APOYO TECNICO EN EL CONSORCIO TZ-SANEAR PARA LA CONSULTORIA DE LA GERENCIA ASESORA DEL PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUAS – PDA DE NARIÑO EN LOS MUNICIPIOS DE CHACHAGÜI, ANCUYA Y LINARES

ALEXANDER MAURICIO MONTENEGRO CORAL

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2013

APOYO TECNICO EN EL CONSORCIO TZ-SANEAR PARA LA CONSULTORIA DE LA GERENCIA ASESORA DEL PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUAS – PDA DE NARIÑO EN LOS MUNICIPIOS DE CHACHAGÜI, ANCUYA Y LINARES

ALEXANDER MAURICIO MONTENEGRO CORAL

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Civil

Director:
Ing. CARLOS JARAMILLO ROJAS

Codirector:
Ing. ALFREDO JIMENEZ CORDOBA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2013

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva de su actor”

Artículo 1° del Acuerdo No. 324 del 11 de Octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de Aceptación

_____

_____

_____

_____
Ing. CARLOS PANTOJA AGREDA
Jurado

_____
Ing. JAIME INSUASTY ENRÍQUEZ
Jurado

San Juan de Pasto, Septiembre de 2013

AGRADECIMIENTOS

A mi padre y colega el Ingeniero Civil, Luis Alfonso Montenegro Mier, quien siempre confió en mí y fue mi ejemplo a seguir, gracias padre por todo tu apoyo.

A mí amada madre, Martha Cecilia Coral Ortega, gracias mami por todo tu amor y comprensión.

A mi hermano, el medico Dario Alfonso Montenegro Coral, quien fue mi mejor amigo, gracias hermano por todos tus buenos concejos.

A la madre de mi hijo la Ingeniera Civil Leidy Carolina Molina Gómez, gracias por tu apoyo en esta etapa de culminación de mi carrera.

A la Universidad de Nariño, profesores y compañeros.

Al equipo de trabajo del Consorcio TZ-SANEAR.

DEDICATORIA

A mis Padres, mi Hermano y mi Hijo Santiago Alejandro Montenegro Molina.

RESUMEN

LOS PLANES DEPARTAMENTALES PARA EL MANEJO EMPRESARIAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO BÁSICO – PDA, SON UN CONJUNTO DE ESTRATEGIAS INTERINSTITUCIONALES FORMULADAS PARA LA PLANIFICACIÓN, ARMONIZACIÓN INTEGRAL DE RECURSOS E IMPLEMENTACIÓN DE ESQUEMAS EFICIENTES Y SOSTENIBLES PARA LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO.

EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO SE ESTÁ IMPLEMENTANDO LA FASE II DEL PDA Y EL CONSORCIO TZ – SANEAR COMO GERENCIA ASESORA APOYA A ÉSTA ENTIDAD, A LOS MUNICIPIOS Y AL GESTOR, ESPECIALMENTE EN LA MODERNIZACIÓN Y/O TRANSFORMACIÓN Y/O FORTALECIMIENTO EMPRESARIAL O INSTITUCIONAL, A REALIZARSE EN CADA UNO DE LOS MUNICIPIOS, O EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICIOS PÚBLICOS YA EXISTENTES.

EL APOYO TÉCNICO EN EL CONSORCIO TZ-SANEAR PARA LA CONSULTORÍA DE LA GERENCIA ASESORA DEL PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUAS – PDA DE NARIÑO, EN LOS MUNICIPIOS QUE SE ME ASIGNARON FUERON CHACHAGÜI, ANCUYA Y LINARES. REÚNE VARIOS ASPECTOS QUE UN INGENIERO CIVIL EGRESADO DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO DEBE CONOCER PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DIAGNÓSTICOS TÉCNICOS OPERATIVOS DE LAS EMPRESAS PRESTADORAS DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO.

PARA EL DESARROLLO DE LA PASANTÍA, A LA CUAL SE ACCEDIÓ DESPUÉS DE AGOTAR LOS PROCESOS DE SELECCIÓN, SE VINCULA CON CONTRATO LABORAL, SE RECIBE EL PROCESO DE INDUCCIÓN Y SE CONOCES LAS POLÍTICAS DE LA EMPRESA.

