



**EVALUACION, DIAGNÓSTICO Y DISEÑO DEFINITIVO DEL PLAN
MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y
PLUVIAL**

**DE LA CABECERA CANTONAL DE GUAMOTE,
PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE AGUA POTABLE



**ING. MARCO GUTIERREZ MALDONADO
CONSULTOR**



Contenido

1.	ANTECEDENTES	6
2.	ALCANCE DEL ESTUDIO.....	6
3.	EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS EXISTENTES	7
3.1	Fuentes de Abastecimiento de Agua Actualmente utilizadas	7
3.2	Estructuras de Captación y de Pre Tratamiento	9
3.3	Líneas de Conducción.....	14
3.4	Plantas de Tratamiento.....	16
3.5	Reservas	17
3.6	Red de Distribución	18
4.	ÁREA DEL ESTUDIO.-	21
4.1	Localización Geográfica	21
4.2	Superficie y Densidad Área Poblada	22
4.3	Población	22
4.4	Nivel General de Actividades Económicas	22
4.5	Consumo, Cobertura, Calidad Servicios, Tarifas Sistema Agua Potable. ...	22
4.6	Situación Sanitaria y Hábitos Higiénicos.	23
4.7	Características Ambientales.....	23
4.8	Climatología de la Zona.....	24
4.9	Topografía General de la Zona	24
4.10	Riesgos Naturales	24
4.11	Sistemas de Drenaje.....	24
4.12	Agua potable	24
4.13	Energía eléctrica	25
4.14	Centros de Salud pública	25
4.15	Centros de educación	26
4.16	Medios de comunicación y transporte.	26
5	FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.-	27
5.1	Alternativa 1:	27
5.2	Alternativa 2	27
5.3	Alternativa 3	28
5.4	Comparación y selección de alternativas.....	28
6	BASES Y PARÁMETROS DE DISEÑO	31
6.1	Periodo de diseño.....	31
6.2	Población existente y proyectada.....	32

6.3	Área tributaria y densidades	36
6.4	Dotaciones y Oferta Demanda.....	36
6.5	Volumen de reserva existente	42
6.6	Proyección de Conexiones domiciliarias de las Redes Alta y Baja.....	42
6.7	Caudales de diseño de estructuras	43
7	DISEÑOS HIDRAULICOS	44
7.1	Captaciones.....	44
7.2	Línea de Conducción	46
7.3	Planta de Tratamiento Nueva.....	51
7.4	Red de Distribución	57
7.5	Válvulas	60
7.6	Hidrantes y Bocas de fuego	60
7.7	Conexiones Domiciliarias.....	60
8	PRESUPUESTO	60
9	EJECUCIÓN DEL PROYECTO	60
9.1	Equipo mínimo	60
9.2	Plazo de ejecución y cronograma	61
10	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61

LISTA DE TABLAS

TABLA N° 1.- RESUMEN DE LAS FUENTES DE AGUA EXISTENTES -----	9
TABLA N° 2.- TANQUES DE RESERVA EXISTENTES -----	18
TABLA N° 3.- CUADRO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS-----	30
TABLA N° 4.- VIDA ÚTIL DE LAS ESTRUCTURAS DE AGUA POTABLE -----	32
TABLA N° 5.- INFORMACION HISTORICA DE LOS CENSOS -----	33
TABLA N° 6.- PROYECCION DE LA POBALCIÓN CANTON GUAMOTE -----	33
TABLA N° 7.- RESUMEN TASA DE CRECIMIENTO CANTON GUAMOTE -----	34
TABLA N° 8.- PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN EN BASE A LA CURVA -----	35
TABLA N° 9.- POBLACION URBANA DE GUAMOTE -----	35
TABLA N° 10.- POBLACION AJUSTADA CON LA FLOTANTE -----	35
TABLA N° 11.- AREA TRIBUTARIA Y DENSIDAD -----	36
TABLA N° 12.- DOTACIÓN BRUTA-----	36
TABLA N° 13.- OFERTA Y DEMANDA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE -----	37
TABLA N° 14.- OFERTA Y DEMANDA UNIDADES DE CAPTACIÓN Y RESERVA ALTA -----	38
TABLA N° 15.- OFERTA Y DEMANDA UNIDADES DE CAPTACION Y RESERVA BAJA -----	39
TABLA N° 16.- CAUDALES DE LAS REDES BAJA Y ALTA -----	40
TABLA N° 17.- OFERTA DE AGUA CRUDA -----	41
TABLA N° 18.- DETALLE DE TANQUES EXISTENTES -----	42
TABLA N° 19.- TOTAL DE USUARIOS AÑO 2041 -----	42
TABLA N° 20.- CAUDALES DE LOS ELEMENTOS-----	43
TABLA N° 21.- RESUMEN DE CAUDALES DE DISEÑO Y VOLUMEN DE RESERVA -----	44
TABLA N° 22.- UBICACION DE VÁLVULAS DE AIRE -----	46
TABLA N° 23.- DIÁMETROS DE VÁLVULAS DE DESAGUE -----	47
TABLA N° 24.- UBICACIÓN DE VÁLVULAS DE DESAGUE -----	47
TABLA N° 25.- UBICACIÓN DE PASOS DE QUEBRADA-----	47
TABLA N° 26.- UBICACIÓN DE TANQUES ROMPE PRESIÓN-----	48
TABLA N° 27.- ANCLAJES Y VOLUMENES DE HORMIGÓN CICLOPEO-----	51
TABLA N° 28.- ANALISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUA CRUDA -----	52
TABLA N° 29.- FORMULA DE PERDIDAS DE CARGA PARA TUBERIAS -----	57
TABLA N° 30.- COEFICIENTES DE RUGOSIDAD-----	57
TABLA N° 31.- ZONA DE CAVITACIÓN DE VÁLVULA REDUCTORA DE PRESION -----	59
TABLA N° 32.- CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES-----	61

LISTA DE FIGURAS

FIGURA N° 1.- PLANO DE UBICACION GEOGRÁFICA GUAMOTE	21
FIGURA N° 2.- CURVA DE PROYECCION CANTON GUAMOTE.....	34
FIGURA N° 3.- CURVAS DE OFERTA Y DEMANDA.....	41
FIGURA N° 4.- PERFIL DE LA CONDUCCIÓN NUEVA CACHAZA	49
FIGURA N° 5.- VISTA GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.....	54
FIGURA N° 6.- VISTA EN CORTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.....	54
FIGURA N° 7.- DETALLE DEL SEDIMENTADOR DE ALTA TASA.....	54
FIGURA N° 8.- DETALLE DEL DOSIFICADOR DE CLORO GAS	55
FIGURA N° 9.- TABLEROS DE CONTROL.....	55
FIGURA N° 10.- PLANO DE UBICACIÓN DE CAPTACIONES CONDUCCION Y PLANTA	56

LISTA DE FOTOS

FOTOS N° 1 CAPTACIÓN SANTA ROSA.....	10
FOTOS N° 2 TANQUE DE UNIÓN DE CAUDALES SANTA ROSA	10
FOTOS N° 3 DESARENADOR CAPTACIÓN MATIPANGA.....	11
FOTOS N° 4 ALIVIADERO CAPTACIÓN MATIPANGA.....	11
FOTOS N° 5 VERTEDERO CAPTACIÓN MATIPANGA	11
FOTOS N° 6 CERRAMIENTO CAPTACIÓN CHIPO CHICO	12
FOTOS N° 7 CAPTACIÓN CHIPO CHICO	12
FOTOS N° 8 CAPTACION AMBATO POGIO	13
FOTOS N° 9 CERRAMIENTO CAPTACIÓN AMBATO POGIO	13
FOTOS N° 10 INGRESO DE CAUDALES DE SANTAS ROSA AL FILTRO.....	16
FOTOS N° 11 INGRESO DE CAUDALES MATIPANGA AL FILTRO.....	16
FOTOS N° 12 INGRESO DE CAUDALES AMBATO POGIO Y CHIPO CHICO AL TANQUE.....	17

EVALUACIÓN, DIAGNÓSTICO Y DISEÑO DEFINITIVO DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DE LA CABECERA CANTONAL DE GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

1. ANTECEDENTES

El Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Guamote GADMCG, en su calidad de Gobierno Local, preocupado siempre por las difíciles condiciones de salubridad en que viven los conciudadanos del área rural y en especial del centro poblado de la parroquia de este cantón, ha gestionado recursos para cumplir con lo constante en el Art.264 de la Constitución, en lo que tiene que ver a la competencia de prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

La zona urbana de Guamote, será en donde enfocaremos estos estudios, en vista que en los últimos tiempos ha sido escenario de múltiples problemas de salud derivados especialmente de la deficiencia de los servicios básicos, que han incidido en la salud de sus habitantes, especialmente la niñez.

Guamote es un cantón de la Provincia de Chimborazo en el Ecuador, se sitúa en una altitud promedio de 3059.96 msnm, la temperatura media es de 12 °C; su cabecera cantonal Guamote se encuentra a una distancia de 45 kilómetros de Riobamba, en la vía Riobamba-Cuenca; situado en las coordenadas geográficas 9786299.91N- 54905.38 E.

El GADMCG ha dado un impulso en la solución de los problemas de los sistemas actual de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial, habiendo emprendido en una serie de estudios y obras que contribuyan a mejorar su situación de salud.

Los problemas se refieren, entre otras cosas, con el colapso de los sistemas en toda la el área urbana de Guamote, mala calidad del agua para consumo, descargas directas de aguas servidas a los ríos Chipo y Guamote, plantas de tratamiento abandonadas y colapsadas por la falta de operación y mantenimiento; esto sumado a la falta de un catastro veraz de los sistemas y a la vejez de varios de sus componentes que inclusive han completado con sus años de servicio o vida útil prevista, han inducido a que las autoridades de la GADMCG hayan pensado en el proyecto de estudio y diseño del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial de la cabecera cantonal de Guamote.

2. ALCANCE DEL ESTUDIO

La realidad en que vive las poblaciones de la Provincia de Chimborazo y particularmente, la cabecera parroquial de Guamote, es difícil, considerando que es un sector urbano, carecen de buenos servicios básicos adecuados, que permitan un normal desarrollo de las familias del lugar y sobre todo un bienestar permanente para los habitantes de la misma.

Debido a la falta de calidad, cantidad, cobertura, continuidad y costos acorde a un estudio tarifario, como también conexiones sanitarias inadecuadas realizadas por los pobladores al drenaje pluvial y del pluvial al sanitario, la falta de tratamientos adecuados a las aguas servidas, se originan problemas, lo cual pone en riesgo a corto, mediano o largo plazo la salud de todos los moradores del sector urbano de Guamote.

El GADMCG, llevó adelante la complementación y ajustes acorde a la normativa vigente de estos estudios, con la participación de un equipo de profesionales en las áreas de la Ingeniería Civil, Hidráulica, Ambiental, Económica, Financiera y Social; técnicos que desarrollaron su trabajo para futuro poder contratar la construcción de las obras.

Los planes de implementación del Plan Maestro deberán constituirse una herramienta de gestión y planificación de los servicios que presta la Municipalidad.

Los programas de implementación se dividen en 2 Etapas:

Programa Primera Etapa (de inmediata ejecución).

Programa Segunda Etapa (a corto Plazo).

3. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS EXISTENTES

El equipo consultor se encargó de realizar la recopilación y análisis de toda la información existente relativa al sistema actual de agua potable de la cabecera cantonal de Guamote, partiendo de esto se realiza la siguiente descripción detallada de los diversos componentes de estos sistemas, haciendo especial énfasis en identificar cada una de las falencias que poseen los sistemas y que deben ser corregidas para rehabilitar el sistema y que se encuentre completamente operativo.

3.1 Fuentes de Abastecimiento de Agua Actualmente utilizadas

Las fuentes de abastecimiento de agua potable actualmente utilizadas son 5: para la zona Alta las Vertientes de Santa Rosa 1, Santa Rosa 2 y Matipanga ubicadas en el sector de Cachaza y para la zona baja las vertientes de Chipo Chico, Ambato Pogio; a continuación se describe las fuentes de abastecimiento de agua actualmente utilizadas, sus características son:

1.- Vertiente Santa Rosa 1 (Zona Alta)

WGS 84 UTM ZONE 17 SOUTH

9784503; 750298

Caudal lt/s estiaje	1.37
Cota m.s.n.m.	3451
Distancia Zona Servicio (m)	4850
Diferencial Nivel Fuente - Tratamiento	303.10
Calidad aparente del agua captada	Buena

2.- Vertiente Santa Rosa 2 (Zona Alta)

WGS 84 UTM ZONE 17 SOUTH	9784503; 750298 (N-E)
Caudal lt/s estiaje (oferta)	2.81
Cota m.s.n.m.	3449.53
Distancia Zona Servicio (m)	5140
Diferencial Nivel Fuente - Tratamiento	267.51
Calidad aparente del agua captada	Buena

Se obtiene el agua de infiltración y superficial.

3.- Matipanga (Zona Alta)

WGS 84 UTM ZONE 17 SOUTH	9784352; 750474 (N-E)
Caudal lt/s estiaje (oferta)	4.97
Cota terreno m.s.n.m.	3438.66
Distancia Zona Servicio (m)	4900
Diferencial Nivel Fuente - Tratamiento	303.60
Calidad aparente del agua captada	Mala calidad, exceso de color y turbiedad

4.- Fuente de agua: ChipoChico (Zona Baja)

WGS 84 UTM ZONE 17 SOUTH	9782043; 753607 (N-E)
Caudal lt/s estiaje (oferta)	2.44
Cota m.s.n.m.	3133
Distancia Zona Servicio (m)	3351.32
Diferencial Nivel Fuente – Tratamiento	9.45
Calidad aparente del agua captada	Buena

La fuente se ubica al costado del rio Chipo, la fuente es un afloramiento horizontal captada a través de una caja de recolección.

5.- Fuente de agua: Ambato Poggio (Zona Baja)

WGS 84 UTM ZONE 17 SOUTH	9781210; 753778 (N-E)
Caudal lt/s estiaje (oferta)	7.14
Cota m.s.n.m.	3139
Distancia Zona Servicio (m)	4360
Diferencial Nivel Fuente - Tratamiento	12

Calidad aparente del Agua Captada.- Buena

La fuente Matipanga se encuentra en el interior de una quebrada, siendo sus aguas captadas mediante una galería de filtración con tanque recolector y por medio de un tanque unificador de caudales se recoge las aguas producto de la escorrentía superficial.

TABLA N° 1.- RESUMEN DE LAS FUENTES DE AGUA EXISTENTES

FUENTES ACTUALES	RED	ORIGEN	COORDENADAS		COTA TERRENO	CAUDAL AFORADOS	
			N	E		04/08/2014	14/04/2016
1.- Sta. Rosa 1	Alta	Vertiente	9784503	750298	3451.12	1.37	3.50
2.- Sta. Rosa 2	Alta	Vertiente	9784503	750298	3449.53	2.81	
3.- Matipanga	Alta	Superficial	9784352	750474	3438,66	4,97	4,97
4.- Chipo Chico	Baja	Vertiente	9782043	753607	3133,00	2,44	3,5
5.- Ambato Pogio	Baja	Vertiente	9781210	753778	3139,00	7,14	9,41
						18,73	21,38

Estas fuentes de agua en estiaje suman un caudal mínimo de 18.73 l/s

3.2 Estructuras de Captación y de Pre Tratamiento

Se realizó una inspección y levantamiento topográfico de las estructuras de captación construidas, como se indican en los planos.

a) Afloramiento Santa Rosa Cachaza.

