





**CONHYDRA** S.A. E.S.P.

GESTORES DE SERVICIOS PÚBLICOS

	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

## INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y DISEÑO ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE AMAGA - ANTIOQUIA





CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE TRES (3) ESTUDIOS Y DISEÑOS, QUE INCLUYEN LOS COMPONENTES DE RIESGOS Y/O AMENAZA, DE PROYECTOS DEL SECTOR AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO, LOCALIZADOS EN TRES (3) MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.

Agosto de 2014

Medellín – Colombia





 <p><b>Fondo Adaptación</b> Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

## TABLA DE CONTENIDO



<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1</b>	<b>ASPECTOS URBANOS .....</b>	<b>3</b>
2.1.1	Perímetro Urbano y Áreas de Expansión .....	3
2.1.2	Vías de comunicación .....	5
<b>2.2</b>	<b>INFORMACIÓN DISPONIBLE .....</b>	<b>6</b>
2.2.1	Diagnósticos .....	6
2.2.2	Planes Maestros .....	6
<b>2.3</b>	<b>VERIFICACIÓN ESTUDIOS EXISTENTES.....</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>7</b>
<b>3.1</b>	<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO EXISTENTE .....</b>	<b>7</b>
3.1.1	Descripción general servicio Acueducto .....	7
3.1.2	Consumos básicos y máximos .....	8
3.1.3	Tarifas.....	8
3.1.4	Cobertura del servicio de Acueducto .....	9
<b>3.2</b>	<b>PROBLEMAS MÁS FRECUENTES EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO .....</b>	<b>10</b>
<b>3.3</b>	<b>COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO .....</b>	<b>10</b>
3.3.1	Fuentes de abastecimiento.....	10
3.3.2	Bocatoma.....	13
3.3.3	Desarenador .....	15
3.3.4	Red de Conducción .....	16
3.3.5	Planta de Potabilización de Agua .....	17
3.3.6	Almacenamiento .....	18



 <p><b>Fondo Adaptación</b> Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

3.3.7	Redes de distribución .....	18
3.3.8	Macro y Micromedición .....	19
<b>4.</b>	<b>PLANTEAMIENTO DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA EXISTENTE Y A HORIZONTE DE DISEÑO .....</b>	<b>20</b>
<b>4.1</b>	<b>DATOS DE POBLACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>20</b>
<b>4.2</b>	<b>POBLACIÓN FLOTANTE PARA EL AÑO BASE.....</b>	<b>20</b>
<b>4.3</b>	<b>NIVEL DE COMPLEJIDAD ACTUAL.....</b>	<b>21</b>
<b>4.4</b>	<b>PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN.....</b>	<b>21</b>
4.4.2	Nivel de complejidad de acuerdo a la población proyectada .....	36
4.4.3	Dotación.....	36
4.4.4	Estimación de la demanda actual y futura .....	39
<b>4.5</b>	<b>EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO POR COMPONENTES.....</b>	<b>42</b>
4.5.1	Bocatoma La Paja .....	42
4.5.2	Desarenador .....	42
<b>5.</b>	<b>EVALUACIÓN AMENAZAS Y RIESGOS DEL SISTEMA AFECTADO.....</b>	<b>44</b>
<b>6.</b>	<b>ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN AL SISTEMA DE ACUEDUCTO .</b>	<b>46</b>
<b>6.1</b>	<b>ENFOQUE DE LA PROBLEMÁTICA.....</b>	<b>46</b>
<b>6.2</b>	<b>OBRAS DE OPTIMIZACIÓN PROPUESTAS .....</b>	<b>46</b>
6.2.1	Bocatoma y canal de entrada .....	46
6.2.2	Desarenador .....	47
<b>6.3</b>	<b>RECOMENDACIÓN FUENTES DE CAPTACIÓN .....</b>	<b>47</b>
6.3.1	Captación Rio Amaga:.....	48
6.3.2	Captación Rio La Clara:.....	49
<b>7.</b>	<b>DISEÑOS DEFINITIVOS.....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
<b>7.1</b>	<b>TRABAJOS TOPOGRÁFICOS</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>



 <p><b>Fondo Adaptación</b> Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

## 7.2 OPTIMIZACION SISTEMA DE ACUEDUCTO .. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

7.2.1 Optimización sistema de Acueducto ..... ¡Error! Marcador no definido.

7.2.2 Bocatoma La Paja ..... ¡Error! Marcador no definido.

7.2.3 Desarenador ..... ¡Error! Marcador no definido.

7.2.4 Rehabilitación Talud ..... ¡Error! Marcador no definido.

## 8. DISEÑOS ESTRUCTURALES ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

## 9. ESTUDIOS AMBIENTALES .... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

## 10. ESTUDIOS PEDIALES ..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

## 11. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN ..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

## 12. COSTOS Y PRESUPUESTOS ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

## 12.1 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LA OBRA ..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

## 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 51

## 14. BIBLIOGRAFÍA ..... 55

### LISTA DE TABLAS

TABLA 1. USUARIOS POR ESTRATO SOCIOECONÓMICO .....	8
TABLA 2. RANGO DE CONSUMOS.....	8
TABLA 3. ESTRUCTURA TARIFARIA.....	9
TABLA 4. RESUMEN DE LA CARACTERIZACIÓN DE AGUAS CRUDAS DE LA QUEBRADA LA PAJA .....	12
TABLA 5. CONSIDERACIONES PARA PROYECTAR LA POBLACIÓN.....	22
TABLA 6. TASAS ANUALES DE CRECIMIENTO PARA EL MUNICIPIO DE AMAGA .....	24
TABLA 7. TASAS ANUALES DE CRECIMIENTO PARA EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.....	27
TABLA 8. PROMEDIO DE TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL PARA EL MUNICIPIO DE AMAGÁ Y EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA (PROYECCIONES DANE) .....	29
TABLA 9. CÁLCULO DE LAS TASAS DE CRECIMIENTO INTERCENSAL PARA EL MUNICIPIO DE AMAGÁ, ANTIOQUIA.....	30





 <p><b>Fondo Adaptación</b> Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

TABLA 10. CÁLCULO DE LAS TASAS DE CRECIMIENTO INTERCENSAL PARA EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA .....	31
TABLA 11. RESUMEN DE TASAS DE CRECIMIENTO INTERCENSAL PARA MUNICIPIO DE AMAGÁ Y DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.....	32
TABLA 12. PROYECCIONES DE POBLACIÓN ZONA URBANA MUNICIPIO DE AMAGÁ .....	34
TABLA 13. PÉRDIDAS EN EL SISTEMA DE ACUEDUCTO MUNICIPIO DE AMAGÁ .....	37
TABLA 14. DEMANDAS ACTUALES Y FUTURAS DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO .....	40
TABLA 15. RESUMEN INVERSIONES SISTEMA DE ACUEDUCTO .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO DE AMAGA.....	2
FIGURA 2. PERÍMETRO URBANO Y SANITARIO DEL MUNICIPIO .....	4
FIGURA 3. LOCALIZACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	48
FIGURA 4. PERFIL LOCALIZACIÓN EXISTENTE (5 KM).....	49
FIGURA 5. PERFIL LOCALIZACIÓN PROYECTADA RIO AMAGA (6 KM).....	49
FIGURA 6. LOCALIZACIÓN ALTERNATIVA LA CLARA (12 KM).....	50
FIGURA 7. OPTIMIZACIÓN BOCATOMA LA PAJA .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
FIGURA 8. OPTIMIZACIÓN DESARENADOR LA PAJA.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
FIGURA 9. PUNTO CRITICO.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.



## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. PROYECCIONES DE POBLACIÓN.....	35
---	----

## LISTA DE FOTOS

FOTO 1. ZONA DEL DERRUMBE .....	10
FOTO 2. FUENTE DE ABASTECIMIENTO .....	11
FOTO 3. CAPTACIÓN QUEBRADA LA PAJA .....	13
FOTO 4. CANAL DE ENTRADA Y DESARENADOR .....	14
FOTO 5. DESARENADOR VISTA INTERNA.....	16
FOTO 6. RED DE CONDUCCIÓN Y VIADUCTO.....	17
FOTO 7. PLANTA POTABILIZACIÓN DE AGUA .....	17
FOTO 8. TANQUES DE ALMACENAMIENTO .....	18



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

## LISTADO DE ANEXOS

### 1 Chequeo de Aguas Crudas

1.1 Bocatoma

1.2 Desarenador

### 2. Registro fotográfico del levantamiento geométrico.

### 3. Anexo hidrológico

### 4. Anexo geológico y amenazas naturales

### 5. Información de soporte

5.1 Aforos Quebrada La Paja

5.2 Concesión de aguas

5.3 Resultados de laboratorio de agua cruda

5.4 Lecturas de macromedición (Medio Magnetico)

### 6. Topografía

### 7. Comunicación reglamentación fuente de abastecimiento



### 8. Optimización desarenador existente

### 9. Memorias diseño estructural

### 10. Estudio de amenazas geológicas y recomendaciones geotécnicas





	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

**11. Diseño de cunetas para el manejo de aguas lluvias**



**12. Especificaciones técnicas de construcción EPM (Medio Magnético)**

**13. Especificaciones particulares de construcción**

**14. Presupuestos y APU.**






 <p><b>Fondo Adaptación</b> Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

## LISTADO DE PLANOS

LISTADO DE PLANOS ETAPA DE DIAGNÓSTICO					
DEPARTAMENTO ANTIOQUIA					
MUNICIPIO DE AMAGA					
ABASTECIMIENTO	Localización general del proyecto (1/1)	AMA	DIG	ABT	1
	Levantamiento topográfico estructuras existentes (1/1)	AMA	DIG	ABT	2
	Planta Perfil- Conducción existente (1/1)	AMA	DIG	ABT	3
CODIGOS	Total planos del proyecto	3			
	Iniciales del municipio	AMA			
	Etapas del proyecto	DIAGNÓSTICO		DIG	
	Estructuras de abastecimiento	ABT			

LISTADO DE PLANOS ETAPA DE DISEÑO					
DEPARTAMENTO ANTIOQUIA					
MUNICIPIO DE AMAGA					
ABASTECIMIENTO	Optimización bocatoma - desarenador (1/1)	AMA	DIG	ABT	1
	Rehabilitación talud existente (1/1)	AMA	DIG	ABT	2
	Planta Perfil- Conducción existente (1/1)	AMA	DIG	ABT	3
CODIGOS	Total planos del proyecto	3			
	Iniciales del municipio	AMA			
	Etapas del proyecto	DISEÑO		DIS	
	Estructuras de abastecimiento	ABT			



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	



## 1. INTRODUCCIÓN

Mediante el Decreto 4819 del 29 de diciembre de 2010, se creó el FONDO ADAPTACION (en adelante EL FONDO), cuyo objeto es la recuperación, construcción y reconstrucción de las zonas afectadas por el Fenómeno de "La Niña", con personería jurídica, autonomía presupuestal y financiera, adscrito al Ministerio de Hacienda y Crédito Público.

Según el Decreto 4819 de 2010, EL FONDO tiene como finalidad la identificación, estructuración y gestión de proyectos, ejecución de procesos contractuales, disposición y transferencia de recursos para la recuperación, construcción y reconstrucción de la infraestructura de transporte, de telecomunicaciones, de ambiente, de agricultura, de servicios públicos, de vivienda, de educación, de salud, de acueductos y alcantarillados, humedales, zonas inundables estratégicas, rehabilitación económica de sectores agrícolas, ganaderos y pecuarios afectados por la ola invernal y demás acciones que se requieran con ocasión del Fenómeno de "La Niña", así como para impedir definitivamente la prolongación de sus efectos, tendientes a la mitigación y prevención de riesgos y a la protección en lo sucesivo, de la población de las amenazas económicas, sociales y ambientales.