LA VINCULACIÓN COMO APOYO TÉCNICO EN EL CONSORCIO TZ-SANEAR, PERMITE AL PASANTE UN GRAN APORTE AL APRENDIZAJE UNIVERSITARIO GENERANDO APROPIACIÓN DE CONOCIMIENTOS PRÁCTICOS EN BASE A LA EXPERIENCIA, FORTALECIMIENTO DE COMPETENCIAS Y HABILIDADES EN EL SECTOR DE AGUAS, EL NIVEL ACADÉMICO ADQUIRIDO EN LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO, EN EL PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL, ASEGURA UN ÓPTIMO DESEMPEÑO EN EL DESARROLLO DE LA ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS TÉCNICOS OPERATIVOS DE LAS EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICIOS PÚBLICOS.

ABSTRACT

DEPARTMENTAL PLANS FOR THE BUSINESS MANAGEMENT OF WATER AND BASIC SANITATION - PDA, ARE A SET OF INTER - INSTITUTIONALS STRATEGIES FOR PLANNING; INTEGRATED RESOURCE HARMONIZATION AND IMPLEMENTATION OF EFFICIENT AND SUSTAINABLE SCHEMES FOR THE PROVISION OF PUBLIC SERVICES, INCLUDING WATER AND BASIC SANITATION.

IN NARIÑO DEPARTMENT IS IMPLEMENTING PHASE II OF THE PDA AND THE CONSORTIUM TZ-SANEAR AS A MANAGEMENT CONSULTANT SUPPORTS THIS ENTITY, MUNICIPALITIES AND THE MANAGER. ESPECIALLY THE MODERNIZATION AND / OR PROCESSING AND / OR CORPORATE OR INSTITUTIONAL STRENGTHENING. TO BE HELD IN EACH OF THE MUNICIPALITIES, OR COMPANIES PROVIDING PUBLIC SERVICES ALREADY EXIST.

TECHNICAL SUPPORT IN THE CONSORTIUM TZ-SANEAR FOR MANAGEMENT CONSULTING ADVISER DEPARTMENTAL WATER PLAN - PDA OF NARIÑO, IN THE MUNICIPALITIES WERE ALLOCATED TO ME CHACHAGÜI, ANCUYA AND LINARES. IT GATHERS SEVERAL ASPECTS THAT A CIVIL ENGINEERING DEGREE FROM THE UNIVERSITY OF NARIÑO SHOULD KNOW TO PREPARE TECHNICAL DIAGNOSTICS OPERATING COMPANIES PROVIDING PUBLIC SERVICES OF WATER, SEWAGE AND TOILET SYSTEM.

FOR THE DEVELOPMENT OF THE INTERNSHIP, WHICH WAS ACCESSED AFTER EXHAUSTING THE SELECTION PROCESS, IS LINKED WITH A FORMAL CONTRACT, RECEIVED THE INDUCTION PROCESS AND KNOW THE COMPANY POLICIES.

THE ENTAILMENT AS TECHNICAL SUPPORT IN THE CONSORTIUM TZ-SANEAR, ALLOWS THE INTERN A GREAT ADDITION TO GENERATING OWNERSHIP OF UNIVERSITY LEARNING SKILLS BASED ON EXPERIENCE, COMPETENCIES AND SKILLS BUILDING IN THE WATER SECTOR, THE ACADEMIC LEVEL OF THE UNIVERSITY ACQUIRED IN NARIÑO IN THE CIVIL ENGINEERING PROGRAM, ENSURES OPTIMAL PERFORMANCE IN THE DEVELOPMENT OF THE DEVELOPMENT OF TECHNICAL DIAGNOSTICS OPERATING COMPANIES PROVIDING PUBLIC SERVICES.