Las fuentes Santa Rosa 1 y 2 posee dos sistemas de recolección de agua empleando tanto una especie de galería de filtración con cajón recolector y un tanque que recoge la escorrentía superficial, que a su vez sirve como un unificador de caudales de la especie de galería de filtración y de la escorrentía superficial. Estas captaciones se encuentran ubicadas en las cotas: 3451.12 y 3449.53 m.s.n.m., respectivamente. Las dimensiones que posee la galería filtrante son desconocidas pero el tanque recolector tiene las dimensiones de 1.00 x 1.00 m por una profundidad de 1.80 m; y las dimensiones del tanque unificador de caudales son de: 3.00 x 1.20 m con una profundidad de 1.20 m.

En estas captaciones se deben realizar trabajos para reparar sus deficiencias como la colocación de tapas y bocas de visita, mantenimiento de paredes para esto se impermeabilizará el interior y se resanará la superficie exterior de los elementos expuestos al ambiente de las captaciones, se cambiarán los accesorios para evitar el desperdicio del recurso hídrico, con esto se estima que las captaciones existentes se rehabiliten, sean más eficaces y que se logre prolongar efectivamente la vida útil de estas estructuras.



FOTOS N° 1 CAPTACIÓN SANTA ROSA



FOTOS N° 2 TANQUE DE UNIÓN DE CAUDALES SANTA ROSA

b) Afloramiento Matipanga Cachaza.

La fuente Matipanga posee un sistema de recolección de agua empleando una toma lateral, la cual recolecta los caudales de agua que recorren la quebrada donde se encuentra ubicada, esta toma lateral dirige el agua hacia un desarenador para su posterior envío hacia la respectiva planta de tratamiento por intermedio de dos líneas de conducción. Esta captación se encuentra ubicada en las cota: 3438.66 m.s.n.m., Las dimensiones que posee esta estructura es de: 22.00 x 10.00 m y con una altura promedio de 2.00 m.

En estas captaciones se deben realizar trabajos para reparar sus deficiencias como el mejoramiento de la estructura de derivación del caudal hacia la captación, el mantenimiento de paredes para esto se impermeabilizara su superficie interior y se resanará con masilla y alisado la superficie exterior de los elementos expuestos al ambiente de la captación, se cambiaran los accesorios para evitar el desperdicio del recurso hídrico, con esto se estima que las captaciones existentes se rehabiliten, sean más eficaces y que se logre prolongar efectivamente la vida útil de estas estructuras. Fue construida hace aproximadamente 60 años. La conducción de la realiza mediante tubería PVC de 50mm y 90mm.



FOTOS N° 3 DESARENADOR CAPTACIÓN MATIPANGA



FOTOS N° 4 ALIVIADERO CAPTACIÓN MATIPANGA



FOTOS N° 5 VERTEDERO CAPTACIÓN MATIPANGA

c) Afloramiento de Chipo Chico.

La fuente de Chipo Chico está ubicada a 3.35km de la planta de tratamiento ubicada en el barrio San Juan Bajo, se encuentra conformada por una caja de recolección de aguas construidas de hormigón armado que captan el agua que aflora de manera vertical, cuenta con un cajón recolector de 1m³, las cotas son 3133.00 m.s.n.m.; la captación posee una bocas de visita con su respectiva tapa sanitaria de tol, cuenta también con dos cajas válvulas, la una donde se encuentran los accesorios de salida, y la otra donde se encuentra el desborde y desagüe, estas dos cajas están complementadas con tapas

sanitarias de tol, sus accesorios son de HG Ø= 2" y válvulas RW bronce. El terreno donde se encuentra construida esta captación es estable, pero por estar a un lado del rio existe el peligro de que la corriente destruya esta estructura

Posee un cerramiento de 2.50 m de ancho x 2.60m de largo x 1.00m de profundidad; y malla hexagonal de 1.40 m, además tiene una salida de tubería de 110mm.



FOTOS N° 6 CERRAMIENTO CAPTACIÓN CHIPO CHICO



FOTOS N° 7 CAPTACIÓN CHIPO CHICO

Cabe mencionar que actualmente se ha realizado un mantenimiento, pintura de paredes, malla de cerramiento y reemplazo de accesorios por lo cual solo es necesario realizar una limpieza del terreno.

d) Afloramiento de Ambato Poggio

La fuente de Ambato Poggio ubicada a 4.36 km de la planta de tratamiento ubicada en el barrio San Juan Bajo, se encuentra conformada por una caja de recolección de aguas construidas de hormigón armado que captan el agua que aflora manera vertical, las dimensiones de estas estructuras son relativamente pequeñas con medidas de 2.00 m de ancho, 1.50m de largo por 0.50m de alto, las cotas son 3139 m.s.n.m.; la captación posee dos bocas de visita acompañada de una tapa de 40x40 cm de tol, las paredes son enlucidas, siendo construido en un sitio de difícil acceso para la entrega de materiales

de construcción, las tuberías y accesorios existente son de PVC y no están en óptimas condiciones, el hormigón que forma las estructuras de captación necesita una ligera rehabilitación para mejorar su capacidad de operación y funcionamiento, la tubería que sale de la captación tiene un diámetro de 160mm en todo su trayecto. El terreno donde se encuentra construida esta captación es estable, pero susceptible a inundarse por las crecientes no previstas del río Chipo. Fue realizado hace aproximadamente 17 años, está construido en terreno perteneciente al municipio.

Las deficiencias observadas en el funcionamiento de las estructuras básicamente constituyen la falta de mantenimiento, la falta de la malla metálica del cerramiento y la cantidad abundante de lodo que se acumula en el interior de la misma producto de la crecida del río Chipo.

Se plantea la construcción de un muro de gavión.



FOTOS N° 8 CAPTACION AMBATO POGIO



FOTOS N° 9 CERRAMIENTO CAPTACIÓN AMBATO POGIO

3.3 Líneas de Conducción

Se realizó el respectivo levantamiento topográfico de las líneas de conducción del sistema actual como se detalla en los planos en planta y perfil.

a) Línea Conducción Santa Rosa– Tanque San Juan Alto

La línea de conducción como se muestra en los planos tiene una longitud de 5.196m. El estado físico de la tubería existente PVC Ø= 63mm es regular debido a los constantes deslizamientos de tierra de las laderas por donde la tubería pasa, en donde se ha realizado el reemplazo de la tubería por manguera PE Ø= 2” para ayudar que no se desconecte la misma por los efectos de deslizamiento de tierras, estando en funcionamiento la conducción y abasteciendo al tanque de agua del Barrio San Juan Alto.

Para el óptimo funcionamiento de la línea existente es necesario realizar las debidas estructuras para pasar esta falla de las laderas por donde pasa la tubería o en su efecto, cambiar el sitio por donde la tubería recorre; además es necesaria la rehabilitación de todas las válvulas en la conducción y sus accesorios.

Se ha realizado una medición de la capacidad hidráulica de la conducción la cual con el aforo realizado en el tanque de reserva de la planta San Juan Alto llega un caudal de 2.81 lt/s. más o menos. La vida útil de la tubería de conducción se estima que se encuentra por llegar a su tope debido a los problemas que ha tenido de carácter natural. Se recomienda realizar una variante en el trazado de la línea de conducción, para evitar los inconvenientes antes mencionados y/o la construcción de las estructuras necesarias para pasar la zona de deslizamientos y el reemplazo o adecuación de los accesorios de la línea de conducción.

b) Línea Conducción de Matipanga – Planta de Tratamiento San Juan Bajo

Las líneas de conducción tienen una longitud de 5.059 m en 110 mm PVC y 5.059m en 63 mm PVC, al igual que las tuberías de la fuente Santa Rosa, atraviesan paralelamente los sitios que frecuentemente se están deslizando, a estas tuberías se les está proporcionando el mismo mantenimiento que la anterior conducción, con el propósito principal de no dejar desabastecida a la ciudad del líquido vital.

Las líneas de conducción de conducen los caudales de agua a la planta de tratamiento de San Juan Bajo, en donde contamos con la presencia de filtros, que bajan la turbiedad del agua.

Se ha realizado una medición de la capacidad hidráulica de las líneas de conducción la cual con el aforo realizado en el tanque reserva de San Juan Bajo se pudo establecer que

lleva un caudal de 4.97 lt/s. Las tuberías de las conducciones, se estima que se encuentra al igual que las de Santa Rosa cerca de llegar a su vida útil, debido a los problemas e inconvenientes presentados en el trayecto y en relieve de la zona. Se recomienda realizar también una variante en el trazado de la línea de conducción, para evitar los inconvenientes antes mencionados y/o la construcción de las estructuras necesarias para pasar la zona de deslizamientos así como la colocación de nuevas válvulas y accesorios para que su funcionamiento sea más óptimo.

c) Línea Conducción de Chipo Chico– Tanque San Juan Bajo

La línea de conducción como se indica en los planos tiene una longitud de 3.350m de 110mm. La línea de conducción es de PVC Ø= 110mm, su estado de funcionamiento de esta línea de conducción es bueno, en vista que en fechas anteriores, se rehabilitó este sistema.

Por haber sido intervenido recientemente, el estado es aceptable en su funcionamiento, para garantizar y mantener este estado es necesario proporcionar una periódica operación y mantenimiento de sus válvulas y accesorios. La conducción se halla en funcionamiento y abasteciendo al tanque de agua del barrio San Juan Bajo.

Se ha realizado una medición de la capacidad hidráulica de la conducción la cual con el aforo realizado en el tanque de Reserva del barrio San Juan Bajo lleva un caudal de 2.44 lt/s. La vida remanente de la tubería de conducción se estima en veinte años y su eficiencia operativa se encuentra cercana al 100%.

d) Línea Conducción de Ambato Poggio– Tanque San Juan Bajo

La línea de conducción como se indica en los planos tiene una longitud de 4.360m de 160mm. El estado físico de la tubería existente es bueno y se halla dentro de su vida útil ya que esta conducción fue intervenida hace 5 años aproximadamente, siendo el material empleado tubería de PVC ø= 160mm y sus respectivas válvulas de aire y purga se hallan en funcionamiento.

Para el óptimo funcionamiento de la línea existente es necesario rehabilitar todas las válvulas en la conducción, la tubería existente se halla en operación y abastece al tanque de agua ubicado en el barrio San Juan Bajo, sus accesorios necesitan de una restitución. Se ha realizado una medición de la capacidad hidráulica de la conducción la cual con el aforo realizado en el tanque de agua que lleva un caudal de 7.14 lt/s. La vida remanente de la tubería de conducción se estima en veinte años y su eficiencia operativa se encuentra cercana al 100%.

3.4 Plantas de Tratamiento

1. Planta de Tratamiento San Juan Alto

Los caudales provenientes de las vertientes de Santa Rosa ingresan a la Planta de Tratamiento que consiste en filtración lenta y cloración



FOTOS N° 10 INGRESO DE CAUDALES DE SANTAS ROSA AL FILTRO

2. Planta de Tratamiento San Juan Bajo

- a. El caudal proveniente de la vertiente Matipanga ingresan a la Planta de Tratamiento que cuenta con filtración lenta y cloración.



FOTOS N° 11 INGRESO DE CAUDALES MATIPANGA AL FILTRO

- b. Los caudales provenientes de las vertientes Chipó Chico y Ambato Poggio solo se aplica cloración e ingresa directamente al Tanque de 140 m³



FOTOS N° 12 INGRESO DE CAUDALES AMBATO POGIO Y CHIPO CHICO AL TANQUE

3.5 Reservas

Existen tres tanques de almacenamiento de agua, dos rectangulares de hormigón armado de 200m³ y de 140m³, uno circular de ferrocemento de 100m³; como se puede apreciar en los planos y en la planimetría general del proyecto, donde se indica el emplazamiento de cada tanque y cotas de los tanques

1. Reserva Sector San Juan Alto

La reserva existente para el sector San Juan Alto consiste en un tanque de hormigón armado rectangular semienterrado de 200 m³ capacidad, cota de 3162 m.s.n.m

2. Reservas Sector San Juan Bajo

Las reservas existentes para el sector San Juan Bajo son dos:

- a. Un tanque de hormigón armado rectangular semienterrado de 140 m³ de capacidad, cota de 3134.50 m.s.n.m., al cual ingresan los caudales provenientes de las líneas de conducción de Chipó Chico y Ambato Poggio, previo la cloración.
- b. Un tanque de hormigón armado circular superficial de 100 m³ de capacidad de ferrocemento, cota de 3134.50 m.s.n.m., al cual ingresan los caudales provenientes de Matipanga, previo a la filtración y cloración.

Los tanques de reserva descritos requieren: limpieza, impermeabilización interna, resanado externo, alisado, pintura, veredas, escaleras, tapa metálica en boca de visita.

- Adicional a estos tanques se tiene un tanque de hormigón armado recién construido de 10 m³ de capacidad que servirá al Sector San Juan Alto del barrio Sanborondón.

TABLA N° 2.- TANQUES DE RESERVA EXISTENTES

DETALLE DE TANQUES DE RESERVA EXISTENTES			
			AL 25-02-2016
No.	RED	Ubicación	Capacidad m ³
1	ALTA	Planta San Juan Alto	200
2	ALTA	Barrio San Borondón	10
SUBTOTAL			210
1	BAJA	Planta San Juan Bajo	140
2	BAJA		100
SUBTOTAL			240
TOTAL VOLUMEN DE RESERVA m³ :			450

Observaciones.- Los tanques de reserva están ubicados en las dos Planta de Tratamiento, cuentan con sus respectivos cerramientos en mampostería de ladrillo, los tanques de reserva fueron intervenidos en años anteriores, por tal motivo se encuentran en buen estado de funcionamiento, con las mejoras enunciadas.

3.6 Red de Distribución

Se realiza una evaluación del sistema existente de distribución, por zonas de servicio. La superficie servida por la red de distribución actual es de 119 hectáreas que abarca una población de 3019 habitantes y cuenta con dos zonas de servicio.

a) Zona Alta

Que va entre las cotas 3135-3105, actualmente servida por el tanque de 200 m³, ubicado en la Planta de Tratamiento San Juan Alto, cota 3162. La zona de servicio tiene una franja de 30 metros de desnivel y el punto más bajo de la red tiene una presión estática de 57 m.

b) Zona Baja

Que va entre las cotas 3105-3040, actualmente servida por los tanques de 140 m³ y 100 m³ ubicados en la Planta de Tratamiento San Juan Bajo, cota 3134.50. La zona de servicio tiene una faja de 65 metros de desnivel y el punto más bajo tiene una presión estática de 94.5 m.

En base a la información disponible la red de distribución está conformada por los tres tanques de distribución ya descritos, tubería de PVC, las conexiones domiciliarias son con manguera de baja densidad acopladas por collarines desde los cuales parte a cada vivienda y en su mayoría con micro medidores de caudal. Cabe recalcar que la red se encuentra 100% operativa y dentro de su vida útil debido a una adecuada operación y mantenimiento y su reciente intervención hace 4 años aproximadamente.

No existen hidrantes ni bocas de fuego para sofocar incendios ni puntos de purga de las redes de distribución.

3.6.1 Estado físico de las redes de distribución

La profundidad de instalación es de 0.80 m, no hay una referencia geográfica de la ubicación de la tubería de agua los diámetros van desde los 32-40-50-63mm, mientras que las conexiones domiciliarias son de ½". Los espesores de las tuberías son los normales correspondientes a las tuberías más comerciales, la cimentación de la red de distribución es directamente en el suelo.