CONHYDRA realiza mediante el contrato N°038 de 2.014 la consultoría para la elaboración de estudios y diseños que incluyen los componentes de riesgo y/o amenaza para la recuperación y construcción de la Infraestructura de Agua potable y Saneamiento Básico, localizados en tres (3) Municipios del Departamento de Antioquia. A continuación se realiza la descripción del sistema que hace parte del componente de acueducto de la zona urbana del municipio de Amaga.



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	



## 2. ANTECEDENTES

El municipio de Amagá está ubicado en el Suroeste Antioqueño y pertenece a la territorial ABURRA SUR dentro de la jurisdicción de la corporación autónoma regional CORANTIOQUIA. Su área urbana, que constituye el objeto del presente estudio, está localizada a los 6° 02' 42" de latitud, al Norte de la línea ecuatorial y a los 75° 42' 13" de longitud, al Oeste del Meridiano de Greenwich (Ver Figura 1). La cabecera municipal se encuentra ubicada a una altura de 1400 msnm. Está localizado geográficamente sobre el relieve perteneciente a la Cordillera Central y Occidental en la subregión del Suroeste Antioqueño, su temperatura promedio es de 21° C.



Figura 1. Ubicación Geográfica del municipio de Amaga



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

## 2.1 ASPECTOS URBANOS

### 2.1.1 Perímetro Urbano y Áreas de Expansión <sup>1</sup>

El área urbana de Amagá se asienta sobre un relieve colinado de pendientes que oscilan entre 10° y 15° de norte a sur y de 2° a 3° de este a oeste. Por el costado norte cruza el río Amagá que corre de este a oeste, también corren de sur a norte cuatro quebradas; San Pedro, Ceibala, Sacatín y La Potrera afluentes del río Amagá. La malla urbana de tipo radial y concéntrica, sigue los patrones españoles de sistema de tablero de ajedrez, cuyo trazado fue establecido al momento de definir la adjudicación de solares por parte de su fundador Mon y Velarde. Desde el parque principal ubicado en el centro del municipio, se extienden las vías formando manzanas ortogonales, cuya armonía se viene alterando.

En la cabecera predomina el uso residencial, con barrios tradicionales como El trincho, Cuatro esquinas, Calle larga, Calle abajo, Calle del Bloque, El monumento de la madre, la Tenería, El Altico, Agujal, la Jabonería, la Orca etc. Las instituciones están dispersas por toda la malla urbana, pero el Palacio Municipal y la Iglesia, están en el parque principal.



Con los ajustes en la planeación, la delimitación urbana actual es aún manejable y puede proyectarse a largo plazo, pues los desarrollos urbanísticos en construcción o diseño, no agotan las zonas de expansión, además que se propicia la densificación en altura.

Por su parte, el relieve urbano de Amagá ofrece condiciones favorables para desarrollar el Plan Maestro de acueducto y alcantarillado, pues todo el perímetro urbano y sus áreas de expansión, pueden abastecerse por gravedad con agua potable del acueducto municipal, al igual que pueden entregar por gravedad sus aguas residuales al alcantarillado.

Con el fin de determinar el área de influencia, la empresa de Servicios Públicos de Amagá – EPAMA, suministró a la empresa consultora, un mapa con la

<sup>1</sup> PMAA. Municipio de Amaga. Sanear 2.005



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

definición del perímetro sanitario, que coincide con la definición del perímetro urbano.

De acuerdo con lo anterior, el perímetro urbano quedó definido tal y como se establece en el documento oficial del Esquema de Ordenamiento territorial EOT/2000; es decir, dicho perímetro ocupa un área de 1.38 Km<sup>2</sup>.<sup>2</sup> (Ver figura 2)





**Figura 2. Perímetro urbano y sanitario del municipio**

<sup>2</sup> Información suministrada por EPAMA.





	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

### 2.1.2 Vías de comunicación <sup>3</sup>

Amagá por estar en una región cafetera, con gran apoyo de la Federación de Cafeteros cuenta con una excelente vía de acceso, constituida básicamente por la troncal del café con recorrido: Medellín - Amagá - Bolombolo y demás municipios del suroeste.


El sistema vial municipal está conformado por el conjunto de vías que integran la red que permite la intercomunicación vial al interior y al exterior del Municipio, la gran mayoría de estas vías son destapadas, en malas condiciones y las calles y carreteras del área urbana municipal, se encuentran agrietadas y carecen de mantenimiento periódico.

El sistema vial rural se encuentra sobre un esquema radial, que tiene como centro la cabecera urbana, comunica sus tres centros poblados: Camilocé, Cedro y Minas, por lo cual estas vías pueden considerarse como las principales, pues presentan el más alto flujo vehicular, de éstas se desprenden ramales hacia las demás veredas. La vía hacia Camilocé está constituida en casi todo su trayecto por la Troncal del Café y se encuentra pavimentada en su totalidad; las vías hacia Minas y el Cedro son destapadas y en regular estado por trayectos, lo que hace difícil su recorrido en épocas de invierno y, en época de verano se torna en partículas respirables de polvo, afectando directamente las familias que habitan en las márgenes de la carretera y a los transeúntes.

A nivel municipal, el transporte desde y hacia las veredas es de alto costo para los ingresos de la mayoría de pobladores, también es escaso ya que el servicio para algunas veredas es difícil de conseguir, dificultando el acceso de alimentos, e ingreso a la educación, en especial a la secundaria, también es afectado por estas razones el acceso a los servicios de salud, ya que por lo general una persona enferma debe desplazarse con un acompañante, lo cual hace más costoso el servicio de salud.

<sup>3</sup> Plan Ambiental. Municipio de Amaga, 2010.



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

## 2.2 INFORMACIÓN DISPONIBLE

### 2.2.1 Diagnósticos

- Plan de atención integral, Municipio de Amaga
- Plan de Desarrollo Municipal de 2012-2015. “UNIDOS LO VAMOS A LOGRAR”. Juan Carlos Amaya Cano, Alcalde municipio de Amaga.

### 2.2.2 Planes Maestros



- Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado (PMAA) del municipio de Amaga, año 2005. SANEAR

## 2.3 VERIFICACIÓN ESTUDIOS EXISTENTES

La consultoría realizó la revisión del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado (PMAA) del municipio de Amaga, año 2005. SANEAR, de este estudio se tienen los documentos de diagnóstico, alternativas y diseño. En la información recolectada no se encuentran estudios de topografía, ni diseños estructurales.





	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

### 3. SITUACIÓN ACTUAL

#### 3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO EXISTENTE

##### 3.1.1 Descripción general servicio Acueducto


Empresas Públicas de Amagá S.A. E.S.P., inicia su proceso de transformación empresarial en el año 2006 a través del acuerdo del Concejo municipal 009 para dar cumplimiento a la ley 142 de 1994 y la directiva 015 de 2005 de la Procuraduría Nacional, y se crea bajo acta de constitución notarial 002 de 2008.

Empresas Públicas de Amagá S.A. E.S.P., tiene como política de calidad brindar servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo que satisfagan las necesidades de los usuarios, cumpliendo con la normatividad legal vigente, generando rentabilidad y contribuyendo al cumplimiento de las necesidades básicas relacionadas con los fines esenciales del Estado.<sup>4</sup>

A continuación se presenta la estratificación socioeconómica vigente por el Municipio de Amagá, que es la base para el plan tarifario desarrollado por EPAMA. En la siguiente tabla se presenta los usuarios de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo por estrato.

<sup>4</sup> Fuente página web EPAMA: <http://www.epama.com.co>



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

**Tabla 1. Usuarios por estrato socioeconómico <sup>5</sup>**

Estrato	Usuarios acueducto	Usuarios alcantarillado	Usuarios aseo
Total Residencial	3.672	3.639	3.672
1	261	252	261
2	3.087	3.062	3.087
3	324	325	324
Comercial	344	338	344
Oficial	20	20	20
TOTAL	4.036	3.997	4.036

### 3.1.2 Consumos básicos y máximos

En consideración de lo establecido en la Ley 142 de 1994 y la Ley 373 de 1997 en cuanto a los consumos básicos y máximos, la empresa de servicios públicos domiciliarios del municipio de Amagá ha adoptado los siguientes rangos de consumo:

**Tabla 2. Rango de consumos**



Rango de Consumo (m3)	Clasificación
0 - 20	Básico
21 - 40	Complementario
41 - 9999	Suntuario

### 3.1.3 Tarifas

Todos usuarios oficiales del sistema de acueducto de Amagá cuentan con micromedidores; la estructura tarifaria aplicada actualmente se realiza de acuerdo al estrato socioeconómico definido en el municipio y según lo

<sup>5</sup> EPAMA



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

establecido en la normatividad vigente, como se evidencia en la siguiente tabla:



**Tabla 3. Estructura Tarifaria**

USUARIO	CARGO FIJO (\$/MES)	APORTES O SUBSIDIOS	CARGO POR CONSUMO (\$/M3)		
			BASICO	COMPLEMENTARIO	SUNTUARIO
Residencial Estrato 1	\$ 2.136,49	-45%	\$ 576,82	\$ 1.048,76	\$ 1.048,76
Residencial Estrato 2	\$ 3.107,62	-20%	\$ 839,01	\$ 1.048,76	\$ 1.048,76
Residencial Estrato 3	\$ 3.884,53	0%	\$ 1.048,76	\$ 1.048,76	\$ 1.048,76
Residencial Estrato 4	\$ 3.884,53	0%	\$ 1.048,76	\$ 1.048,76	\$ 1.048,76
Residencial Estrato 5	\$ 5.826,79	50%	\$ 1.573,14	\$ 1.573,14	\$ 1.573,14
Residencial Estrato 6	\$ 6.215,25	60%	\$ 1.678,01	\$ 1.678,01	\$ 1.678,01
Comercial	\$ 5.826,79	-	\$ 1.573,14	\$ 1.573,14	\$ 1.573,14
Institucional	\$ 3.884,53	-	\$ 1.048,76	\$ 1.048,76	\$ 1.048,76
Oficial	\$ 3.884,53	-	\$ 1.048,76	\$ 1.048,76	\$ 1.048,76
Industrial	\$ 5.049,89	-		\$ 1.363,38	\$ 1.363,38

### 3.1.4 Cobertura del servicio de Acueducto

Según información entregada por el operador del acueducto, empresas Públicas de Amagá (EPAMA), en la actualidad se cuenta con un 100% de cobertura total del servicio en la zona urbana.



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

### 3.2 PROBLEMAS MÁS FRECUENTES EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO

La prestación del servicio de acueducto se ve afectado continuamente en épocas de lluvias por un gran movimiento de masa que se presentó en el año 2.011. Este fenómeno se presentó 600m aguas arriba de la captación actual, y en épocas de lluvias presenta continuamente arrastre de material a las unidades de captación y desarenador.

Este alto volumen de sedimentos perjudica la operación y eficiencia de los sistemas, en especial la unidad de sedimentación.

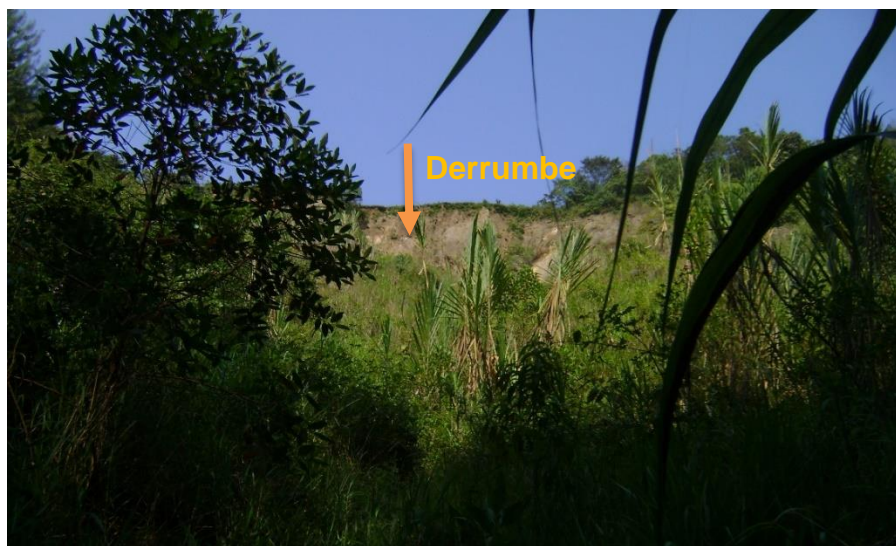




Foto 1. Zona del derrumbe

### 3.3 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

#### 3.3.1 Fuentes de abastecimiento

El acueducto urbano del municipio de Amagá utiliza la quebrada La Paja como fuente de abastecimiento. La quebrada La Paja, ha sido fuente tradicional del acueducto y se capta a 5,8 Km al Noreste del área urbana; tiene su nacimiento en la cota 1.780 msnm y tributa al río Amagá.



