



CONHYDRA S.A. E.S.P.
GESTORES DE SERVICIOS PÚBLICOS

	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

INFORME DE ALTERNATIVAS DEL CORREGIMIENTO CESTILLAL, MUNICIPIO DE CAÑASGORDAS - 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






	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia		
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1



TABLA DE CONTENIDO



1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES.....	2
2.1 ASPECTOS URBANOS	4
2.1.1 Perímetro Urbano	4
2.1.2 Estado de las vías urbanas.....	5
2.1.3 Perímetro Sanitario	7
2.2 INFORMACIÓN DISPONIBLE	7
2.2.1 Diagnósticos	7
2.2.2 Planes Maestros	7
2.3 VERIFICACIÓN ESTUDIOS EXISTENTES.....	8
3. SITUACIÓN ACTUAL	9
3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO EXISTENTE	9
3.1.1 Descripción general servicio Acueducto	9
3.1.2 Cobertura del servicio de Acueducto	9
3.1.3 Descripción general servicio Alcantarillado.....	9
3.2 PROBLEMAS MÁS FRECUENTES EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO	10
3.3 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO	11
3.3.1 Fuentes de abastecimiento	11
3.3.2 Captación.....	13
3.3.3 Aducción	15
3.3.4 Desarenador	17
3.3.5 Conducción	19
3.3.6 Planta de Potabilización de Agua	26
3.3.7 Almacenamiento	26
3.3.8 Redes de distribución	27



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

3.3.9 Macro y Micromedición	27
4. PLANTEAMIENTO DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA EXISTENTE Y A HORIZONTE DE DISEÑO	28
4.1 DATOS DE POBLACIÓN ACTUAL	28
4.1.1 Población flotante para el año base	28
4.1.2 Nivel de complejidad actual	29
4.1.3 Proyección de la población	29
4.1.4 Nivel de complejidad de acuerdo a la población proyectada	45
4.1.5 Dotación	45
4.1.6 Estimación de la demanda actual y futura	47
4.2 EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO POR COMPONENTES.....	49
4.2.1 Bocatoma La Berrionda	49
4.2.2 Bocatoma La Berriondita.....	49
4.2.3 Aducción	50
4.2.4 Desarenador	50
4.2.5 Conducción	51
5. EVALUACIÓN AMENAZAS Y RIESGOS DEL SISTEMA AFECTADO	53
6. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN AL SISTEMA DE ACUEDUCTO	56
6.1 ENFOQUE DE LA PROBLEMÁTICA.....	56
6.2 ALTERNATIVAS	56
6.2.1 Captaciones	56
6.2.2 Aducción	58
6.2.3 Desarenador	58
6.2.4 Conducción	60
7. DISEÑOS DEFINITIVOS	62
7.1 TRABAJOS TOPOGRÁFICOS	62
7.2 DISEÑOS HIDRÁULICOS	62
7.2.1 Sistema de Acueducto	62



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

8. DISEÑOS ESTRUCTURALES	77
9. ESTUDIOS AMBIENTALES.....	78
10. ESTUDIOS PREDIALES	79
11. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN	80
11.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN	80
11.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE CONSTRUCCIÓN ..	80
12. COSTOS Y PRESUPUESTOS	81
13. CRONOGRAMA DE OBRA	82
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
15. BIBLIOGRAFÍA.....	87

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro red vial de segundo orden, a cargo del departamento	5
Tabla 2. Resumen de la caracterización de aguas crudas de la quebrada La Berriondita	11
Tabla 3. Aforo Desarenador	19
Tabla 4. Consideraciones para proyectar la población	30
Tabla 5. Tasas anuales de crecimiento para el Municipio de Cañasgordas	33
Tabla 6. Tasas anuales de crecimiento para el Departamento de Antioquia	35
Tabla 7. Promedio de tasas de crecimiento anual para el Municipio de Cañasgordas y el Departamento de Antioquia (proyecciones Dane)	38
Tabla 8. Cálculo de las tasas de crecimiento intercensal para el Municipio de Cañasgordas, Antioquia.....	39
Tabla 9. Cálculo de las tasas de crecimiento intercensal para el Departamento de Antioquia.....	40
Tabla 10. Resumen de tasas de crecimiento intercensal para Municipio de Cañasgordas y Departamento de Antioquia	41




	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia		
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1




Tabla 11. Proyecciones de población del Corregimiento de Cestillal.....	42
Tabla 12. Demandas actuales y futuras del sistema de acueducto	48
Tabla 13. Resumen evaluación hidráulica del desarenador para caudales actual, aforado y futuro.....	51
Tabla 14. Evaluación cualitativa de los materiales Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio PRFV y concreto.....	57
Tabla 15. Ubicación puntos críticos red de aducción (desde la captación hasta el desarenador)	58
Tabla 16. Evaluación cualitativa de los materiales Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio PRFV y concreto.....	59
Tabla 17. Ubicación puntos críticos red de conducción (desde el desarenador hasta la Planta de Potabilización).....	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Geográfica del municipio de Cañasgordas	3
Figura 2. Perímetro urbano del municipio	4
Figura 3. Optimizaciones proyectadas en bocatoma La Berrionda.....	65
Figura 4. Optimizaciones proyectadas en bocatoma La Berriondita	68
Figura 5. Estructura de regulación proyectada en PRFV (La Berrionda)	70
Figura 6. Estructura de regulación proyectada en PRFV (La Berriondita)	71
Figura 7. Desarenador proyectado en PRFV	73
Figura 8. Detalle de viaducto para longitudes extensas.....	75
Figura 9. Detalle de apoyos con pedestales anclados a roca para longitudes cortas y zonas de afloramiento rocoso	76
Figura 10. Predios Sistema de Acueducto Corregimiento Cestillal	79



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia		
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1





LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Proyecciones de población.....	44
---	----

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Captación Quebrada La Berrionda	14
Foto 2. Captación Quebrada La Berriondita	15
Foto 3. Tubería Aducción Quebrada La Berrionda	16
Foto 4. Tubería Aducción Quebrada La Berriondita.....	16
Foto 5. Desarenador Volcado	17
Foto 6. Desarenador Actual	18
Foto 7. Punto Crítico 1	20
Foto 8. Punto Crítico 2	21
Foto 9. Punto Crítico 3	22
Foto 10. Punto Crítico 4	22
Foto 11. Punto Crítico 5	23
Foto 12. Punto Crítico 6	23
Foto 13. Punto Crítico 7	24
Foto 14. Punto Crítico 8	24
Foto 15. Punto Crítico 9	25
Foto 16. Punto Crítico 10	25



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

LISTADO DE ANEXOS


FASE DIAGNOSTICO

1. CHEQUEO DE AGUAS CRUDAS CORREGIMIENTO CESTILLAL
 - 1.1 BOCATOMA LA BERRIONDA
 - 1.2 BOCATOMA LA BERRIONDITA
 - 1.3 DESARENADOR
2. SIMULACIÓN HIDRÁULICA CONDUCCIÓN
 - 2.1 RESULTADOS SIMULACIÓN HIDRÁULICA CONDUCCIÓN
3. REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL LEVANTAMIENTO GEOMÉTRICO
4. ESTUDIO HIDROLÓGICO
5. ESTUDIO GEOLÓGICO Y AMENAZAS NATURALES
6. INFORMACIÓN DE SOPORTE
 - 6.1 CONCESIÓN DE AGUAS
 - 6.2 RESULTADOS DE LABORATORIO DE AGUA CRUDA
7. TOPOGRAFÍA

FASE DISEÑO

8. DISEÑOS HIDRÁULICOS DE LAS ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO
 - 8.1 DISEÑO DE VERTEDEROS
 - 8.1.1 LA BERRIONDA
 - 8.1.2 LA BERRIONDITA
 - 8.2 CAJAS DE DERIVACIÓN
 - 8.2.1 LA BERRIONDA
 - 8.2.2 LA BERRIONDITA
 - 8.3 DESARENADOR



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia		
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1



9. ACTIVIDADES DE MITIGACIÓN PUNTOS CRÍTICOS

10. ESTUDIO GEOTÉCNICO

11. DISEÑOS ESTRUCTURALES


12. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN EPM

12.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES

13. COSTOS Y PRESUPUESTOS

14. CRONOGRAMA DE OBRA





 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia		
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1



LISTADO DE PLANOS

LISTADO DE PLANOS DIAGNÓSTICO						
DEPARTAMENTO ANTIOQUIA						
MUNICIPIO DE CAÑASGORDAS						
CORREGIMIENTO CESTILLAL						
ABASTECIMIENTO	Localización general del proyecto	CAG	CES	DIG	ABT	1
	Topografía del proyecto	CAG	CES	DIS	ABT	2
	Planta perfil línea de aducción bocatomas hacia desarenador	CAG	CES	DIS	ABT	3
	Captación 1 y 2 planta, secciones y detalles; y Desarenador planta, secciones y detalles	CAG	CES	DIS	ABT	4
	Localización General de la línea de conducción	CAG	CES	DIS	ABT	5
	Planta perfil línea de conducción desarenador hacia planta potabilización	CAG	CES	DIS	ABT	6-16
	Subtotal planos	1				
CODIGOS	Total planos de diagnostico	1				
	Iniciales del municipio	CAG				
	Vereda - Corregimiento	CES				
	Etapas del proyecto	DIG				
	Estructuras de abastecimiento	ABT				
	Línea de Conducción	CON				



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y DISEÑO			 <p>CONHYDRA S.A. E.S.P. GESTORES DE SERVICIOS PÚBLICOS</p>
	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			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

LISTADO DE PLANOS DISEÑO						
DEPARTAMENTO ANTIOQUIA						
MUNICIPIO DE CAÑASGORDAS						
CORREGIMIENTO CESTILLAL						
ABASTECIMIENTO	Localización General del Proyecto	CAG	CES	DIS	ABT	1
	Optimizaciones hidráulicas de las bocatomas y las estructuras de regulación	CAG	CES	DIS	ABT	2
	Diseño hidráulico del desarenador	CAG	CES	DIS	ABT	3
	Diseños estructurales de las obras de optimización de las bocatomas	CAG	CES	DIS	ABT	4
	Predios que recorre el sistema de acueducto del Corregimiento Cestillal	CAG	CES	DIS	ABT	5
	Diseño estructural de viaductos y apoyos para tubería de línea de conducción	CAG	CES	DIS	ABT	6
	Ubicación puntos críticos en plano planta perfil línea de conducción	CAG	CES	DIS	ABT	7
	Subtotal planos	7				
CODIGOS	Total planos de diseño	7				
	Iniciales del municipio	CAG				
	Vereda - Corregimiento	CES				
	Etapas del proyecto (Diseño)	DIS				
	Estructuras de abastecimiento	ABT				



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - 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 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, localizados en tres (3) Municipios del Departamento de Antioquia. A continuación se realiza la descripción del sistema que hace parte del componente de acueducto del Corregimiento Cestillal del municipio de Cañasgordas.



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	


2. ANTECEDENTES

El municipio de Cañasgordas está situado en la vertiente del río Atrato, hacia la parte Occidental del departamento de Antioquia y al Noroeste de Colombia. Esta localizado a 133 km de Medellín en la vía al mar, cruzando el túnel de occidente y cuyo recorrido tiene una duración de aproximadamente 3 horas y media. Tiene una extensión total de 396 km², una extensión de área urbana de 0,8 km² y una altitud de la cabecera municipal de 1300 msnm.

El Municipio cuenta con una gran variedad de bosques y plantas. Por su cercanía al río Atrato es montañoso en parte, con valles extensos y explanadas malsanas. Sus amenazas naturales están representadas en inundaciones, deslizamientos, avenidas torrenciales, incendios y movimientos de tierra (temblores).

A su vez, el Corregimiento de Cestillal, se localiza al noroeste de la cabecera urbana del Municipio de Cañasgordas, a aproximadamente 12 km por vía terrestre. El citado corregimiento, se sitúa en límites con el Municipio de Uramita; su territorio en la zona urbana abarca 18,1 ha. Posee centro urbano que no es atravesado por ninguna quebrada, por su ubicación sobre la cresta de la cordillera.



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestital - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

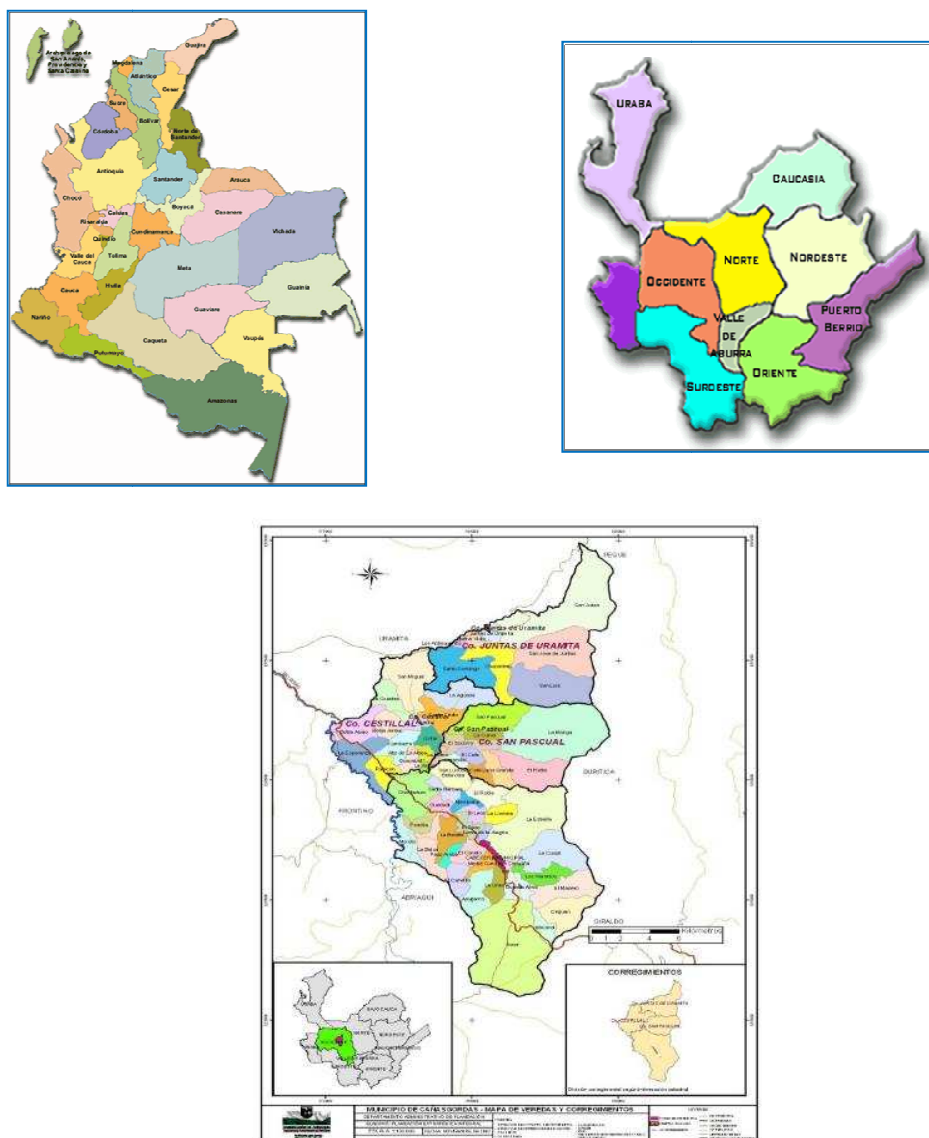



Figura 1. Ubicación Geográfica del municipio de Cañasgordas



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia		
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1



2.1 ASPECTOS URBANOS

2.1.1 Perímetro Urbano¹

El territorio urbano está definido por el artículo 16 del Acuerdo N° 025 del PBOT de Cañasgordas del año 2000 y se delimita en el siguiente mapa de trabajo.

El perímetro urbano de Cañasgordas se definió a partir de toma de puntos cartográficos con relación a objetos geográficos identificables en el territorio.





El acuerdo del PBOT del año 2000 no definió zonas suburbanas, pero definió equivocadamente zonas de expansión urbana dentro del mismo perímetro existente, en Imántago al noroccidente y Buenos Aires al suroriente.

Se encontraron grandes diferencias en la conformación del perímetro realizado en el PBOT del 2000 con respecto a la información del Atlas Veredal de Antioquia,

¹ Gobernación de Antioquia, CORPOURABA. PBOT: Documento consolidado de Actualización del Diagnóstico. Municipio de Cañasgordas, 2010.



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

así mismo de la información catastral municipal con el perímetro. Se debe hacer coincidir la información catastral con la del perímetro urbano conciliando ambas a partir de catastro municipal, que incluye predios completos.

Posterior a la aprobación del PBOT del año 2000 se descubrieron varios hipogeos indígenas en la zona urbana de La Esperanza, en Imátago. Aunque este tipo de hallazgos suele ir acompañado de declaratorias de patrimonio para garantizar su protección, el municipio no generó la reglamentación requerida y actualmente este patrimonio arqueológico se encuentra en grave deterioro y se han continuado las obras de urbanización alrededor, agravando el riesgo de su destrucción.