El estado físico de las tuberías tanto de forma interna como externa es bueno correspondiente al flujo de agua para consumo. Las uniones de las tuberías son espiga campana empataadas con liquido solvente y pega química. Las conexiones domiciliarias se toman con collarines y abrazaderas de hierro galvanizado. La mayoría de las conexiones domiciliarias requiere rehabilitación tanto en sus componentes principales como tubería y accesorios como sus medidores.

a) Presiones Estáticas y Dinámicas de la red.

Las presiones estáticas están determinadas por la diferencia de altura del punto más bajo de la red con respecto a la cota del tanque que distribuye el servicio de agua. Para las presiones dinámicas se han tomado dos lecturas en diferentes sitios de la red.

b) Identificación del Número de habitante que está servido y porcentaje de la red que está servida con conexiones domiciliarias.

El número de habitantes a la presente fecha es de 3019 habitantes. De este número de personas corresponden 1208 acometidas que se sirve de la red pública. El porcentaje de

la red que está servido por conexiones domiciliarias es del 99%, sin embargo solo el 35.44% considera que tiene agua potable y el resto únicamente agua entubada.

c) Medidas definitivas a tomar para mejorar la Distribución.

En base a las inspecciones realizadas y a la constatación de los problemas vistos es necesario el mejoramiento de las tres reservas de agua potable con que cuenta el sistema actual, tanto en accesorios como en reparación de las paredes internas como externas. Con esto se lograría un importante valor en la vida útil del sistema potenciándolo unos veinte y cinco años de servicio.

Se sugiere cambiar los micro medidores de consumo volumétrico de agua para poder establecer un sistema de cobro tarifario por consumo familiar para implementar la cultura de cuidado del recurso.

Resumen:

- a) Zonas de servicio: 2
- b) Frecuencia del servicio: Continuo y discontinuo
- c) % Pérdidas conducción: 20%
- d) Horas diarias de servicio:
Zona Baja y Centro: 24 horas
Zona Alta: Discontinuo
- e) Cobertura de la red: 99%
- f) Área 119 Ha aproximadamente
- g) Tipo de red: circuito cerrado y ramales abiertos
- h) Medidores en funcionamiento:
- i) Longitud de la red: 12 km. aproximadamente
- j) Tipo de calzada en la localidad: Asfaltado, afirmado, empedrado, adoquinado y lastrado.

Observaciones.- La actual red de distribución de la cabecera cantonal, recientemente fue intervenida, razón por la cual se encuentra en su mayoría en buen estado de funcionamiento.

Es importante recalcar que la ciudad de Guamote tiene dos Zonas de servicio bien definidas. La primera (centro y parte baja) y la segunda (parte alta): por esta razón existe un sector con servicio continuo de agua y otro sector (alto) en el cual el servicio es discontinuo, los usuarios de estos barrios se abastecen 6 horas diarias.

4.2 Superficie y Densidad Área Poblada

El área poblada se encuentra desarrollada alrededor de un espacio de 119 hectáreas aproximadamente presentadas una densidad poblacional de 3.78 personas por hogar; por las características topográficas del terreno.

4.3 Población

La población servida es de 2.930 habitantes a la fecha año 2016; el 92.52 % de la población actual es alfabeto correspondiente a personas con más de 15 años de edad. El tamaño promedio de las familias oscila alrededor de los 2.2 miembros por núcleo familiar, las personas se encuentran socialmente organizadas a través de barrios conformación de una directiva. Las principales actividades económicas en las que se desempeñan los habitantes son: venta de comidas, tienda de abasto, supermercados, empleados públicos, privados, obreros de la construcción, con un ingreso promedio mensual de 145 dólares.

4.4 Nivel General de Actividades Económicas

Las actividades económicas que generalmente se desempeñan en la comunidad se detallan a continuación: agricultura, ganadería, comercio y empleados públicos y obreros de la construcción.

4.5 Consumo, Cobertura, Calidad Servicios, Tarifas Sistema Agua Potable.

La cobertura que mantiene el sistema actual de agua es del 100% de los habitantes, de los cuales el 35.44% consideran que el servicio es más o menos bueno (agua potable), por el servicio de agua que existe actualmente los miembros de la comunidad pagan cincuenta centavos de dólar mensual. Los habitantes estarían dispuestos a duplicar el pago que actualmente mantienen por los servicios siempre que las condiciones mejoren.

Tarifas de agua potable.

Como se puede apreciar, en Estudio Socio - Económico adjunto al informe, en lo referente a Servicios Básicos, podemos apreciar que de las 248 encuestas realizadas por muestreo, en el centro poblado de la cabecera cantonal, el 100% de los habitantes disponen del servicio de agua potable con acometidas domiciliarias con medidor, los cuales pagan por este servicio una tarifa básica mensual, una irrisoria cantidad de 50 centavos, valor que para los usuarios de este sistema, en especial los usuarios de los barrios que se encuentra de la línea del tren hacia el cementerio que se abastecen de la red de distribución de San Juan Alto, es el más adecuado; porque según ellos, este valor es acorde al mal servicio que disponen de agua potable en lo que concierne a la calidad y continuidad del mismo.

Los 50 centavos que pagan mensualmente por el consumo del agua no cubren los gastos de Operación y Mantenimiento del Sistema. Los habitantes de Guamote, estarían dispuestos al pago de más de 50 centavos, siempre y cuando, el servicio de agua potable mejore en Calidad Cantidad y Cobertura.

Por otra parte, se puede observar que no existe la debida LECTURA DE MEDIDORES, la cual permita a la Dependencia de Agua Potable del GAD Municipal, realizar la correcta facturación por este servicio, como es el cobro por tarifa básica, cobro por cada (M³) de exceso, morosidad y demás factores que influyen en la facturación real mensual del agua.

En lo concerniente a las Ordenanzas y su aplicación en el tema de agua potable y saneamiento, se conoce que existen y están en vigencia; Si el Gobierno Autónomo Descentralizado de Guamote, opina que es conveniente crear alguna nueva Ordenanza, basada en función al nuevo proyecto de Agua y Saneamiento; los departamentos técnicos, sociales y legales del GAD Municipal, son quienes deberán planificar, revisar, aprobar y ejecutar las respectivas nuevas Ordenanzas; tomando siempre en cuenta el bienestar de los habitantes, más la funcionalidad, cuidado, operación y mantenimiento de las obras de infraestructura sanitaria.

4.6 Situación Sanitaria y Hábitos Higiénicos.

Los habitantes de la cabecera parroquial, están atravesando un serio problema sanitario al no mejorar la calidad de los servicios existentes de agua y saneamiento, lo cual pone en riesgo a corto, mediano o largo plazo la salud de todos los moradores del sector urbano de Guamote.

4.7 Características Ambientales.

La calidad del aire en la zona de influencia del proyecto, se puede estimar cualitativamente de muy buenas, encontrándose por debajo de los límites permitidos de contaminantes, debido a que no existen industrias, tráfico en exceso u obras de magnitud que utilicen derivados de petróleo, a pesar del polvo que se produce en épocas de verano, por acción de los vientos.

El ruido de la población está dentro de las Normas, el único ruido existente en la zona es el atribuible al tráfico automotor en el sector de la panamericana sur.

Los vientos predominantes son en sentido este y sur este con velocidades que van de 4,8 a 7,7 m/s. Los vientos que soplan en otras direcciones son producto del cambio de temperaturas, presiones, etc.

El régimen de precipitaciones es netamente interandino con drenajes al oriente (Pastaza) con máximas en los meses de Enero y Febrero ocasionadas por el movimiento de la zona

de ínter convergencia tropical y la presencia de la barrera que constituyen los Andes a las nubes cargadas de humedad procedentes del valle orientales.

El período lluvioso corresponde a los meses comprendidos entre Noviembre a Marzo.

4.8 Climatología de la Zona

El clima de la región es frío, que se caracteriza por inviernos lluviosos y veranos totalmente secos, con temperaturas medias que fluctúan entre una mínima de 1,8° C y una máxima de 15,4° C, en tanto que la temperatura media mensual es de 7,6° C. La temperatura varía 1°C cada 200 m de diferencia sobre el nivel del mar.

4.9 Topografía General de la Zona

En base al levantamiento topográfico realizado con estación total y GPS estacionario, a la precisión de 2 mm cubriendo un área de 119 Ha que cubren toda el asentamiento poblacional, y al detalle en el Plano Topográfico, se puede indicar que la topografía general de la zona es regular presentando una superficie relativamente plana, la altura de la parte central del cantón alcanza los 3059.96 m.s.n.m., lugar donde se puede hallar la iglesia de la población.

4.10 Riesgos Naturales

Con referencia a riesgos naturales en la zona como sismos, erupciones volcánicas, avalanchas, inundaciones, etc., la más probable se puede apreciar como la actividad volcánica del Tungurahua que al hallarse aproximadamente a noventa y cuatro kilómetros en línea recta de la zona de estudio representa únicamente movimientos telúricos de baja intensidad y leve caída de ceniza, como lo corroboran habitantes del sector.

4.11 Sistemas de Drenaje

A partir de las visitas de campo, la información existente, registro fotográfico, y testimonios de los habitantes, la estructura natural general de drenaje de la zona poblada de la ciudad de Guamote se desarrolla a lo largo de las vía asfaltadas, adoquinadas y lastradas, por la distribución topográfica del sector correspondiente a la zona habitada no existen laderas que puedan provocar aluviones o flujos de lodo peligrosos para el sector. Teniendo en cuenta que todos los afluentes de agua tienen como desembocadura los ríos Guamote y Chipo.

4.12 Agua potable

El servicio de agua potable es con tratamiento mediante filtración directa y cloración, el 98% de la población posee el servicio público de agua, las personas que utilizan un servicio alternativo de abastecimiento de agua utilizan la fuerza física durante 30 min una vez al día para transportar el líquido vital. Las recaudaciones realizadas por concepto de agua son aplicadas a operación y mantenimiento del sistema existente.

4.13 Energía eléctrica

La fuente de información base corresponde a la infraestructura eléctrica, fue suministrada por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable – MEER, Concejo Nacional de Electricidad CONELEC y la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP, en el que se presenta la siguiente información:

En la información de CELEC y MEER, no presenta registro de centrales, subestaciones y líneas de transmisión eléctrica.

Las comunidades del Cantón Guamote, así como la cabecera cantonal, disponen de energía eléctrica, la cual es aprovechada por todos los habitantes tanto del sector rural como del sector urbano. Basados en los resultados presentados del Estudio Socio-Económico, podemos apreciar que el 100% de los encuestados disponen de energía eléctrica, también servirá para dar funcionalidad a las plantas de tratamiento, laboratorios de análisis de agua, oficinas y dependencia concernientes al servicio del Agua Potable y Saneamiento.

4.14 Centros de Salud pública

Mediante la atención adecuada y oportuna de la salud, se garantiza la disponibilidad de la máxima energía vital, Este es un factor esencial en la construcción integral del ser humano, permitiendo (su tratamiento) mejorar la calidad de vida de la población de Guamote.

En lo que se refiere a instituciones de Salud presentes en Guamote, podemos anotar, que la cabecera cantonal dispone de un Hospital, mismo que está situado en el barrio San Juan Centro, administrado por el Ministerio de Salud Pública, el cual atiende a toda la población del Cantón, tanto urbana como rural, brinda una atención Primaria y de Especialidades.

De los resultados de las encuestas realizadas en la cabecera cantonal, 225 jefes de familias que corresponde al (88.58%), hacen uso de Hospital cantonal existente en Guamote, seguido por un (3.14%) que van a clínicas particulares de la ciudad de Riobamba.- En lo referente a los gastos directos e indirectos de la comunidad sin proyecto y la recurrencia de las enfermedades, podemos observar que existe un gasto promedio de USD. 36.37 dólares, con una recurrencia de enfermedades de cada 12 meses.

4.15 Centros de educación

El Cantón Guamote, cuenta con 141 centros educativos entre nivel Pre-primario, Primario, secundario, profesional y de instrucción intermedia; presentándose con dos Jurisdicciones: Hispana y Bilingüe, de estas, el 79% de establecimientos son Bilingües con una población total de estudiantes de 11701 en su mayoría se encuentran en la Parroquia La Matriz con el 41% y la jurisdicción Hispana con un 21%, contando con una población de 4172 estudiantes.

La cabecera cantonal, al momento cuenta con 9 establecimientos educativos que representa el 6.38% del total de establecimientos existentes en el Cantón Guamote, a estos centros de estudios, asiste una población de aproximadamente 2480 estudiantes, representado por el 15, 62%, el porcentaje restante 84,38%, está distribuido en las cabeceras parroquiales y comunidades en las cuales dispone de estos centros de educación.

Principales centros de educación existentes:

Colegio “Velasco Ibarra”, Escuela “San Pedro”, Escuela “Rio Amazonas”, Escuela “Laura Carbo de Ayora”, Escuela “Joaquín Chiriboga”, Jardín de Infantes “Cantón Guamote”, Guardería “Aida Chávez” Barrio Central, Centro infantil “Buen Vivir”.

4.16 Medios de comunicación y transporte.

Guamote por ser cabecera cantonal, cuenta al momento con medios de comunicación tanto hablado como escrito: emisoras de radio locales, provinciales y nacionales; una gran parte de la población dispone de televisión (TV Cable) y en menor porcentaje de TV convencional.

Se observa también, que con frecuencia llegan los diarios tanto nacionales como provinciales, en especial Diario la Extra, El Comercio, entre otros. El 87.40% de encuestados en la muestra, cuentan con telefonía fija, siendo relevante la utilización de telefonía celular tanto de las operadoras de Claro y Movistar; cuenta con oficinas de CNT, la cual brinda cobertura tanta nacional como Internacional, así como servicios de internet.

En lo referente a la trasportación pública, podemos anotar que disponen de dos cooperativas de transporte, la primera, Cooperativa de transporte “Ñuca Llacta”, que brinda su servicio a nivel cantonal con frecuencias a la ciudad de Riobamba y la Cooperativa de Transporte “Línea Gris” que se caracteriza por realizar sus recorridos a la ciudad de Riobamba, así como también a las localidades rurales del cantón Guamote; es evidente la falta de un número mayor de unidades de transporte, en especial los días jueves de feria del Cantón, que se observa la afluencia masiva de moradores de las

diferentes comunidades del Cantón, por tal motivo se han organizado y han creado grupo de cooperativas de camionetas de carga, los cuales, por la necesidad de los pobladores en retornar a sus sitios de origen, viajan en estas camionetas conjuntamente con los animales, exponiéndose al maltrato y a los accidentes.

5 FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.-

Las fuentes de abastecimiento actual tiene una capacidad de producción de 18.73 l/s en época de verano, luego no se registra una disminución que afecta a la producción de agua del sistema. Respecto a la calidad de la fuente, las vertientes de Chipo Chico y Ambato Poggio presentan elevado contenido de carbonatos que no influye en la calidad del agua, por lo que solo se aplica desinfección. Las vertientes ubicadas en Cachaza presentan elevado contenido de color y turbiedad y para su remoción es necesario contar con una planta de Tratamiento que incluya las unidades de mezcla, coagulación, sedimentación, filtración y desinfección.

Con el objetivo de mejorar el sistema de agua potable, generalizar la continuidad del servicio a 24 horas al día en la red alta y mejorar la distribución del agua potable, se presentan las siguientes alternativas:

5.1 Alternativa 1:

Consiste en efectuar obras de adecuación y mejoramiento de las captaciones, conducciones, tratamientos, reservas y redes de distribución existentes, así como realizar una limpieza y mantenimiento de dichas redes.