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCION 23

1. DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO, MUNICIPIO DE CHACHAGUI – NARIÑO 26

1.1 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE CHACHAGUI 26

1.1.1 Ubicación y localización 26

1.1.2 Límites del municipio 26

1.2 DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL ACUEDUCTO URBANO DEL MUNICIPIO DE CHACHAGUI 26

1.2.1 Fuente de abastecimiento actual 27

1.2.2 Estructuras de captación 30

1.2.3 Línea de aducción 32

1.2.4 Desarenador 34

1.2.5 Línea de conducción 36

1.2.6 Planta de tratamiento de agua potable 37

1.2.7 Unidades de proceso de la planta de tratamiento 37

1.2.7.1 Cámara de aquietamiento 37

1.2.7.2 Canal de entrada 38

1.2.7.3 Canaleta Parshall 39

1.2.7.4 Floculadores 40

1.2.7.5 Sedimentadores 41

1.2.7.6 Filtró de lecho mixto 42

1.2.8 Caracterización del agua que ingresa a la planta de tratamiento de agua potable 43

1.2.9 Medición de caudales de entrada a la planta de tratamiento 44

1.2.10 Análisis de capacidad instalada vs capacidad utilizada 45
1.2.11 Estabilización de pH y desinfección 45
1.2.12 Dosificación de insumos químicos 46
1.2.13 Equipamiento para la dosificación de insumos químicos 46
1.2.14 Almacenamiento 47
1.2.15 Macromedición 48
1.2.16 Conducción de agua tratada 48
1.2.17 Redes de distribución 48
1.2.18 Control de calidad de agua de consumo en la red 49
1.2.18.1 Reportes de calidad de agua del IDSN 49
1.2.18.2 Índice de riesgo de la calidad de agua para el consumo humano - IRCA 49
1.2.19 Planos de los componentes del sistema de acueducto 50
1.3 DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL ALCANTARILLADO URBANO DEL MUNICIPIO DE CHACHAGUI 50
1.3.1 Aspectos técnicos del alcantarillado existente 51
1.3.2 Componentes del sistema 51
1.3.3 Puntos de vertimiento 51
1.3.4 Descargas de aguas residuales del alcantarillado 52
1.3.5 Sistema de tratamiento de aguas residuales 52
1.3.6 Planos del sistema de alcantarillado 52
1.4 DIAGNOSTICO TÉCNICO DEL SERVICIO DE ASEO 53
1.4.1 Caracterización y producción de residuos sólidos 53
1.4.2 Relleno sanitario 53
1.4.3 Tratamiento de residuos sólidos 54
1.4.4 Manejo y tratamiento de lixiviados y gases 54
1.4.5 Aprovechamiento de residuos sólidos 54
2. DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO, MUNICIPIO DE ANCUYA 56

2.1 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO ANCUYA 56
2.1.1 Ubicación y localización 56
2.1.2 Límites del municipio 56
2.2 DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL ACUEDUCTO URBANO DEL MUNICIPIO DE ANCUYA 56
2.2.1 Fuente de abastecimiento 57
2.2.2 Estructura de captación 58
2.2.3 Línea de aducción 59
2.2.4 Desarenador 60
2.2.5 Línea de conducción 62
2.2.6 Planta de tratamiento de agua potable 62
2.2.7 Unidades de proceso 62
2.2.7.1 Estructura de entrada a la planta de tratamiento 63
2.2.7.2 Filtro grueso dinámico (FGDi) 64
2.2.7.3 Filtro grueso ascendente en capas - FGAC 65
2.2.7.4 Filtro lento en arena 66
2.2.8 Caracterización del agua que ingresa a la planta de tratamiento de agua potable 67
2.2.9 Medición de caudales de entrada a planta de tratamiento (FIME) 68
2.2.10 Análisis capacidad instalada vs capacidad utilizada y demandada 69
2.2.11 Estabilización de pH y desinfección 70
2.2.12 Dosificación de insumos químicos 70
2.2.13 Equipamiento para la dosificación de insumos químicos 71
2.2.14 Almacenamiento 71
2.2.15 Macromedición 74
2.2.16 Conducción de agua tratada 74
2.2.17 Redes de distribución 75
2.2.18 Control de calidad de agua de consumo en la red 75
2.2.18.1 Reportes de calidad de agua del IDSN 75
2.2.18.2 Índice de riesgo de la calidad de agua para consumo humano - IRCA .. 76

2.2.19 Planos de los componentes del sistema de acueducto 77
2.3 DIAGNOSTICO TÉCNICO DEL ALCANTARILLADO URBANO DEL MUNICIPIO DE ANCUYA 78
2.3.1 Aspectos técnicos del alcantarillado existente 78
2.3.2 Componentes del sistema 78
2.3.3 Puntos de vertimiento 79
2.3.4 Descargas de aguas residuales del alcantarillado 79
2.3.5 Sistema de tratamiento de aguas residuales 80
2.3.6 Planos del sistema de alcantarillado 80
2.4 DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL SERVICIO DE ASEO 80
2.4.1 Caracterización y producción de residuos sólidos 80
2.4.2 Relleno sanitario 80
2.4.3 Tratamiento de los residuos sólidos 81
2.4.4 Manejo y tratamiento de lixiviados y gases 81
2.4.5 Aprovechamiento de residuos sólidos 82
3. DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO, MUNICIPIO DE LINARES 83
3.1 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO LINARES 83
3.1.1 Ubicación y localización 83
3.1.2 Límites del municipio de Linares 83
3.2 DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL ACUEDUCTO URBANO DEL MUNICIPIO DE LINARES 83
3.2.1 Fuente de abastecimiento 84
3.2.2 Estructura de captación 86
3.2.3 Línea de aducción 88
3.2.4 Desarenador 89
3.2.5 Línea de conducción 91
3.2.6 Planta de tratamiento de agua potable 92
3.2.7 Unidades de proceso de la planta de tratamiento 92