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	



**Foto 2. Fuente de Abastecimiento**

Según el estudio hidrológico realizado por la consultoría y presentado en el Anexo 3 se concluye que el caudal multianual de la quebrada en sitio de captación es de  $0.206 \text{ m}^3/\text{s}$ . El caudal ecológico según metodología emanada de la Resolución No. 0865 de 2004 del MINAMBIENTE, es de  $0.014 \text{ m}^3/\text{s}$ , el caudal disponible para captación corresponde a  $0.192 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Esta fuente, posee una concesión emitida por la corporación autónoma CORANTIOQUIA, dicha concesión fue adjudicada desde mayo 4 de 1998, bajo acto administrativo No. 130AS3569 para un caudal de 30.4 l/s. A la fecha esta concesión se encuentra vencida, la empresa EPAMA se encuentra a la espera que la corporación ambiental realice el estudio de la cuenca para continuar con los trámites de la actualización de la concesión.

Durante la realización del diagnóstico técnico del sistema de acueducto del Municipio de Amagá, en este caso específico la captación ubicada en la vereda Nicanor, la consultoría del proyecto realizó la caracterización de aguas crudas de la quebrada. Ver anexo 5.4.

Dicho procedimiento se realizó el día 24 de abril de 2.014; las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Calidad Ambiental de Acuazul Ltda. Ver resultados en la Tabla 4.






**Tabla 4. Resumen de la caracterización de aguas crudas de la quebrada La Paja**

PARAMETRO	UNIDAD	Valor máximo admisible (*)	Valor obtenido (agua cruda)
<b>Análisis fisicoquímico</b>			
Amonio	mg/L NH <sub>4</sub>	1	< 0,166
Bario	mg/L Ba	1	< 0,900
Cianuro Libre	mg CN <sup>-</sup> /L	0.02	< 0,010
Cloruros	mg/L Cl <sup>-</sup>	250	< 0,020
Cobre	mg Cu/L	1	7,432
Color aparente	UPC	75	51
Detergentes	mg/L SAAM	0,5	0,076
Cromo Total	mg/L Cr	0,05	< 0,050
Fenoles	mg/L C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	0,002	< 0,001
Mercurio	mg/L Hg	0.002	< 0,0006
Nitratos	mg/L NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	10	0,486
Nitritos	mg/L NO <sub>2</sub>	10	< 0,050
Plata	mg Ag/L	0,05	< 0,030
Plomo	mg/L Pb	0.05	< 0,010
pH	UN	6,5 - 9,0	7,08
Selenio	mg Se/L	0,01	< 0,003
Sulfatos	mg/L SO <sub>4</sub>	4.400	5,289
Zinc	mg/L Zn	15	< 0,020
<b>Análisis microbiológico</b>			
Coliformes totales	NMP/100mL	20.000	16
E. Coli	NMP/100mL	2.000	461

Fuente: Resultados de los análisis de Laboratorio de Calidad Ambiental de Acuazul.

(\*): De acuerdo con la Resolución 1594 de 1984.



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Obtenidos los resultados de la caracterización de aguas, para consumo del sistema de acueducto del casco urbano del municipio de Amagá, y de acuerdo con el decreto 1594 de 1984 “Usos del agua y residuos líquidos”, los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso humano y doméstico, son los que se relacionan a continuación con los resultados obtenidos del análisis de laboratorio de la muestra de agua cruda analizada, lo cual indica que para su potabilización se requiere solamente tratamiento convencional.

### 3.3.2 Bocatoma

La captación existente sobre la quebrada La Paja fue construida en 1.984, es una bocatoma de fondo en concreto reforzado. Cuenta con una rejilla de captación  $L = 1,60\text{m}$  y  $a = 0,63\text{m}$ , con 23 barras metálicas de  $\varnothing 2"$  separadas cada 3cm. Debajo de esta rejilla se encuentra instalada otra rejilla, la cual era la estructura de captación del sistema anterior, pero al realizar obras de optimización de la bocatoma no fue desinstalada.




**Foto 3. Captación Quebrada La Paja**

Para el aforo de la estructura se cuenta con la información suministrada por la Empresas Públicas de Amagá S.A. E.S.P, esta información muestra que la





	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO		
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia		
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1



rejilla capta un caudal promedio de **240L/s** en épocas de verano y hasta **540L/s** en épocas de invierno.



La aducción de aguas crudas al desarenador se realiza por un canal en concreto de geometría no convencional, de  $L = 3\text{m}$ ,  $a = \text{variable}$  (0.97m- 1.43m) y  $h = \text{variable}$  (0.54m- 1.75m). En este canal se encuentra el rebose de la estructura el cual es una perforación de la placa de concreto con una  $L = 0,65\text{m}$  y  $h = 0,10\text{m}$ . Cuenta con dos compuertas para la distribución de flujo; la compuerta 1 ( $L = 3\text{m}$ ,  $a = 2\text{cm}$ ) permite el paso del agua a dos tuberías de by-pass, las cuales son en PVC de  $\varnothing 3"$ , para labores de limpieza del desarenador; la segunda compuerta ( $L = 3\text{m}$ ,  $a = 2\text{cm}$ ) permite el paso del agua directamente a la unidad de desarenación. El chequeo hidráulico de la estructura se presenta en el anexo 1.1



**Foto 4. Canal de entrada y desarenador**

Las válvulas del desarenador no funcionan y se encuentran en mal estado, han sufrido desgastes de sus piezas debido a la gran cantidad de arenas que ingresan a la estructura, además las placas de soporte o apoyo de las válvulas se encuentran en avanzado estado de deterioro y en peligro de desprendimiento.



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Se deben realizar labores de limpieza, mantenimiento e impermeabilización, con el fin de proteger y prolongar la vida útil de la estructura existente.

### 3.3.3 Desarenador



El desarenador está construido en concreto reforzado, el agua llega al desarenador por un canal de  $a = 1,75$  y  $p = 1,43$ m, cuenta con una pantalla deflectora en fibra de vidrio que disipa la energía del agua entrante; esta pantalla se encuentra en mal estado lo que no permite que el caudal se distribuya uniformemente, generando turbulencia dentro del sistema. Ver foto 5.

Esta estructura tiene un  $H_u$  de 1,15m, un  $L_u$  de 7,25m y un  $A_u$  de 2,50, por 2,05m de ancho y 1,29m, no cuenta con sistema de rebose y la purga se realiza por medio de la apertura de una válvula de 10". El agua que ingresa al tanque asciende hasta un canal de 0,30m de ancho para luego ser entregado a la tubería de conducción.

Para realizar mantenimiento de esta unidad el flujo es suspendido desde el canal de derivación, por medio de dos tubos de PVC de diámetro 10", los cuales se encuentran en mal estado ya que presentan fugas. Tiene 3 cámaras de acceso de 0,60m x 0,60m y escalones en hierro para ingresar al tanque.

El chequeo hidráulico de la estructura se presenta en el anexo 1.1



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	



**Foto 5. Desarenador vista Interna**


### 3.3.4 Red de Conducción

La red de conducción hasta la vía férrea que sale hacia la vereda Nicanor Restrepo se encuentra en tubería de polietileno PEAD de 8". Desde esta vía hasta la PTAP tiene una longitud total de 7.300m en tubería PVC-P de Ø8" (5.670m) y Ø10" (1.630). Según información entregada por EPAMA la red presenta daños de manera continua debido a las altas presiones, por lo que la empresa operadora realiza mantenimientos de forma continua a los tramos que presentan daños.

Posee tres válvulas de purga y no posee ventosas; Al llegar a la planta tiene una válvula de control de flujo de entrada, que permite desviar las aguas a un caño contiguo a la planta durante su lavado.





	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO		
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia		
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1



**Foto 6. Red de conducción y viaducto**


### 3.3.5 Planta de Potabilización de Agua

El sistema cuenta con una Planta de Potabilización convencional con capacidad de tratar hasta 50 l/s. La infraestructura existente cuenta con: Canal de entrada, floculador (con 3 gradientes), sedimentador, filtración (4 filtros conectados con tiempo de retención de 2 horas, con grava, gravilla, arena y antracita) y 5 lechos de secado. Cuenta además con laboratorio, cuarto dosificador, oficina, baño y cocineta.



**Foto 7. Planta Potabilización de agua**



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

### 3.3.6 Almacenamiento

Existen dos tanques de almacenamiento uno con capacidad de 250 m<sup>3</sup> y 500 m<sup>3</sup> los cuales operan en paralelo a través de vasos comunicantes, estos tanques cuentan con sistemas de válvulas y cuatro macromedidores.

Estos dos tanques alimentan un tanque de almacenamiento ubicado en la zona del Corazón de Jesús con capacidad de 500 m<sup>3</sup>.





**Foto 8. Tanques de almacenamiento**

### 3.3.7 Redes de distribución

La red de distribución del sistema de acueducto fue construida hace 20 años. Esta red está conformada por: 750 m de tubería de 4 pulgadas y 250 m con tubería en 6 pulgadas, además cuenta con 9 hidrantes, 84 válvulas de control y 11 válvulas reguladores de presión, según el diagnóstico del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado.



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	



### 3.3.8 Macro y Micromedición

El sistema de acueducto de la zona urbana del municipio de Amagá cuenta con cuatro macromedidores, ubicados a la salida de los tanques de almacenamiento. En cuanto a la micromedición se cuenta con 4.036 unidades, de los cuales 3.908 (96.8%) se encuentran en funcionamiento. EPAMA suministró los registros de agua producida y agua facturada para el año 2.013. En el anexo 5.4 se encuentra el consolidado de esta información.

Promedio agua producida año 2.013 = **121.318 m³/mes**

Promedio agua facturada año 2.013 = **50.156 m³/mes**



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

## 4. PLANTEAMIENTO DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA EXISTENTE Y A HORIZONTE DE DISEÑO

### 4.1 DATOS DE POBLACIÓN ACTUAL

La estimación de la población es un elemento fundamental para evaluar la capacidad actual y futura de los sistemas de acueducto y alcantarillado, ya que a partir de la misma, se establecen y evalúan las demandas de los sistemas en relación a su dotación.

Se estableció que la población base de la zona urbana, corresponde al dato suministrado por las Empresas Públicas de Amagá S.A. E.S.P (EPAMA), con base a los usuarios consolidados a Marzo de 2014.

Población Atendida = 4.036 usuarios\* 4hab/viv= **16.548 habitantes**.<sup>6</sup>

### 4.2 POBLACIÓN FLOTANTE PARA EL AÑO BASE

Adicional a lo antes citado, se tiene que otra población significativa a tener en cuenta para los estimativos del proyecto, lo constituye la población flotante que llega a la localidad. En el Municipio de Amaga existen cuatro hoteles con capacidad de hospedaje aproximado de **200 personas**<sup>7</sup>.