Debido a las dinámicas de crecimiento de la población tendientes a mantener un ritmo bajo de densificación del territorio (y en este momento en decrecimiento) y teniendo en cuenta que dentro del perímetro aún hay zonas de buena extensión por urbanizar en la parte noroccidental, no se recomienda generar nuevas zonas de expansión urbana, sino consolidación del territorio urbano ya ocupado y desarrollo de vivienda nueva y equipamientos de soporte, necesarios en la zona noroccidental, sujeto a previo estudio y valoración del patrimonio arqueológico existente.

2.1.2 Estado de las vías urbanas²

Tabla 1. Cuadro red vial de segundo orden, a cargo del departamento

VÍAS	TOTAL	RED VIAL		
		Pavimentado	Estabilizado	No Pavimentado
		Kilómetros		
OCCIDENTE	585,8	95,3	4,0	486,5
Cañasgordas - Abriaquí	27,0	0,0	0,0	27,0
La Balsa - La Herradura -	14,2	9,0	0,0	5,2

² Gobernación de Antioquia, CORPOURABA. PBOT: Documento consolidado de Actualización del Diagnostico. Municipio de Cañasgordas, 2010.



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Frontino				
----------	--	--	--	--

Fuente: PBOT 2010

El 100% de las vías de tercer orden no están pavimentadas. Los tramos de vías que aparecen pavimentados en el cuadro corresponden a la vía al Mar, que es de primer orden. Llamen la atención dos temas además: Hay un buen porcentaje de vías que son sólo caminos (Macanal, La Unión, El Canelo, Pernilla, La Estrella, Santa Bárbara, Membrillal, Llano Grande, El Retiro, Bellavista, Caracolal, Alto de la Aldea, La Manga, La Curva, Botija Abajo, San Luis de Juntas, Santo Domingo, Chupadero, Buena Vista, San José de Juntas, La Soledad, La Escalera, El Café, La Lloroncita, El Rosal y San Miguelito), 26 caminos de un total de 71 vías, para un porcentaje aproximado de 36% de caminos, de los cuales tres son parte de la ruta hacia Juntas de Uramita. El otro tema es el tiempo de desplazamiento para llegar a la cabecera, que en la mayoría de casos sobrepasa las dos horas de recorrido y en varios llega a ser de 6 horas en transporte público. Para un municipio que no tiene una gran extensión de territorio, esto necesariamente se relaciona con una gran deficiencia en vías y en transporte rural.

Respecto a las vías urbanas, no se han presentado avances significativos a partir del PBOT del año 2000. Si bien se cumplieron parte de los objetivos de adecuación de vías urbanas programados en el PBOT, no se desarrollaron las labores de pavimentación en Imántago ni la construcción de la Terminal de Transporte. Las calles de la cabecera presentan muchos tramos en mal estado, por falta de mantenimiento. Situación que se ha empeorado con la construcción del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado, iniciada en la actual administración.

Continúa por lo tanto vigente el diagnóstico de vías urbanas del PBOT actual.

El Plan de Desarrollo de la actual administración presentó un diagnóstico de vías que se diferencia un poco del diagnóstico del PBOT, comparando cifras se puede concluir que el estado vial del municipio empeoró durante estos últimos diez años. Pues para el año 2000 el estado de las vías a Cestillal y San Pascual era regular y ahora es básicamente malo. Respecto al tema vial urbano se supeditan las obras de mejoramiento al desarrollo del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado.



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

2.1.3 Perímetro Sanitario³

Dentro del área de influencia equivalente al perímetro sanitario del Municipio, los funcionarios afirman que en un gran porcentaje el agua es apta para el consumo, existe continuidad en el servicio las 24 horas del día y la cobertura en el área de influencia es del 100%.

Es de anotar que en el Municipio dentro del área urbana, se presentan alrededor de 5 acueductos comunitarios, donde no se garantiza la potabilidad del agua, esto ha dificultado ostensiblemente el manejo integral de la operación y la administración de este servicio.

El agua producida y enviada a la red de distribución es de 30 l/s para atender una población de 4400 hab., equivalente al 78,5% de la población total del municipio. La dotación neta es de 125.5 l/hab/día.

Además, para cumplir lo dispuesto por la Ley 142/94, los acueductos no cuentan con un laboratorio plenamente dotado en la Planta de Potabilización, donde continuamente se debe analizar la calidad de las aguas de abasto en las frecuencias requeridas de Ley.

2.2 INFORMACIÓN DISPONIBLE

2.2.1 Diagnósticos

- Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del Municipio de Cañasgordas, año 2010. Corpourabá, Gobernación de Antioquia, Municipio de Cañasgordas.
- Plan de Desarrollo Municipal de 2012-2015. Aicardo Antonio Urrego Usuga, Alcalde municipio de Cañasgordas.

2.2.2 Planes Maestros

- Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado (PMAA) del municipio de Cañasgordas, año 2007. Acueductos y Alcantarillados Sostenibles S.A - AASSA

³ AASSA. Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado: Diagnóstico. Municipio de Cañasgordas, 2007.



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

2.3 VERIFICACIÓN ESTUDIOS EXISTENTES

Para la zona de estudio no se cuenta con estudios hidrológicos, geotécnicos ni topográficos. Por otro lado no se encuentra documentación de evaluaciones hidráulicas de las estructuras del sistema de acueducto multiveredal existente.



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - 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

El sistema de acueducto actual del corregimiento Cestillal fue construido en 2004; éste presta el servicio al 50% del corregimiento y a doce (12) veredas más, y es operado por una Junta Administradora Local, conformada por un presidente, un vicepresidente, un secretario, un tesorero, un fiscal, y dos vocales; cuenta con dos fuentes de abastecimiento, la quebrada La Berrionda y la quebrada La Berriondita, entre la infraestructura que lo conforma se tienen dos bocatomas, dos aducciones, un tanque desarenador, una línea de conducción, una planta de potabilización de agua, varios tanques de almacenamiento y las redes de distribución. En los numerales siguientes se profundiza sobre la conformación de cada componente del sistema.

El mantenimiento de la planta y de la red en general, está bajo la responsabilidad de un fontanero que hace parte de la junta.

El sistema de facturación es sistematizado y a cada usuario mensualmente le llega su factura. Se tipifican 3 clases de usuarios: residenciales, comerciales, y agrarios; Se cobran las siguientes tarifas respectivamente \$5.200, \$5.700, \$6.000 como cargos fijos, actualmente esto es lo único que se cobra o factura.

3.1.2 Cobertura del servicio de Acueducto

Según información entregada por el operador del acueducto, en la actualidad se cuenta con un 90% de cobertura total del servicio, incluyendo a los usuarios de la cabecera de Cestillal y las doce (12) veredas que abastece.

3.1.3 Descripción general servicio Alcantarillado⁴

⁴ Alcalde Aicardo Antonio Urrego Usuga. Plan de Desarrollo Municipal: Desarrollo Económico e Infraestructura Social. Municipio de Cañasgordas, 2012-2015



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Se cubre el 92% de la población urbana y con deficiencias en el corregimiento Cestillal. En la zona urbana se paga a la Corporación Autónoma Regional CORPOURABA, tasa retributiva por la no utilización de PTAR. Actualmente las redes de alcantarillado en la zona urbana se encuentran en mal estado, con fugas constantes que de igual forma requieren mantenimientos correctivos constantes. Se presentan dificultades para el cobro de este servicio, especialmente cuando no se genera una factura con el cobro del Acueducto, Alcantarillado y Aseo y por la dificultad para suspender este servicio. En el corregimiento se cuenta con un sistema independiente y es combinado (aguas lluvias y residuales) pero requiere de una intervención urgente en la adecuación de los descoles y la construcción de un sistema de manejo de aguas lluvias, y además no existe Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. No se cobra factura de servicios públicos por parte del Municipio, sólo la Juntas Administradora del Acueducto cobran una tarifa mínima para el mantenimiento, aunque no entregan agua potable, a pesar de que Cestillal cuenta con Planta de Tratamiento de Agua Residual PTAR.


3.2 PROBLEMAS MÁS FRECUENTES EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO

Los problemas más frecuentes en la prestación del servicio de acueducto en el corregimiento Cestillal, son ocasionados por los grandes movimientos en masa, que se presentan en diferentes puntos de la red de conducción, y que son generadores de exposición de la tubería y riesgo de colapso de la misma.

En estos puntos, la tubería sufre de roturas y desajustes y algunos tramos han sido reemplazados, sin embargo persisten los problemas porque la red continúa expuesta y apoyada solo con medios artesanales (troncos y cables metálicos). Adicionalmente algunos de estos tramos afectados por desplazamiento en masa, se encuentran en riesgo, ya que cruzan pequeñas quebradas, que cuando se presentan altas precipitaciones, se ven afectados por represamiento de materiales y avenidas torrenciales.

A pesar de que el servicio se presta las 24 horas de día, el agua que llega a los usuarios no tiene un buen tratamiento, ya que la Planta de Potabilización presenta fallas en su operación, debido a la falta de mantenimiento de sus estructuras y daños en el sistema de cloración.



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

3.3 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

3.3.1 Fuentes de abastecimiento

El acueducto multiveredal del corregimiento Cestillal utiliza las quebradas La Berrionda y La Berriondita como fuentes de abastecimiento, estas fuentes poseen una concesión de aguas expedida por la autoridad ambiental de la zona - CORPOURABÁ -, la cual por medio de la resolución 03-02-01000247 del año 2004, considera otorgar la concesión de aguas superficiales para uso doméstico, en cantidad de 6,39 l/s, distribuida así: 3,39 l/s a derivar de la quebrada El Platanillo (actualmente llamada La Berriondita) y 3,0 l/s a derivar de la quebrada La Berrionda. La resolución tiene una vigencia de 25 años, por lo tanto expira en el año 2029 con posibilidad de ser prorrogada. (Ver anexo 6.1)

Durante la realización del diagnóstico técnico del sistema de acueducto del corregimiento Cestillal del Municipio de Cañasgordas, la consultoría del proyecto realizó la caracterización de aguas crudas de la quebrada La Berrionda.



Dicho procedimiento se realizó el día 29 de abril de 2013; las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Calidad Ambiental de Acuazul Ltda. (Ver anexo 6.2).

Obtenidos los resultados de la caracterización de aguas para consumo del sistema de acueducto del corregimiento Cestillal, 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. Ver tabla 2.

Tabla 2. Resumen de la caracterización de aguas crudas de la quebrada La Berriondita

PARAMETRO	UNIDAD	Valor máximo admisible (*)	Valor obtenido (agua cruda)
Análisis fisicoquímico			
Amonio	mg/L NH ₄	1	< 0,060
Bario	mg/L Ba	1	< 0,900



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	



PARAMETRO	UNIDAD	Valor máximo admisible (*)	Valor obtenido (agua cruda)
Cianuro Libre	mg CN ⁻ /L	0.02	< 0,010
Cloruros	mg/L Cl ⁻	250	1,25
Cobre	mg Cu/L	1	< 0,020
Color aparente	UPC	75	12
Detergentes	mg/L SAAM	0,5	< 0,050
Cromo Total	mg/L Cr	0,05	< 0,050
Fenoles	mg/L C ₆ H ₆	0,002	< 0,001
Mercurio	mg/L Hg	0.002	< 0,0006
Nitratos	mg/L NO ₃ ⁻	10	0,773
Nitritos	mg/L NO ₂	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	7,07
Selenio	mg Se/L	0,01	< 0,003
Sulfatos	mg/L SO ₄	4.400	4,731
Zinc	mg/L Zn	15	< 0,020
Análisis microbiológico			
Coliformes totales	NMP/100mL	20.000	99
E. Coli	NMP/100mL	2.000	>2420

Fuente: Resultados de los análisis de Laboratorio de Calidad Ambiental de Acuazul.
(*): De acuerdo con el Decreto 1594 de 1984.

Se observa que los resultados de E. Coli son altos, lo que implica que aguas arriba hay asentamientos y potreros, los cuales realizan vertimientos a las fuentes abastecedoras de este sistema.

Las dos fuentes de captación se describen a continuación:



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

3.3.2 Captación

Actualmente el sistema de acueducto se abastece de dos captaciones, una en la quebrada La Berrionda y otra en la quebrada La Berriondita. Los detalles de las captaciones se pueden observar en el plano CAG_CES_DIG_ABT 1DE1.

Captación quebrada La Berriondita

La captación sobre la quebrada La Berriondita, conocida también como El Platanillo (nombre usado en la concesión de aguas debido a que en la época en que se realizó la diligencia de la concesión de aguas el sector presentaba una gran cantidad de sembrados de platanillo, pero actualmente la comunidad hace referencia a esta quebrada con el nombre de La Berriondita). Se compone de una bocatoma de fondo tipo dique en concreto reforzado, ubicada en las coordenadas, Norte: 1.250.315 y Este: 1.118.400, no cuenta con cámara de derivación o estructura de control y aforo.

Su construcción se realizó en el año 2004 y su estado en general es bueno; su presa tiene un ancho de vertedero de excesos de 3.70 m, un ancho corona de muro de 0.75 m y una altura de 0.85 m. La rejilla de captación tiene un ancho de 0.40 m, longitud de 0.38 m con 10 varillas lisas de 3/8" @ 2 cm entre ejes, de la cámara recolectora sale la tubería de aducción en Ø4" PVC-P hasta el desarenador. La estructura de la bocatoma se presenta en la Foto 1.



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestital - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	



Foto 1. Captación Quebrada La Berriondita

Captación quebrada La Berrionda

La captación sobre la quebrada La Berrionda se realiza mediante una bocatoma de fondo tipo dique en concreto reforzado, se encuentra en la cota 1,478.50 m.s.n.m. y en las coordenadas, Norte: 1.250.315 y Este: 1.118.400, no cuenta con cámara de derivación o estructura de control y aforo.

Su construcción se realizó en el año 2004 y su estado en general es bueno; su presa tiene un ancho de vertedero de excesos de 3.0 m, un ancho corona de muro de 0.75 m y una altura de 0.8 m. La rejilla de captación tiene un ancho de 0.60 m, longitud de 0.33 m con 15 varillas lisas de 3/8" @ 1,5 cm entre ejes, de la cámara recolectora sale la tubería de aducción en Ø4 PVC-P hasta el desarenador. (Ver Foto 2).



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	



Foto 2. Captación Quebrada La Berrionda

3.3.3 Aducción

La línea de aducción de la captación La Berrionda tiene una longitud total de 202.8 m en tubería Ø4" PVC-P; tienen una capacidad de transporte de 6,1 l/s (*Ver Anexo 1*), la tubería se encuentra en buen estado pero con el agravante de que actualmente tiene tramos donde se encuentra expuesta a causa de movimientos en masa y solo está asegurada con madera y cables metálicos, en la actualidad no cuenta con válvulas ventosas ni de purga.

La línea de aducción de la captación La Berriondita tiene una longitud total de 132 m en tubería Ø4" PVC-P; tienen una capacidad de transporte de 6,1 l/s (*Ver Anexo 1*), esta se encuentra en buen estado, actualmente no cuenta con válvulas ventosas ni válvulas de purga, sólo se encontró una unión mecánica donde se evidencia cambio de material a Polietileno de Alta Densidad PEAD.



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	



Foto 3. Tubería Aducción Quebrada La Berrionda



Foto 4. Tubería Aducción Quebrada La Berriondita



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestital - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Los tramos de tubería que salen de ambas bocatomas confluyen a un mismo tanque desarenador.

3.3.4 Desarenador

Inicialmente se tenía una estructura en concreto reforzado, que se encontraba ubicada aproximadamente a 15.0 m de la captación sobre la quebrada La Berrionda, fue construida en 2004, y durante la temporada invernal del año 2010 esta estructura sufrió volcamiento, causado por una avenida torrencial (Ver Foto 5) que la dejó fuera de servicio. A causa de esto la Federación Nacional de Cafeteros, realizó una donación al acueducto, de un tanque desarenador provisional en poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), el cual actualmente está funcionando como único desarenador. Este tanque tiene 3.70 m de largo, 0.90 m de ancho y 0.93 m de profundidad, y su tolva tiene 0.10 m de profundidad. (Ver Foto 6).



Foto 5. Desarenador Volcado



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	



Foto 6. Desarenador Actual

El desarenador cuenta con dos entradas, de las cuales recibe los caudales provenientes de las dos captaciones, para luego pasar por una cámara de entrada, en donde se encuentra el dissipador de energía, el cual consta de una plaqueta en fibra de vidrio de 45 orificios de $\frac{1}{2}$ " cada uno, para luego continuar con la zona de sedimentación y la zona de salida. El desagüe del desarenador cumple la función tanto de purga de lodos como de rebose de caudal, el cual se comprende de una tubería PVC de la altura del tanque que se ubica sobre el desagüe y cuando el llenado del tanque llega a su altura útil, el caudal rebose por este tubo y es descargado hacia la quebrada La Berriondita.

En general el desarenador presenta buenas condiciones físicas; no tiene fisuras, solo presenta fugas leves en la tubería de entrada proveniente de la bocatoma de la quebrada La Berrionda, a causa de la poca fijación que tiene el tubo entrante en la estructura.