Esta alternativa considera obras de adecuación y mejoramiento:

- ✓ Planta de Tratamiento San Juan Alto: Limpieza y reposición de arena en los filtros rápidos.
- ✓ Planta de Tratamiento San Juan Bajo: Limpieza y reposición de arena en los filtros rápidos
- ✓ Captación en Santa Rosa 1, Santa Rosa 2 y Matipanga: resanado y pintura de accesorios.
- ✓ Conducción Santa Rosa 1, Santa Rosa 2 y Matipanga: cambio de algunos kilómetros de tubería deteriorada.

5.2 Alternativa 2

Consiste principalmente en optimizar las captaciones y conducciones existentes, adicionalmente se realizarán trabajos de adecuación y mejoramiento de las unidades de tratamiento y reservas existentes, y además se realizarán labores de limpieza y

mantenimiento de las redes de distribución a las que también se someterán a cambios y aumentos de tubería en sectores específicos de las zonas marginales de la ciudad en una longitud aproximada de 600 metros.

5.3 Alternativa 3

Esta alternativa consiste principalmente en optimizar las captaciones y conducciones existentes, adicionalmente se montará una Planta de Tratamiento tipo paquete en el Sector de San Juan Alto para la remoción de color, turbiedad y coliformes. Luego se realizarán trabajos de adecuación y mejoramiento de las unidades de reserva existentes, y además se realizarán labores de limpieza y mantenimiento de las redes de distribución a las que también se someterán a cambios y aumentos de tubería en sectores específicos de las zonas marginales de la ciudad en una longitud aproximada de 4945 metros.

En definitiva esta alternativa tendría los siguientes componentes:

- Instalación de una nueva línea de conducción denominada “Nueva Cachaza” desde las vertientes Santa Rosa 1, Santa Rosa 2 y Matipanga hasta la Planta de Tratamiento a construirse.
- Montaje de una Planta de Tratamiento, con módulos de mezcla-coagulación, floculación, sedimentación, filtración y cloración.
- Construcción de un tanque de reserva de 50 m³.
- Instalación de nuevas redes de distribución.
- Cambio total de los medidores domiciliarios para una efectiva micro medición.

5.4 Comparación y selección de alternativas

a) Costos de inversión, operación y mantenimiento

Costos de inversión correspondientes a obra civil y medidas ambientales y costos de operación y mantenimiento para el adecuado servicio de agua potable a la población de demanda gastos para mantener el sistema, tales como:

Las actividades administrativas, de operación y mantenimiento

- Pago de personal administrativo y operativo del sistema,
- Costos por consumo de productos para el tratamiento y otros,
- Gastos generales del GAD Municipal,
- Costos anuales de medidas ambientales; y,

- Fondo para amortizar o capitalización y gastos de reparación o restitución de equipos, para realizar algunas reparaciones del sistema (cambio de medidores, tuberías rotas), etc.

Algunos de estos costos son variables y se incrementarán cada año, durante la vida útil del proyecto, por cuanto dependen del volumen de agua producido.

Para el proyecto se ha determinado el valor de los gastos durante los 25 años de vida útil del sistema y la estimación de costos se realiza considerando el mejoramiento del sistema de agua potable.

b) Comparación de alternativas

Se ha planteado tres alternativas, la primera que mantiene el sistema actual con ciertas adecuaciones; la segunda etapa contempla la optimización de las unidades y la tercera alternativa que es similar a la anterior excepto que en esta se considera la implementación de una planta de Tratamiento tipo paquete en lugar de las existentes.

A continuación se presenta el cuadro comparativo entre las alternativas planteadas y la calificación definitiva con mayor puntaje a la alternativa óptima:

TABLA N° 3.- CUADRO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS

CUADRO DE COMPARACION DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE "GUAMOTE"				
ASPECTO A ANALIZAR	Peso relativo	ALTERNATIVAS		
		1: Mantener el sistema actual	2: Adecuar Tratamientos, Reservas y Redes Existentes	3: Implementar Planta Paquete, Adecuar Reservas y construcción de nuevas Redes
En el medio ambiente	20%	Ninguna Continúan los problemas de calidad y cantidad del sistema actual de agua potable de Guamote, que generan malestar a los usuarios	Mejora cantidad de agua del sistema. Mínimas molestias por construcción y ruido.	① Mejora calidad del sistema de agua potable ② Molestias temporales por construcción y ruido. ③ Mejora autoestima del usuario al contar con un buen sistema. ④ Reduce el gasto del usuario por consumo de botellones de agua
Puntaje		0	6	9
Área requerida	5%	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Puntaje		9	9	8
Costos de Inversión, NO incluye IVA	20%	122.052,35	402.938,65	610.658,82
Puntaje		10	9	8
Costos de OyM, USD/año,	20%	53.529,42	69.106,19	39.684,66
Puntaje		9	8	4
Tiempo de construcción, implementación y puesta en marcha de las plantas de tratamiento	5%	1 mes	6 meses	3 meses
Puntaje		10	5	9
Eficiencia del sistema y calidad del agua potable a distribuir	10%	50%	70%	100%
Puntaje		7	7	10
Costo de agua tratada USD/m ³	10%	0,09	0,09	0,07
Puntaje		8	6	10
Aceptación Social	10%	Baja	Mediana	Alta
Puntaje		6	8	10
Puntaje final	100%	6,4	7,2	7,6
Tarifa		0,42	0,42	1,05

c) Selección de alternativa

Para la selección de alternativas, fundamentada en criterios técnicos, económicos y ambientales, toda vez que los beneficios son diferentes para las tres opciones, la Alternativa Óptima luego del análisis realizada por los técnicos de la municipalidad y recomendada por la Consultoría fue la Alternativa 3.

6 BASES Y PARÁMETROS DE DISEÑO

Para la definición de las bases de diseño del proyecto “PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DE LA CABECERA CANTONAL DE GUAMOTE”, se utiliza las recomendaciones establecidas en la “Norma para Estudios y Diseños de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes “Norma Diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural”, publicada por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), Subsecretaría de Saneamiento Ambiental (SSA), y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

El equipo de consultoría ha realizado una cuidadosa selección de las bases de diseño pues de ellas depende el correcto dimensionamiento para la demanda futura del proyecto. Se presentará una demostración de que las bases adoptadas corresponden a la realidad socio-económica de la comunidad, la tecnología disponible, los riesgos implicados y la adopción de un proceso de optimización de soluciones y costos. Los parámetros y bases de diseño se han seleccionado cumpliendo con lo que establecen las normas de diseño correspondientes a la legislación vigente y normas de diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable adicionalmente las normas de la Subsecretaria de Agua Potable y Saneamiento y Residuos Sólidos.

6.1 Periodo de diseño

El periodo de diseño debe estar sujeto a las características del proyecto, esto permite a la comunidad subir a niveles de servicio mayores en el futuro, adicionalmente permite reducir el tamaño de las unidades a diseñar para este caso se tomará un periodo de diseño de veinte y cinco años (25) para el abastecimiento de agua.

El equipo consultor ha hecho una selección de los componentes que serán reutilizados del sistema existente de agua del cantón como se describe en una de sus alternativas.

El sistema de abastecimiento de agua debe garantizar la rentabilidad de todas la obras del sistema durante el periodo de diseño por lo tanto se ha tomado como referencia las Normas para Estudio y Diseño de Sistema de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, Subsecretaria de Saneamiento Ambiental en sus literales 4.1.2.6. Tabla V.2 vida útil de las diferentes partes que constituyen un sistema de agua potable.

Se adopta un período de diseño de 25 años (2016 – 2041), en consideración al tiempo en que el sistema funcionará de manera eficiente por su capacidad de conducir, procesar y tratar las aguas servidas que produce la población. El período de diseño por componentes se presenta a continuación:

TABLA N° 4.- VIDA ÚTIL DE LAS ESTRUCTURAS DE AGUA POTABLE

SISTEMA DE AGUA POTABLE			
COMPONENTES	VIDA UTIL (AÑOS) Según Normas del Ex IEOS Ítem 4.1.2.6.	VIDA UTIL ASUMIDA PROYECTO (AÑOS)	OBSERVACIONES
OBRAS DE CAPTACION	50 a 100	25	Lapso durante el cual una obra o estructura puede funcionar sin necesidad de ampliaciones
CONDUCCION DE PVC	20 a 30	25	Las estructuras destinadas a la conducción se diseñarán para garantizar el transporte del caudal necesario.
TANQUES DE ALMACENAMIENTO	30 a 40	25	Lapso durante el cual una obra o estructura puede funcionar sin necesidad de ampliaciones
TUBERIAS PRINCIPALES Y SECUNDARIAS EN LA RED PVC	20 a 25	25	Las estructuras destinadas a la conducción se diseñarán para garantizar el transporte del caudal necesario.
PLANTAS DE TRATAMIENTO	30 a 40	25	Lapso durante el cual una obra o estructura puede funcionar sin necesidad de ampliaciones

En la definición del período de diseño intervienen varios factores como: la vida útil de las instalaciones, obras civiles, equipos, tuberías, facilidades de construcción, tendencias de crecimiento de la población, así como, la capacidad económica de las entidades que financiarían la construcción, especialmente de las comunidades.

Para el presente proyecto, conforme lo descrito en las Normas de Diseño de la SSA, se adoptó un período de diseño de 25 años. Se consideró el mejoramiento del sistema realizado en el año 2011.

Con el período de diseño adoptado es de 25 años, el horizonte de diseño del Proyecto será hasta el año 2041.

En vista de que en el Barrio Samborondón no existen calles definidas y tampoco una concentración de viviendas se opta por realizar el diseño de la red para una segunda etapa de construcción.

6.2 Población existente y proyectada

El presente análisis describe la metodología utilizada para proyectar la población de la ciudad de Guamote, es decir el área urbana desde el presente año 2016 hasta el final del período de diseño establecido para el año 2041. Para llevar a cabo la proyección acudimos a los datos históricos que se tienen en esta localidad y se pueden obtener del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC que es el organismo oficial gubernamental encargado de emitir la información demográfica actual, futura e histórica que deberá ser utilizada por las entidades de gobierno y privadas en el manejo de datos de población.

En el caso de la ciudad de Guamote se puede obtener información demográfica en el período comprendido entre los años 1950 y 2010, a partir de esta información el INEC también ha publicado los datos de población proyectados desde el año 2011 hasta el 2020.

Los datos obtenidos del INEC en el período histórico son los siguientes:

TABLA N° 5.- INFORMACION HISTORICA DE LOS CENSOS

INFORMACIÓN HISTÓRICA-CENSOS DE POBLACIÓN SEGÚN INEC				
AÑO	POBLACIÓN CANTONAL	% CRECIM	POBLACIÓN URBANA	% CRECIM
1950	17.590			
1962	20.020	1,08%		
1974	22.552	1,00%		
1982	25.362	1,48%		
1990	28.514	1,48%	1.976	
2001	35.210	1,94%	1.912	-0,30%
2010	45.153	2,80%	2.648	3,68%

Fuente: INEC

Como podemos observar se cuenta con información de la población a nivel cantonal desde 1950, mientras que a nivel urbano o en la cabecera cantonal únicamente desde el año 1990, en el primer caso la tendencia es notoriamente creciente, mientras que en el segundo los datos son escasos y la tendencia es irregular, por este motivo para establecer la proyección se tomarán en cuenta los datos a nivel cantonal. Por otro lado tenemos los datos de la proyección de población al año 2020 realizada y publicada por el INEC y se presentan a continuación:

TABLA N° 6.- PROYECCION DE LA POBALCIÓN CANTON GUAMOTE

PROYECCIÓN INEC 2010 - 2020 CANTÓN GUAMOTE		
AÑO	POBLACIÓN CANTONAL	% CRECIM
2010	45153	2,80%
2011	47773	5,80%
2012	48920	2,40%
2013	50073	2,36%
2014	51233	2,32%
2015	52398	2,27%
2016	53571	2,24%
2017	54746	2,19%
2018	55924	2,15%
2019	57105	2,11%
2020	58291	2,08%

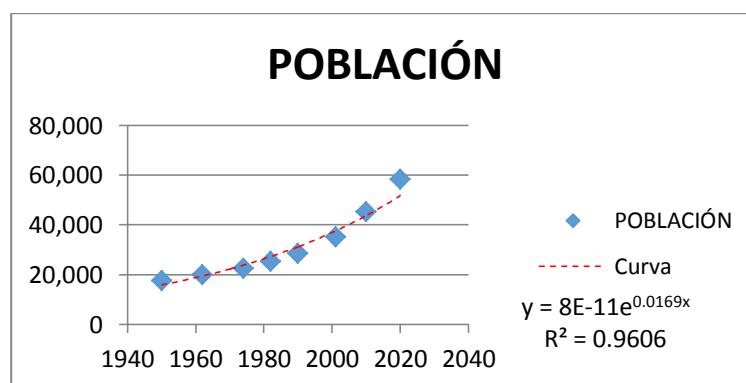
De los datos de la proyección podemos verificar que la tendencia es creciente en concordancia con los datos históricos. Con estos datos obtenidos del ente oficial en cuanto se refiere a la publicación de la información demográfica, podemos indicar el resumen de datos con los que se puede realizar el análisis estadístico para proyectar la población de Guamote y estos datos son los siguientes:

RESUMEN PARA ANÁLISIS DE LA TASA DE CRECIMIENTO		
AÑO	POBLACIÓN CANTONAL	% CRECIM
1950	17.590	
1962	20.020	1,08%
1974	22.552	1,00%
1982	25.362	1,48%
1990	28.514	1,48%
2001	35.210	1,94%
2010	45.153	2,80%
2020	58.291	2,08%

TABLA N° 7.- RESUMEN TASA DE CRECIMIENTO CANTON GUAMOTE

Con estos datos podemos proceder a realizar un gráfico de dispersión de la población en función del tiempo, así se establecen una serie de puntos en la gráfica que nos permitirán con el método estadístico definir una curva de ajuste que simule el comportamiento de la tendencia de crecimiento de la población, lo más cercano posible a la realizada. A continuación se indica el gráfico de dispersión y la curva de ajuste:

FIGURA N° 2.- CURVA DE PROYECCION CANTON GUAMOTE



Como se puede ver en la gráfica la curva que mejor se ajusta a la tendencia de crecimiento de es la ecuación $y=8*10^{-11}*e^{0.0169x}$, es una ecuación de tipo exponencial que ofrece la mejor y más alta aproximación en un valor superior al 96%, en la proyección estadística, haciendo uso de esta ecuación procedemos a proyectar la población de la ciudad de Guamote obteniéndose los siguientes datos:

TABLA N° 8.- PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN EN BASE A LA CURVA

PROYECCIÓN POBLACIONAL OBTENIDA PARA EL CANTÓN GUAMOTE		
AÑO	POBLACIÓN	i CRECIM.
1950	16.416	
1962	20.107	1,7%
1974	24.627	1,7%
1982	28.192	1,7%
1990	32.274	1,7%
2001	38.867	1,7%
2010	45.252	1,7%
2020	53.584	1,7%

Luego de este análisis estadístico queda determinada de la siguiente manera:

TABLA N° 9.- POBLACION URBANA DE GUAMOTE

DEL ANÁLISIS SE CONCLUYE QUE EN GUAMOTE:		
Población Urbana 2010:	2.648	hab.
Población Urbana 2014:	2.833	hab.
Población Urbana 2016:	2.931	hab.
% CRECIMIENTO PROMEDIO :		1,7%
Proyección con método Geométrico: $P_f = P_i * (1+i)^n$		
Índice de Crecimiento: $i = ((P_f/P_i)^{1/n} - 1)$		

La tasa de crecimiento poblacional del 1.7% se utilizó para el cálculo de la demanda de agua potable a lo largo del horizonte del proyecto año 2041.