La consultoría considera que esta población es poco significativa para las características particulares del municipio, las cuales se enumeran a continuación:



- El municipio de Amagá cuenta con importantes actividades económicas; principalmente se encuentran; la extracción de Carbón, La Ferrería, el sector agropecuario y la explotación de arcilla para la fabricación de ladrillos. Además la actividad minera representa un uso del suelo y subsuelo importante para el desarrollo del municipio, como

<sup>6</sup> Datos suministrados por la empresa de servicios públicos EPAMA.

<sup>7</sup> Dato calculado por la consultoría del proyecto.





	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

generadora de empleo para habitantes, tanto de la región como de municipios cercanos.

- Se deben tener en cuenta las personas originarias del municipio que actualmente viven en otras localidades o visitantes ocasionales, que para eventos o fechas importantes del municipio se desplazan hasta éste. Tales fechas corresponden básicamente a semana santa, fiestas patronales, temporada de vacaciones y festividades navideñas a final de cada año.

Por las razones expuestas la consultoría considera que la población flotante, será tomada como el 5% de la población total, lo que corresponde a **827 personas**.

Se tiene entonces que la población base para el año cero del proyecto (año 2.014), asentada en el municipio de Amagá, más la población flotante, corresponde a **17.375 habitantes**.

#### 4.3 NIVEL DE COMPLEJIDAD ACTUAL


De acuerdo con lo establecido en el literal A.3.1 del Título A del RAS/2000, y considerando que la población obtenida para el año base (**17.375. habitantes**) es < 2.500 habitantes, se concluye que el nivel de complejidad actual del sistema corresponde a **NIVEL DE COMPLEJIDAD MEDIO ALTO**.

#### 4.4 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

A partir del nivel de complejidad actual, se seleccionó el período de diseño, e igualmente, se seleccionaron los métodos de proyección correspondientes, para realizar las proyecciones hasta el horizonte del proyecto. En resumen, las proyecciones se realizaron bajo las siguientes consideraciones:

El período de diseño para el cual se realizaron las proyecciones de población se determinó de acuerdo al nivel de complejidad actual, se seleccionaron de la Tabla B.2.1, del Título B del RAS/2000, lo cual indica que deben usarse los métodos aritmético, geométrico y exponencial (acorde al nivel de complejidad actual del sistema).



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

En la Tabla 5 se resumen las consideraciones para la proyección de la población.

**Tabla 5. Consideraciones para proyectar la población**

ASPECTOS	CONSIDERACIONES
Población actual	17.375 habitantes
Nivel de complejidad actual	Medio Alto
Métodos de proyección	Aritmético, geométrico y exponencial

#### 4.4.1.1 Métodos de cálculo

**Método Aritmético:** Éste método supone que la población aumenta linealmente con una tasa constante de crecimiento o decrecimiento uniforme, a la misma velocidad y con incrementos anuales constantes. Asume que la población tiene un crecimiento balanceado por la emigración y la mortalidad. Es aplicable sólo a pequeñas comunidades, en especial rurales y a ciudades grandes con crecimiento muy estabilizado con dificultad de expansión y escaso desarrollo económico. El método utiliza la ecuación1:

$$P_2 = P_1 + \frac{n}{m} * (P_1 - P_0) \quad (1)$$

Donde:

$P_2$  = Población en el último año del período de diseño

$P_1$  = Población del último censo

$P_0$  = Población del penúltimo censo

$n$  = Período intercensal entre  $P_2$  y  $P_1$ ,  $n = t_2 - t_1$



$m$  = Período intercensal entre  $P_1$  y  $P_0$ ,  $m = t_1 - t_0$

$t_2$  = Último año del periodo de diseño

$t_1$  = Año del censo  $P_1$

$t_0$  = Año del censo  $P_0$



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

**Método Geométrico:** Es útil en poblaciones que muestren una importante actividad económica, que generan un apreciable desarrollo y que poseen importantes áreas de expansión, las cuales pueden ser dotadas de servicios públicos sin mayores dificultades. La ecuación planteada para el método es la ecuación 2:

$$P_2 = P_1 * (1 + r)^n \quad (2)$$

Donde:

$P_2$  = Población en el último año del período de diseño

$P_1$  = Población del último censo

$P_0$  = Población del penúltimo censo

$r$  = Tasa de crecimiento geométrico

$n$  = Período intercensal entre  $P_2$  y  $P_1$ ,  $n = t_2 - t_1$

$m$  = Período intercensal entre  $P_1$  y  $P_0$ ,  $m = t_1 - t_0$

$t_2$  = Último año del periodo de diseño

$t_1$  = Año del censo  $P_1$

$t_0$  = Año del censo  $P_0$

**Método Exponencial:** la utilización de éste método requiere conocer por lo menos tres censos para poder determinar el promedio de la tasa de crecimiento de la población, en donde el último censo corresponde a la proyección del DANE. Se recomienda su aplicación a poblaciones que muestren apreciable desarrollo y que posean abundantes áreas de expansión. La ecuación 3 es la empleada por éste método:



$$P_3 = P_2 * e^{n(2K_2 - K_1)} \quad (3)$$

$$K_2 = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1} \quad K_1 = \frac{\ln P_1 - \ln P_0}{t_1 - t_0} \quad n = t_2 - t_1$$

Donde:

$P_3$  = Población en el último año del período de diseño.



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

$P_2$ ,  $P_1$  y  $P_0$  = Poblaciones respectivas del último, penúltimo y antepenúltimo censo.

$t_2$ ,  $t_1$  y  $t_0$  = Años respectivos del último, penúltimo y antepenúltimo censo.

Una vez descritos los métodos de proyección, estos se aplicaron a la población de referencia para la localidad, con la finalidad establecer la población al final del horizonte de diseño del proyecto, y de esta manera determinar el nivel de complejidad del sistema; así como el dimensionamiento de las nuevas unidades a proyectar.

#### 4.4.1.2 Determinación de la tasa de crecimiento



Para la determinación de la tasa de crecimiento, la consultoría considera necesario realizar el análisis del comportamiento poblacional a nivel regional y departamental, con el fin de determinar una tasa de crecimiento anual acorde con las condiciones demográficas y socioeconómicas del municipio; incluida el área urbana y rural del municipio de Amaga.

A continuación, se presentan las tasas anuales obtenidas para el Municipio de Amagá, con base en las proyecciones realizadas por el DANE. La información se indica discriminada para la zona urbana, zona rural y total del municipio, para el período 2005-2020.

**Tabla 6. Tasas anuales de crecimiento para el Municipio de Amaga**

POBLACIÓN ÁREA URBANA (MUNICIPIO DE AMAGA)			
PROYECCIONES DANE <sup>(1)</sup>		TASAS DE CRECIMIENTO <sup>(2)</sup>	
AÑO	POBLACIÓN (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
2.005	14.070	2,42	0,0239
2.006	14.411	2,14	0,0211
2.007	14.719	1,98	0,0196
2.008	15.011	1,89	0,0187
2.009	15.294	1,79	0,0178
2.010	15.568	1,66	0,0165
2.011	15.827	1,57	0,0156
2.012	16.076	1,47	0,0146





	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

POBLACIÓN ÁREA URBANA (MUNICIPIO DE AMAGA)			
PROYECCIONES DANE <sup>(1)</sup>		TASAS DE CRECIMIENTO <sup>(2)</sup>	
AÑO	POBLACIÓN (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
2.013	16.312	1,40	0,0139
2.014	16.540	1,31	0,0130
2.015	16.757	1,29	0,0128
2.016	16.973	1,18	0,0118
2.017	17.174	1,14	0,0113
2.018	17.370	1,04	0,0104
2.019	17.551	1,02	0,0101
2.020	17.730		
PROMEDIO TASAS		1,55	0,0154

POBLACIÓN ÁREA RURAL (MUNICIPIO DE AMAGA)			
PROYECCIONES DANE <sup>(1)</sup>		TASAS DE CRECIMIENTO <sup>(2)</sup>	
AÑO	POBLACIÓN (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
2.005	13.085	-0,31	-0,0031
2.006	13.044	-0,41	-0,0041
2.007	12.990	-0,39	-0,0039
2.008	12.939	-0,32	-0,0032
2.009	12.898	-0,26	-0,0026
2.010	12.865	-0,22	-0,0022
2.011	12.837	-0,12	-0,0012
2.012	12.821	-0,12	-0,0012
2.013	12.805	-0,05	-0,0005
2.014	12.799	-0,01	-0,0001
2.015	12.798	-0,01	-0,0001
2.016	12.797	0,07	0,0007
2.017	12.806	0,04	0,0004
2.018	12.811	0,11	0,0011
2.019	12.825	0,05	0,0005
2.020	12.831		



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

POBLACIÓN ÁREA RURAL (MUNICIPIO DE AMAGA)			
PROYECCIONES DANE <sup>(1)</sup>		TASAS DE CRECIMIENTO <sup>(2)</sup>	
AÑO	POBLACIÓN (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
PROMEDIO TASAS		-0,13	-0,0013



POBLACIÓN TOTAL (MUNICIPIO DE AMAGA)			
PROYECCIONES DANE <sup>(1)</sup>		TASAS DE CRECIMIENTO <sup>(2)</sup>	
AÑO	POBLACIÓN (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
2.005	27.155	1,10	0,0110
2.006	27.455	0,93	0,0092
2.007	27.709	0,87	0,0087
2.008	27.950	0,87	0,0086
2.009	28.192	0,85	0,0085
2.010	28.433	0,81	0,0081
2.011	28.664	0,81	0,0081
2.012	28.897	0,76	0,0076
2.013	29.117	0,76	0,0076
2.014	29.339	0,74	0,0073
2.015	29.555	0,73	0,0072
2.016	29.770	0,71	0,0070
2.017	29.980	0,67	0,0067
2.018	30.181	0,65	0,0064
2.019	30.376	0,61	0,0061
2.020	30.561		
PROMEDIO TASAS		0,79	0,0079

Fuentes: (1) Proyecciones de población realizadas por el DANE, tomado de la página [www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co)

(2) Tasa de crecimiento anual calculadas por la consultoría del proyecto Conhydra S.A E.S.P

De manera similar, se presentan las tasas anuales obtenidas para el Departamento de Antioquia (base en las proyecciones del DANE). La



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

información se indica discriminada para la zona urbana, zona rural y total del municipio, para el período 2005-2020.