La consultoría realizó un aforo el día 29 de mayo de 2014 a la estructura, con el fin de calcular el caudal que recibe de las bocatomas.



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia		
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1



Tabla 3. Aforo Desarenador

MEDIDAS	VALOR	UNIDAD
Longitud Útil	2,84	m
Profundidad útil	0,88	m
Ancho	0,8	m
Tiempo de llenado	3,12	min
Volumen útil	2,0	m3
Caudal	0,64	m3/min
Caudal	10,68	L/seg

Como se había mencionado anteriormente, el desarenador no cuenta con un drenaje de rebose individual, por lo tanto para conocer el caudal real que transporta la tubería de conducción, debemos restarle este caudal al caudal total que le está llegando al tanque; del Manual de Hidráulica Azevedo Netto se extrae la siguiente ecuación:

$$Q = 1,518 * D^{0,693} * H^{1,807}$$

Donde:

D = Diámetro del orificio de salida

H = Altura de la lámina de agua

Según los resultados obtenidos del aforo realizado en campo, el caudal que ingresa al desarenador es de 10,68 L/s, y el caudal que rebosa del tanque y regresa a la quebrada La Berrionda es de 5,70L/s, lo que implica que el caudal que transporta la tubería de conducción es de 4,98L/s.

3.3.5 Conducción

La línea de conducción va desde el desarenador hasta la planta de potabilización (PPA), y tiene una longitud total de 10,2 km en tubería PVC-P de Ø6" y Ø4". Esta tubería tiene una edad de 9 años y en el transcurso de este tiempo solo se han hecho cambios en los lugares donde se han presentado daños, en el recorrido se pueden observar diferentes materiales entre PVC-P RDE 41, Polietileno de Alta



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Densidad PEAD y Acero Galvanizado, en ella se evidencian algunas roturas y fugas, cuenta con siete (7) válvulas ventosas y una (1) válvula de corte la cual permite aislar un solo sector cuando se presentan eventos de daños o mantenimiento.

A lo largo de la red de conducción se evidenciaron diversos tramos afectados por desplazamiento en masa, dentro de los cuales se observan grandes afectaciones. Se encuentra que se han realizado trabajos artesanales con cables metálicos, madera y troncos para evitar que la red colapse completamente.

Adicionalmente algunos de estos tramos afectados por desplazamiento en masa, se encuentran en riesgo por que cruzan pequeñas quebradas, que cuando se presentan altas precipitaciones, se podrían ver afectados por represamiento de materiales y avenidas torrenciales. A continuación, se exponen los puntos críticos observados:

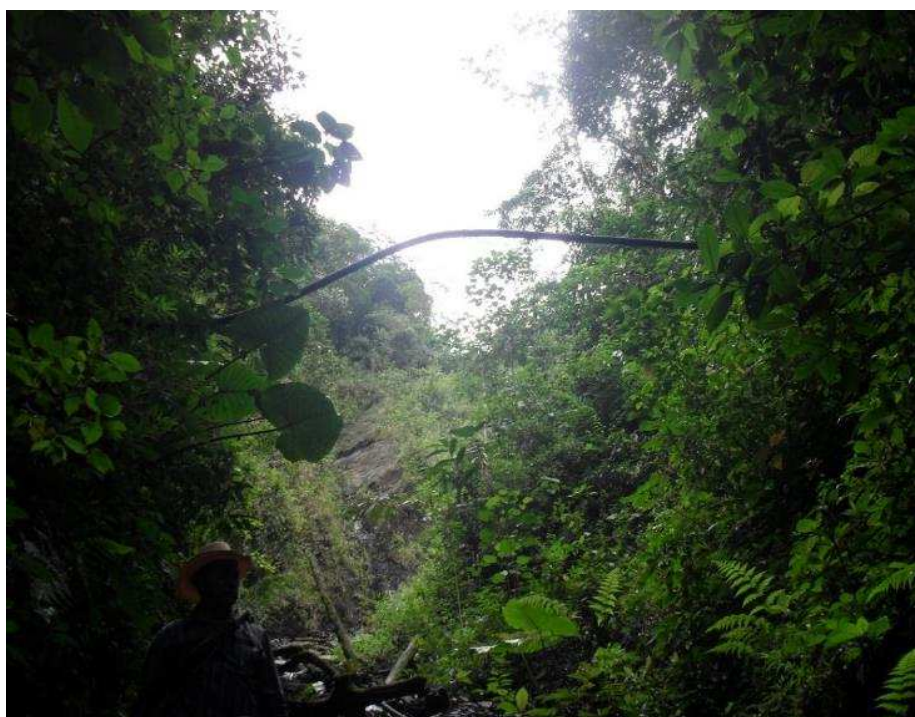


Foto 7. Punto Crítico 1



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	



Foto 8. Punto Crítico 2



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	



Foto 9. Punto Crítico 3



Foto 10. Punto Crítico 4



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	



Foto 11. Punto Crítico 5



Foto 12. Punto Crítico 6



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y DISEÑO			 <p>CONHYDRA S.A. E.S.P. GESTORES DE SERVICIOS PÚBLICOS</p>
	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			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	



Foto 13. Punto Crítico 7



Foto 14. Punto Crítico 8



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y DISEÑO			 <p>CONHYDRA S.A. E.S.P. GESTORES DE SERVICIOS PÚBLICOS</p>
	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			
	Corregimiento Cestital - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	



Foto 15. Punto Crítico 9



Foto 16. Punto Crítico 10



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

3.3.6 Planta de Potabilización de Agua

El acueducto multiveredal del Corregimiento Cestillal, cuenta con una Planta de Potabilización de Agua (PPA) compacta, en material fibra de vidrio que consta de seis (6) filtros, dos (2) tanques de almacenamiento, cada uno con una capacidad de 20.000 litros, un dispensador de cloro (el cual actualmente está defectuoso, por lo tanto se está realizando la cloración por gravedad) y otro de sulfato de aluminio, accionados por una contrapresión del agua.

Esta planta fue construida en el año 2004 para tratar un caudal de 4 l/s; actualmente la PTAP trabaja en una jornada de 24 horas.

En la actualidad la planta presenta múltiples deficiencias en su tratamiento, debido a que las arenas que conforman los filtros no tienen un mantenimiento constante y desde su instalación hace aproximadamente 10 años nunca se han repuesto, cuando la recomendación era que cada 7 años se deberían de reponer estas arenas, lo que ha provocado que en temporadas de invierno cuando el agua llega a la planta con alta turbiedad estos filtros no cumplan su función, permitiendo el paso de toda esta turbiedad. Por otro lado, la cloración no se hace constantemente, debido a un daño en uno de los tanques de presión del sistema y por falta de presupuesto no se ha solucionado el problema, en épocas de invierno cuando el agua tiene alta turbiedad no se clora; por todo lo anterior el sistema no funciona, lo que conlleva a que la comunidad no esté recibiendo agua de calidad.

La planta se encuentra ubicada en predios de propiedad de la Junta Administradora del Acueducto, el acceso se realiza por la vía en afirmado que conduce a la vereda Santo Cristo.

3.3.7 Almacenamiento

El sistema cuenta con dos (2) tanques de almacenamientos intermedios con capacidad individual de 10.000 litros y dos (2) tanques adicionales, con una capacidad individual de 5.000 litros; tiene además 65 tanques de quiebre con capacidad de 1.000 litros cada uno.



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

3.3.8 Redes de distribución

La red de distribución tiene una longitud aproximada de 60 km saliendo desde la Planta de Potabilización de Agua, en tubería PVC-P de diámetro Ø4", posee un viaducto el cual soporta 24 m de tubería de Acero Galvanizado. Esta red abastece la cabecera urbana de Cestillal y de las veredas San Miguel, La Quiebra, Botija Arriba, Botija Abajo, La Esperanza, Rubicón, Naranjal, Uvital, Guayabal, Alto de la Aldea y Santo Cristo.

3.3.9 Macro y Micromedición

El sistema de acueducto del corregimiento Cestillal cuenta con un solo macromedidor, ubicado a la salida de la Planta de Potabilización y antes de llegar a los tanques de almacenamiento, en años anteriores se realizaban mediciones, pero con el transcurrir del tiempo dejaron de realizar la actividad por lo que a la fecha no se tienen lecturas.

Con base en los registros de los usuarios del sistema de acueducto, suministrados por el personal encargado de la operación, actualmente hay 329 conexiones con sus respectivos micromedidores de consumo, los cuales la gran mayoría están defectuosos o no se usan. En la actualidad no se lleva control en las lecturas, por lo que la facturación se hace por medio de cargos fijos. De los 329 usuarios del acueducto, aproximadamente 170 usuarios hacen un pago por el servicio, el resto no cancela el respectivo valor.



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - 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 del área de influencia del proyecto (Corregimiento Cestillal y 12 veredas), corresponde al dato suministrado por la oficina del SISBEN municipal. La población consolidada a Marzo de 2014, es de **1.557 habitantes**.⁵

Se aclara que en la actualidad el sistema abastece al 50% de la población de la cabecera del corregimiento y el 100% de los habitantes de las veredas.

4.1.1 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, la constituye la población flotante que llega a la localidad, la cual corresponde a 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, las cuales si se suman en conjunto representan cerca de dos (2) meses de los doce del año, lo que equivale a decir que dicha población flotante no permanece durante todo el tiempo en la localidad.

El hecho de contar con población flotante en la localidad, requiere que los sistemas de acueducto y alcantarillado tengan capacidad suficiente para cubrir las

⁵ Datos suministrados por oficina de SISBEN municipal.



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

demandas tanto de la población fija, como de la población flotante (visitantes, vacacionistas); por tal motivo, la consultoría considera necesario incluir en los cálculos de proyecciones de población y estimación de demandas de agua, ambas poblaciones, para lo cual se estima que para establecer el crecimiento de la población a lo largo del período de diseño, es conveniente incluir la población flotante.

Teniendo en cuenta, que esta población corresponde solo a temporadas de vacaciones o visitantes, la consultoría escoge un 3% de la población total. De acuerdo con lo anterior, se tiene que la población flotante para el año base o año cero del proyecto (año 2.014) equivale a **47 habitantes**.

Se tiene entonces que la población base para el año cero del proyecto (año 2.014) corresponde a **1.604 habitantes**.

4.1.2 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 (1.604 habitantes) es inferior a 2.500 habitantes, se concluye que el nivel de complejidad actual del sistema corresponde a **NIVEL DE COMPLEJIDAD BAJO**.

4.1.3 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 de diseño 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).

En la Tabla 4 se resumen las consideraciones para la proyección de la población.



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Tabla 4. Consideraciones para proyectar la población

ASPECTOS	CONSIDERACIONES
Población actual	1.604 habitantes
Nivel de complejidad actual	Bajo
Métodos de proyección	Aritmético, geométrico y exponencial

4.1.3.1 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



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

t_1 = Año del censo P_1

t_0 = Año del censo P_0

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:



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

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

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

Donde:

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

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.

4.1.3.2 Determinación de la tasa de crecimiento

Debido que el área de estudio no cuenta con datos consolidados de la población, la consultoría considera la ampliación del análisis de la obtención de la tasa de crecimiento para el presente proyecto, teniendo en cuenta el comportamiento de la población a nivel regional y departamental, con el fin de determinar una tasa de crecimiento anual acorde con las condiciones demográficas y socioeconómicas del corregimiento, así como de las localidades vecinas; incluida el área urbana y rural del municipio de Cañasgordas.

A continuación, se presentan las tasas anuales obtenidas para el Municipio de Cañasgordas, 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.







 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestital - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Tabla 5. Tasas anuales de crecimiento para el Municipio de Cañasgordas

POBLACIÓN ÁREA URBANA (MUNICIPIO DE CAÑASGORDAS)			
PROYECCIONES DANE ⁽¹⁾		TASAS DE CRECIMIENTO ⁽²⁾	
AÑO	POBLACIÓN (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
2.005	5.432	1,73	0,0172
2.006	5.526	1,81	0,0179
2.007	5.626	1,87	0,0185
2.008	5.731	1,94	0,0192
2.009	5.842	1,97	0,0195
2.010	5.957	2,03	0,0201
2.011	6.078	2,07	0,0205
2.012	6.204	2,13	0,0211
2.013	6.336	2,16	0,0214
2.014	6.473	2,19	0,0217
2.015	6.615	2,22	0,0220
2.016	6.762	2,26	0,0224
2.017	6.915	2,27	0,0225
2.018	7.072	2,32	0,0229
2.019	7.236	2,32	0,0230
2.020	7.404		
PROMEDIO TASAS		2,09	0,0206

POBLACIÓN ÁREA RURAL (MUNICIPIO DE CAÑASGORDAS)			
PROYECCIONES DANE ⁽¹⁾		TASAS DE CRECIMIENTO ⁽²⁾	
AÑO	POBLACIÓN (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
2.005	11.384	-0,91	-0,0092
2.006	11.280	-0,66	-0,0066
2.007	11.206	-0,97	-0,0098
2.008	11.097	-1,07	-0,0108



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

POBLACIÓN ÁREA RURAL (MUNICIPIO DE CAÑASGORDAS)			
PROYECCIONES DANE ⁽¹⁾		TASAS DE CRECIMIENTO ⁽²⁾	
AÑO	POBLACIÓN (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
2.009	10.978	-1,16	-0,0116
2.010	10.851	-1,12	-0,0112
2.011	10.730	-1,31	-0,0132
2.012	10.589	-1,37	-0,0138
2.013	10.444	-1,34	-0,0135
2.014	10.304	-1,51	-0,0153
2.015	10.148	-1,57	-0,0158
2.016	9.989	-1,59	-0,0160
2.017	9.830	-1,68	-0,0169
2.018	9.665	-1,82	-0,0184
2.019	9.489	-2,03	-0,0205
2.020	9.296		
PROMEDIO TASAS		-1,34	-0,0135
POBLACIÓN TOTAL (MUNICIPIO DE CAÑASGORDAS)			
PROYECCIONES DANE ⁽¹⁾		TASAS DE CRECIMIENTO ⁽²⁾	
AÑO	POBLACIÓN (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
2.005	16.816	-0,06	-0,0006
2.006	16.806	0,15	0,0015
2.007	16.832	-0,02	-0,0002
2.008	16.828	-0,05	-0,0005
2.009	16.820	-0,07	-0,0007
2.010	16.808	0,00	0,0000
2.011	16.808	-0,09	-0,0009
2.012	16.793	-0,08	-0,0008
2.013	16.780	-0,02	-0,0002
2.014	16.777	-0,08	-0,0008
2.015	16.763	-0,07	-0,0007
2.016	16.751	-0,04	-0,0004



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia		
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1



POBLACIÓN ÁREA RURAL (MUNICIPIO DE CAÑASGORDAS)			
PROYECCIONES DANE ⁽¹⁾		TASAS DE CRECIMIENTO ⁽²⁾	
AÑO	POBLACIÓN (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
2.017	16.745	-0,05	-0,0005
2.018	16.737	-0,07	-0,0007
2.019	16.725	-0,15	-0,0015
2.020	16.700		
PROMEDIO TASAS		-0,05	-0,0005

Fuentes: (1) Proyecciones de población realizadas por el DANE, tomado de la página 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 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 Departamento de Antioquia

ÁREA URBANA (DEPTO. DE ANTIOQUIA)			
PROYECCIONES DANE ⁽¹⁾		TASAS DE CRECIMIENTO ⁽²⁾	
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



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

ÁREA URBANA (DEPTO. DE ANTIOQUIA)			
PROYECCIONES DANE ⁽¹⁾		TASAS DE CRECIMIENTO ⁽²⁾	
AÑO	POBLACIÓN (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
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		
PROMEDIO		1,49	0,0148

ÁREA RURAL (DEPTO. DE ANTIOQUIA)			
PROYECCIONES DANE ⁽¹⁾		TASAS DE CRECIMIENTO ⁽²⁾	
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
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



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia		
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1



ÁREA RURAL (DEPTO. DE ANTIOQUIA)			
PROYECCIONES DANE ⁽¹⁾		TASAS DE CRECIMIENTO ⁽²⁾	
AÑO	POBLACIÓN (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
2.019	1.436.950	0,57	0,0057
2.020	1.445.164		
PROMEDIO		0,42	0,0041

TOTAL (DEPTO. DE ANTIOQUIA)			
PROYECCIONES DANE ⁽¹⁾		TASAS DE CRECIMIENTO ⁽²⁾	
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
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		
PROMEDIO		1,25	0,0124

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

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



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

De las Tablas 5 y 6 del presente documento, se presenta a continuación el resumen de las tasas de crecimiento anual obtenidas para el Municipio de Cañasgordas y el Departamento de Antioquia, con base en las proyecciones del DANE (años 2005 a 2020).