3.2.7.1 Cámara de aquietamiento 92
3.2.7.2 Unidad de dosificación de coagulante y mezcla rápida 92
3.2.7.3 Tanque de mezcla de sulfato de aluminio 93
3.2.7.4 Floculadores 93
3.2.7.5 Sedimentadores 94
3.2.7.6 Filtros 94
3.2.7.7 Zona de desinfección 95
3.2.8 Caracterización del agua que ingresa a la planta de tratamiento de agua potable 95
3.2.9 Medición de caudales de entrada a la planta de tratamiento 95
3.2.10 Análisis de capacidad instalada vs capacidad utilizada y demandada 95
3.2.11 Estabilización de pH y desinfección 96
3.2.12 Dosificación de insumos químicos 96
3.2.13 Equipamiento para la dosificación de insumos químicos 97
3.2.14 Almacenamiento 97
3.2.15 Macromedición 97
3.2.16 Conducción de agua tratada 97
3.2.17 Redes de distribución 98
3.2.18 Control de calidad de agua de consumo en la red 98
3.2.18.1 Reportes de calidad de agua del IDSN 98
3.2.18.2 Índice de riesgo de la calidad de agua para consumo humano - IRCA 98
3.2.19 Planos de los componentes del sistema de acueducto 99
3.3 DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL ALCANTARILLADO URBANO DEL MUNICIPIO DE LINARES 99
3.3.1 Aspectos técnicos del alcantarillado existente 99
3.3.2 Componentes del sistema 100
3.3.3 Puntos de vertimiento 101
3.3.4 Descargas de aguas residuales del alcantarillado 101
3.3.5 Sistema de tratamiento de aguas residuales 102
3.3.6 Planos del sistema de alcantarillado 102

3.4 DIAGNOSTICO TÉCNICO DEL SERVICIO DE ASEO 102
3.4.1 Caracterización y producción de residuos sólidos 102
3.4.2 Relleno sanitario 102
3.4.3 Tratamiento de los residuos sólidos 102
3.4.4 Manejo y tratamiento de lixiviados y gases 103
3.4.5 Aprovechamiento de residuos solidos 103
4. CONCLUSIONES 104
5. RECOMENDACIONES 108
6. BIBLIOGRAFÍA 109
7. ANEXOS 112

LISTA DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Aforo antes de la bocatoma, quebrada La Tebaida 28
Cuadro 2. Aforo después de la bocatoma, quebrada La Tebaida 28
Cuadro 3. Aforo antes de la bocatoma, quebrada El Helechal.....29
Cuadro 4. Aforo después de la bocatoma, quebrada El Helechal 29
Cuadro 5. Línea de aducción La Tebaida.....33
Cuadro 6. Características y parámetros técnicos de las unidades de sedimentación.....41
Cuadro 7. Chequeo capacidad hidráulica del filtro descendentes.....42
Cuadro 8. Aforos de caudal – canal de entrada 44
Cuadro 9. Aforo de caudales – entrada a la planta 44
Cuadro 10. Dosificador Hydro Instruments – series 600 y dosificación de cloro gaseoso aplicada por operador de planta y la requerida 45
Cuadro 11. Índice de riesgo de la calidad de agua urbano municipio de Chachagüí 49
Cuadro 12. Aumento en el IRCA municipio de Chachagüí.....49
Cuadro 13. Índice de riesgo de la calidad de agua urbano municipio de Chachagüí año 2011.....50
Cuadro 14. Aumento en el IRCA municipio de Chachagüí.....50
Cuadro 15. Aforo antes de la bocatoma quebrada El Salado.....57
Cuadro 16. Evaluación capacidad instalada bocatomas - municipio de Ancuyá .59
Cuadro 17. Evaluación capacidad máxima teórica de la línea de aducción 59
Cuadro 18. Revisión de la capacidad hidráulica del desarenador.....61
Cuadro 19. Evaluación capacidad máxima teórica de la línea de conducción 62
Cuadro 20. Volúmenes de agua producida, suministrada por la planta de tratamiento.....63