**Tabla 7. Tasas anuales de crecimiento para el Departamento de Antioquia**

ÁREA URBANA (DEPTO. DE ANTIOQUIA)			
PROYECCIONES DANE <sup>(1)</sup>		TASAS DE CRECIMIENTO <sup>(2)</sup>	
AÑO	POBLACIÓN (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
2.005	4.324.257	1,67	0,0166
2.006	4.396.516	1,67	0,0165
2.007	4.469.741	1,64	0,0162
2.008	4.542.900	1,60	0,0159
2.009	4.615.781	1,58	0,0157
2.010	4.688.694	1,55	0,0154
2.011	4.761.506	1,52	0,0151
2.012	4.834.074	1,50	0,0149
2.013	4.906.419	1,47	0,0146
2.014	4.978.429	1,44	0,0143
2.015	5.050.047	1,41	0,0140
2.016	5.121.358	1,38	0,0137
2.017	5.192.114	1,35	0,0134
2.018	5.262.172	1,32	0,0131
2.019	5.331.438	1,28	0,0128
2.020	5.399.929		
<b>PROMEDIO</b>		<b>1,49</b>	<b>0,0148</b>

ÁREA RURAL (DEPTO. DE ANTIOQUIA)			
PROYECCIONES DANE <sup>(1)</sup>		TASAS DE CRECIMIENTO <sup>(2)</sup>	
AÑO	POBLACIÓN (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
2.005	1.358.053	0,25	0,0025
2.006	1.361.457	0,27	0,0027






	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO		
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia		
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1



ÁREA RURAL (DEPTO. DE ANTIOQUIA)			
PROYECCIONES DANE <sup>(1)</sup>		TASAS DE CRECIMIENTO <sup>(2)</sup>	
AÑO	POBLACIÓN (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
2.007	1.365.124	0,25	0,0025
2.008	1.368.499	0,31	0,0031
2.009	1.372.771	0,33	0,0033
2.010	1.377.309	0,36	0,0036
2.011	1.382.303	0,39	0,0039
2.012	1.387.743	0,42	0,0042
2.013	1.393.571	0,44	0,0044
2.014	1.399.703	0,47	0,0047
2.015	1.406.252	0,52	0,0051
2.016	1.413.499	0,53	0,0053
2.017	1.421.004	0,55	0,0055
2.018	1.428.858	0,57	0,0056
2.019	1.436.950	0,57	0,0057
2.020	1.445.164		
<b>PROMEDIO</b>		<b>0,42</b>	<b>0,0041</b>

TOTAL (DEPTO. DE ANTIOQUIA)			
PROYECCIONES DANE <sup>(1)</sup>		TASAS DE CRECIMIENTO <sup>(2)</sup>	
AÑO	POBLACIÓN (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
2.005	5.682.310	1,33	0,0132
2.006	5.757.973	1,34	0,0133
2.007	5.834.865	1,31	0,0130
2.008	5.911.399	1,31	0,0130
2.009	5.988.552	1,29	0,0129
2.010	6.066.003	1,28	0,0127
2.011	6.143.809	1,27	0,0126
2.012	6.221.817	1,26	0,0125
2.013	6.299.990	1,24	0,0123
2.014	6.378.132	1,23	0,0122



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

TOTAL (DEPTO. DE ANTIOQUIA)			
PROYECCIONES DANE <sup>(1)</sup>		TASAS DE CRECIMIENTO <sup>(2)</sup>	
AÑO	POBLACIÓN (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
2.015	6.456.299	1,22	0,0121
2.016	6.534.857	1,20	0,0119
2.017	6.613.118	1,18	0,0117
2.018	6.691.030	1,16	0,0115
2.019	6.768.388	1,13	0,0113
2.020	6.845.093		
<b>PROMEDIO</b>		<b>1,25</b>	<b>0,0124</b>

Fuentes: (1) Proyecciones de población realizadas por el DANE, tomado de la página [www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co)



(2) Tasa de crecimiento anual calculadas por la consultoría del proyecto Conhydra S.A E.S.P

De las tablas anteriores del presente documento, se presenta a continuación el resumen de las tasas de crecimiento anual, obtenidas para el Municipio de Amagá y el Departamento de Antioquia, con base en las proyecciones del DANE (años 2005 a 2020).

**Tabla 8. Promedio de tasas de crecimiento anual para el Municipio de Amagá y el Departamento de Antioquia (proyecciones Dane)**

PROMEDIO DE LAS TASAS ANUALES CON BASE EN PROYECCIONES DANE		
MUNICIPIO DE AMAGÁ		
Zona de análisis	Geométrico (r)	Exponencial (k)
Área urbana	1,55	0,0154
Área rural	-0,13	-0,0013
Total	0,79	0,0079
DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA		



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Zona de análisis	Geométrico (r)	Exponencial (k)
Área urbana	1, 49	0, 0148
Área rural	0, 42	0, 0041
Total	1, 25	0, 0124


Otro ejercicio realizado por la consultoría del proyecto, lo constituye la obtención de las tasas de crecimiento intercensal para el Municipio Amagá y el Departamento de Antioquia. Los resultados se presentan a continuación:

**Tabla 9. Cálculo de las tasas de crecimiento intercensal para el Municipio de Amagá, Antioquia.**

POBLACIÓN ÁREA URBANA (MUNICIPIO DE AMAGÁ)			
CENSOS DANE		TASAS DE CRECIMIENTO	
Año	Población (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
1.964	4.487	2,15	0,0213
1.973	5.436	5,25	0,0512
1.985	10.044	0,27	0,0026
1.993	10.259	2,67	0,0263
2.005	14.070		
<b>PROMEDIO TASAS</b>		<b>2,4</b>	<b>0,0024</b>

POBLACIÓN ÁREA RURAL MUNICIPIO DE AMAGÁ			
CENSOS DANE		TASAS DE CRECIMIENTO	
Año	Población (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
1.964	12.968	0,56	0,0055
1.973	13.632	-0,89	-0,0090
1.985	12.240	2,59	0,0255
1.993	15.014	-1,14	-0,0115
1.964	12.968		
<b>PROMEDIO TASAS</b>		<b>0,28</b>	<b>0,0027</b>



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO		
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia		
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1





POBLACIÓN TOTAL (MUNICIPIO DE AMAGÁ)			
CENSOS DANE		TASAS DE CRECIMIENTO	
Año	Población (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
1.964	17.455	0,99	0,0098
1.973	19.068	1,31	0,0130
1.985	22.284	1,59	0,0157
1.993	25.273	0,60	0,0060
2.005	27.155		
PROMEDIO TASAS		1,12	0,0111

**Tabla 10. Cálculo de las tasas de crecimiento intercensal para el Departamento de Antioquia**

POBLACIÓN ÁREA URBANA (DEPTO. DE ANTIOQUIA)			
CENSOS DANE		TASAS DE CRECIMIENTO	
Año	Población (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
1.964	1.393.307	4,11	0,0403
1.973	2.001.910	2,57	0,0254
1.985	2.714.627	3,00	0,0296
1.993	3.439.311	1,93	0,0191
2.005	4.324.035		
PROMEDIO TASAS		2,90	0,0286

POBLACIÓN ÁREA RURAL (DEPTO. DE ANTIOQUIA)			
CENSOS DANE		TASAS DE CRECIMIENTO	
Año	Población (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
1.964	1.143.943	0,30	0,0030
1.973	1.174.785	1,18	0,0118
1.985	1.353.037	1,13	0,0112
1.993	1.480.308	-0,71	-0,0072
2.005	1.358.241		
PROMEDIO TASAS		0,47	0,0047



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	



POBLACIÓN TOTAL (DEPTO. DE ANTIOQUIA)			
CENSOS DANE		TASAS DE CRECIMIENTO	
Año	Población (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
1.964	2.537.250	2,53	0,0250
1.973	3.176.695	2,08	0,0206
1.985	4.067.664	2,41	0,0238
1.993	4.919.619	1,21	0,0120
2.005	5.682.276		
PROMEDIO TASAS		2,06	0,0203

**Tabla 11. Resumen de tasas de crecimiento intercensal para Municipio de Amagá y Departamento de Antioquia**

PROMEDIO DE LAS TASAS INTERCENSALES CON BASE EN CONSOLIDADOS CENSOS DANE		
MUNICIPIO DE AMAGA		
Zona de análisis	Geométrico (r)	Exponencial (k)
Área urbana	2,4	0,0024
Área rural	0,28	0,0027
Total	1,12	0,00111
DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA		
Zona de análisis	Geométrico (r)	Exponencial (k)
Área urbana	2, 90	0, 0286
Área rural	0, 47	0, 0047
Total	2, 06	0, 0203





	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Una vez realizado el análisis de los diferentes ejercicios para definir la adopción de la tasa de crecimiento anual, con lo que posteriormente se procedería a calcular las proyecciones de población del municipio de Amagá, se tiene que:

De las anteriores tablas, se identifica que para la zona urbana a nivel municipal la tasa de crecimiento anual presenta un valor positivo del 1,55%, mientras que para la zona rural el valor es negativo (-0,13%) , lo que significa que la proyección de la población será decreciente en el tiempo en la zona rural.


Las tasas de crecimiento intercensal a nivel municipal presentaron valores positivos tanto en la zona urbana, en la zona rural y el total. A nivel departamental, las tasas de crecimiento anual (con base en proyecciones del DANE), y las tasas de crecimiento intercensal (con base en los consolidados de los censos DANE), presentan valores positivos; es decir, la población esperada en un ejercicio de proyección será creciente en el tiempo.

Por consiguiente, se tiene que para el caso de la zona urbana, la tasa de crecimiento anual basadas en las tasas intercensales calculadas con base en los censos DANE, arrojan un valor de 2,4% para el Municipio de Amagá, y del 2,9% para el Departamento de Antioquia. A su vez, para el caso de las proyecciones del DANE, se obtuvo, para el Municipio de Amagá un valor de (1,55%), mientras que para el Departamento de Antioquia se obtuvo una tasa positiva baja (1,49%).

Es decir, los datos de población de cada censo, indican los habitantes efectivamente asentados en las localidades encuestadas, la consultoría encargada del proyecto considera que la tasa de crecimiento para los fines prácticos del proyecto debe adoptarse de acuerdo con cálculos realizados para el área urbana del municipio de Amagá calculada con los censos realizados por el DANE.

- Tasa de crecimiento anual adoptada para el método geométrico, **r = 2,4 %.**
- Tasa de crecimiento anual adoptada para el método exponencial, **k=0,024%.**



 <p><b>Fondo Adaptación</b> Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Una vez definida la tasa de crecimiento para el estudio, se presentan los resultados de las proyecciones de población obtenidas por los diferentes métodos. Ver resultados en la Tabla 12.

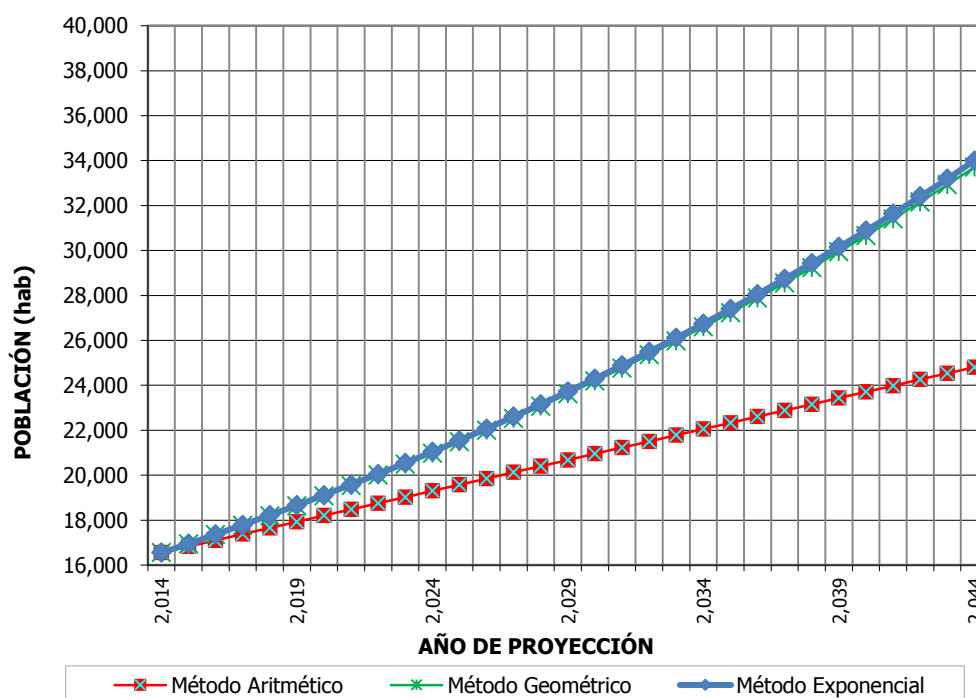
**Tabla 12. Proyecciones de población zona urbana municipio de Amagá**