TABLA N° 10.- POBLACION AJUSTADA CON LA FLOTANTE

POBLACION AJUSTADA CON LA FLOTANTE	
POBLACION 2016	2.931
FLOTANTE FERIA JUEVES	3.000
FLOTANTE DIARIOS	100
% POBLACION FLOTANTE	3%
POBLACIÓN TOTAL 2016	3.019

Fuente: GAD Municipal e INEC (Censos poblacionales)

Elaborado: Consultor (2016)

Se ha realizado una proyección de la población a servir con el proyecto de conformidad a las encuestas realizadas por parte del consultor, el número de usuarios que cuenta el sistema de agua actualmente y los datos de los censos poblacionales INEC.

6.3 Área tributaria y densidades

Como se muestra en los planos las áreas de servicio presentan una clara identificación de los lugares actualmente servidos y las áreas de expansión futura. El área a ser servida se extiende sobre las 130 Ha, incluye el Barrio La Victoria.

TABLA N° 11.- AREA TRIBUTARIA Y DENSIDAD

SISTEMA	ZONA DE SERVICIO	POBLACIÓN (Hab.)	ÁREA TRIBUTARIA (Ha.)	DENSIDADES Hab/Ha
AGUA POTABLE	ALTA	1.151	130	37
	BAJA	3.450		

La densidad promedio está en 37 habitantes por Hectárea y 3 habitantes por vivienda.

6.4 Dotaciones y Oferta Demanda

a. Dotación

La dotación correspondiente al nivel de servicio indicado en las bases de diseño, tomando en cuenta que la comunidad pertenece a clima frío.

Según las Normas para poblaciones mayores a 1000 habitantes, el nivel de servicio sería alto, esto es para clima frío con una dotación bruta de 150 lt/hab/día.

TABLA N° 12.- DOTACIÓN BRUTA

DOTACIÓN NETA (l/hab/día) SEGÚN CICP Y NORMA DE DISEÑO INEN CO 10.07.602			
USO POR PERSONA	CATEGORIA DE LA INSTALACIÓN		
	MÁXIMO	MEDIO	ECONÓMICO
Bebida			2
Alimentación y cocina			10
Lavado de utensilios			8
Aseo corporal menor			5
Baño de ducha		25	
Lavado de ropa			20
Inodoro, tanque 6 lit. y 5 descargas.			30
Varios (Jardín, lavado vehículo etc.)			5
TOTAL (litros / día) :		25	80
DOTACIÓN (litros / hab. / día) :			105
DOTACIÓN NETA (l/hab./día) :			105
AGUA NO CONTABILIZADA :			30%
DOTACIÓN BRUTA (l/hab./día):			150
DOTACIÓN BRUTA (l/hab./día) =		DOTACIÓN NETA / (1 - % PÉRDIDAS)	

b. Oferta y demanda

En los cálculos expuestos en las tablas se puede apreciar la capacidad existente, capacidad necesaria y el superávit de servicios básicos en las diversas etapas del proyecto de la puesta en marcha desde el inicio (2016) y al final del periodo de diseño (2041).

Valores de Mayoración de consumo para el cálculo de los Caudales Máximos Diarios k_{Max} . Día = 1,3 y Máximo Horario $k = 2$. Tomados de la Norma para estudio y diseño de sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones Mayores a 1000 Habitantes, ítem 4.1.5 referente a Variaciones de Consumo página 61 por cuanto es una población de clima frío y hábitos de consumo.

TABLA N° 13.- OFERTA Y DEMANDA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

OFERTA Y DEMANDA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE																
NORMA																
INEN																
i= 1,70%																
No.	Año	Población hab	Dotación Neta l/hab/d	Dotación Bruta l/hab/d	Caudal medio diario qmd l/s	Q máx. diario		Caudal Captación QMD+20% Q captac l/s	Caudal Conducción QMD+10% Q conducc l/s	Caudal Tratamiento QMD+10% Q tratam l/s	Q máx. Horario = 2 x qmd QMH l/s	Volumen de Reserva			Número de Usuarios Conectados u	Número de Habitantes por Conexión hab/conex
						k	QMD l/s					Necesario Vr. m ³	Oferta Vr. m ³	Demanda Vr. m ³		
	2014	2.833														
	2015	2.881				1,30										
0	2016	3.019	105	150	5,24	1,30	6,81	8,18	7,50	7,50	10,48	136	450	-	1208	3
1	2017	3.070	105	150	5,33	1,30	6,93	8,32	7,62	7,62	10,66	138	450	-	1228	3
2	2018	3.123	105	150	5,42	1,30	7,05	8,46	7,75	7,75	10,84	141	450	-	1249	3
3	2019	3.176	105	150	5,51	1,30	7,17	8,60	7,88	7,88	11,03	143	450	-	1270	3
4	2020	3.230	105	150	5,61	1,30	7,29	8,75	8,02	8,02	11,21	145	450	-	1292	3
5	2021	3.284	105	150	5,70	1,30	7,41	8,90	8,15	8,15	11,40	148	450	-	1314	3
6	2022	3.340	106	150	5,80	1,30	7,54	9,05	8,29	8,29	11,60	150	450	-	1336	3
7	2023	3.397	105	150	5,90	1,30	7,67	9,20	8,43	8,43	11,80	153	450	-	1359	3
8	2024	3.455	106	150	6,00	1,30	7,80	9,36	8,58	8,58	12,00	155	450	-	1382	3
9	2025	3.514	106	150	6,10	1,30	7,93	9,52	8,72	8,72	12,20	158	450	-	1405	3
10	2026	3.573	106	150	6,20	1,30	8,06	9,68	8,87	8,87	12,41	161	450	-	1429	3
11	2027	3.634	106	150	6,31	1,30	8,20	9,84	9,02	9,02	12,62	164	450	-	1454	3
12	2028	3.696	106	150	6,42	1,30	8,34	10,01	9,18	9,18	12,83	166	450	-	1478	3
13	2029	3.759	106	150	6,53	1,30	8,48	10,18	9,33	9,33	13,05	169	450	-	1503	3
14	2030	3.823	106	150	6,64	1,30	8,63	10,35	9,49	9,49	13,27	172	450	-	1529	3
15	2031	3.888	106	150	6,75	1,30	8,77	10,53	9,65	9,65	13,50	175	450	-	1555	3
16	2032	3.954	106	150	6,86	1,30	8,92	10,71	9,82	9,82	13,73	178	450	-	1581	3
17	2033	4.021	105	150	6,98	1,30	9,07	10,89	9,98	9,98	13,96	181	450	-	1608	3
18	2034	4.089	106	150	7,10	1,30	9,23	11,07	10,15	10,15	14,20	184	450	-	1636	3
19	2035	4.159	106	150	7,22	1,30	9,39	11,26	10,32	10,32	14,44	187	450	-	1663	3
20	2036	4.229	106	150	7,34	1,30	9,55	11,45	10,50	10,50	14,69	190	450	-	1692	3
21	2037	4.301	106	150	7,47	1,30	9,71	11,65	10,68	10,68	14,94	194	450	-	1721	3
22	2038	4.374	106	150	7,59	1,30	9,87	11,85	10,86	10,86	15,19	197	450	-	1750	3
23	2039	4.449	106	150	7,72	1,30	10,04	12,05	11,04	11,04	15,45	200	450	-	1780	3
24	2040	4.524	106	150	7,85	1,30	10,21	12,25	11,23	11,23	15,71	204	450	-	1810	3
25	2041	4.601	105	150	7,99	1,30	10,39	12,46	11,42	11,42	15,98	207	450	-	1841	3

TABLA N° 14.- OFERTA Y DEMANDA UNIDADES DE CAPTACIÓN Y RESERVA ALTA

No.	Año	1,7%		Q Necesario Red Alta l/s	Q Existente Red Alta l/s	Déficit (-) o Superavit (+) Red Alta l/s	Vol. Regulación		Déficit (-) o Superavit (+) Red Alta m ³
		Población Servida Urbana hab	Población Servida Red Alta hab				Capacidad de Reserva Necesaria Red Alta m ³	Capacidad de Reserva Existente Red Alta m ³	
	2014	2.833							
	2015	2.881							
0	2016	3.019	755	1,87	0,00	-1,87	34	210	176
1	2017	3.070	768	1,91	0,00	-1,91	35	210	175
2	2018	3.123	781	1,94	3,50	1,56	35	210	175
3	2019	3.176	794	1,97	3,50	1,53	36	210	174
4	2020	3.230	807	2,00	3,50	1,50	36	210	174
5	2021	3.284	821	2,04	3,50	1,46	37	210	173
6	2022	3.340	835	2,07	3,50	1,43	38	210	172
7	2023	3.397	849	2,11	3,50	1,39	38	210	172
8	2024	3.455	864	2,14	3,50	1,36	39	210	171
9	2025	3.514	878	2,18	3,50	1,32	40	210	170
10	2026	3.573	893	2,22	3,50	1,28	40	210	170
11	2027	3.634	909	2,26	3,50	1,24	41	210	169
12	2028	3.696	924	2,29	3,50	1,21	42	210	168
13	2029	3.759	940	2,37	3,50	1,13	43	210	167
14	2030	3.823	956	2,37	3,50	1,13	44	210	166
15	2031	3.888	972	2,41	3,50	1,09	44	210	166
16	2032	3.954	988	2,45	3,50	1,05	45	210	165
17	2033	4.021	1.005	2,50	3,50	1,00	46	210	164
18	2034	4.089	1.022	2,54	3,50	0,96	47	210	163
19	2035	4.159	1.040	2,58	3,50	0,92	48	210	162
20	2036	4.229	1.057	2,67	3,50	0,83	48	210	162
21	2037	4.301	1.075	2,67	3,50	0,83	49	210	161
22	2038	4.374	1.094	2,72	3,50	0,78	50	210	160
23	2039	4.449	1.112	2,76	3,50	0,74	51	210	159
24	2040	4.524	1.131	2,81	3,50	0,69	52	210	158
25	2041	4.601	1.150	2,86	3,50	0,64	52	210	158

TABLA N° 15.- OFERTA Y DEMANDA UNIDADES DE CAPTACION Y RESERVA BAJA

No.	Año	Población Servida Urbana hab	Población Servida Red Baja hab	qmd Red Baja l/s	Q Necesario Red Baja l/s	Q Existente Red Baja l/s	Déficit (-) o Superavit (+) Red Baja l/s	Vol. Regulación		Déficit (-) o Superavit (+) Red Baja m ³
								Capacidad de Reserva Necesaria Red Baja m ³	Capacidad de Reserva Existente Red Baja m ³	
	2014									
	2015									
0	2016	3.019	2.264	3,93	5,62	0,00	-5,62	102	240	138
1	2017	3.070	2.303	4,00	5,72	0,00	-5,72	104	240	136
2	2018	3.123	2.342	4,07	5,81	0,00	-5,81	105	240	135
3	2019	3.176	2.382	4,13	5,91	0,00	-5,91	107	240	133
4	2020	3.230	2.422	4,21	6,01	0,00	-6,01	109	240	131
5	2021	3.284	2.463	4,28	6,12	0,00	-6,12	111	240	129
6	2022	3.340	2.505	4,35	6,22	0,00	-6,22	113	240	127
7	2023	3.397	2.548	4,42	6,33	0,00	-6,33	115	240	125
8	2024	3.455	2.591	4,50	6,43	0,00	-6,43	117	240	123
9	2025	3.514	2.635	4,57	6,54	0,00	-6,54	119	240	121
10	2026	3.573	2.680	4,65	6,65	0,00	-6,65	121	240	119
11	2027	3.634	2.726	4,73	6,77	0,00	-6,77	123	240	117
12	2028	3.696	2.772	4,81	6,88	0,00	-6,88	125	240	115
13	2029	3.759	2.819	4,89	7,00	0,00	-7,00	127	240	113
14	2030	3.823	2.867	4,98	7,12	0,00	-7,12	129	240	111
15	2031	3.888	2.916	5,06	7,24	0,00	-7,24	131	240	109
16	2032	3.954	2.965	5,15	7,36	0,00	-7,36	133	240	107
17	2033	4.021	3.016	5,24	7,49	0,00	-7,49	136	240	104
18	2034	4.089	3.067	5,32	7,61	0,00	-7,61	138	240	102
19	2035	4.159	3.119	5,42	7,74	0,00	-7,74	140	240	100
20	2036	4.229	3.172	5,51	7,88	0,00	-7,88	143	240	97
21	2037	4.301	3.226	5,60	8,01	0,00	-8,01	145	240	95
22	2038	4.374	3.281	5,70	8,15	0,00	-8,15	148	240	92
23	2039	4.449	3.337	5,79	8,28	0,00	-8,28	150	240	90
24	2040	4.524	3.393	5,89	8,42	0,00	-8,42	153	240	87
25	2041	4.601	3.451	5,99	8,57	0,00	-8,57	155	240	85

