano, la cual es una estructura que siempre ha presentado problemas por su inadecuado diseño.

- Con respecto al sistema de acueducto del nacimiento Egipto el cual abastece un porcentaje pequeño del casco urbano, se recomienda realizar el mantenimiento periódico, a la bocatoma y estructura del desarenador, así como la protección del propio nacimiento e igualmente ejecutar las medidas preventivas y correctivas establecidas en el Plan de contingencias de la prestación del servicio de acueducto, de manera oportuna.

Por otra parte en cuanto al proceso de desinfección que se realiza como único tratamiento, es necesario optimizar el procedimiento para la preparación del desinfectante que se aplica, así como garantizar la dosificación diaria y suministro del químico.

- Es indispensable la capacitación continua al personal que realiza las labores de operación y mantenimiento del sistema de acueducto, donde además se establezcan prioridades en cuanto a la operación de las plantas de tratamiento, mantenimiento de las estructuras de captación y pretratamiento y la disponibilidad del personal las 24 horas del día.

8. BLIOGRAFIA

- Documento Técnico, Esquema de Ordenamiento Territorial municipio de Santa Rosa de Viterbo 2000.
- Proyecto 4 Diagnostico, Caracterización y Evaluación Ambiental de las Fuentes Abastecedoras y Receptoras de la Cabecera Municipal de Santa Rosa de Viterbo. 2005. Convenio Uniboyaca-Corpoboyaca.
- Plan de Saneamiento y manejo de Vertimientos Municipio de Santa Rosa de Viterbo, 2007.
- Decreto 1575 del 9 de mayo de 2007, Resolución 2115 del 22 de junio de 2007, expedidas por los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Resolución 4716 del 18 de Noviembre de 2010, expedida por los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Plan de Contingencias para la Prestación del Servicio de Acueducto y Alcantarillado del Casco Urbano del Municipio de Santa Rosa de Viterbo. 2012.
- Pagina Web. Google Earth. 2012
- Pagina Web. www.fao.org.
- Página Web. www.santarosadeviterbo-boyaca.gov.co