AÑO	PROYECCIÓN ARITMÉTICA	PROYECCIÓN GEOMÉTRICA	PROYECCIÓN EXPONENCIAL	PROYECCIÓN POR WAPPAUS	POBLACIÓN FLOTANTE	POBLACION TOTAL
	(hab.)	(hab.)	(hab.)	(hab.)	(hab.)	(hab.)
		2,40	0,0240			
2.014	16.548	16.548	16.548	16.548	827	17.375
2.015	16.823	16.945	16.950	16.886	1.682	18.627
2.016	17.099	17.352	17.362	17.231	1.710	19.062
2.017	17.374	17.768	17.783	17.583	1.737	19.506
2.018	17.649	18.195	18.215	17.943	1.765	19.960
2.019	17.925	18.631	18.658	18.310	1.792	20.424
2.020	18.200	19.079	19.111	18.685	1.820	20.899
2.021	18.475	19.536	19.575	19.068	1.848	21.384
2.022	18.751	20.005	20.051	19.460	1.875	21.880
2.023	19.026	20.485	20.538	19.860	1.903	22.388
2.024	19.301	20.977	21.037	20.270	1.930	22.907
2.025	19.577	21.481	21.548	20.689	1.958	23.438
2.026	19.852	21.996	22.071	21.117	1.985	23.981
2.027	20.127	22.524	22.607	21.555	2.013	24.537
2.028	20.403	23.065	23.156	22.004	2.040	25.105
2.029	20.678	23.618	23.719	22.463	2.068	25.686
2.030	20.953	24.185	24.295	22.934	2.095	26.280
2.031	21.229	24.765	24.885	23.416	2.123	26.888
2.032	21.504	25.360	25.489	23.909	2.150	27.510
2.033	21.779	25.968	26.109	24.416	2.178	28.146
2.034	22.055	26.592	26.743	24.935	2.205	28.797
2.035	22.330	27.230	27.392	25.467	2.233	29.463
2.036	22.605	27.883	28.058	26.013	2.261	30.144
2.037	22.881	28.553	28.739	26.574	2.288	30.841
2.038	23.156	29.238	29.437	27.149	2.316	31.553



AÑO	PROYECCIÓN ARITMÉTICA	PROYECCIÓN GEOMÉTRICA	PROYECCIÓN EXPONENCIAL	PROYECCIÓN POR WAPPAUS	POBLACIÓN FLOTANTE	POBLACION TOTAL
	(hab.)	(hab.)	(hab.)	(hab.)	(hab.)	(hab.)
		2,40	0,0240			
2.039	23.431	29.939	30.152	27.740	2.343	32.283



Fuente: Información procesada por la consultoría del proyecto (Conhydra S.A ESP).



**Gráfico 1. Proyecciones de población**

A manera de aclaración, se tiene que los datos presentados para las proyecciones de población por el método geométrico y exponencial son similares debido a que la tasa de crecimiento anual adoptó el mismo valor (2,4%), lo que da como resultado que la población año por año difiera en pocos habitantes.



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

#### 4.1.3.3 Determinación de la población proyectada

De acuerdo con la tabla 12, el método geométrico presenta una tendencia totalmente igual a la del método exponencial, ya que ambos métodos manejan la misma tasa de crecimiento, por el contrario, el método de proyección aritmético estima poblaciones por encima de las obtenidas con los otros métodos, ya que el mismo, está adaptado para proyectar un crecimiento lineal con incrementos constantes.

Teniendo en cuenta que el método de proyección aritmético es aplicable a pequeñas comunidades, en especial rurales y a ciudades grandes con crecimiento muy estabilizado (caso contrario para el municipio de Amagá, se descartaron los resultados de éste método. Por otro lado, los métodos geométrico y exponencial se consideran válidos para éste tipo de poblaciones, y que adicionalmente la tasa de crecimiento anual es similar para ambos métodos, se tiene que para los fines prácticos del estudio, se adoptan los resultados del método geométrico; por lo tanto, la población proyectada para el final del período de diseño (25 años) es de **32.283 habitantes**.

#### 4.4.2 Nivel de complejidad de acuerdo a la población proyectada

Teniendo en cuenta las proyecciones de población presentadas en la Tabla 12, se observa que al año 2039 la población proyectada es de 20.365 habitantes y de acuerdo con lo expuesto en el literal A.3.1 del RAS/2000, para éste número de habitantes el nivel de complejidad corresponde a un **NIVEL DE COMPLEJIDAD MEDIO ALTO**.

#### 4.4.3 Dotación

##### 4.4.3.1 Dotación neta actual del sistema



Para realizar el cálculo de las dotaciones actuales del sistema se toma como base, los datos de las lecturas suministradas por EPAMA (Ver anexo 5.4), para calcular las dotaciones, como se indica a continuación:

Promedio agua producida año 2.013 = **121.318 m³/mes**

Promedio agua facturada año 2.013 = **50.156 m³/mes**

Población Atendida = 4.036 usuarios\* 4hab/viv= **16.144 hab**



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

**Dotación Neta = Agua Facturada / Población Atendida = 103,55 l/hab día**

**Dotación Bruta = Agua Producida / Población Atendida = 250,49 l/hab día**

Debe aclararse que las dotaciones (**103,55 l/hab día -250,49 l/hab día -**) no se encuentran en el rango establecido por la resolución 2320/2009, sin embargo, fue obtenida a partir de datos de 12 meses (enero-diciembre de 2.013), lo que da validez a su utilización.

Aunque el valor de la dotación neta se encuentra por debajo del rango recomendado, la dotación bruta se encuentra muy por encima del rango, esto se debe a las altas pérdidas del sistema como se enuncia en el numeral 4.1.5.2

Estas dotaciones deberán ser ajustadas en el corto plazo (5años), hasta los valores exigidos por la resolución 2320/2009.

#### 4.4.3.2 Evaluación de las pérdidas



Para la evaluación de pérdidas se tiene como base, la información suministrada por EPAMA, esta información se encuentra tabulada para el año 2013. En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos

**Tabla 13. Pérdidas en el sistema de acueducto municipio de Amagá**

Mes	% de perdidas
ene-13	57
feb-13	53
mar-13	69
abr-13	65
may-13	63
jun-13	60
jul-13	56
ago-13	52
sep-13	57
oct-13	53





	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Mes	% de pérdidas
nov-13	54
dic-13	60
<b>PROMEDIO IANC</b>	<b>58</b>

**Porcentaje de Pérdidas de agua en la red** =  $(\text{Vol. de agua prod.} - \text{Vol. de agua fact.}) / \text{Volumen agua} \times 100 = 58\%$

Las pérdidas del sistema (58%), están muy por encima del 25% establecido como tope máximo en resolución 2320/2009 para el nivel medio alto de complejidad del acueducto urbano.

Este alto porcentaje de pérdidas, se puede dar por fugas debido a altas presiones en la red de conducción y en la red de distribución, además por la falta de calibración de los equipos de macromedición y micromedición.

Estas pérdidas deberán controlarse y bajarse en el corto plazo (5años), hasta el 25% exigido en el RAS/2000.

#### 4.4.3.3 Dotación neta futura del sistema


La dotación neta futura según el RAS/2000, al finalizar el horizonte de diseño, corresponde a la del nivel de complejidad Medio Alto con clima frío o templado (poblaciones con altitud superior a 1.000 msnm); es decir, que dicho valor corresponde a **125 L/hab-día**.

#### 4.4.3.4 Dotación bruta futura del sistema

Teniendo en cuenta que el área de estudio al final del horizonte de diseño se clasifica en el nivel de complejidad bajo, la dotación bruta futura se estimó teniendo en cuenta las consideraciones que establece el RAS (2000) para éste nivel de complejidad, y en especial en lo establecido en el Artículo 1 de la Resolución 2320 del 27 de noviembre de 2009.

Para obtener la dotación bruta futura del sistema, se calcula mediante la siguiente ecuación.



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

$$D_b = (125 \text{ L/hab-día}) / (1 - 25\%) = 166,7 \text{ L/hab-día}$$

El anterior cálculo, indica que la dotación bruta futura para el sistema de acueducto urbano del municipio de Amagá, es de **166,7 L/hab-día**.

#### 4.4.4 Estimación de la demanda actual y futura

##### 4.4.4.1 Estimación de la demanda actual

**Caudal medio diario (Qmd):** El caudal medio diario (Qmd) corresponde al caudal calculado para la población, teniendo en cuenta para ello la dotación bruta. El Qmd se calculó de la siguiente manera (ecuación 4):

$$Q_{md} = \frac{p \cdot d_{bruta}}{86400} \quad (4)$$

**Caudal máximo diario (QMD):** Éste caudal corresponde al consumo máximo durante 24 horas en un período de un año. Para realizar el cálculo del caudal máximo diario se estimó el coeficiente  $K_1$ , el cual para el nivel de complejidad bajo corresponde  $K_1 = 1,30$  de acuerdo con el numeral B.2.7.4 y la Tabla B.2.5 del RAS (2000).

$$QMD = Qmd \times K_1 \quad (5)$$



**Caudal máximo horario (QMH):** Corresponde al consumo máximo durante una hora en un período de un año. Para realizar el cálculo del caudal máximo diario se estimó el coeficiente  $K_2$ , el cual para el nivel de complejidad bajo corresponde a  $K_2 = 1,60$  de acuerdo con el numeral B.2.7.5 y la Tabla B.2.6 del RAS (2000).

$$QMH = QMD \times K_2 \quad (6)$$

##### 4.4.4.2 Almacenamiento requerido actual y futuro

Los tanques de almacenamiento son estructuras que tienen como finalidad compensar o “amortiguar” los picos de consumo durante el día. Dichas estructuras deben tener capacidad para compensar las variaciones entre el caudal de entrada a los sistemas de potabilización y el caudal demandado (de consumo) en el área de cubrimiento.



 <p><b>Fondo Adaptación</b> Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	



Según lo anterior, y de acuerdo con el numeral B.9.4.4 incluido en el RAS (2000), la capacidad de regulación de los tanques de almacenamiento está en función del nivel de complejidad definido para el sistema. Para el caso del área urbana del municipio de Amagá, cuyo nivel de complejidad actual y futuro es Medio Alto, el volumen de almacenamiento requerido equivale a 1/3 del caudal máximo diario (QMD) distribuido en la zona a abastecer.

Bajo las anteriores consideraciones, las demandas de caudal y almacenamiento actuales y futuras se presentan a continuación.

**Tabla 14. Demandas actuales y futuras del sistema de acueducto**

AÑO	VIGENCIA	POBLACIÓN	DOTACIÓN NETA (DN)	PÉRDIDAS TOTALES	DOTACIÓN BRUTA (DN)	CAUDAL MEDIO DIARIO (Qmd)	CAUDAL MÁXIMO DIARIO (QMD)	CAUDAL MÁXIMO HORARIO (QMH)	VOL. ALMAC.
		(hab)	(L/hab-d)	(%)	(L/hab-d)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(m³)
0	2.014	17.375	103,6	58,0	246,5	49,6	59,5	89,2	1.714
1	2.015	18.627	103,6	58,0	246,5	53,2	63,8	95,7	1.837
2	2.016	19.062	103,6	58,0	246,5	54,4	65,3	97,9	1.880
3	2.017	19.506	103,6	58,0	246,5	55,7	66,8	100,2	1.924
4	2.018	19.960	103,6	58,0	246,5	57,0	68,3	102,5	1.968
5	2.019	20.424	103,6	58,0	246,5	58,3	69,9	104,9	2.014
6	2.020	20.899	125,0	25,0	166,7	40,3	48,4	72,6	1.393
7	2.021	21.384	125,0	25,0	166,7	41,2	49,5	74,2	1.426
8	2.022	21.880	125,0	25,0	166,7	42,2	50,6	76,0	1.459
9	2.023	22.388	125,0	25,0	166,7	43,2	51,8	77,7	1.493
10	2.024	22.907	125,0	25,0	166,7	44,2	53,0	79,5	1.527
11	2.025	23.438	125,0	25,0	166,7	45,2	54,3	81,4	1.563
12	2.026	23.981	125,0	25,0	166,7	46,3	55,5	83,3	1.599
13	2.027	24.537	125,0	25,0	166,7	47,3	56,8	85,2	1.636
14	2.028	25.105	125,0	25,0	166,7	48,4	58,1	87,2	1.674
15	2.029	25.686	125,0	25,0	166,7	49,5	59,5	89,2	1.712





	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

AÑO	VIGENCIA	POBLACIÓN	DOTACIÓN NETA (DN)	PÉRDIDAS TOTALES	DOTACIÓN BRUTA (DN)	CAUDAL MEDIO DIARIO (Qmd)	CAUDAL MÁXIMO DIARIO (QMD)	CAUDAL MÁXIMO HORARIO (QMH)	VOL. ALMAC.
		(hab)	(L/hab-d)	(%)	(L/hab-d)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(m³)
16	2.030	26.280	125,0	25,0	166,7	50,7	60,8	91,3	1.752
17	2.031	26.888	125,0	25,0	166,7	51,9	62,2	93,4	1.793
18	2.032	27.510	125,0	25,0	166,7	53,1	63,7	95,5	1.834
19	2.033	28.146	125,0	25,0	166,7	54,3	65,2	97,7	1.876
20	2.034	28.797	125,0	25,0	166,7	55,5	66,7	100,0	1.920
21	2.035	29.463	125,0	25,0	166,7	56,8	68,2	102,3	1.964
22	2.036	30.144	125,0	25,0	166,7	58,1	69,8	104,7	2.010
23	2.037	30.841	125,0	25,0	166,7	59,5	71,4	107,1	2.056
24	2.038	31.553	125,0	25,0	166,7	60,9	73,0	109,6	2.104
25	2.039	32.283	125,0	25,0	166,7	62,3	74,7	112,1	2.152

Fuente: Información procesada por la consultoría del proyecto CONHYDRA S.A E.S.P

Retomando lo indicado en la Tabla 14, se tiene que el sistema de acueducto de la zona urbana del municipio de Amagá al final del horizonte de diseño (año 2.039), demanda un caudal máximo diario (QMD) de 74,7 L/s.