Tabla 7. Promedio de tasas de crecimiento anual para el Municipio de Cañasgordas y el Departamento de Antioquia (proyecciones Dane)

PROMEDIO DE LAS TASAS ANUALES CON BASE EN PROYECCIONES DANE		
MUNICIPIO DE CAÑASGORDAS		
Zona de análisis	Geométrico (r)	Exponencial (k)
Área urbana	2,09	0,0206
Área rural	-1,34	-0,0135
Total	-0,05	-0,0005
DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA		
Zona de análisis	Geométrico (r)	Exponencial (k)
Área urbana	1, 49	0, 0148
Área rural	0, 41	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 Cañasgordas y el Departamento de Antioquia. Los resultados se presentan a continuación:





 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Tabla 8. Cálculo de las tasas de crecimiento intercensal para el Municipio de Cañasgordas, Antioquia.

POBLACIÓN ÁREA URBANA (MPIO. DE CAÑASGORDAS)			
CENSOS DANE		TASAS DE CRECIMIENTO	
Año	Población (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
1.964	4.572	-1,26	-0,0127
1.973	4.078	1,82	0,0180
1.985	5.064	-0,35	-0,0035
1.993	4.924	0,82	0,0082
2.005	5.432		
PROMEDIO TASAS		1,32	0,0025

POBLACIÓN ÁREA RURAL (MPIO. DE CAÑASGORDAS)			
CENSOS DANE		TASAS DE CRECIMIENTO	
Año	Población (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
1.964	14.078	0,45	0,0045
1.973	14.664	0,40	0,0040
1.985	15.376	1,45	0,0144
1.993	17.248	-3,40	-0,0346
2.005	11.384		
PROMEDIO TASAS		0,77	-0,0029

POBLACIÓN TOTAL (MPIO. DE CAÑASGORDAS)			
CENSOS DANE		TASAS DE CRECIMIENTO	
Año	Población (hab)	Geométrico (r)	Exponencial (k)
1.964	18.650	0,05	0,0005
1.973	18.742	0,73	0,0072
1.985	20.440	1,02	0,0102
1.993	22.172	-2,28	-0,0230
2.005	16.816		
PROMEDIO TASAS		0,60	-0,0013





 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Tabla 9. 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

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



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	



Tabla 10. Resumen de tasas de crecimiento intercensal para Municipio de Cañasgordas y Departamento de Antioquia

PROMEDIO DE LAS TASAS INTERCENSALES CON BASE EN CONSOLIDADOS CENSOS DANE		
MUNICIPIO DE CAÑASGORDAS		
Zona de análisis	Geométrico (r)	Exponencial (k)
Área urbana	1,32	0,0025
Área rural	0,77	-0,0029
Total	0,60	-0,0013
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

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 Corregimiento Cestillal, 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 considerablemente alto, mientras que para la zona rural y total presentan valores negativos, lo que significa que la proyección de la población será decreciente en el tiempo. Las tasas de crecimiento intercensal a nivel municipal presentaron valores negativos, tanto en la zona urbana, como en la zona rural y el total, por lo tanto para efectos de los cálculos de las proyecciones del proyecto, se realizó el promedio sólo con los valores positivos encontrados por año. 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.



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Por consiguiente, se tiene que para el caso de la zona rural, la tasa de crecimiento anual, basados en las tasas intercensales calculadas con base en los censos DANE arrojan un valor de 0,77% para el Municipio de Cañasgordas, y del 0,42% para el Departamento de Antioquia. A su vez, para el caso de las proyecciones del DANE, se obtuvo, para el Municipio de Cañasgordas un valor negativo de (-1,34%), mientras que para el Departamento de Antioquia se obtuvo una tasa positiva baja (1,16%).

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 rural del municipio de Cañasgordas calculada con base en los censos DANE.


- **Tasa de crecimiento anual adoptada método geométrico, $r = 1,0\%$.**
- **Tasa de crecimiento anual adoptada método exponencial, $k=1,0\%$.**

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 11. Proyecciones de población del Corregimiento de Cestillal

Tabla 11. Proyecciones de población del Corregimiento de Cestillal

AÑO	PROYECCIÓN ARITMÉTICA	PROYECCIÓN GEOMÉTRICA	PROYECCIÓN EXPONENCIAL	PROYECCIÓN POR WAPPAUS	POBLACIÓN FLOTANTE	POBLACION TOTAL
	(hab.)	(hab.)	(hab.)	(hab.)	(hab.)	(hab.)
		1,00	0,0100			
2.014	1.557	1.557	1.557	1.557	47	1.604
2.015	1.616	1.573	1.573	1.589	162	1.734
2.016	1.675	1.588	1.588	1.621	168	1.756
2.017	1.734	1.604	1.604	1.654	173	1.778
2.018	1.793	1.620	1.621	1.688	179	1.800
2.019	1.852	1.636	1.637	1.723	185	1.822
2.020	1.911	1.653	1.653	1.758	191	1.844
2.021	1.970	1.669	1.670	1.794	197	1.866
2.022	2.029	1.686	1.687	1.831	203	1.889
2.023	2.088	1.703	1.704	1.869	209	1.912



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y DISEÑO			 <p>CONHYDRA S.A. E.S.P. GESTORES DE SERVICIOS PÚBLICOS</p>
	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			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

AÑO	PROYECCIÓN ARITMÉTICA	PROYECCIÓN GEOMÉTRICA	PROYECCIÓN EXPONENCIAL	PROYECCIÓN POR WAPPAUS	POBLACIÓN FLOTANTE	POBLACION TOTAL
	(hab.)	(hab.)	(hab.)	(hab.)	(hab.)	(hab.)
		1,00	0,0100			
2.024	2.147	1.720	1.721	1.907	215	1.935
2.025	2.206	1.737	1.738	1.947	221	1.958
2.026	2.265	1.754	1.756	1.987	227	1.981
2.027	2.324	1.772	1.773	2.028	232	2.004
2.028	2.383	1.790	1.791	2.070	238	2.028
2.029	2.442	1.808	1.809	2.114	244	2.052
2.030	2.501	1.826	1.827	2.158	250	2.076
2.031	2.560	1.844	1.846	2.203	256	2.100
2.032	2.619	1.862	1.864	2.250	262	2.124
2.033	2.678	1.881	1.883	2.297	268	2.149
2.034	2.737	1.900	1.902	2.346	274	2.174
2.035	2.796	1.919	1.921	2.396	280	2.198
2.036	2.855	1.938	1.940	2.448	286	2.224
2.037	2.914	1.957	1.960	2.500	291	2.249
2.038	2.973	1.977	1.979	2.554	297	2.274
2.039	3.032	1.997	1.999	2.610	303	2.300
2.040	3.091	2.017	2.019	2.667	309	2.326
2.041	3.150	2.037	2.040	2.726	315	2.352
2.042	3.209	2.057	2.060	2.786	321	2.378
2.043	3.268	2.078	2.081	2.848	327	2.405
2.044	3.327	2.099	2.102	2.912	333	2.431

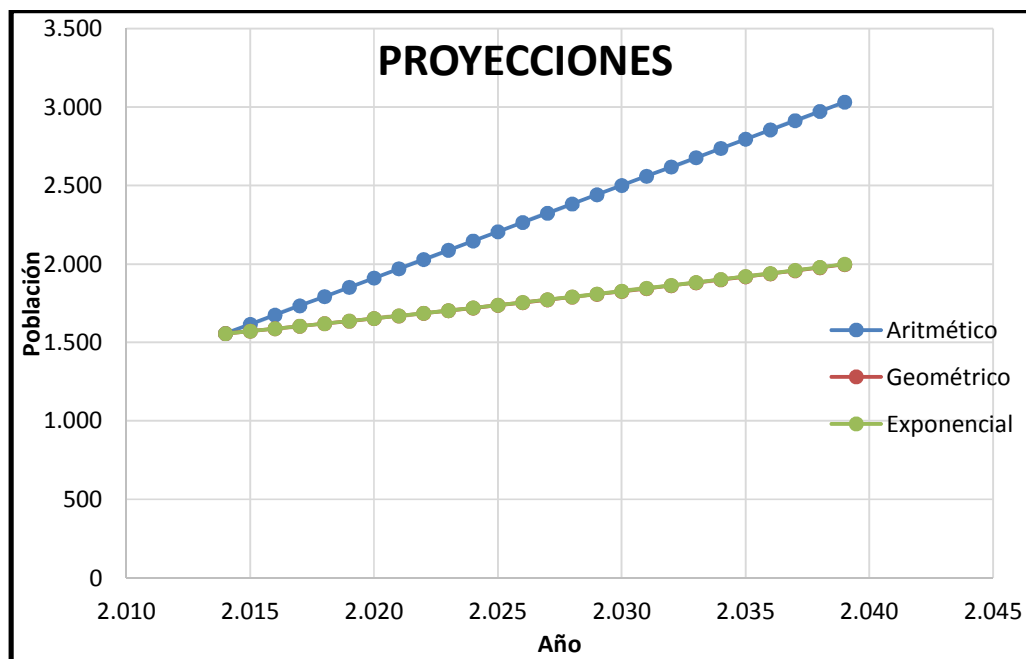
Fuente: Información procesada por la consultoría del proyecto (Conhydra S.A ESP).



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia		
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1



Gráfico 1. Proyecciones de población



A manera de aclaración, se tiene que los datos presentados para las proyecciones de población por los métodos geométricos y exponencial son similares, debido a que la tasa de crecimiento anual adoptó el mismo valor (1,0%), lo que da como resultado que la población año por año difiera en pocos habitantes.

4.1.3.3 Determinación de la población proyectada

De acuerdo con el Gráfico 1, 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 Corregimiento de Cestillal), 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



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

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 al final del período de diseño (25 años) es de 2.300 habitantes.

4.1.4 Nivel de complejidad de acuerdo a la población proyectada

Teniendo en cuenta las proyecciones de población presentadas en la tabla anterior se observa que al año 2039 la población proyectada es de 2.300 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 BAJO**.

4.1.5 Dotación

4.1.5.1 Dotación neta actual del sistema

Debido a que en corregimiento no existe micromedición, el valor de la dotación neta del sistema de acueducto será adoptada para el nivel de complejidad, de acuerdo con lo indicado en el Artículo 1° de la Resolución 2320 de 2009. Según lo anterior, se tiene que la dotación neta del sistema de acueducto del Corregimiento, corresponde a **90 L/hab-día** (Dotación neta máxima para poblaciones con Clima Frio o Templado).

4.1.5.2 Evaluación de las pérdidas

Debido a que en el corregimiento no existe micromedición ni macromedición, el porcentaje de pérdidas técnicas del sistema se adoptará de acuerdo con las disposiciones del RAS (2000).

De acuerdo con lo anterior, el valor de las pérdidas para estimar la dotación bruta está definido en el Artículo 1 de la Resolución 2320 del 27 de noviembre de 2009, el cual corresponde a un máximo de 25% para cualquier nivel de complejidad.

4.1.5.3 Dotación bruta actual del sistema

Considerando los valores obtenidos para la dotación neta actual; así como la adopción del porcentaje de pérdidas para el sistema, la dotación bruta actual se obtiene como sigue:



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

$$Db = Dn / (1 - P\%)$$

Donde:

Db = Dotación bruta en L/hab-día.

Dn = Dotación neta en L/hab-día.

P = Porcentaje de pérdidas en %.

Aplicando la fórmula anterior, se tiene lo siguiente:

$$Db = (90 \text{ L/hab-día}) / (1 - 25\%) = 120 \text{ L/hab-día}$$

El anterior cálculo indica que la dotación bruta actual para el sistema de acueducto del Corregimiento de Cestillal, es de **120 L/hab-día**.

4.1.5.4 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 bajo con clima frío o templado (poblaciones con altitud superior a 1.000 msnm); es decir, que dicho valor corresponde a **90 L/hab-día**.

4.1.5.5 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 la obtención de la dotación bruta futura del sistema, se utiliza la fórmula presentada en el numeral correspondiente a la dotación bruta actual, el resultado es como sigue:

$$Db = (90 \text{ L/hab-día}) / (1 - 25\%) = 120 \text{ L/hab-día}$$

El anterior cálculo indica que la dotación bruta futura, para el sistema de acueducto del Corregimiento Cestillal, es de **120 L/hab-día**.



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

4.1.6 Estimación de la demanda actual y futura

4.1.6.1 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 estimar el caudal máximo diario se estimó el coeficiente K_1 , el cual para el nivel de complejidad bajo corresponde a $K_1 = 1,30$ 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 estimar el 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).

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

4.1.6.2 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.

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 de Cestillal, cuyo nivel de complejidad actual y futuro es bajo, el volumen de



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia		
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1




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 futuros se presentan a continuación.

Tabla 12. 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	1.604	90,0	25,0	120,0	2,2	2,9	4,6	83
1	2.015	1.734	90,0	25,0	120,0	2,4	3,1	5,0	90
2	2.016	1.756	90,0	25,0	120,0	2,4	3,2	5,1	91
3	2.017	1.778	90,0	25,0	120,0	2,5	3,2	5,1	92
4	2.018	1.800	90,0	25,0	120,0	2,5	3,2	5,2	94
5	2.019	1.822	90,0	25,0	120,0	2,5	3,3	5,3	95
6	2.020	1.844	90,0	25,0	120,0	2,6	3,3	5,3	96
7	2.021	1.866	90,0	25,0	120,0	2,6	3,4	5,4	97
8	2.022	1.889	90,0	25,0	120,0	2,6	3,4	5,5	98
9	2.023	1.912	90,0	25,0	120,0	2,7	3,5	5,5	99
10	2.024	1.935	90,0	25,0	120,0	2,7	3,5	5,6	101
11	2.025	1.958	90,0	25,0	120,0	2,7	3,5	5,7	102
12	2.026	1.981	90,0	25,0	120,0	2,8	3,6	5,7	103
13	2.027	2.004	90,0	25,0	120,0	2,8	3,6	5,8	104
14	2.028	2.028	90,0	25,0	120,0	2,8	3,7	5,9	105
15	2.029	2.052	90,0	25,0	120,0	2,8	3,7	5,9	107
16	2.030	2.076	90,0	25,0	120,0	2,9	3,7	6,0	108
17	2.031	2.100	90,0	25,0	120,0	2,9	3,8	6,1	109
18	2.032	2.124	90,0	25,0	120,0	3,0	3,8	6,1	110
19	2.033	2.149	90,0	25,0	120,0	3,0	3,9	6,2	112
20	2.034	2.174	90,0	25,0	120,0	3,0	3,9	6,3	113
21	2.035	2.198	90,0	25,0	120,0	3,1	4,0	6,4	114



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia		
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - 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)
22	2.036	2.224	90,0	25,0	120,0	3,1	4,0	6,4	116
23	2.037	2.249	90,0	25,0	120,0	3,1	4,1	6,5	117
24	2.038	2.274	90,0	25,0	120,0	3,2	4,1	6,6	118
25	2.039	2.300	90,0	25,0	120,0	3,2	4,2	6,6	120

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

Nota: La población y las demandas incluye los requerimientos de la zona urbana del Corregimiento de Cestillal

Retomando lo indicado en la Tabla 12. Demandas actuales y futuras del sistema de acueducto, se tiene que el sistema de acueducto del Corregimiento Cestillal al final del horizonte de diseño (año 2.039), demanda un caudal máximo diario (QMD) de 4,2 L/s, mientras que requiere una capacidad de almacenamiento de 120 m³.

4.2 EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO POR COMPONENTES

4.2.1 Bocatoma La Berrionda

De acuerdo con los cálculos obtenidos para la bocatoma, indicados en el Anexo 1, se tiene que la estructura de captación posee una capacidad máxima de 75,5 L/s, pero que al ser consecuente con la conformación de los dispositivos de captación (rejilla y aducción), se tiene que finalmente la bocatoma puede captar hasta un caudal de 6,1 L/s. (Ver anexo 1.1)

Adicionalmente, y con base en los estimativos de demanda de agua indicados en la Tabla 12, la población al final del horizonte de diseño del acueducto multiveredal del corregimiento de Cestillal (incluye las veredas y la zona urbana del corregimiento), requiere un caudal total de agua cruda de 4,2 L/s (como QMD).

4.2.2 Bocatoma La Berriondita

De acuerdo con los cálculos obtenidos para la bocatoma, indicados en el Anexo 1, se tiene que la estructura de captación posee una capacidad máxima de 61,9 L/s, pero que al ser consecuente con la conformación de los dispositivos de captación



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

(rejilla, aducción), se tiene que finalmente la bocatoma puede captar hasta un caudal de 6,1 L/s. (Ver anexo 1.2)

Adicionalmente, y con base en los estimativos de demanda de agua indicadas en la Tabla 12, la población al final del horizonte de diseño del acueducto multiveredal del corregimiento de Cestillal (incluye las veredas y la zona urbana del corregimiento), requiere un caudal total de agua cruda de 4,2 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 bajo (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 lo tanto, las bocatomas pueden seguir en uso hasta el final del período de diseño del proyecto.

En conclusión, las bocatomas tienen la capacidad para captar el caudal demandado por la población actual, como el demandado por la población al horizonte del proyecto.