TABLA N° 16.- CAUDALES DE LAS REDES BAJA Y ALTA

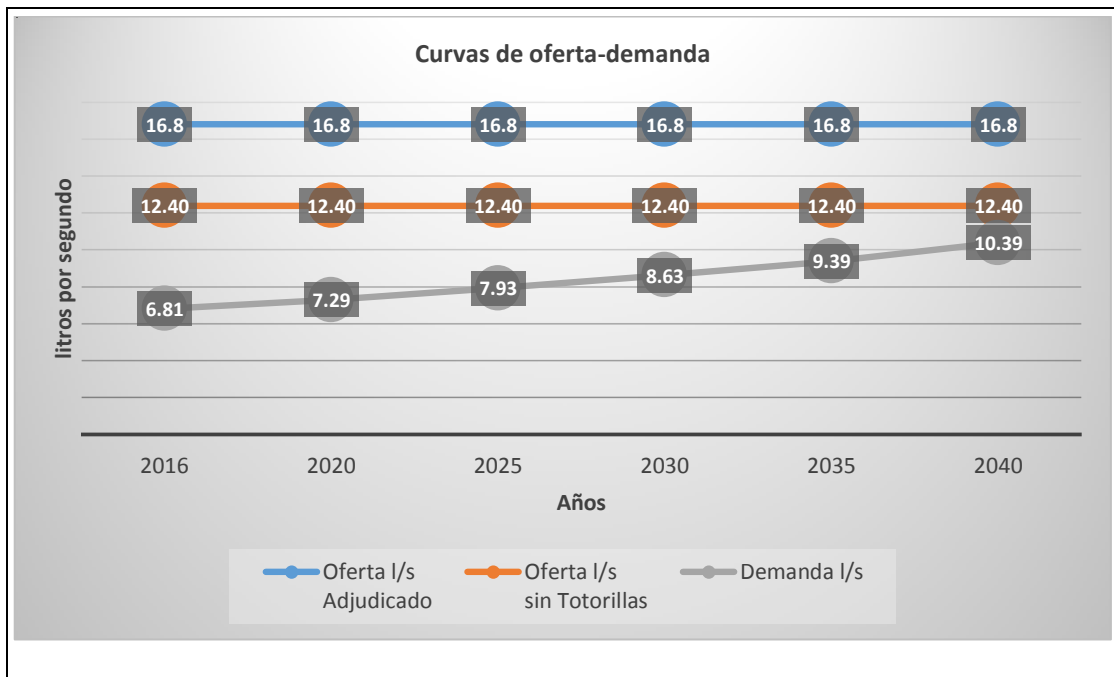
No.	Año	i= 1,70%	75% pob.total	25% pob.total	CAUDALES RED BAJA				CAUDALES RED ALTA				NUMERO USUARIOS CONECTADOS		
		Población Total	Población Red Baja	Población Red Alta	Q Capt.	Q Cond.	Q Tratam.	Q Red QMH	Q Capt.	Q Cond.	Q Tratam.	Q Red QMH	RED TOTAL	RED BAJA	RED ALTA
		habitantes			l/s				l/s				u	u	u
	2014	2.833	2.125	708											
	2015	2.881	2.161	720											
0	2016	3.019	2.264	755	6,13	5,62	5,62	7,86	2,04	1,87	1,87	2,62	1208	906	302
1	2017	3.070	2.303	768	6,24	5,72	5,72	8,00	2,08	1,91	1,91	2,67	1228	921	307
2	2018	3.123	2.342	781	6,34	5,81	5,81	8,13	2,11	1,94	1,94	2,71	1249	937	312
3	2019	3.176	2.382	794	6,45	5,91	5,91	8,27	2,15	1,97	1,97	2,76	1270	953	318
4	2020	3.230	2.422	807	6,56	6,01	6,01	8,41	2,19	2,00	2,00	2,80	1292	969	323
5	2021	3.284	2.463	821	6,67	6,12	6,12	8,55	2,22	2,04	2,04	2,85	1314	985	328
6	2022	3.340	2.505	835	6,79	6,22	6,22	8,70	2,26	2,07	2,07	2,90	1336	1002	334
7	2023	3.397	2.548	849	6,90	6,33	6,33	8,85	2,30	2,11	2,11	2,95	1359	1019	340
8	2024	3.455	2.591	864	7,02	6,43	6,43	9,00	2,34	2,14	2,14	3,00	1382	1036	345
9	2025	3.514	2.635	878	7,14	6,54	6,54	9,15	2,38	2,18	2,18	3,05	1405	1054	351
10	2026	3.573	2.680	893	7,26	6,65	6,65	9,31	2,42	2,22	2,22	3,10	1429	1072	357
11	2027	3.634	2.726	909	7,38	6,77	6,77	9,46	2,46	2,26	2,26	3,15	1454	1090	363
12	2028	3.696	2.772	924	7,51	6,88	6,88	9,62	2,50	2,29	2,29	3,21	1478	1109	370
13	2029	3.759	2.819	940	7,63	7,00	7,00	9,79	2,54	2,33	2,33	3,26	1503	1128	376
14	2030	3.823	2.867	956	7,76	7,12	7,12	9,95	2,59	2,37	2,37	3,32	1529	1147	382
15	2031	3.888	2.916	972	7,90	7,24	7,24	10,12	2,63	2,41	2,41	3,37	1555	1166	389
16	2032	3.954	2.965	988	8,03	7,36	7,36	10,30	2,68	2,45	2,45	3,43	1581	1186	395
17	2033	4.021	3.016	1.005	8,17	7,49	7,49	10,47	2,72	2,50	2,50	3,49	1608	1206	402
18	2034	4.089	3.067	1.022	8,31	7,61	7,61	10,65	2,77	2,54	2,54	3,55	1636	1227	409
19	2035	4.159	3.119	1.040	8,45	7,74	7,74	10,83	2,82	2,58	2,58	3,61	1663	1248	416
20	2036	4.229	3.172	1.057	8,59	7,88	7,88	11,01	2,86	2,63	2,63	3,67	1692	1269	423
21	2037	4.301	3.226	1.075	8,74	8,01	8,01	11,20	2,91	2,67	2,67	3,73	1721	1290	430
22	2038	4.374	3.281	1.094	8,89	8,15	8,15	11,39	2,96	2,72	2,72	3,80	1750	1312	437
23	2039	4.449	3.337	1.112	9,04	8,28	8,28	11,59	3,01	2,76	2,76	3,86	1780	1335	445
24	2040	4.524	3.393	1.131	9,19	8,42	8,42	11,78	3,06	2,81	2,81	3,93	1810	1357	452
25	2041	4.601	3.451	1.150	9,35	8,57	8,57	11,98	3,12	2,86	2,86	3,99	1841	1380	460

c. Balance Oferta Demanda

En la actualidad Guamote cuenta con una capacidad instalada de agua cruda de 18.73 l/s provenientes de las vertientes de Santa Rosa 1 y 2; Matipanga, Chipochico y Ambato Poggio.

Comparando la capacidad instalada de agua cruda y las demandas proyectadas se observa que hay un superávit de la demanda de agua en el futuro, por lo que no se requiere agregar capacidad adicional de agua cruda al año 2041.

FIGURA N° 3.- CURVAS DE OFERTA Y DEMANDA



Producción de agua cruda existentes en las vertientes según aforos: 18.73 l/s

La oferta de agua cruda que dispone Guamote es de 16.80 l/s, adjudicado por SENAGUA. Por el momento la vertiente Totorillas no se requiere, con las 5 vertientes existentes se cubre la demanda máxima diaria hasta el año 2041.

TABLA N° 17.- OFERTA DE AGUA CRUDA

OFERTA DE AGUA CRUDA EN l/s ADJUDICADO			
FUENTES EXISTENTES	ORIGEN	COTA	CAUDAL
		msnm	
1.- Chacaza Sta.Rosa 1	Vertiente	3451,12	1,80
2.- Chacaza Sta.Rosa 2	Vertiente	3449,53	
3.- Chacaza Matipanga	Superficial	3438,66	4,20
4.- Chipo Chico	Vertiente	3133,00	1,70
5.- Ambato Pogio	Vertiente	3139,00	4,70
6. Vertiente Totorillas	Vertiente	3210,00	4,40
		TOTAL	16,80

6.5 Volumen de reserva existente

TABLA N° 18.- DETALLE DE TANQUES EXISTENTES

DETALLE DE TANQUES DE RESERVA EXISTENTES			
			AL 25-02-2016
No.	RED	Ubicación	Capacidad m
1	ALTA	Planta San Juan Alto	200
2	ALTA	Barrio San Borondón	10
SUBTOTAL			210
1	BAJA	Planta San Juan Bajo	140
2	BAJA		100
SUBTOTAL			240
TOTAL VOLUMEN DE RESERVA m³ :			450

El volumen de reserva total es suficiente para abastecer la demanda de reserva hasta el año horizonte 2041.

6.6 Proyección de Conexiones domiciliarias de las Redes Alta y Baja

TABLA N° 19.- TOTAL DE USUARIOS AÑO 2041

			AL AÑO 2041
			USUARIOS
1	ALTA	Sector Empresa Eléctrica	124
2	ALTA	Mariana de Jesús	78
3	ALTA	San Juan Centro	60
4	ALTA	San Juan Promejoras	78
5	ALTA	San Borondón-Carapungo-Plaza Rastro	120
SUBTOTAL			460
6	BAJA	Sector A Piedras Blancas	41
7	BAJA	Sector B (San Pedro)	207
8	BAJA	Sector C (Palomos)	414
9	BAJA	Sector D La Playa (Central)	635
10	BAJA	24 de Mayo - La Victoria	83
SUBTOTAL			1.380
TOTAL USUARIOS :			1.841

Agua no contabilizada y fugas

En vista, que el sistema de agua de no posee macro medición ni un buen sistema de micro medición, no se puede calcular el nivel de pérdidas ni contabilizada, se asume el 30% según lo establece la normativa vigente (SENAGUA- EX IEOS) para redes nuevas.

6.7 Caudales de diseño de estructuras

Los caudales que demandan la población en estudio se definen, para los siguientes elementos:

TABLA N° 20.- CAUDALES DE LOS ELEMENTOS

ELEMENTO	CAUDAL
Captación de aguas superficiales.	Máximo diario + 20%.
Captación de aguas subterráneas.	Máximo diario + 5%.
Conducción de aguas superficiales.	Máximo diario + 10%.
Conducción de aguas subterráneas.	Máximo diario + 5%.
Red de distribución.	Máximo horario + incendio.
Planta de tratamiento.	Máximo diario + 10%.

a) Caudal de captación

El caudal de captación será igual al caudal máximo diario QMD, multiplicado por un factor de mayoración de 1.20, por lo que el caudal a captar al final del periodo de diseño será de:

$$Q_{Cap} = 1.2 \times QMD$$

$$Q_{Cap} = 1.2 \times 10.39 = 12.46 \frac{l}{seg}$$

Dónde:

QCap. = Caudal de captación

QMD = Caudal Máximo Diario

b) Caudal de conducción y tratamiento

Las Normas de Diseño recomiendan multiplicar por un factor de mayoración de 1.1 al valor del caudal máximo diario.

$$Q_{conducción\ y\ tratam.} = 1.1 QMD$$

$$Q \text{ conducción y tratam.} = 1.1 \times 10.39 = 11.42 \frac{l}{seg}$$

c) Caudal de redes de distribución (QMH)

El caudal de la red de distribución corresponderá al caudal medio diario (qmd) multiplicado por 2

$$QMH = 2 \times qmd$$

$$QMH = 2 \times 7.99 = 15.98 \frac{L}{Seg}$$

d) El cálculo del volumen de reserva

Se ha estimado según recomendaciones de las Normas de Diseño de la siguiente forma:

$$\text{Vo. regulacion} = 0.30 \text{ Vol. caudal medio diario}$$

$$\text{Vo. regulación} = 0.30 \times 7.99 \times 86.4 = 207 \text{ m}^3$$

No se ha considerado caudal para incendios ni de emergencia, por ser población menor a 5000 habitantes.

TABLA N° 21.- RESUMEN DE CAUDALES DE DISEÑO Y VOLUMEN DE RESERVA

Parámetros	TOTALES			
	Año 2016	Año 2020	Año 2030	Año 2041
Captación l/s	8.18	8.75	10.35	12.46
Conducción l/s	7.50	8.02	9.49	11.42
Tratamiento l/s	7.50	8.02	9.49	11.42
Redes QMH, l/s	10.48	11.21	13.27	15.98
Volumen de reserva m ³	136.00	145.00	172.00	207.00

Elaborado: Consultor

7 DISEÑOS HIDRAULICOS

7.1 Captaciones

Es una estructura que permite recolectar e incorporar el agua de un afloramiento, manantial, rio, etc., y derivar dicha agua hacia la conducción.

Todas las fuentes actuales de abastecimiento, son de tipo subterráneo, con excepción de Matipanga que es superficial:

7.1.1 Captaciones Cachaza

Las captaciones ubicadas en Cachaza son Santa Rosa 1, Santa Rosa 2 y Matipanga, ubicadas en las cotas 3451.12, 3449.53 y 3438.66, respectivamente.

Estas captaciones son existentes, mismas que recibirán un tratamiento de resanado, pintura y cambio de válvulas y accesorios.

El caudal total de estas tres captaciones son de 9.15 l/s se recolectarán en un tanque unificador de caudales y se conducirán directamente a la Planta de Tratamiento proyecta sobre el Barrio Samborondón, para eliminar el exceso de color y turbiedad y coliformes.

Estas captaciones proveerán de agua cruda a la Planta de Tratamiento de la Zona Alta y a través del Tanque de Reserva de 50 m³ transferirá agua tratada al Tanque de Reserva de 100 m³ ubicado en la Zona Baja.

7.1.2 Captación Chipo Chico

Es una captación existente que está funcionando normalmente por lo que no es necesario realizar ninguna adecuación o cambio de material hidráulico.

El caudal que produce esta captación está en el orden de 2.44 l/s y está ubicada en la cota 3133.

7.1.3 Captación Ambato Pogio

Esta captación también existe y está funcionando normalmente, por lo que no es necesario realizar ninguna readecuación a la estructura

El caudal que produce esta captación está en el orden de 7.14 l/s y está ubicada en la cota 3139.

Los dos captaciones Chipo Chico y Ambato Pogio con un caudal de 9.58 l/s están actualmente abasteciendo la Zona Centro y Baja.

7.2 Línea de Conducción

Es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conforman el sistema que se encarga de conducir el agua desde la captación hasta la planta de tratamiento o al tanque de almacenamiento, empleando en este caso solamente la fuerza de gravedad.

7.2.1 Nueva Conducción Cachaza

Actualmente existen 3 líneas de conducción de Cachaza. La primera conduce el caudal de la captación de Santa Rosa 1, la segunda línea conduce el caudal de Santa Rosa 2 y el tercer ramal conduce el caudal de Matipanga. Todas estas líneas tienen dificultades en su conducción, ya sea porque el espesor de las tuberías sea mínimo o porque atraviesan por taludes que por efecto de las lluvias se deslizan produciendo el desabastecimiento de la población por algunos días.

En vista de lo anotado anteriormente es necesario instalar una nueva línea de conducción que capte las tres vertiente en una sola tubería de 110 mm de PVC presión unión por sellado elastomérico U/E de 1.25 Mpa, espesor nominal de 5.3 mm y que cumpla la Norma INEN 137.

La línea de conducción Nueva Cachaza arranca desde la Captación Santa Rosa 1 abscisa 0+000 cota 3451.12, recoge el caudal proveniente de la captación Santa Rosa 2 abscisa 0+040, cota 3449.53, luego se capta el caudal de Matipanga ubicado en la abscisa 0+120 y a través de un tanque recolector de caudales ubicado en la abscisa 0+132 se conducirá a la Planta de Tratamiento, ubicada en San Juan Alto Barrio Samborondón cota 3.198.97

La nueva línea de conducción contará con:

a. Válvulas de aire de triple acción

Las válvulas de aire serán de triple acción de 1/2" que estará integrada en una sola unidad: una válvula de aire y vacío y una automática, que liberará el aire durante el llenado de la tubería y permitirá la entrada de aire mientras la tubería se vacía. El componente automático liberará el aire que se acumula en los puntos altos del sistema presurizado. En la línea se instalarán 6 válvulas de acuerdo con la siguiente tabla:

TABLA N° 22.- UBICACION DE VÁLVULAS DE AIRE

VALVULAS DE AIRE TRIPLE ACCION 1/2"			
N°	ABSCISA	Cota	DN tubería mm
1	0+982	3421	110
2	1+460	3369	110
3	1+859	3364	110
4	2+740	3283	110
5	3+666	3227	110
6	4+040	3199	110

b. Válvulas de desagüe de 2"

Para la operación del sistema y la evacuación de la línea de conducción por cualquier evento, se ha diseñado 4 válvulas de compuerta de 2" de hierro fundido extremos lisos, acopladas con uniones mecánicas.

La línea de conducción con perfil accidentado existe la tendencia a la acumulación de sedimentos en los puntos bajos, por lo que resulta conveniente colocar válvulas de desagüe que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tubería.

Diámetros de válvulas de desagüe en función del diámetro de la línea de conducción de acuerdo con el Manual de Abastecimiento de Agua por Simón Arocha pág. 117.

TABLA N° 23.- DIÁMETROS DE VÁLVULAS DE DESAGUE

Diámetro Tubería Conducción	Diámetro Válvulas Desagüe
63 mm	2"
90 mm	2"
110 mm	2"
160 mm	4"

TABLA N° 24.- UBICACIÓN DE VÁLVULAS DE DESAGUE

VALVULAS DE DESAGUE 2"			
N°	ABSCISA	Cota	DN tubería mm
1	1+640	3324	110
2	2+636	3271	110
3	3+374	3177	110
4	3+890	3160	110

c. Pasos de quebrada

Para vencer depresiones se ha previsto montar pasos de quebrada de diferentes luces de acuerdo a la siguiente tabla:

TABLA N° 25.- UBICACIÓN DE PASOS DE QUEBRADA

PASOS DE QUEBRADA TIPO EX IEOS				
N°	ABSCISA	Cota	DN tubería mm	Longitud m
1	0+194	3436	110	L=14
2	1+142	3374	110	L=22
3	1+640	3324	110	L=40
4	3+374	3177	110	L=70
5	3+890	3160	110	L=40

d. Tanques rompe presión

Para evitar que la tubería falle por sobrepresión se ha previsto la construcción de dos tanques rompe presión ubicados de acuerdo a la siguiente tabla:

TABLA N° 26.- UBICACIÓN DE TANQUES ROMPE PRESIÓN

TANQUES ROMPE PRESION			
N°	ABSCISA	Cota	DIMENSIÓN
1	2+400	3321	
2	3+140	3241	

e. Perfil de la conducción

El diseño hidráulico realizó con la fórmula Hazen and Williams.