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

## 4.5 EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO POR COMPONENTES

### 4.5.1 Bocatoma La Paja

De acuerdo con los cálculos obtenidos para la bocatoma, indicados en el Anexo 1.1, se tiene que la estructura de captación posee una capacidad máxima de 627,0 L/s.

Adicionalmente, y con base en los estimativos de demanda de agua indicados en la Tabla 14, la población al final del horizonte de diseño del acueducto de la zona urbana del municipio de Amagá requiere un caudal total de agua cruda de 74,7 L/s (como QMD).

Con relación a los requerimientos del RAS/2000, en su Numeral B.4.4.2, la capacidad de captación de las estructuras para el nivel de complejidad medio alto (caso del presente proyecto), debe garantizar el QMD más las pérdidas en el sistema. Según lo anterior, la captación existente tiene una capacidad mayor que la mínima exigida por el RAS/2000; por tanto, la bocatoma puede seguir en uso hasta el final del período de diseño del proyecto.



### 4.5.2 Desarenador

Retomando lo obtenido en el Anexo 1.2 del presente documento, se realizó la evaluación hidráulica al desarenador existente siguiendo las indicaciones del RAS/2000, específicamente en el Numeral B.4.4.6.5, donde se indica que en el agua con tratamiento posterior (aplica para el caso del presente proyecto, ya que existe planta de potabilización en el área urbana de la localidad), se deben remover partículas con diámetro superior a 0,20 mm y con una eficiencia superior al 75%.

Lo anterior, se basa en el hecho de que con la geometría de la estructura existente, y teniendo un tiempo de retención de 20 minutos, para partículas de diámetro 0,20 mm, el desarenador tiene capacidad de tratar hasta 17,5 L/s; es decir, esta unidad no posee capacidad para tratar el caudal actual (59,5 L/s) y futuro demandado por la población (74,7 L/s, para el año 2039).






	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

**NOTA ACLARATORIA:** Durante la realización del proyecto, y según lo mostrado en el documento de diagnóstico la concesión de aguas para la Quebrada La Paja se encuentra vencida. Paralelo a este contrato la Corporación Ambiental Corantioquia realizó la reglamentación de la fuente de abastecimiento La Paja; como resultado de este estudio, la corporación otorgo un caudal de orden de 63.065 L/seg.

$$Q_{\text{otorgar}} = 62.3 \text{ L/s} + 0.765 \text{ L/s} = 63.065 \text{ L/s}$$

La consultoría toma este caudal como el QMD (63L/s) para el horizonte del proyecto, por lo cual las obras de optimización se proyectan con base a este caudal.



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

## 5. EVALUACIÓN AMENAZAS Y RIESGOS DEL SISTEMA AFECTADO

Según el anexo técnico del Fondo de Adaptación, Conhydra requiere realizar estudios hidrológicos y geotécnicos de los corredores definidos para aducciones, conducciones y estructuras del sistema de acueducto. La consultoría ejecutó éstos estudios para la etapa de diagnóstico con los respectivos especialistas.



El abasto de agua para el municipio de Amagá, capta agua de la corriente denominada como La Paja, a su vez afluente de la quebrada Amagá. La fuente de agua carece de información de caudales, por lo tanto es necesario realizar estudio hidrológico que permita conocer el comportamiento del ciclo hidrológico asociado a dicha corriente, con el fin de estimar mediante información primaria y modelación matemática y estadística, los caudales medios, mínimos y máximos.

Se concluye que existe un riesgo potencial por desabastecimiento de agua entre cada cinco a siete años, que se manifiesta en una disminución extrema de agua en el cauce, hecho que coincide con el periodo de retorno del conocido fenómeno del Niño, de acuerdo a organismos internacionales como la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). Deberán tomarse medidas y acciones de recuperación de cuencas, de ahorro y uso eficiente del agua, o en su defecto buscar fuentes alternas de suministro de agua a partir de microcuencas vecinas a la quebrada La Paja. Obsérvese que el caudal mínimo con periodo de retorno de cinco años según la distribución Gumbel de  $0.001 \text{ m}^3/\text{s}$ , 1 litro/s, equivale a una disminución del 99% del caudal medio multianual de  $0.206 \text{ m}^3/\text{s}$ . El estudio hidrológico completo se encuentra en el anexo 3 del presente informe.

Por otra parte del estudio geotécnico se tiene información acerca de la geología de la zona, geomorfología y procesos morfodinámicos al igual que las amenazas geológicas presentes en el área de estudio.

De acuerdo al estudio realizado la temporada invernal de 2.010, produjo la desestabilización de una masa importante en la margen derecha de la quebrada La Paja, que destruyó parte del sistema de acueducto que surte la cabecera municipal de Amagá.





	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

La masa deslizada, muestra evidencias actuales de estabilización, pero es necesario propiciar el crecimiento de la vegetación y la consolidación de la estabilidad de las masas mediante tratamientos sencillos con cales específicas, los cuales deben dar resultados verificables en el término de meses cuando se vuelva a presentar una nueva temporada invernal.

La autoridad municipal, debe velar por mantener cerrado el cuerpo del deslizamiento para evitar que el ganado disloque el suelo incipiente y se favorezca el enturbiamiento de las aguas de escorrentía que son las que afectan la calidad del agua en la bocatoma.

La idea de trasladar la bocatoma aguas arriba de la localización actual no es sensata, en el sentido de que sería vulnerable a una eventual reactivación del deslizamiento. El estudio completo de geología, geomorfología y amenazas geológicas en el área de la bocatoma y sistema de acueducto de la cabecera municipal de Amagá se presenta en el anexo 4.



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

## 6. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN AL SISTEMA DE ACUEDUCTO

### 6.1 ENFOQUE DE LA PROBLEMÁTICA

Con base en los resultados obtenidos en las simulaciones hidráulicas y los análisis de la infraestructura existente en el sistema de acueducto urbano del Municipio de Amagá - Antioquia, se realizará el planteamiento de las soluciones a los inconvenientes y dificultades encontradas en el citado sistema, de acuerdo a los alcances del proyecto de esta consultoría.

Una vez agotada la fase de diagnóstico y considerando las conclusiones y medidas a proyectar indicadas el capítulo anterior, se tiene que para el caso particular del proyecto de acueducto de la localidad, no se tendrán Alternativas como tal, debido a que las propuestas presentadas como solución integral a los problemas de funcionamiento encontrados, permiten seleccionar directamente las obras y medidas tendientes a la optimización o expansión de los componentes; es decir, las obras propuestas pasarán a la fase de diseño, donde se realizarán los respectivos estudios definitivos.

Las medidas a plantear se regirán por las indicaciones establecidas en el RAS/2000, y en la Resolución 2320 del 27 de noviembre de 2009, del MAVDT, teniendo en cuenta el horizonte de diseño y el nivel de complejidad del proyecto.



De acuerdo al alcance del proyecto, Conhydra realiza mediante el contrato 038 la consultoría para la elaboración de estudios y diseños que incluyen los componentes de riesgo y/o amenaza para la recuperación y construcción de la Infraestructura de Agua potable y Saneamiento Básico, en el Municipio de Amagá; las obras propuestas en esta fase son la solución a esta problemática.

### 6.2 OBRAS DE OPTIMIZACIÓN PROPUESTAS

#### 6.2.1 Bocatoma y canal de entrada

- Se debe instalar una placa en acero inoxidable en la rejilla de captación, con el fin disminuir el caudal de ingreso a la estructura.



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

- Para prolongar la vida útil de la estructura de captación se debe realizar un tratamiento superficial de impermeabilización, reparación de grietas y fisuras.

### 6.2.2 Desarenador

Según lo estipulado en el RAS 2000 este desarenador no cumple con el tiempo de retención mínimo de 20 minutos, adicionalmente la estructura no posee la capacidad hidráulica suficiente para las demandas actuales y futuras del sistema, por lo cual la consultoría realizara obras de optimización al desarenador actual que permitan ampliar la capacidad de tratamiento de la unidad y cumplir con los parámetros exigidos por la normatividad vigente. El desarenador optimizado tendrá una capacidad de tratamiento de **63L/s**.


### 6.3 RECOMENDACIÓN FUENTES DE CAPTACIÓN

De acuerdo al estudio hidrológico realizado por la consultoría para la etapa de diagnóstico, la fuente de abastecimiento La Paja, presenta amenazas de desabastecimiento para el horizonte de proyecto. De acuerdo a este análisis, la consultoría recomienda a la Empresa de servicios públicos, buscar una fuente de abastecimiento alterna; a continuación se describen las dos alternativas más representativas para el acueducto urbano del municipio.

Las dos fuentes alternas son el Rio Amagá y el Rio La Clara, en la figura se muestra el trazado de estas dos alternativas, cabe anotar que cada una de ellas está conformada por bocatoma, desarenador y línea de conducción (desarenador - PPA).





	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO		
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia		
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1



**Figura 3. Localización de Alternativas**

### 6.3.1 Captación Río Amagá:

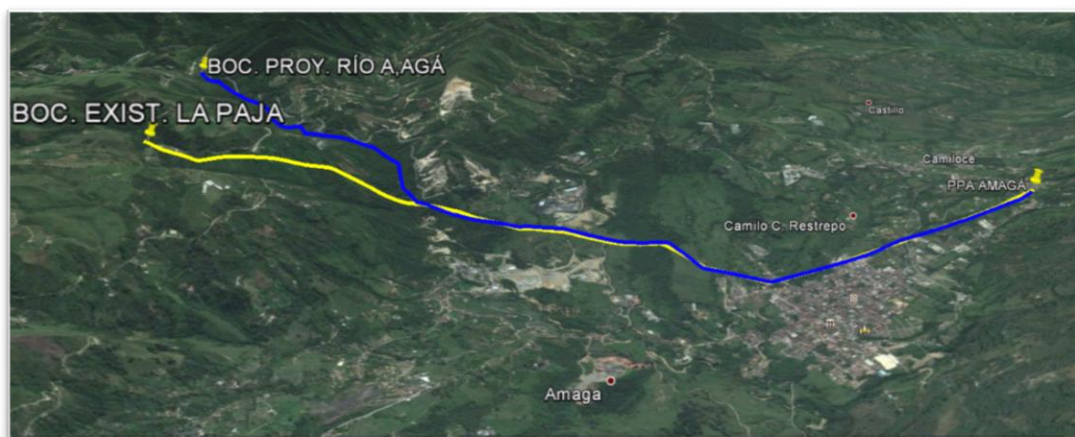
La captación en el Río Amagá, se ubicaría en las coordenadas Latitud: 6° 2'44.19''N y Longitud: 75°39'52.94''O y las estructuras proyectadas son Bocatoma, desarenador y conducción de 2.5Km.