4.2.3 Aducción

Según los resultados de la simulación hidráulica la línea de aducción tiene una longitud de 335 m y una capacidad máxima de transporte de 6,1 L/s. Según el RAS/2000, específicamente el Numeral A.11.1.12 donde se indica cuales deben ser los criterios de diseño para las aducciones y conducciones, se tiene que para los niveles bajo y medio de complejidad, la aducción o conducción debe diseñarse para el caudal máximo diario (QMD) del año horizonte del proyecto si se cuenta con almacenamiento, por lo tanto teniendo en cuenta el QMD (4,2 L/s) para el año 2039 (horizonte del presente proyecto) y comparando con el resultado de la capacidad máxima de transporte en la aducción (6,1 L/s), podemos concluir que la tubería existente tiene la capacidad de transportar el caudal demandado para la población actual, así como el demandado por la población al horizonte del proyecto. (Ver anexo 1)

4.2.4 Desarenador

Retomando lo obtenido en el Anexo 1 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 el agua



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia		
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1



con tratamiento posterior (aplica para el caso del presente proyecto, ya que existe planta de potabilización en el área rural de la localidad), debe remover partículas con diámetro superior a 0,20 mm, con una eficiencia superior al 75%. (Ver anexo 1.3)

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 1,7 L/s; es decir, no posee capacidad para tratar el caudal actual (2,9 L/s) y futuro demandado por la población (4,2 L/s, para el año 2039).

Por lo anterior, esta consultoría sugiere, que debe instalarse como mínimo otro módulo similar al existente o en su defecto construir o instalar un desarenador de mayor capacidad, de manera que pueda suplir las demandas actuales y futuras de la población beneficiada con el proyecto.

Se realiza el chequeo para tres (3) escenarios de caudal: actual (teórico al 2014 2,9 L/s), aforado en el desarenador (10,68 L/s) y futuro (teórico al 2039 4,2 L/s) y con esto se analizaron los parámetros de evaluación que se presentan en la siguiente tabla a continuación:

Tabla 13. Resumen evaluación hidráulica del desarenador para caudales actual, aforado y futuro.

Parámetros	Q (L/s)		
	Actual	Aforado	Futuro
	2,9	10,68	4,2
Øp (cm)	0,02	0,02	0,02
Ef (%)	87,5%	87,5%	87,5%
a (min)	11,6	3,1	8
Vs (cm/s)	3,14	3,14	3,14
Vh (m/s)	0,004	0,015	0,006
Re	6,22	6,22	6,22
Rv	0,1	0,50	0,20

Los detalles del desarenador se presentan en el plano CAG_CES_DIG_ABT 1DE1

4.2.5 Conducción



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Según los resultados de la simulación hidráulica, la línea de conducción tiene una longitud de 10,2 km y una capacidad máxima de transporte de 5 L/s. Según el RAS/2000, específicamente el Numeral A.11.1.12 donde se indica cuales deben ser los criterios de diseño para las aducciones y conducciones, se tiene que para los niveles bajo y medio de complejidad la aducción y la conducción, deben diseñarse para el caudal máximo diario, (QMD) del año horizonte del proyecto, si se cuenta con almacenamiento, por lo tanto teniendo en cuenta el QMD (4,2 L/s) para el año 2039 (horizonte del presente proyecto) y comparando con el resultado de la capacidad máxima de transporte en la conducción (5 L/s), podemos concluir que la tubería existente tiene la capacidad de transportar el caudal demandado por la población actual, así como el demandado por la población al horizonte del proyecto. (Ver anexo 2.1)



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia		
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1



5. EVALUACIÓN AMENAZAS Y RIESGOS DEL SISTEMA AFECTADO

Según los términos de referencia del Fondo de Adaptación, Conhydra S.A ESP., 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 en el tema de interés, en cuanto al estudio hidrológico, el especialista realizó la consulta y petición al IDEAM, con el fin de encontrar la disponibilidad y localización de estaciones con información de variables hidroclimáticas como precipitación, temperatura ambiental y caudales para la cuenca del área de estudio.

A continuación se muestra la clasificación de la amenaza por eventos hidroclimáticos extremos, resultados arrojados por el estudio y requeridos por el Fondo Adaptación:


Eventos mínimos:

PERIODO DE RETORNO (años)	CAUDAL EN m3/s	TIPO DE AMENAZA	AFECTACIÓN / RIESGO
100	0.0	BAJA	Desabastecimiento de agua
10	0.0	MEDIA	Desabastecimiento de agua
2.33	0.111	ALTA	Desabastecimiento de agua

Eventos máximos:

PERIODO DE RETORNO (años)	CAUDAL EN m3/s	TIPO DE AMENAZA	AFECTACIÓN / RIESGO
100	5.284	BAJA	Bocatoma, conducción
10	3.468	MEDIA	Bocatoma, conducción



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

PERIODO DE RETORNO (años)	CAUDAL EN m3/s	TIPO DE AMENAZA	AFECTACIÓN / RIESGO
2.33	2.176	ALTA	Bocatoma, conducción

El estudio hidrológico completo se encuentra en el anexo 4 del presente documento.

Por otro lado del estudio geotécnico se obtuvo el siguiente análisis:

AMENAZAS GEOLÓGICAS



Una vez definido el espacio de los fenómenos naturales amenazantes en la zona de influencia del acueducto de Cestillal, mediante la caracterización de las unidades Geológicas, Geomorfológicas y en especial de la identificación de los procesos morfodinámicos, y definida de manera aproximada su recurrencia en el tiempo, es necesario integrar la información bajo los parámetros calificativos de amenaza alta, media y baja, dependiendo esencialmente de su recurrencia. Se identifican como fenómenos amenazantes en la cuenca los movimientos en masa, avenidas torrenciales y los sismos.

El establecimiento de los niveles de amenaza, también debe tener en cuenta los fenómenos que han ocurrido históricamente y sus consecuencias para la población, haciendo uso de los catálogos históricos de Desastres Naturales disponibles para Colombia, que esencialmente son los del Sistema nacional de Prevención de Desastres de Colombia (actualmente DGPAD), el de la Red Latinoamericana de Información de Desastres –DESINVENTAR- y el SIMMA (en Servicio Geológico Colombiano) disponibles por Internet.

Amenaza sísmica

La amenaza sísmica está definida para el territorio nacional como una Ley, que se modifica cuando la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica –AIS- y los integrantes del Comité Nacional de Amenaza sísmica, que representan a entes investigadores y Universidades, lo consideren pertinente, de acuerdo con el avance del conocimiento del territorio nacional en esta temática, y de acuerdo con



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

el Estudio General de la Amenaza Sísmica de Colombia, el municipio de Cañasgordas se encuentra en la zona **AMENAZA ALTA**, con valores de $A_a=0,20g$ y $A_v=0,25g$, los cuales deben ser de estricto cumplimiento para cualquier obra que se lleve a cabo en el Municipio.

Amenaza por movimientos en masa

En el capítulo de morfodinámica, se explicó de manera amplia que los movimientos en masa no eran un proceso natural muy común en la zona a pesar de las altas pendientes que conforman las vertientes de la cuenca, por lo que se debe considerar como zona de **AMENAZA INTERMEDIA**.

No se consideraron en este trabajo las avenidas torrenciales, en vista de que por la cercanía de las bocatomas a la divisoria de aguas, las quebradas no tienen suficiente caudal como para formar fenómenos de éste tipo y en su lugar caerían sobre ellas movimientos en masa.

Las bocatomas y conducción del sistema de acueducto de Cestillal se localizan sobre vertientes de pendientes fuertes, en general de más del 100%, susceptibles a movimientos en masa bajo condiciones de saturación por agua.

Los movimientos en masa que afectaron el sistema, se formaron bajo condiciones de lluvias que tienen un intervalo de recurrencia muy largo, tal vez de más de 300 años, pero que ocurrieron en 2010.

Algunas de las zonas desestabilizadas permanecen sin vegetación, lo que las hace susceptibles a la formación de cárcavas que pueden seguir afectando el sistema de conducción, por lo tanto se hace necesario su tratamiento con cal para estimular el crecimiento de vegetación protectora.

No hay en zonas cercanas alternativas viables para surtir de agua la zona, diferentes al bombeo desde el fondo de la quebrada que por su diferencia de cota se hace inviable.

El estudio geotécnico completo se encuentra en el Anexo 5 del presente documento.



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

6. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN AL SISTEMA DE ACUEDUCTO

6.1 ENFOQUE DE LA PROBLEMÁTICA

6.2 ALTERNATIVAS

De acuerdo al diagnóstico del sistema de acueducto multiveredal del Corregimiento de Cestillal del Municipio de Cañasgordas realizado en el presente estudio, se concluye que el corregimiento cuenta con el caudal suficiente en sus fuentes de abastecimiento y la infraestructura necesaria para captarla, sin embargo es necesario plantear una serie de actividades de optimización y ampliación de dicha infraestructura, estas actividades se definirán en el presente informe y se detallarán en el etapa de diseño.

De los componentes que requieren mayor incremento en su capacidad, está la estructura de desarenación, la cual según la evaluación hidráulica realizada en la etapa de diagnóstico sólo tiene una capacidad en condiciones óptimas de tratar hasta 1,7 L/s, por lo tanto se debe adecuar para lograr una capacidad de por lo menos 5 L/s para así suplir las demandas que necesitará la población futura en el año horizonte de diseño (4,2 L/s).

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.

6.2.1 Captaciones

6.2.1.1 Alternativa:

- Impermeabilización de toda la estructura en ambas bocatomas, para evitar futuras filtraciones que más adelante puedan provocar socavación en la estructura.
- Es muy importante que las estructuras de captación tengan dispositivos de aforo y control (cajas de derivación), por lo tanto se deben construir para garantizar la captación del caudal concesionado, otorgado por CORPOURABÁ para cada una de las captaciones. Estos dispositivos de control de caudales y paso directo, será una caja de largo 0,60 m, ancho 0,60 m y altura total 0,60 m, se ubicarán a dos (2) metros de cada captación interrumpiendo la línea de



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

aducción para cumplir con la regulación del caudal concesionado para cada una de las fuentes, además estas estructuras se construirán en poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), este material es el indicado por su practicidad ya que es liviano y de fácil instalación; y teniendo en cuenta la dificultad de acceso a la zona y el aspecto económico es la mejor opción. Ver tabla 14

Tabla 14. Evaluación cualitativa de los materiales Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio PRFV y concreto

EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LOS MATERIALES PRFV vs CONCRETO			
ASPECTO	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	
		PRFV	CONCRETO
TÉCNICO	Influencia del material en la capacidad hidráulica de la estructura.	NO	NO
	Practicidad del proceso constructivo en el lugar de instalación	SI	NO
	Facilidad de transporte e instalación.	SI	NO
ECONÓMICO	Valor unitario (suministro, transporte e instalación) (\$)	\$568.400	\$646.000
AMBIENTAL	Generación de material de excavación en el sitio	NO	SI
	Generación excedentes del proceso constructivo	NO	SI
	Necesidad de agregados para la construcción	NO	SI
	Afectación por efectos climáticos durante su instalación y transporte.	NO	SI

- Las captaciones actuales no cuentan con sistema de limpieza, por tal razón se deben instalar tapones de purga en cada una de las estructuras para así garantizar un buen mantenimiento y limpieza.
- Para garantizar la estabilidad de la estructura y mejorar el encauce de las aguas que llegan a la bocatoma, se anclarán aletas reforzadas con llaves de anclaje laterales en las dos captaciones, lo que ayudaría a incrementar la represa, para así captar el caudal deseado para satisfacer las necesidades del sistema acueducto multiveredal.
- Losas de piso aguas arriba y aguas debajo de las captaciones con el fin de evitar la socavación de los lechos, la losa de piso aguas abajo tendrá piedra



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

incrustada de tamaños entre 4" y 6" recolectadas del mismo lecho que tendrán el papel de disipar la energía y así mismo evitarle daños al lecho.

6.2.2 Aducción

6.2.2.1 Alternativa: Se identificaron dos puntos, en los cuales a causa de movimientos en masa la tubería quedó expuesta y está soportada de manera artesanal por medio de alambres y troncos. Por lo tanto se hace necesario proteger estos tramos por medio de amarres o viaductos, la longitud aproximada de viaducto requerido según lo observado en cada punto crítico se muestra en la Tabla 15. Ubicación puntos críticos red de aducción (desde la captación hasta el desarenador)5.

Tabla 15. Ubicación puntos críticos red de aducción (desde la captación hasta el desarenador)

ADUCCIÓN AGUAS CRUDAS				
PUNTO	COORDENADAS CARTESIANAS		ALTITUD	LONGITUD DE VIADUCTO REQUERIDO (m)
	ESTE	NORTE		
PC1	1117828,865	1250979,376	1833,176	5,0
PC2	1117822,126	1250961,116	1832,564	13,0

Al revisar el perfil hidráulico de la red de aducción se puede observar que la pendiente es muy pequeña, por lo tanto no es necesario proyectar la instalación de válvulas ventosas y válvulas de purga. Sin embargo es necesario ubicar válvulas de corte a las salidas de cada una de las bocatomas para efectos de mantenimiento de las estructuras de regulación.

6.2.3 Desarenador

6.2.3.1 Alternativa: Considerando la evaluación hidráulica realizada al desarenador existente en la fase de diagnóstico del presente estudio, se obtuvo que la capacidad hidráulica de la citada estructura en condiciones óptimas de funcionamiento es de 1,7 L/s, caudal insuficiente para suplir las necesidades de la población actual y futura; por lo tanto, se recomienda la construcción de una nueva unidad de desarenación que tenga capacidad hidráulica de al menos 5 L/s, y así



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia		
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1



se garantiza que el desarenador cumpla con los requerimientos según el RAS/2000 en el numeral B.4.4.6.2, donde dice que cada desarenador debe tener una capacidad hidráulica igual al caudal máximo diario (QMD) más las pérdidas que ocurran en el sistema y las necesidades de la planta de tratamiento. Este desarenador tendrá una capacidad de 5 L/s y unas dimensiones de 2,8 m de largo, 0,70 m de ancho y 1,0 m de profundidad, su tolva de arenas tendrá 0,75 m de profundidad.



Dentro del desarenador se encontrará el vertedero de excesos rectangular, el cual verterá el excedente de los caudales captados (5 l/s) a la quebrada La Berrionda en tubería PVC de Ø4". Luego del vertedero se encuentra el dissipador de energía, el cual consta de una plaqueta en poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), para luego continuar con la zona de sedimentación y la zona de salida.

Esta unidad puede ser en material poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), deberá tener buenas pantallas deflectoras, un sistema útil de rebose, así como bypass y sistema de purga, cumpliendo con las condiciones planteadas en el RAS/2000 en el numeral B.4.4.6.6 "Accesorios y dispositivos". Además debe tener un sistema de paso directo a la tubería de conducción para utilizarlo en el momento del mantenimiento de la estructura. Se elige este material para esta estructura, ya que es de fácil instalación y son más livianas que una unidad de concreto, además teniendo en cuenta el difícil acceso a la zona donde se ubicaría el desarenador y el aspecto económico es la mejor opción. Ver tabla 16

Tabla 16. Evaluación cualitativa de los materiales Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio PRFV y concreto

EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LOS MATERIALES PRFV vs CONCRETO			
ASPECTO	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	
		PRFV	CONCRETO
TÉCNICO	Influencia del material en la capacidad hidráulica de la estructura.	NO	NO
	Practicidad del proceso constructivo en el lugar de instalación	SI	NO
	Facilidad de transporte e instalación.	SI	NO
ECONÓMICO	Valor unitario (suministro, transporte e instalación) (\$)	\$5.452.000	\$8.588.000



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

AMBIENTAL	Generación de material de excavación en el sitio	NO	SI
	Generación excedentes del proceso constructivo	NO	SI
	Necesidad de agregados para la construcción	NO	SI
	Afectación por efectos climáticos durante su instalación y transporte.	NO	SI

6.2.4 Conducción


6.2.4.1 Alternativa: Actualmente la tubería de conducción que transporta el agua cruda del desarenador a la planta de potabilización de agua (PPA) tiene una capacidad hidráulica de 5 L/s, lo que garantiza el transporte mínimo requerido como demanda futura del sistema de acueducto multiveredal de Cestillal (demanda al final del horizonte de diseño, año 2029, QMD=4,2 L/s). Lo anterior, indica que no es necesario plantear alternativas para cambio de diámetro de la tubería, sin embargo presenta afectaciones en 17 tramos a lo largo de sus 10,2 Km, algunos de estos tramos afectados han sido a causa de desplazamientos en masa lo que ha provocado que estos tramos queden expuestos y desprotegidos, a lo que la comunidad respondió realizando reparaciones artesanales para sostener la tubería con alambres y troncos.

Teniendo en cuenta los resultados del estudio geológico, se propone que para los tramos de tubería que se encuentran expuestos, se debe realizar una protección de la tubería por medio de amarres y viaductos en pasos elevados, los cuales le darán estabilidad necesaria para evitar que colapsen.