El cálculo detallado de la línea de conducción se puede ver en el anexo 4.

La línea piezométrica no corta en ningún momento la tubería, se evitó que se produzcan grandes presiones, depresiones demasiados profundas o puntos altos para evitar colocar exceso de accesorios.

El cálculo solo consideró las pérdidas por fricción, ya que las pérdidas locales son despreciables por la longitud de la tubería.

Para el cálculo hidráulico se aplicó la fórmula de Hazen and Williams

$$hf = 10.674 * Q^{1.852} * L / C^{1.852} * D^{4.871}$$

Donde:

Hf= pérdida de carga en m

Q= caudal en m³/s

L= longitud de la tubería en m

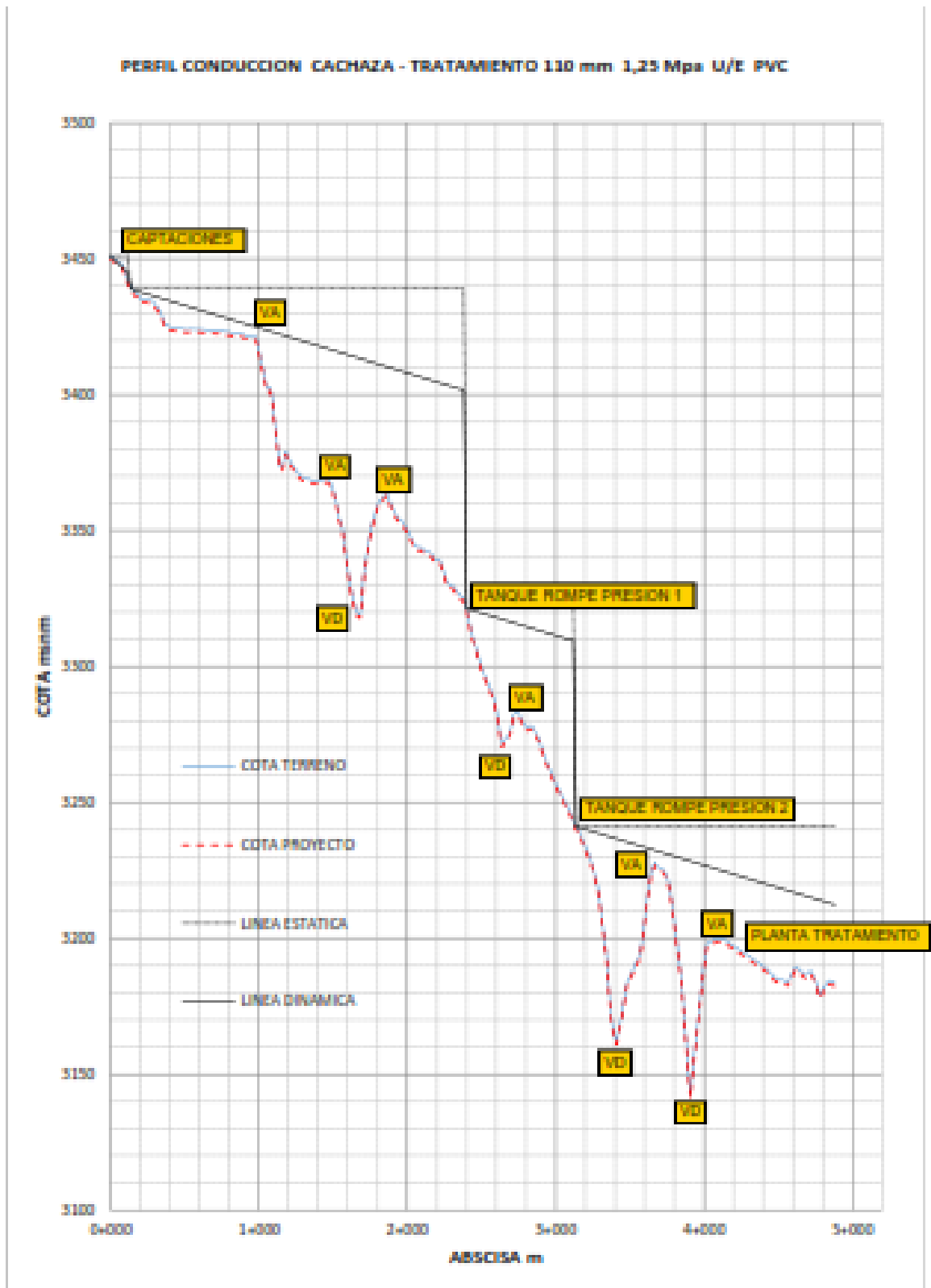
C= Coeficiente PVC = 140

D= Diámetro de la tubería en m.

La tubería irá enterada a una profundidad aproximada de 1.20 m, a fin de evitar posibles daños o roturas.

Diferencia de nivel: Entre la captación Santa Rosa 1 y la Planta de Tratamiento existe una diferencia de 254.12 m.

FIGURA N° 4.- PERFIL DE LA CONDUCCIÓN NUEVA CACHAZA



Dónde: VA=válvula de aire; VD=Válvula de desagüe

f. Diseño de anclajes

Los anclajes son bloques de hormigón simple que impiden el movimiento de la tubería ante la presencia de diferentes fuerzas debidas al movimiento del agua y el peso de la tubería.

Estos bloques se diseñan tomando en cuenta que la tubería estará enterrada en la mayor parte.

En los bloques de anclaje horizontales, las reacciones que tienden a equilibrar el empuje resultante de la presión de la tubería, deben salir completamente de la resistencia portante del suelo.

Tan pronto se llena el tubo, sobre éste aparece una presión debida al terreno, que estará entre la presión activa y pasiva, en función del esfuerzo ejercido por la tubería.

La idea de estos bloques es limitar al máximo las deformaciones que puedan presentarse sobre la tubería.

Los parámetros principales que influyen en el cálculo para el dimensionamiento del bloque de anclaje son:

- Ángulo de fricción interna del suelo (grados sexagesimales)
- Cohesión del terreno (T/m²)
- Peso específico del terreno (T/m³)
- Coeficiente de rozamiento concreto – suelo (adimensional)
- Empuje pasivo del suelo (T)
- Capacidad portante admisible (T/m²)

La resultante del empuje efectuado por la tubería es:

$$R = 2 \times p \times \pi() \times R^2 \times \text{seno}(\text{alfa}/2)$$

Dónde:

R = Empuje transmitido por la tubería (T)

p = presión en la tubería (m)

R = radio exterior de la tubería (m)

Alfa = ángulo del codo (grados sexagesimales)

Para calcular la velocidad de propagación de onda v_p se utiliza la formula de ALLIEVI.

El volumen total requerido para bloques de anclajes es de 13.17 m³, que se puede apreciar en la siguiente Tabla:

7.3.1 Calidad del agua cruda

De acuerdo con los análisis físico-químicos y bacteriológicos realizado por los Laboratorios Municipales el agua contiene exceso de color, turbiedad y la presencia de coliformes hace que el agua no sea apta para el consumo humano, por lo que necesariamente requiere de una planta de tratamiento para su remoción.

TABLA N° 28.- ANALISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUA CRUDA

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	VERTIENTES CACHAZA	
ANALISIS FÍSICOS			29-mar-16	11-abr-16
pH	Unidad.	6.5-8.5	7,31	7,18
Turbiedad	U.N.T.	5	102	107
Color	Pt-Co	15	87,7	92,4
Temperatura	oC	ambient.	14,3	14,1
solidos T. disueltos	mg/L	500	270	275
Conductividad	us/cm	1000	498	502
ANALISIS QUÍMICOS				
Dureza	CaCO ₃	300	410	430
Hierro Total	Fe ⁺⁺	0,30	0,17	0,16
Nitratos	NO ₃ ⁻	44	1,8	1,9
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,30	0,01	0,011
Sulfatos	SO ₄	200	4	6
Fosfatos	PO ₄	0,40	0,66	0,65
Flúor	F	1,50	1,35	1,38
Manganeso	Mn	0,40	0,027	0,026
N-Amoniacal	N-NH ₃	1,20	0,04	0,03
ANALISIS MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Totales	ufc/100ml	Ausencia	Presencia	Presencia
Coliformes Fecales	ufc/100ml	Ausencia	Presencia	Presencia

7.3.2 Tratabilidad

a. Ensayo para eliminar color y turbiedad

Con la muestra se efectuaron pruebas de jarras, variando los gradientes de velocidad entre 101,3 s⁻¹ hasta 14,2 s⁻¹ y los tiempos de floculación entre 5 y 30 min, obteniéndose resultados óptimos de dosificación de coagulante.

b. Resultados de las pruebas de sedimentación

Empleando los gradientes y tiempos óptimos, se efectuaron ensayos de decantación de la muestra y se determinó que con una tasa promedio de 1.25 l/s/m², se pueden obtener efluentes < a 5 NTU.

c. Resultados de las pruebas de filtración

Con los resultados del agua sedimentada se hizo pasar la muestra del efluente por un filtro de sílice, de 2 capas de las siguientes características: soporte 1.4mm a 2.2mm y lecho filtrante de 0.8mm a 1.4mm con una tasa de filtración de 2.6 l/s/m², obteniéndose en todas las pruebas valores menores a 1NTU

Como coagulante se empleó PAC (POLI CLORURO DE ALUMINIO)

7.3.3 Módulos de tratamiento

La Planta estará conformada por tres módulos de tratamiento:

- 1Módulo de floculación
- 1Módulo de sedimentación
- 1Módulo de filtración (cada filtro subdividido en dos secciones)

La planta contará con 10 procesos de tratamiento, que se indica a continuación

1. Regulación y control de caudales.
2. Oxigenación dinámica.
3. Mezcla rápida y coagulación tipo PARSHALL con control de caudal mediante regleta.
4. Atenuador–distribuidor hacia la cuba de mezcla lenta mecánica.
5. Mezcla lenta mecánica.- La planta dispondrá de un sistema mecánico de mezcla lenta, mediante un motor reductor de 1 HP y velocidad variable controlada electrónicamente de 1 a 30 RPM con eje de acero inoxidable y dos turbinas de acero inoxidable de 8 paletas c/u.
6. Floculador de flujo vertical: Purgas de lodos, Tubería colectora de 4", matriz de 6", de tubería de vapor de agua sin costura de cedula 20. La floculación se optimiza con un tiempo de retención total de 20 minutos.
7. Pre sedimentador (ecualizador).
8. Sedimentador de alta tasa (MODULOS DE ABS) Sedimentador de flujo ascendente con velocidad ecualizada de 1,2mm/s, con sistema recolector de lodos con pantallas colocadas a 60 grados, y evacuación de lodos con aprovechamiento de carga hidráulica.
9. Filtro rápido descendente, con estabilizador de nivel.
10. Desinfección: La desinfección será mediante el sistema de cloro gas para lo cual se debe disponer de: 2 Cilindros de 68 Kg., 1 Sistema de inyección y dosificación de cloro gas, 1 Balanza electrónica de 300 Kg., 1 Bomba de 1 HP.