Ventajas	Desventaja
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Conserva gran parte del trazado actual</li> <li>✓ 2.5 km de aducción a instalar PVC para conectar la con la existente.</li> <li>✓ Oferta hídrica suficiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Zona con desarrollo urbanístico, que incrementa contaminación antrópica de la fuente.</li> </ul>

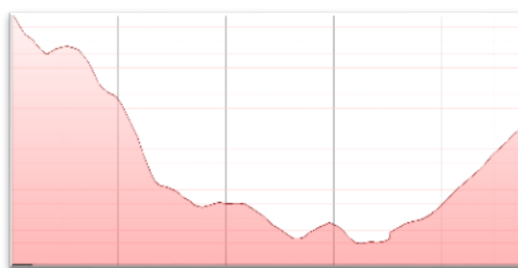
A continuación se presenta un esquema en el que se permite observar el trazado de la conducción existente, se representa en color amarillo y la conducción proyectada la cual se presenta en azul, la conducción es de aproximadamente 6 km y la alternativa de una nueva Bocatoma requiere la instalación de 2.5 km, es decir esta alternativa conserva la mayor parte del trazado.



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO		
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia		
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1



**Figura 4. Perfil localización Existente (5 km)**





**Figura 5. Perfil Localización proyectada Río Amagá (6 km)**

### 6.3.2 Captación Río La Clara:

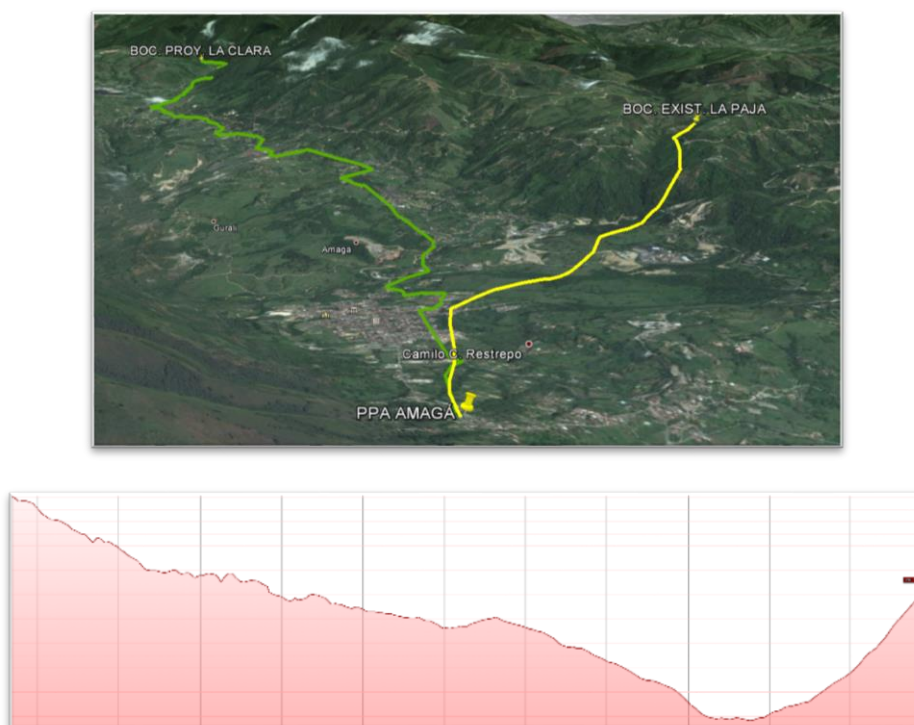
La captación en el Río La Clara, se ubicaría en las coordenadas Latitud: 6° 6'32.29"N y Longitud: 75°41'41.04"O y las estructuras proyectadas son Bocatoma, desarenador y conducción de 12 km.

Ventajas	Desventaja
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fuente con menos intervención antrópica, mejorando su calidad</li> <li>✓ Oferta hídrica suficiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La fuente de captación se encuentra a 12 km del punto donde se empalma con la red de conducción existente, este nuevo trazado requiere de una inversión inicial muy alta</li> </ul>



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	



A continuación se presenta un esquema en el que se puede observar el trazado de la conducción existente, se representa en color amarillo y la conducción proyectada con la captación desde el Rio La Clara, la cual se presenta en color verde, la conducción actual es de aproximadamente 6 km y la alternativa de una nueva Bocatoma requiere la instalación de 12 km de tubería, es decir esta alternativa requiere un nuevo trazado



**Figura 6. Localización Alternativa la Clara (12 km)**

Luego de presentadas las alternativas para la captación, La Empresa de Servicios Públicos debe realizar los estudios correspondientes para seleccionar la fuente más apropiada; estos estudios deben incluir estudios hidrológicos, hidráulicos y de suelos que permitan conocer las características técnicas y económicas de cada alternativa.



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Según el estudio hidrológico realizado por la consultoría y presentado en el Anexo 3, se concluye que existe un riesgo potencial por desabastecimiento de agua entre cada cinco a siete años, que se manifiesta en una disminución extrema de agua en el cauce, hecho que coincide con el periodo de retorno del conocido fenómeno del Niño, de acuerdo a organismos internacionales como la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). Deberán tomarse medidas y acciones de recuperación de cuencas, de ahorro y uso eficiente del agua, o en su defecto buscar fuentes alternas de suministro de agua a partir de microcuencas vecinas a la quebrada La Paja.
- Para la fuente de captación del sistema de abasto principal, quebrada La Paja, es necesario que el operador del sistema de acueducto (EPAMA), realice la gestión ante Corantioquia, para renovar la concesión de aguas de la citada fuente.



Durante la realización del proyecto, y según lo mostrado en el documento de diagnóstico la concesión de aguas para la Quebrada La Paja se encuentra vencida. Paralelo a este contrato la Corporación Ambiental Corantioquia realizó la reglamentación de la fuente de abastecimiento La Paja; como resultado de este estudio, la corporación otorgo un caudal de orden de 63.065 L/seg. La consultoría toma este caudal como el QMD (63L/s) para el horizonte del proyecto, por lo cual las obras de optimización se proyectan con base a este caudal.

- Según los resultados de la caracterización de aguas para la Quebrada La Paja y de acuerdo con el decreto 1594 de 1984 “Usos del agua y residuos líquidos”, para el uso humano y doméstico el agua de esta fuente cumple con la gran mayoría de los parámetros establecidos para tratamiento convencional, ya que las concentraciones encontradas son inferiores a las concentraciones límites estipuladas para este uso en el decreto mencionado.

Como se cumple con casi todos los parámetros para este uso, el agua de esta fuente puede ser potabilizada por un tratamiento convencional donde exista una adecuada desinfección del agua.







	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

- Aunque el valor de la dotación neta se encuentra por debajo del rango recomendado, la dotación bruta se encuentra muy por encima de estos rangos, esto se debe a las altas pérdidas de sistema, como se enuncia en el numeral 4.1.5.2. Estas dotaciones deberán ser ajustadas en el corto plazo (5 años), hasta los valores exigidos por la resolución 2320/2009.
- Es importa que aclarar que durante la realización del proyecto, y según lo mostrado en el documento de diagnóstico la concesión de aguas para la Quebrada La Paja se encuentra vencida. Paralelo a este contrato la Corporación Ambiental Corantioquia realizó la reglamentación de la fuente de abastecimiento La Paja; como resultado de este estudio, la corporación otorgo un caudal de orden de 63.065 L/seg  

$$Q_{\text{otorgar}} = 62.3 \text{ L/s} + 0.765 \text{ L/s} = 63.065 \text{ L/s}$$
- La consultoría toma este caudal como el QMD (63L/s) para el horizonte del proyecto, por lo cual las obras de optimización se proyectan con base a este caudal.
- Según los resultados obtenidos de los chequeos mostrados en el anexo 1.1, la bocatoma cumple con la capacidad requerida de captación según el nivel de complejidad del proyecto, pero ésta estructura requiere obras de optimización que permitan repotencializar la estructura.
- De acuerdo con el análisis realizado, el desarenador existente no cumple para las condiciones exigidas por el RAS 2000, ya que la capacidad de tratamiento para un tiempo de retención de 20 min ( $Q = 17,5 \text{ L/s}$ ) se encuentra muy por debajo de los requerimientos de caudal actual y futuro (teórico al 2.014  $Q = 59,5 \text{ L/s}$  - teórico al 2.039  $Q = 74,7 \text{ L/s}$ ). La consultoría del proyecto propone la optimización de esta estructura. Esta optimización debe incluir la ampliación de la zona útil del desarenador, reposición de la pantalla deflectora y de la válvulas existentes, además realizar labores de optimización y repotenciación para seguir usando la estructura actual y prolongar su vida útil como mínimo por el período de diseño del proyecto.
- Las pérdidas del sistema de acueducto pueden generarse por diferentes factores como lo son: daños en redes principales, daños en domiciliarias, conexiones fraudulentas, macromedidores fuera de servicio, lecturas







	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

erradas y consumos institucionales no reportados (bomberos, lavado de calles, uso de hidrantes). Para alcanzar el porcentaje de pérdidas se sugieren las siguientes medidas:



- Revisión y monitoreo de las redes de distribución para detectar posibles conexiones fraudulentas.
  - Revisión periódica de redes para verificar el adecuado funcionamiento.
  - Prevención de daños en escenarios de riesgo identificados.
  - Continuar con la corrección y arreglo de los daños presentados en redes de distribución.
  - Cambio de micromedidores según el tiempo de vida útil establecido por la legislación.
  - Instalación de macromedidores en puntos clave del sistema para medición de caudales en tanques y redes.
  - Chequeo diario de macromedidores para verificar su adecuado funcionamiento y para llevar reporte de los datos registrados.
- EPAMA debe dar cumplimiento al Plan de Ahorro y Uso Eficiente del Agua en un término de 5 años, con el fin de dar cumplimiento a la normatividad y contribuir a la conservación de la quebrada La Paja, fuente de abastecimiento del municipio, con el fin de equilibrar las dotaciones y pérdidas recomendadas por la normatividad vigente (Resolución 2320 del 2009).
- Una vez agotada la fase de diagnóstico y considerando las conclusiones y medidas a proyectar indicadas el capítulo anterior, se tiene que para el caso particular del proyecto de acueducto de la localidad, no se tendrán Alternativas como tal, debido a que las propuestas presentadas como solución integral a los problemas de funcionamiento encontrados, permiten seleccionar directamente las obras y medidas tendientes a la optimización o expansión de los componentes; es decir, las obras propuestas pasarán a la fase de diseño, donde se realizarán los respectivos estudios definitivos.



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

- Para el caso de las proyecciones según los de parámetros exigidos por el RAS 2000 a la población proyectada al año 2039, con una dotación de 125 L/hab-día con un porcentaje máximo de pérdidas del 25% el caudal necesario es de 75 L/s. lo que quiere decir que se tendría un déficit de caudal de 12 L/s; en este caso la EPAMA debe realizar la implementación del programa de uso eficiente o debe buscar una fuente alterna de abastecimiento que permita suplir el déficit.



	INFORME DE DIAGNOSTICO ALTERNATIVAS DISEÑO			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Municipio Amagá - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE.  
<http://www.dane.gov.co/>

AZEVEDO NETTO, José Martiniano de. Manual de Hidráulica, 8va edición, Sao Paulo, Brasil. 1998

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL.  
 Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Bogotá, 2000.