Adicionalmente, y como primer medida de estabilización de taludes y laderas desprovistas de vegetación, se propone realizar una actividad conocida como "riego de cal al voleo", lo cual no es más que otra cosa de regar cal en solución sobre los puntos críticos (PC) encontrados a lo largo de la línea de conducción, lo que propiciará el crecimiento de capa vegetal primaria que ayudará a cubrir las zonas desnudas de vegetación, y evitará en primera instancia que el agua superficial y de escorrentía continúe provocando deslizamientos por saturación del suelo con agua, lo que posteriormente generará probablemente deslizamientos y afectaciones mayores.

De otro lado, y debido a la complejidad y particularidad de cada punto crítico encontrado durante el reconocimiento de campo, se recomienda la inspección y visita de un especialista en geotecnia; así como la realización de sondeos (perforaciones y apiques) en las zonas afectadas, con el objetivo de proyectar y



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia		
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1



diseñar obras y medidas que propendan garantizar la estabilidad de la tubería de conducción, minimizando de esta forma la posibilidad de colapso del sistema de acueducto existente. A continuación se muestra la localización y la longitud aproximada de los puntos críticos encontrados en la red de conducción:

Tabla 17. Ubicación puntos críticos red de conducción (desde el desarenador hasta la Planta de Potabilización)

CONDUCCIÓN AGUAS CRUDAS				
PUNTO	COORDENADAS CARTESIANAS		ALTITUD	LONGITUD (m)
	ESTE	NORTE		
PC1	1117410,373	1251206,024	1798,497	15,0
PC2	1117008,911	1251296,374	1791,721	30,0
PC3	1116787,134	1251589,577	1786,19	9,0
PC4	1116316,701	1251837,721	1784,535	13,0
PC5	1116188,608	1251687,194	1774,888	100,0
PC6	1115989,297	1251579,175	1770,534	3,0
PC7	1115948,917	1251634,388	1770,268	13,0
PC8	1115757,255	1251596,704	1758,973	24,0
PC9	1115734,965	1251588,37	1760,396	30,0
PC10	1115773,440	1251978,245	1755,971	13,0
PC11	1115758,657	1252159,496	1744,794	12,0
PC12	1115747,429	1252264,773	1742,655	5,0
PC13	1115723,734	1252276,689	1739,058	9,0
PC14	1115083,776	1252483,347	1714,042	14,0
PC15	1112631,898	1251732,735	1765,174	15,0
PC16	1114247,669	1252406,372	1771,299	18,0
PC17	1113102,538	1252107,207	1752,977	21,0



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

7. DISEÑOS DEFINITIVOS

7.1 TRABAJOS TOPOGRÁFICOS

Los estudios topográficos del presente proyecto fueron ejecutados en la etapa de diagnóstico, en el cual se realizó el levantamiento de todas las estructuras existentes (sistema de captación, línea de aducción, desarenador y línea de conducción hasta llegar a la planta de potabilización), por lo tanto esta misma topografía se utilizará para la etapa de diseño ya que las obras a realizar serán sobre la misma línea tanto de aducción como de conducción de agua cruda, por consiguiente no es necesario un nuevo levantamiento topográfico.

El estudio topográfico completo se encuentra en el Anexo 7.

7.2 DISEÑOS HIDRÁULICOS

7.2.1 Sistema de Acueducto

7.2.1.1 Bocatomas

Bocatoma La Berrionda

Para prolongar la vida útil de la estructura de captación se realizará un tratamiento superficial de impermeabilización, reparación de grietas y fisuras. También se colocarán disipadores de energía cerca de la base de la estructura para evitar el lavado del lecho de la quebrada y el deterioro del concreto en su base por medio de una losa en concreto la cual tendrá piedra incrustada de diámetros entre 4" y 6" recolectadas del mismo lecho de la quebrada las cuales harán las veces de disipadores de energía y protegerán el lecho de ser socavado por la corriente.

La estructura cuenta con un vertedero de crecidas pero para lograr optimizar esta estructura es necesario adjuntar a este un par de aletas con llaves de anclaje que le darán mayor estabilidad y así evitar su volcamiento en caso de avenidas torrenciales fuertes en la quebrada, además lograrán un encauce más eficiente del agua que llega a la estructura; así mismo se deberá realizar una limpieza del lugar para lograr un buen represamiento del agua. Estas aletas serán reforzadas y tendrán unas dimensiones de 1,5 m de largo, 0,25 m de ancho y su profundidad será igual a la de la estructura de captación 0,79 m.





	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

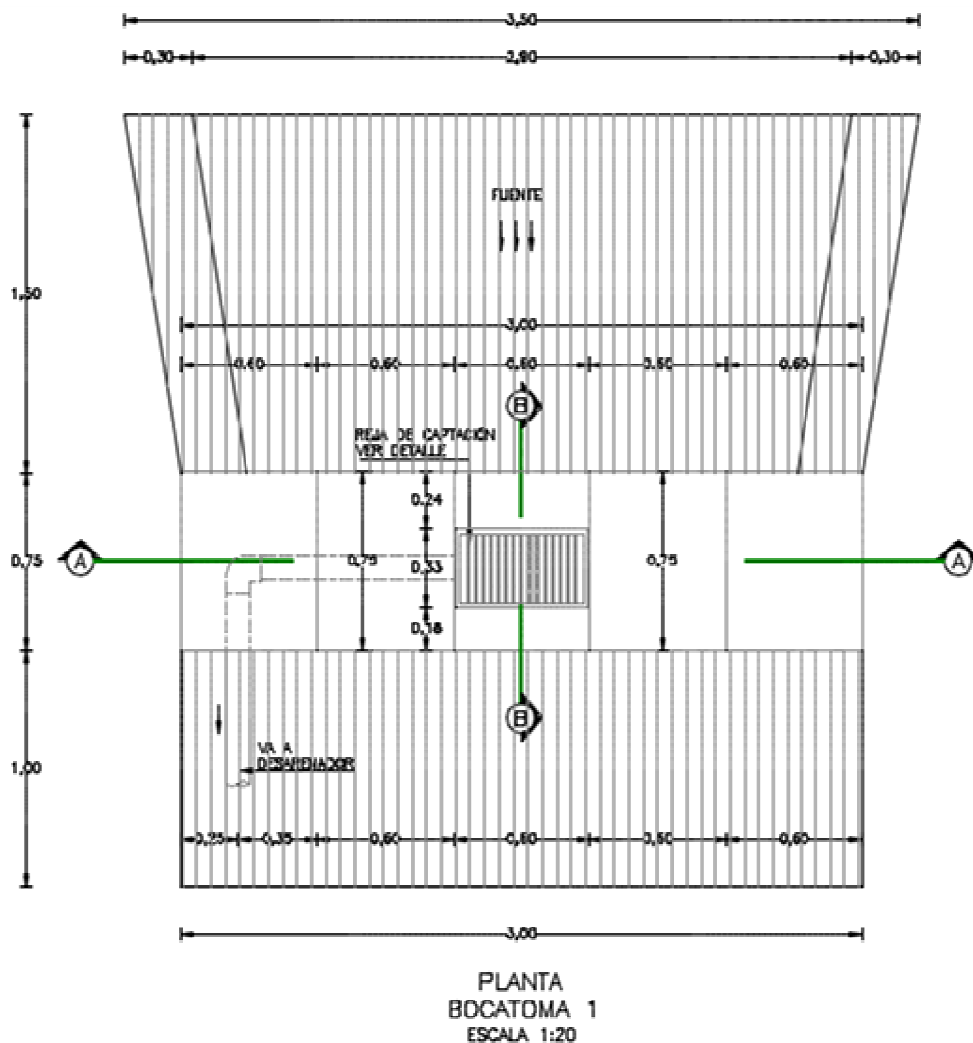
Para la evaluación del vertedero de crecida se tuvo en cuenta el caudal de diseño de las estructuras, en este caso los cálculos se realizaron con el caudal concesionado por la autoridad ambiental para la fuente La Berrionda, el caudal medio y el caudal de creciente de la quebrada, obtenidos del estudio hidrológico mostrado en el Anexo 4.


El caudal de crecientes evaluado corresponde a un periodo de retorno de 25 años, que para la fuente analizada tiene un valor de 163 l/s. Teniendo en cuenta lo anterior y las características físicas e hidráulicas de la infraestructura existente, se obtiene el caudal de crecidas que pasará por el vertedero y con esto una lámina de agua sobre éste de 0,09 m. De acuerdo con lo anterior, se concluye que el vertedero de crecida tiene por dimensiones $L = 3\text{m}$, $h = 0,09\text{m}$; con una capacidad de 151L/s; lo cual indica que si el caudal que transporta la quebrada llegara a superar éste valor, simplemente se desbordará por encima de la estructura de captación. Ver Anexo 8.1.1

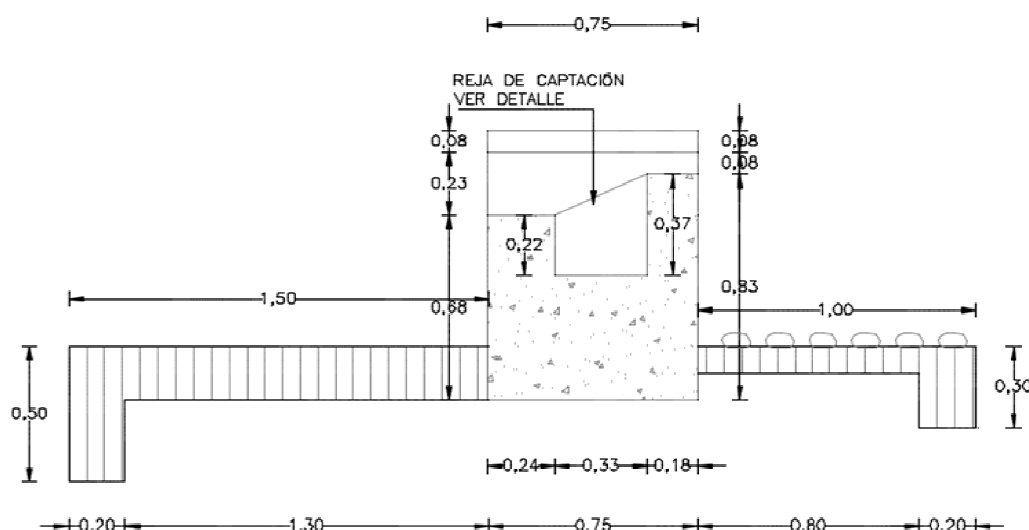
Los diseños estructurales de las obras de optimización de la estructura se presentan en el Anexo 11 y en el plano CAG_CES_DIS_ABT_2.dwg



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y DISEÑO			 <p>CONHYDRA S.A. E.S.P. GESTORES DE SERVICIOS PÚBLICOS</p>
	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			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia		
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1



SECCIÓN B-B
BOCATOMA DE FONDO
ESCALA 1:20

Figura 3. Optimizaciones proyectadas en bocatoma La Berrionda

Bocatoma La Berrionda

Para prolongar la vida útil de la estructura de captación se realizará un tratamiento superficial de impermeabilización, reparación de grietas y fisuras. También se colocarán disipadores de energía cerca de la base de la estructura para evitar el lavado del lecho de la quebrada y el deterioro del concreto en su base por medio de una losa en concreto la cual tendrá piedra incrustada de diámetros entre 4" y 6" recolectadas del mismo lecho de la quebrada las cuales harán las veces de disipadores de energía y protegerán el lecho de ser socavado por la corriente.

La estructura cuenta con un vertedero de crecidas pero para lograr optimizar esta estructura es necesario adjuntar a este un par de aletas con llaves de anclaje que le darán mayor estabilidad y así evitar su volcamiento en caso de avenidas torrenciales fuertes en la quebrada, además lograrán un encauce más eficiente del agua que llega a la estructura; así mismo se deberá realizar una limpieza del lugar para lograr un buen represamiento del agua. Estas aletas serán reforzadas y



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

tendrán unas dimensiones de 1,5 m de largo, 0,30 m de ancho y su profundidad será igual a la de la estructura de captación 0,95 m.

Para la evaluación del vertedero de crecida se tuvo en cuenta el caudal de diseño de las estructuras, en este caso los cálculos se realizaron con el caudal concesionado por la autoridad ambiental para la fuente La Berrionda, el caudal medio y el caudal de crecida de la quebrada, obtenidos del estudio hidrológico mostrado en el Anexo 4.

El caudal de crecientes evaluado corresponde a un periodo de retorno de 25 años, que para la fuente analizada tiene un valor de 163 l/s. Teniendo en cuenta lo anterior y las características físicas e hidráulicas de la infraestructura existente, se obtiene el caudal de crecidas que pasará por el vertedero y con esto una lámina de agua sobre éste de 0,08 m. De acuerdo con lo anterior, se concluye que el vertedero de crecida tiene por dimensiones $L = 3,7\text{m}$, $h = 0,08\text{m}$; con una capacidad de $0,151\text{m}^3/\text{s}$; lo cual indica que si el caudal que transporta la quebrada llegara a superar éste valor, simplemente se desbordará por encima de la estructura de captación. Ver Anexo 8.1.2.

Los diseños estructurales de las obras de optimización de la estructura se presentan en el Anexo 11 y en el plano CAG_CES_DIS_ABT_2.dwg



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia		
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1

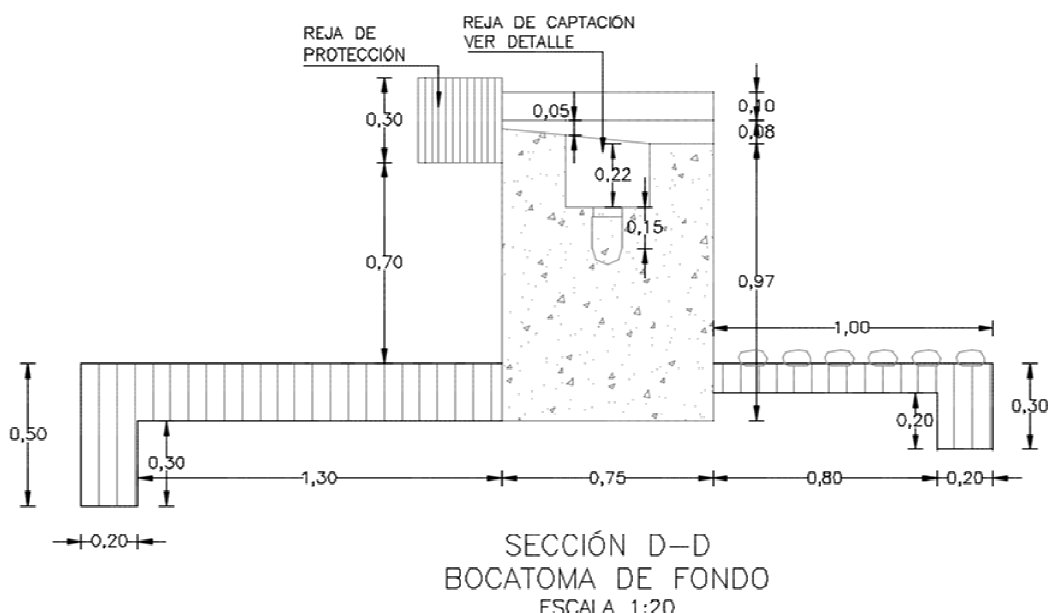


Figura 4. Optimizaciones proyectadas en bocatoma La Berriondita


7.2.1.2 Línea de aducción (bocatoma – desarenador)

Para la aducción existente se proyectan obras de optimización en dos (2) puntos debido a que se encuentran expuestos y desprotegidos; y que por un movimiento en masa puede provocar un colapsamiento en la red. Se ubicarán válvulas de corte tipo mariposa a las salidas de cada una de las bocatomas con el fin de suspender el flujo de agua para realizar actividades de mantenimiento a las estructuras de regulación.

7.2.1.3 Estructura de regulación

El sistema actual no cuenta con estructuras de regulación de caudal por lo tanto se proyecta una nueva caja de derivación construida en poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), de dimensiones 0,6 m x 0,6 m x 0,6 m. Se ubicará una caja de derivación cerca a la captación La Berrionda y otra cerca de la captación La Berriondita, ambas con las mismas características. La estructura de derivación contará con un vertedero de aforo triangular de 90 grados, una tubería de rebose del caudal excedente en PVC de Ø 4", dos tuberías de desagüe Ø 2" y las



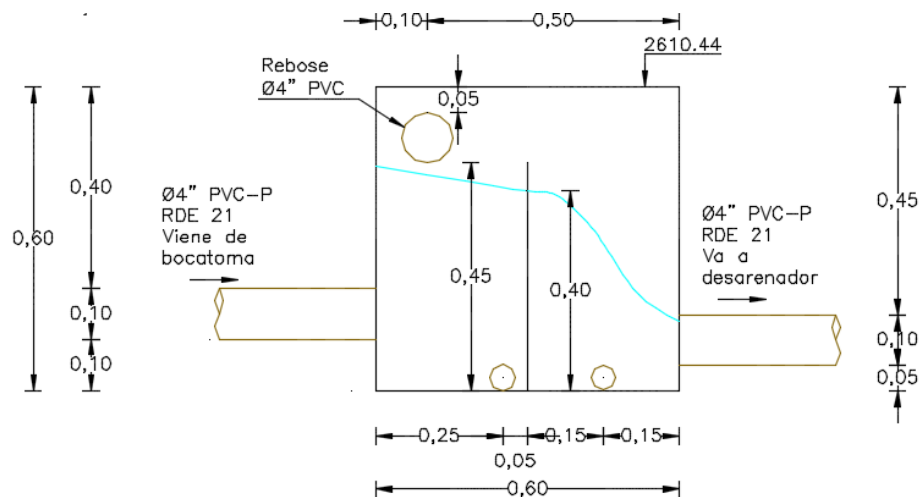
	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y DISEÑO		
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del Departamento de Antioquia		
	Corregimiento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



tuberías de entrada y salida en PVC-P Ø 4". La caja se instalará sobre una capa de solado y para su protección estará recubierta con material de préstamo.