FIGURA N° 5.- VISTA GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

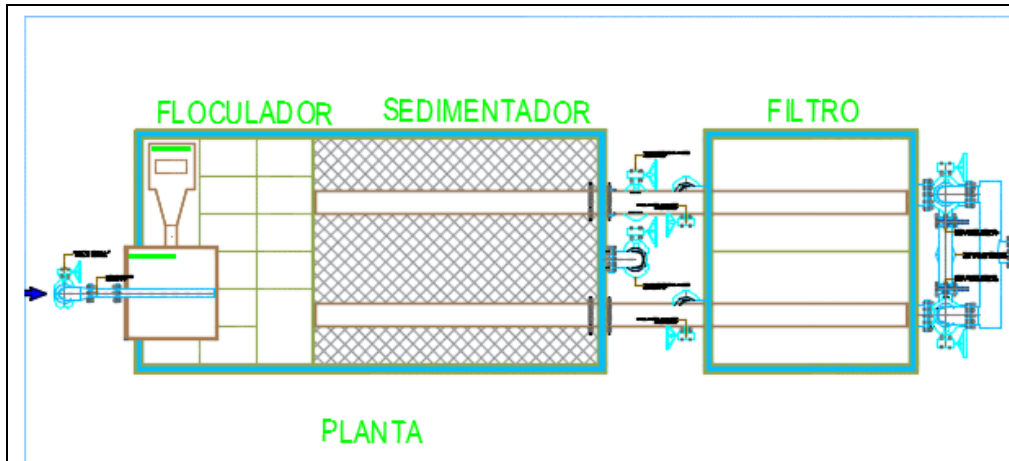


FIGURA N° 6.- VISTA EN CORTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

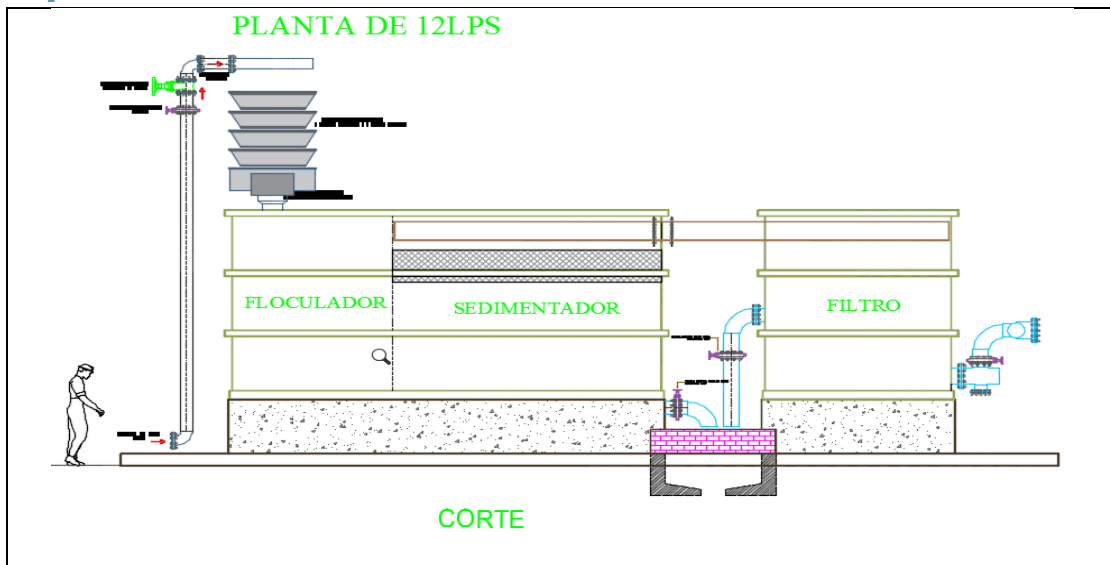


FIGURA N° 7.- DETALLE DEL SEDIMENTADOR DE ALTA TASA



FIGURA N° 8.- DETALLE DEL DOSIFICADOR DE CLORO GAS

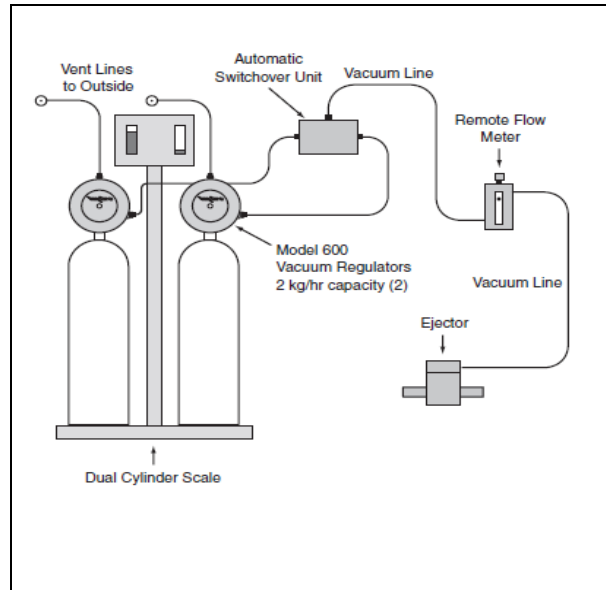
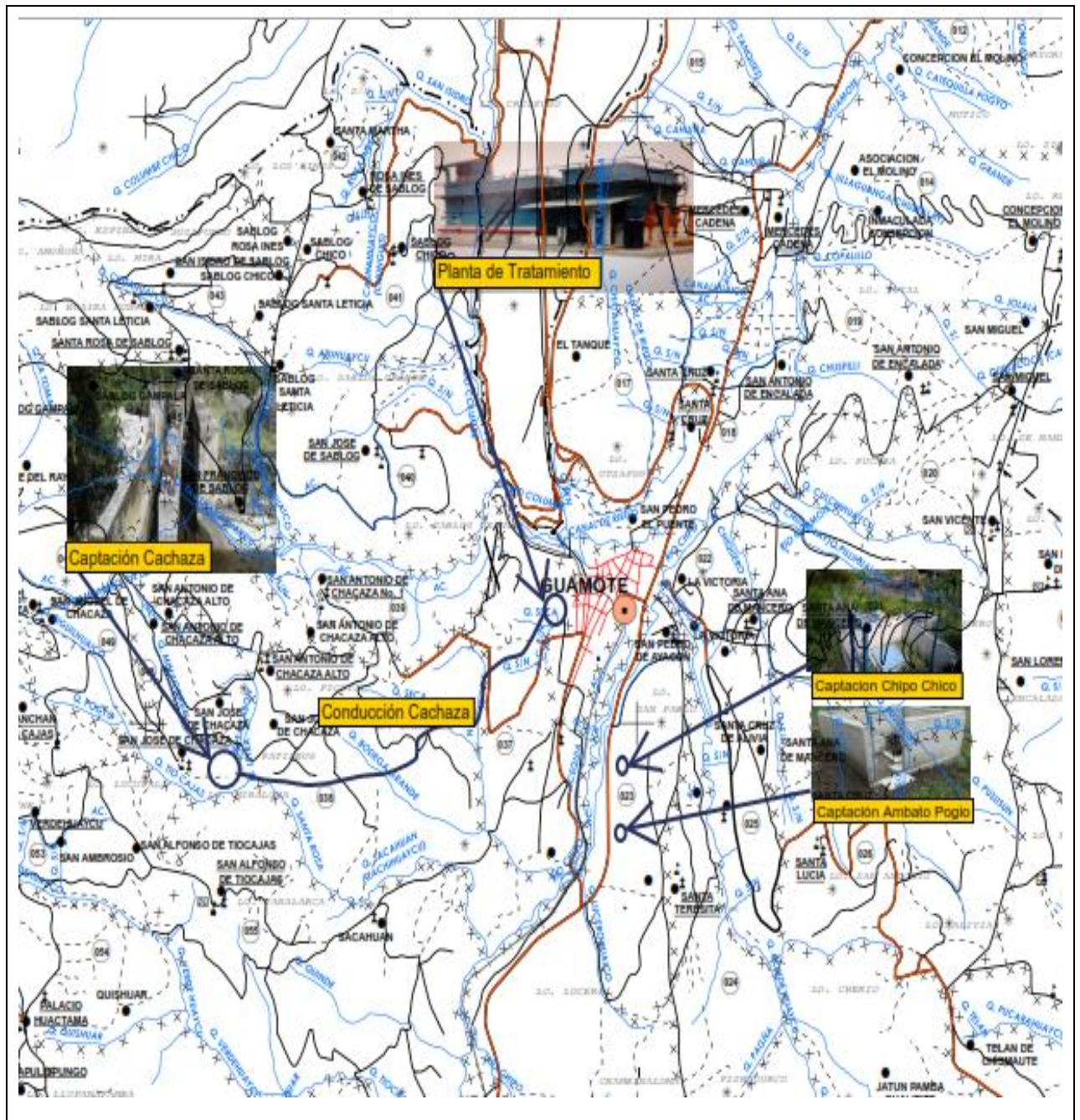


FIGURA N° 9.- TABLEROS DE CONTROL



FIGURA N° 10.- PLANO DE UBICACIÓN DE CAPTACIONES CONDUCCION Y PLANTA



7.3.4 Tanque de Reserva de la Planta de Tratamiento

La planta contará con un tanque de reserva de 50 m³ por construirse y un tanque de 10 m³ ya construido, que darán servicio al sector de San Juan Alto Barrios Samborondón y Carapungo

El Tanque de 50 m³ será de hormigón armado, con una cámara de válvulas donde irá las tuberías de desborde, desagüe y de salida.

El tanque se ha diseñado con el propósito que cubra las variaciones horarias de consumo, mantener las presiones de servicio de las redes de distribución y obtener una economía en el diseño del proyecto.

Además del tanque de 50 m³ saldrá una línea de transmisión de agua tratada hacia el tanque de 100 m³ ubicado en San Juan Bajo, para atender los requerimientos de la Zona Centro y Baja en caso de requerirse, como emergencia.

7.4 Red de Distribución

Para realizar los análisis de las redes de distribución se consideró todas las condiciones operativas normales, definiendo el régimen de presiones y caudales a lo largo de las tuberías de las redes de distribución. Para este análisis se empleó el programa de modelación hidráulica EPANET. Las pérdidas por fricción en las tuberías a presión se calculó utilizando ecuaciones y coeficientes actualizados de Hazen and Williams:

TABLA N° 29.- FORMULA DE PERDIDAS DE CARGA PARA TUBERIAS

<i>Fórmula</i>	<i>Coficiente de Resistencia (A)</i>	<i>Exponente de Caudal (B)</i>
Hazen-Williams	$10.674 C^{-1.852} d^{-4.871} L$	1.852
Darcy-Weisbach	$0.0827 f(\varepsilon, d, Q) d^{-5} L$	2
Chezy-Manning	$10.294 n^2 d^{-5.33} L$	2

donde:

- C: coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams
- ε : coeficiente de rugosidad de Darcy-Weisbach (m)
- f: factor de fricción (depende de ε , d y Q)
- n: coeficiente de rugosidad de Manning
- d: diámetro de la tubería (m)
- L: longitud de la tubería (m)
- Q: caudal (m³/seg)

TABLA N° 30.- COEFICIENTES DE RUGOSIDAD

<i>Material</i>	<i>Hazen-Williams C (adimensional)</i>	<i>Manning's n (adimensional)</i>
Hierro Colado	130 – 140	0,012 - 0,015
Hormigón o Revestido de Hormigón	120 – 140	0,012 - 0,017
Hierro galvanizado	120	0,015 - 0,017
Plástico	140 – 150	0,011 - 0,015
Acero	140 – 150	0,015 - 0,017
Arcilla Vitrificada	110	0,013 - 0,015

$$h_L = AQ^B$$

Dónde:

h_L : Pérdida de carga

Q: caudal

A: coeficiente de resistencia

B: exponente de caudal

Perdidas menores

Las pérdidas menores o también denominadas pérdidas localizadas, pueden interpretarse como debidas al incremento de la turbulencia que se producen en los cambios de dirección, codos, accesorios etc.

El cálculo se realizó para régimen permanente, se ejecuta un **modelo matemático** del funcionamiento del sistema con diferentes escenarios: con válvula reductora de presión y sin válvula reductora de presión.

Las redes de distribución cumplirán los siguientes requisitos:

Suministrar continuamente un caudal suficiente de agua potable para atender la demanda máxima horaria en todos los puntos de la red.

Mantener las presiones dentro de los límites en todos los puntos de la red.

Contar con válvulas de cierre que permitan aislar o suspender el servicio a la menor área posible con fines de operación y mantenimiento.

Las redes de distribución actualmente están divididas en dos zonas: Zona Baja y Zona Alta, con el diseño propuesto las zonas de servicio serán tres:

1. Zona Baja dividido en dos sectores,
2. Zona Alta y
3. Zona Muy Alta

7.4.1 Zona Baja

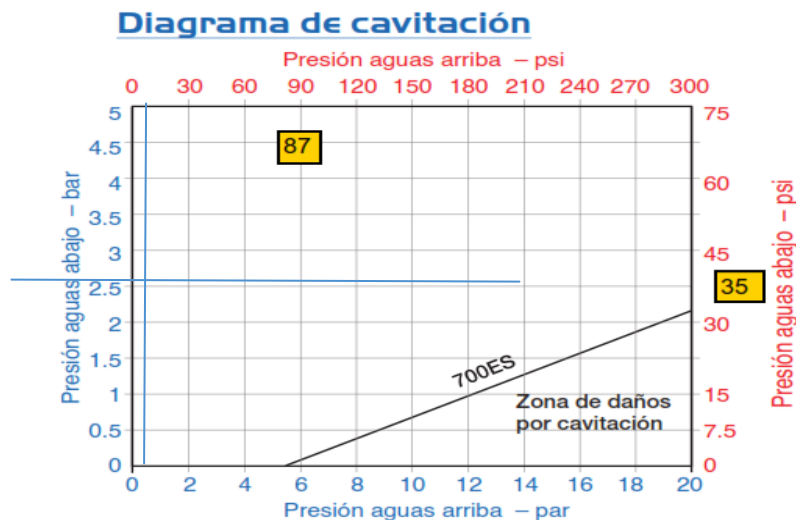
Los tanques de 100 y 140 m³ que abastecen a la Zona Baja están ubicados en San Juan Bajo la cota 3134.5 y sirven a las redes de distribución desde las cotas 3105 hasta la 3040. La zona de servicio tiene una franja de 65 metros de desnivel y el punto más bajo de la red tiene una presión estática de 94.5 m.

La presión estática de 94.5 m se considera muy elevado, por lo que se ha previsto dividir la Zona en dos Sectores:

- a. El Sector 1 con una faja de servicio de 40 m entre las cotas 3105 – 3065, obteniendo una presión estática en el punto más bajo de 69.5 m de columna de agua, que consideramos es una presión adecuada, para evitar fugas y el correcto funcionamiento de los medidores domiciliarios.
- b. El Sector 2 con una faja de servicio de 25 m entre las cotas 3065 – 3040 y con una presión estática de 52.95 m de columna de agua, debido a que se colocó un válvula reductora de presión en el límite de la faja cota 3065 y se reguló la válvula a 25 m de presión de salida (35 PSI). La presión de entrada será de 61.31 m (87PSI) a una velocidad de 1.12 m/s.

Se chequea la cavitación de la válvula de acuerdo con el siguiente gráfico:

TABLA N° 31.- ZONA DE CAVITACIÓN DE VÁLVULA REDUCTORA DE PRESION



Como se puede observar en el gráfico la válvula reductora de presión esta fuera de la zona de daños por cavitación.

7.4.2 Zona Alta

El tanque de 200 m³ actualmente provee del servicio de la Zona Alta está ubicado en San Juan Alto cota 3162 y abastece a las redes de distribución desde las cotas 3105 hasta la 3040. La zona de servicio tiene una franja de 30 metros de desnivel y el punto más bajo de la red tiene una presión estática de 57 m.

7.4.3 Zona Muy Alta

Los tanques de 50y 10 m³ darán servicio a la Zona Muy Alta están ubicados en San Juan Alto cota 3198.97y abastecerá a las redes de distribución desde las cotas 3175

hasta la 3135. La zona de servicio tiene una franja de 40 metros de desnivel y el punto más bajo de la red tiene una presión estática de 63.97m.

7.5 Válvulas

Se colocarán 5 válvulas de control para realizar reparaciones y mantenimiento, evitando así que toda la cabecera cantonal se quede sin agua.

7.6 Hidrantes y Bocas de fuego

El hidrante es un equipo que suministra gran cantidad de agua en poco tiempo. Permite la conexión de mangueras y equipos de lucha contra incendios, así como el llenado de las cisternas de agua de los bomberos.

Pese a que para sistemas de agua potable para poblaciones menores a 5000 habitantes no es necesario sistemas contraincendios, se ha previsto la colocación de 5 hidrantes de 3" y 6 bocas de fuego de 2", como medida de prevención y en lugares estratégicos.

7.7 Conexiones Domiciliarias

Son las derivaciones que permiten conducir el agua potable desde la tubería de la red de distribución hasta el domicilio. Se ha previsto el reemplazo de 1032 conexiones domiciliarias con medidor, ya que los existentes han cumplido su vida útil. Además se instalarán conexiones taponas a fin de evitar a futuro la rotura de pavimento o el levantamiento del adoquinado.

8 PRESUPUESTO

El monto a que asciende las obras es de USD 704.265,81; se anexa el detalle del presupuesto con análisis de precios unitarios del mes de junio del 2016 y cronograma valorado de la obra.

9 EJECUCIÓN DEL PROYECTO

9.1 Equipo mínimo

De manera general, se estima necesario que cada frente de obra disponga del siguiente equipo:

2 Vibroapisonadores.

1 Volqueta de 8m³.

1 Camioneta.

Equipos para trabajos con hormigón: concretera, vibradores y otros.

9.2 Plazo de ejecución y cronograma

El Plazo de ejecución del proyecto será de 180 días.

TABLA N° 32.- CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	TIEMPO EN MESES					
	1	2	3	4	5	6
Instalación de campamentos y arreglo Captaciones	■					
Excavación, inst, relleno Conducción Nueva Cachaza	■	■				
Instalación de Redes de distribución		■	■			
Instalación Conexiones Domiciliarias			■	■	■	
Construcción y equipamiento Planta de Tratamiento			■	■	■	
Construcción y equipamiento Tanque Reserva 50 m3			■	■	■	
Reposición de Adoquinado, asfaltado y otros					■	■
Seguridad y Control Ambiental						■

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ Los habitantes de Guamote cuentan actualmente con dos zonas de servicio de agua potable denominados “Red Alta y Red Baja” con una cobertura del servicio del 98% con una continuidad variable, únicamente la red baja recibe agua 24 horas al día.
- ✓ El nuevo diseño ha previsto dividir la zona Baja en dos sectores, a fin de evitar excesiva presión en los puntos más bajos y el perfecto funcionamiento de los medidores domiciliarios.
- ✓ La capacidad de remoción del color, turbiedad y coliformes fecales de las plantas de tratamiento existentes es deficiente, ya que solo cuentan con filtración lenta y cloración.
- ✓ Se ha implementado una Planta de tratamiento con todos los procesos para remover color, turbiedad y microorganismos del agua, con el propósito de que el efluente cumpla con las normas de calidad del agua dictadas por el INEC, OPS y OMS.
- ✓ El dimensionamiento de las unidades se realizará para satisfacer la demanda de caudal hasta el final del periodo de diseño año 2041.
- ✓ Los impactos ambientales que generaría la ejecución de las obras son bajos, toda vez que se realiza en una zona totalmente intervenida; el área de intervención para la captación y tratamiento es pequeña, en tal sentido no se consideran obras de mitigación de importancia. En resumen el impacto es positivo por el beneficio de contar con un servicio básico de agua potable.