El diseño de cada estructura se realizó con el caudal concesionado para cada una de las fuentes que en este caso es de 3,39 l/s para la fuente La Berriondita y de 3,0 l/s para la fuente La Berrionda, esto con el fin de solo captar lo necesario para el sistema de acueducto y cumplir con los requerimientos de la autoridad ambiental (Corpourabá). Ver diseños hidráulicos en el Anexo 8.2

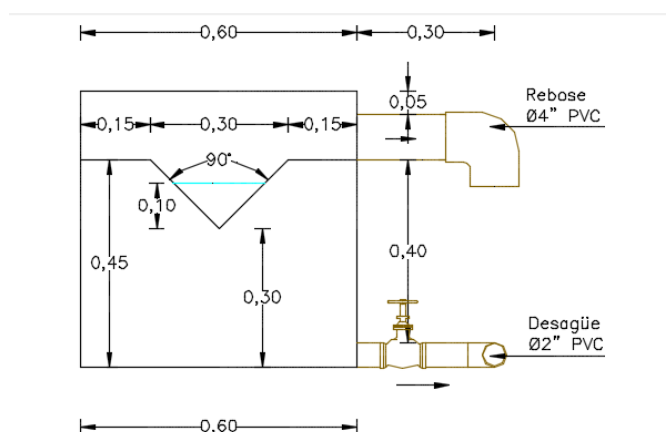
Los detalles de la estructura se pueden observar en el Plano CAG_CES_DIS_ABT_2.dwg



SECCIÓN F-F
ESTRUCTURA DE CONTROL LA BERRIONDA
ESCALA 1:12.5

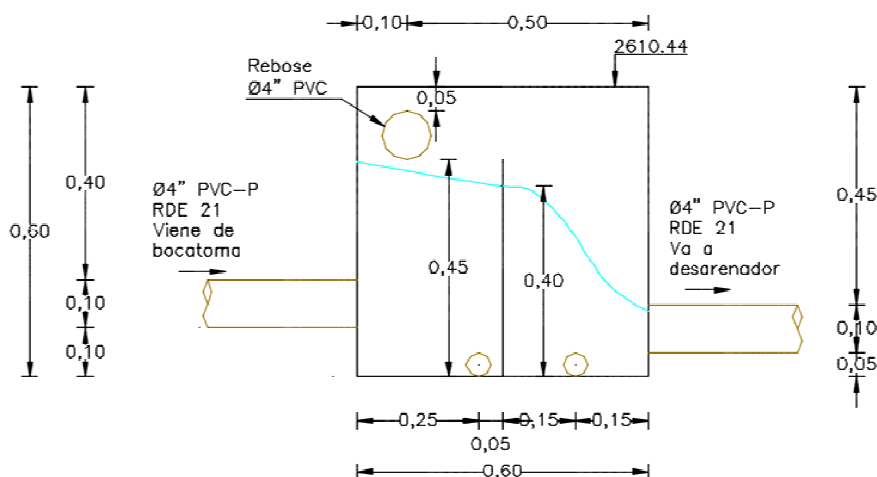


 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y DISEÑO		
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento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



SECCIÓN G-G
ESTRUCTURA DE CONTROL LA BERRIONDA
ESCALA 1:12.5

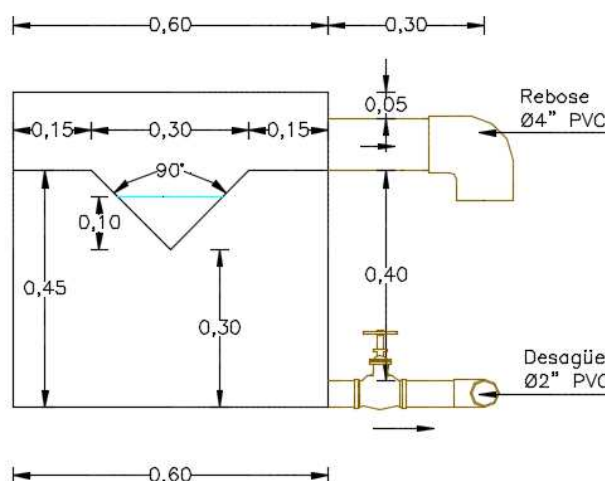
Figura 5. Estructura de regulación proyectada en PRFV (La Berrionda)



SECCIÓN E-E
ESTRUCTURA DE CONTROL LA BERRIONDITA
ESCALA 1:12.5



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia		
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1



SECCIÓN E-E
ESTRUCTURA DE CONTROL LA BERRIONDITA
ESCALA 1:12,5


Figura 6. Estructura de regulación proyectada en PRFV (La Berriondita)

7.2.1.4 Desarenador

Según los resultados obtenidos de la evaluación hidráulica realizada en la fase de diagnóstico al desarenador actual este no tiene la capacidad suficiente para suplir las necesidades actuales, por lo tanto se diseña una unidad nueva de desarenación la cual estará ubicada en el mismo sitio donde está ubicado el desarenador actual.

Esta unidad se proyecta en material Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV), con una zona útil de dimensiones 0,70 m de ancho, 2,80 m de largo y 1 m de profundidad; y una tolva de almacenamiento de lodos de 0,40 m de altura con una pendiente máxima del 5%, también contará con una cámara de entrada de 0,70 m de ancho, 0,50 m de largo y 0,60 m de profundidad, esta cámara contiene un vertedero y también contará con 24 orificios de Ø 1½", los cuales se distribuirán de manera uniforme en el fondo y en la pared de ésta, que cumplirán la función de disipar la energía cuando el caudal entre al desarenador.



 <p>Fondo Adaptación Trabajemos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia		
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1

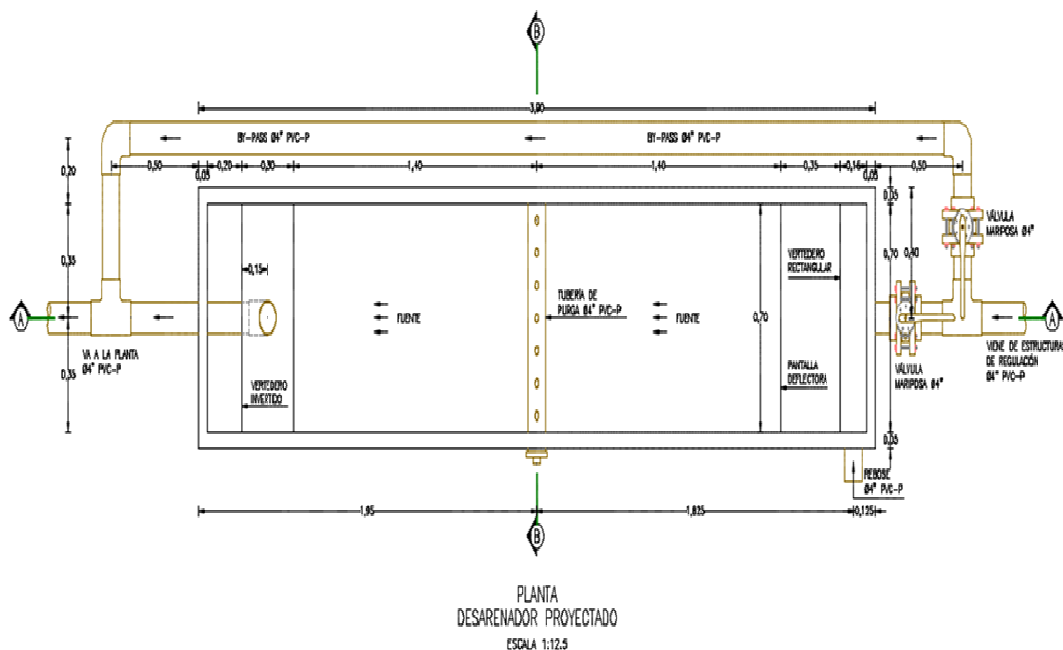



En la salida del desarenador se tendrá un vertedero invertido, éste será rectangular sin contracciones y tendrá una altura de 0,15 m y un ancho de 0,7 m. El fondo de la caja de salida tendrá el mismo ancho del tanque (0,7 m) y un ancho de 0,20 m, en donde se ubicará una tubería en PVC-P de Ø 6" que conectará con la tubería existente de la conducción de agua cruda.

Todos los módulos que componen el desarenador también son proyectados en material PRFV.

Al desarenador también se le instalará una tubería de paso directo (By-Pass) PVC-P de Ø4", que desviará el caudal que llega de la caja de derivación hacia la conducción de aguas crudas (PVC-P Ø 4"), en caso de que sea necesario sacarlo de servicio o para su mantenimiento. Para el correcto funcionamiento del paso directo se colocarán válvulas de mariposa de 4 pulgadas de diámetro a la entrada del tanque y a la entrada del by-pass. Ver diseño hidráulico del desarenador en el Anexo 8.3

El plano y los detalles completos se pueden encontrar en el Plano CAG_CES_DIS_ABT_3.dwg



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia		
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1

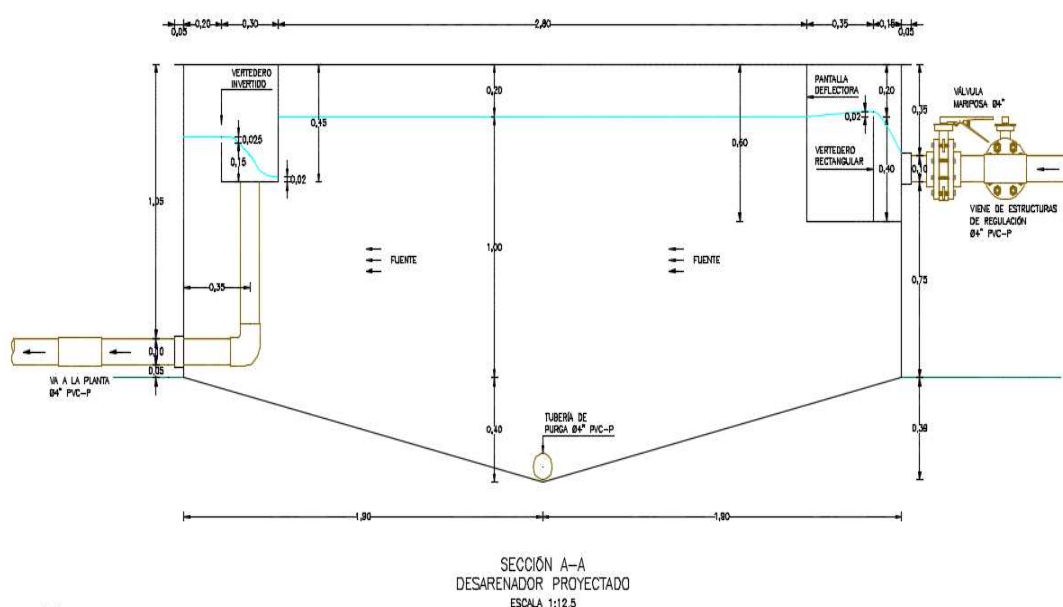



Figura 7. Desarenador proyectado en PRFV

7.2.1.5 Línea de conducción de agua cruda (Desarenador – Planta)

La línea de conducción de agua cruda presenta aproximadamente veinte (20) puntos críticos (Ver tabla 18 y Anexo 9) en los cuales según el estudio geotécnico se debe realizar las siguientes actividades de mitigación:

- Para controlar la erosión en cárcavas el método más efectivo es la vegetación con estructuras que favorezcan su crecimiento. Puede ser necesario usar métodos mecánicos, mallas, yute, fique, piedra o madera para controlar provisionalmente la erosión mientras se establece la vegetación. Generalmente, se emplea una combinación de árboles de raíz profunda con pastos y hierbas. Adicionalmente, debe controlarse las aguas mediante zanjas y canales.
- Se deben construir bermas intermedias en los sitios de cambio de pendiente y/o en taludes de alturas prolongadas que garanticen un factor de seguridad adecuado contra deslizamiento proporcionando estabilidad de las obras a proteger.




 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

- Se requiere proteger el talud con mantos o vegetación. La vegetación cumple dos funciones principales: en primer lugar tiende a determinar el contenido de agua en la superficie y además da consistencia por el entramado mecánico de sus raíces. Las raíces refuerzan la estructura del suelo y pueden actuar como anclajes en las discontinuidades.
- Para tener un mayor factor de seguridad en las obras de mitigación, se recomienda emplear agromantos, los cuales están conformados por fibras sintéticas naturales, degradables y resistentes a los químicos que habitan en el ambiente natural del suelo. Se emplean donde la vegetación, por sí sola, provee suficiente protección contra la erosión. Los mantos que se emplean para estos casos tienen las propiedades necesarias para reforzar la vegetación y proteger el suelo, bajo las condiciones naturales del sitio.
- El problema se enfoca en la falta de apoyo de la estructura de la conducción, y debido al problema de inestabilidad geomorfológica y geotécnica de algunos de los sectores, se plantea como posible solución, la construcción de un viaducto (para longitudes muy extensas) y apoyos con pedestales anclados a la roca o suelos muy densos, rígidos o roca blanda (para longitudes cortas y zonas de afloramiento rocoso).

Tabla 18. Ubicación puntos críticos en línea de conducción de aguas crudas.

UBICACIÓN PUNTOS CRÍTICOS CONDUCCIÓN AGUAS CRUDAS	
PUNTO	ABSCISA (m)
PC1	k0+167.59
PC2	k0+504.60
PC3	k0+696.98
PC4	k1+184.17
PC5	k1+621.00
PC6	k2+264.94
PC7	k2+517.94
PC8	k2+531.28
PC9	k2+564.77



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia		
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1



UBICACIÓN PUNTOS CRÍTICOS CONDUCCIÓN AGUAS CRUDAS	
PUNTO	ABSCISA (m)
PC10	k3+985.20
PC11	k4+268.64
PC12	k4+382.33
PC13	k6+150.39
PC14	k7+387.38
PC15	k7+926.68
PC16	k8+59.18
PC17	k8+266.06
PC18	k9+246.68

CRUCE AEREO DE TUBERIA

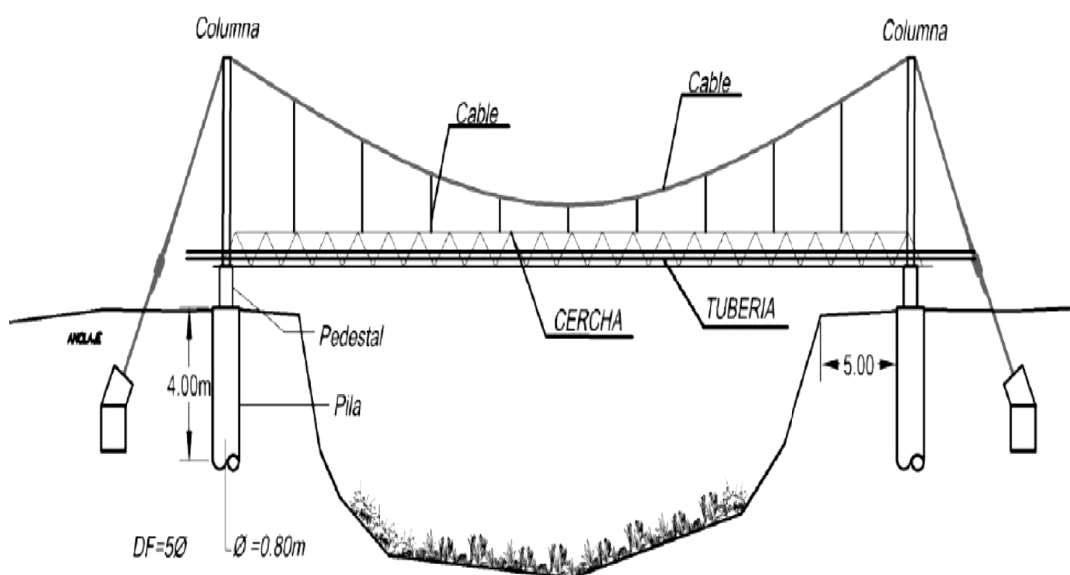


Figura 8. Detalle de viaducto para longitudes extensas.



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia		
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1

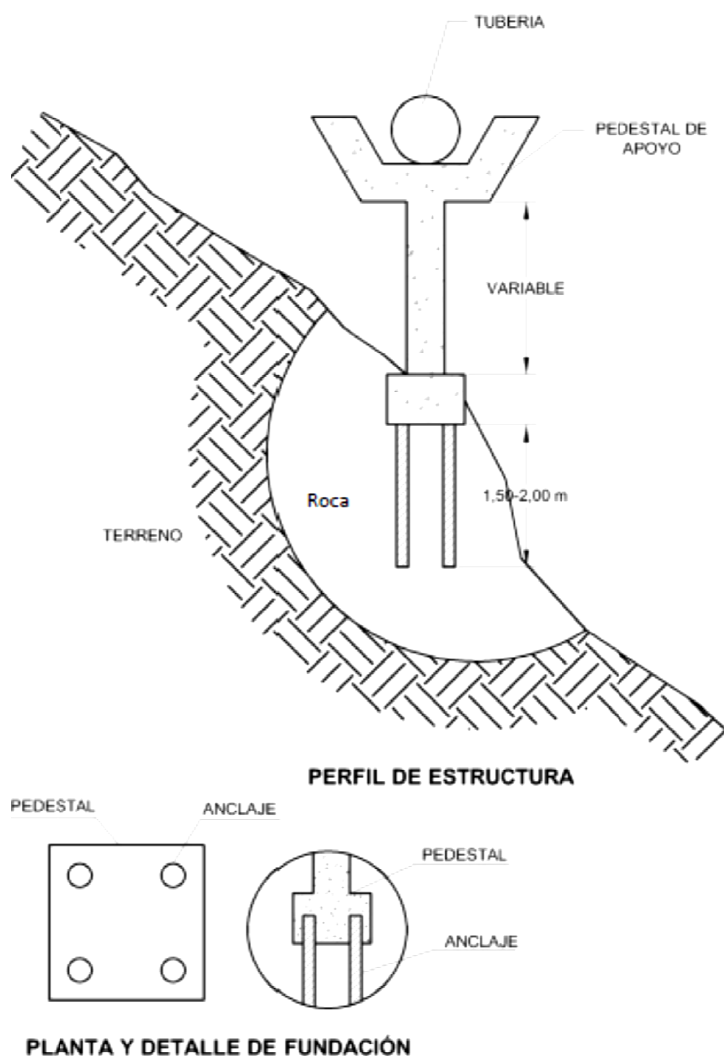


Figura 9. Detalle de apoyos con pedestales anclados a roca para longitudes cortas y zonas de afloramiento rocoso

El estudio geotécnico completo se encuentra en el Anexo 10.



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

8. DISEÑOS ESTRUCTURALES

Los diseños estructurales para este sistema corresponden a la construcción de aletas con llaves de anclaje en concreto reforzado, losa de piso aguas arriba y aguas abajo debidamente ancladas a través de vigas para cada una de las estructuras de captación, viaductos y apoyos para el sostenimiento de la tubería de conducción de aguas crudas.

Las memorias de cálculo de las respectivas obras de optimización se pueden encontrar en el Anexo 11 y los esquemas estructurales en los planos CAG_CES_DIS_ABT_2.dwg y CAG_CES_DIS_ABT_6



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestital - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

9. ESTUDIOS AMBIENTALES

En el alcance del proyecto los estudios ambientales necesarios para llevar a cabo los diseños elaborados fue la concesión de aguas superficiales, la cual se encuentra consignada en la Resolución N° 03-02-01-000247 por la cual se otorga una concesión de aguas superficiales y se adoptan otras disposiciones, con una vigencia de 25 años (hasta el año 2029) y firmada en Apartadó el día 02 de marzo de 2004 por la Corporación Autónoma Regional CORPOURABÁ. Actualmente esta concesión está expedida a nombre del municipio de Cañasgordas, se recomienda que se hagan los debidos trámites para que ésta quede a nombre de la Junta de Administradora del Acueducto Multiveredal.



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia		
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1



10. ESTUDIOS PEDIALES

Por medio de la oficina de catastro municipal se obtiene el plano predial del corregimiento Cestillal en el cual se pueden observar los predios (con su respectivo código catastral) en donde se encuentran ubicadas las estructuras de captación, el desarenador, las líneas de aducción y conducción de agua cruda y la Planta de potabilización del sistema de acueducto multiveredal. El plano predial completo se encuentra en CAG_CES_DIS_ABT_5

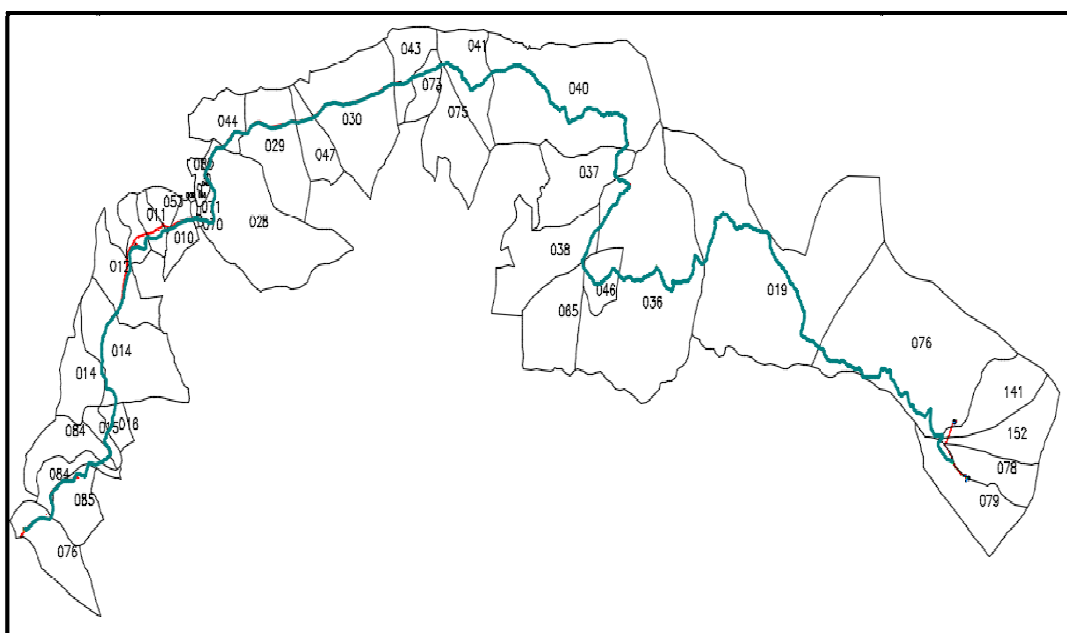




Figura 10. Predios Sistema de Acueducto Corregimiento Cestillal



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestital - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

11. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

11.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN

Las especificaciones técnicas generales de construcción para las obras del proyecto serán las “Normas y Especificaciones Generales de Construcción en Redes de Servicios”, tomo 1, de las Empresas Públicas de Medellín (EPM), del cual se tomarán los siguientes capítulos:

Capítulo 1: Actividades preliminares.

Capítulo 2: Excavaciones y llenos estructurales.

Capítulo 4: Obras varias.

Capítulo 5: Fabricación y utilización de concretos.

Capítulo 7: Redes de distribución, acometidas y conducciones de acueducto.

Los capítulos mencionados anteriormente se presentan en el Anexo 12.

11.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE CONSTRUCCIÓN

Las especificaciones particulares de los elementos necesarios para llevar a cabo el proyecto se presentan en el Anexo 12.1.



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

12. COSTOS Y PRESUPUESTOS

Una vez definidas las medidas de optimización de la infraestructura existente; así como las obras nuevas para los componentes del sistema de acueducto multiveredal La Berrionda del Corregimiento de Cestillal, del Municipio de Cañasgordas - Antioquia, se indica a continuación el resumen de costos de estas obras. El presupuesto completo de las obras de optimización se puede ver en el Anexo 13.

Tabla 19. Resumen de costos

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO DIRECTO (Obra civil e inst.)
A	BOCATOMA LA BERRIONDA	\$7.956.000
B	BOCATOMA LA BERRIONDITA	\$8.175.596
C	ESTRUCTURA DE REGULACION	\$3.450.270
D	DESARENADOR	\$13.140.210
E	LÍNEA DE CONDUCCIÓN AGUAS CRUDAS	\$353.057.888
	Subtotal costos directos obra civil e inst.	\$385.779.964
	A (obra civil e instalación) 30%	\$ 115.733.989
	I (obra civil e instalación) 2%	\$ 7.715.599
	U (obra civil e instalación) 5%	\$ 19.288.998
	TOTAL COSTO DEL PROYECTO	\$528.518.550



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

13. CRONOGRAMA DE OBRA

Para la ejecución del proyecto la consultoría estima una duración de cinco (5) meses, en el Anexo 14 se presenta el cronograma de ejecución de obra con las actividades más relevantes.




	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Según lo retomado en el capítulo 3.3.1, el corregimiento cuenta con concesión de agua de 6,39 L/s hasta el año 2029, después de analizar la demanda de caudales actual y futura se concluye que la concesión cumple con el caudal requerido hasta el horizonte del proyecto, pero la junta administradora debe realizar los trámites de ampliación hasta el año 2039.
- Después de estudiar los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico realizado en laboratorio y según el decreto 1594 de 1984, se concluye que el agua de la quebrada La Berriondita debe tener un tratamiento convencional, ya que ésta es de uso humano y doméstico.
- Según los resultados obtenidos de los chequeos mostrados en el anexo 1, las bocatomas cumplen con la capacidad requerida de captación, según el nivel de complejidad del proyecto, pero estas estructuras requieren obras de optimización como son las cajas de derivación para cumplir con el requerimiento de la autoridad ambiental (CORPOURABA), que cumplen la función de regular el caudal que ha sido concesionado, ya que actualmente se está captando un caudal mayor a este. Por otro lado estas estructuras requieren obras de impermeabilización que repontencialicen la estructura y alarguen su vida útil, adicional a esto se requieren obras de optimización como son cambio de rejilla e instalación de sistema de purga.
- De acuerdo con el análisis realizado, el desarenador existente no cumple para las condiciones exigidas por el RAS 2000 A.11.2.4. La consultoría del proyecto propone el diseño y construcción de una nueva estructura de desarenación, que cumpla con las demandas actuales y futuras del sistema e incluya sistemas hidráulicos que permitan un adecuado funcionamiento.
- Según los chequeos realizados a los caudales del numeral 4.2.4 y la Tabla 13, se determina que para todos los caudales (actual, aforado y futuro) no se cumple el parámetro de Tiempo de retención hidráulica (a) ya que según el RAS 2000 debe ser mayor a 20 minutos, tampoco cumplen con el parámetro del número de Reynolds (Re) para un flujo en transición que debe ser menor de 4 y los resultados mostraron un valor mayor. Por otro lado todos los caudales chequeados cumplieron con los parámetros de Velocidad Horizontal (Vh), que según RAS 2000 debe ser menor a 0.25 m/s





	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

y la relación entre la velocidad horizontal y la velocidad de asentamiento vertical (R_v) que debe ser inferior a 20.



- Para la línea de aducción desde las bocatomas hasta el desarenador, se requiere instalación de válvulas de control que permitan la interrupción de flujo para labores de mantenimiento y limpieza en las estructuras, así mismo la instalación de válvulas de purga para la limpieza de la tubería.
- Para la línea de conducción las obras de optimización propuestas son la reposición de tubería en aquellos tramos en que esté en mal estado y realizar obras de protección para las tuberías que se encuentran en los puntos críticos que fueron identificados en la etapa de diagnóstico.
- Se debe realizar la calibración del equipo de macromedición y realizar lecturas diarias que permitan llevar un control del agua producida del sistema de acueducto del corregimiento.
- Según la visita de campo al corregimiento Cestillal, se identificó que algunos micromedidores se encuentran en mal estado y en algunos casos, los usuarios desvían el flujo para evitar la lectura real del consumo en las viviendas, por lo que se requiere que la junta administradora, adelante la reposición y reconexión de micromedidores, con el fin de contabilizar el agua demandada por los usuarios y así realizar un balance entre el agua producida y el agua facturada, para conocer las pérdidas en el sistema y cumplir así con los requerimientos de la resolución 2320 del 2009.
- Se requiere que la junta administradora realice la reparación de los daños en la red, con el fin de reducir las pérdidas físicas del sistema y realizar inspecciones para eliminar las conexiones fraudulentas.
- Teniendo en cuenta los análisis obtenidos del estudio geológico realizado por el especialista, se concluye que la zona de estudio tiene una amenaza sísmica alta y una amenaza por movimientos en masa intermedia. Se tiene además, que en las zonas desestabilizadas a causa de los movimientos en masa, y que permanecen sin vegetación, haciéndolas más susceptibles a la formación de cárcavas, que siguen afectando el sistema de conducción, se recomienda la realización de un tratamiento con cal para estimular el crecimiento de vegetación protectora.



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

- No hay en zonas cercanas alternativas viables diferentes al bombeo, para surtir de agua la zona desde el fondo de la quebrada ya que por su diferencia de cota se hace inviable.
- Teniendo en cuenta los análisis obtenidos del estudio hidrológico se concluye que con relación al caudal ecológico, es necesario que se diseñe una estructura de control en bocatoma, de tal manera que se mantenga como mínimo en el cauce un caudal de 59 litros/s. Dicha estructura puede ser de tipo vertedero o de compuerta. Es importante instalar estación de medición de caudales, limnómetro o limnógrafo, aguas arriba de la bocatoma.
- Por otro lado existe un riesgo potencial por desabastecimiento de agua entre cada cinco a siete años, por lo que deberán tomarse medidas y acciones de recuperación de cuencas y de ahorro y uso eficiente del agua.
- Se recomienda para el diseño de obras hidráulicas en bocatoma y análisis de riesgo hidroclimático de caudales extremos, utilizar el caudal con periodo de retorno de 100 años, esto es $5.284 \text{ m}^3/\text{s}$, que equivale a un 87% más del caudal medio multianual de $0.654 \text{ m}^3/\text{s}$.
- De acuerdo con las afectaciones observadas en la fase de diagnóstico y teniendo en cuenta las opciones planteadas en la fase de alternativas se realizarán obras de optimización en las dos captaciones entre las que comprende impermeabilización de toda la estructura, protección del lecho de la quebrada por medio de losas de concreto aguas arriba y aguas debajo de la bocatoma, disipadores de energía y estabilidad de la estructura por medio de aletas con llaves de anclaje reforzadas.
- Según lo observado en la fase de diagnóstico y lo planteado en la fase de alternativas, la línea de aducción (desde la bocatoma hacia el desarenador) no tiene ningún sistema de control y aforo de caudal por lo tanto se diseña una estructura de regulación para cada una de las captaciones, en material PRFV (ambas estructuras de características iguales) que contendrán un vertedero triangular para aforos y conectarán directamente con la unidad de desarenación.



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

- Para la línea de aducción desde las bocatomas hasta el desarenador, se requiere instalación de válvulas de control que permitan la interrupción de flujo para labores de mantenimiento y limpieza en las estructuras.
- De acuerdo con el análisis realizado, el desarenador existente no cumple para las condiciones exigidas por el RAS 2000 A.11.2.4. La consultoría del proyecto propone el diseño y construcción de una nueva estructura de desarenación en material PRFV, tendrá la capacidad de tratar 5 L/s cumpliendo con las demandas actuales y futuras del sistema e incluirá sistemas hidráulicos que permitan un adecuado funcionamiento.
- En general observando los puntos identificados en el recorrido de la conducción de agua cruda (Desarenador –PP) se concluye que muchos de los proceso de afectación de las estructuras de conducción se han generado en zonas de vertiente, en discontinuidades, en puntos de contacto litológico y suelo residual, como también se ha observado una caracterización de flujos de escombros y de lodos, en combinación por la denudación del terreno que ocasiona que la línea de conducción de acueducto pierda soporte en las estructuras de apoyo inicial ocasionando desplomes y pérdida del lineamiento de la red.
- A través de la construcción de estructuras en viaducto, pendientes combinadas acompañadas de un efectivo sistema de evacuación de aguas, una correcta revegetación, se minimizaría la continuidad de los procesos erosivos.
- Al enfocar el problema en la falta de apoyo de la estructura de la conducción, y debido al problema de inestabilidad geomorfológica y geotécnica de algunos de los sectores, se plantea como posible solución, la construcción de un viaducto (para longitudes muy extensas) y apoyos con pedestales anclados a la roca o suelos muy densos, rígidos o roca blanda (para longitudes cortas y zonas de afloramiento rocoso).
- Para la ejecución del proyecto la consultoría estima una duración de cinco (5) meses, y se presenta un cronograma de ejecución de obra con las actividades más relevantes.



	INFORME DE DIAGNÓSTICO, ALTERNATIVAS Y 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 de Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

15. BIBLIOGRAFÍA

Gobernación de Antioquia, Corpourabá, Municipio de Cañasgordas. Plan Básico de Ordenamiento Territorial. Cañasgordas, Antioquia. 2010.

Acueductos y Alcantarillados Sostenibles S.A ESP. Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado, Cañasgordas, Antioquia. 2007

URREGO USUGA, Aicardo Antonio. Plan de Desarrollo Municipal 2012-2015, Cañasgordas, Antioquia. 2012

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 Desarrollo Económico, Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, Santafé de Bogotá D.C, Colombia. 2000