Cuadro 21. Chequeo hidráulico del filtro grueso dinámico - FGDi.....65
Cuadro 22. Chequeo hidráulico del filtro grueso ascendente en capas.....66
Cuadro 23. Dimensiones y chequeo hidráulico del filtro lento.....67
Cuadro 24. Aforo a la entrada de los filtros de flujo ascendente 68
Cuadro 25. Dosificación de cloro gaseoso aplicada por operador de planta y la requerida.....70
Cuadro 26. Tanque de almacenamiento uno - municipio de Ancuyá 72
Cuadro 27. Tanque de almacenamiento dos- municipio de Ancuyá 72
Cuadro 28. Aforo tanque de almacenamiento uno 73
Cuadro 29. Índice de riesgo de la calidad de agua para consumo humano, IRCA 2008 - 2011, según reportes del IDSN.....76
Cuadro 30. Resultados del IRCA mensual reportados por el IDSN – año 2011..76
Cuadro 31. Frecuencia de las actividades de mantenimiento en los componentes del sistema de acueducto de Ancuya 77
Cuadro 32. Vertimientos de aguas residuales y puntos de vertimiento.....79
Cuadro 33. Aforo antes de la bocatoma, quebrada La Chorrera.....84
Cuadro 34. Aforo después de la bocatoma, quebrada La Chorrera.....84
Cuadro 35. Aforo antes de la bocatoma, quebrada Astarón.....85
Cuadro 36. Aforo después de la bocatoma, quebrada La Astarón.....85
Cuadro 37. Aforo antes de la bocatoma, quebrada El Pedrero 86
Cuadro 38. Aforo después de la bocatoma, quebrada El Pedrero 86
Cuadro 39. Evaluación capacidad instalada bocatoma – La Chorrera.....87
Cuadro 40. Evaluación capacidad instalada bocatoma - Astaron 87
Cuadro 41. Evaluación capacidad instalada bocatoma – El Pedrero 88
Cuadro 42. Línea de aducción La Chorrera 88
Cuadro 43. Línea de aducción Astarón 88
Cuadro 44. Línea de aducción El Pedrero.....89
Cuadro 45. Desarenador La Chorrera.....89
Cuadro 46. Desarenador Astaron.....90
Cuadro 47. Desarenador El Pedrero 90

Cuadro 48. Línea de conducción La Chorrera.....91
Cuadro 49. Línea de conducción Astarón 91
Cuadro 50. Línea de conducción El Pedrero.....91
Cuadro 51. Unidad de dosificación de coagulante y mezcla rápida (cribado) 93
Cuadro 52. Características del floculador de flujo horizontal.....93
Cuadro 53. Dimensiones y chequeo hidráulico de los sedimentadores 94
Cuadro 54. Sistema de filtración.....94
Cuadro 55. Tanque de distribución.....97
Cuadro 56. Índice de riesgo de la calidad de agua urbano municipio de Linares año 2011.....98
Cuadro 57. Aumento en el IRCA municipio de Linares 99
Cuadro 58. Ubicación de los sumideros.....100
Cuadro 59. Puntos de vertimientos 101

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Localización del municipio de Chachagüí 26
Figura 2. Bocatoma – La Tebaida 31
Figura 3. Bocatoma – El Helechal 32
Figura 4. Línea de aducción El Helechal 33
Figura 5. Desarenador La Tebaida 34
Figura 6. Desarenador uno El Helechal 35
Figura 7. Desarenador dos, El Helechal 36
Figura 8. Cámara de aquietamiento – entrada La Tebaida 38
Figura 9. Cámara de aquietamiento – entrada El Helechal 38
Figura 10. Canal de entrada 38
Figura 11. Canal de entrada a la canaleta Parshall 39
Figura 12. Canaleta Parshall de Ø 3'' y capacidad hidráulica de la canaleta Parshall 39
Figura 13. Floculador mecánico 40
Figura 14. Tanque elevado para lavado de filtros y capacidad hidráulica 43
Figura 15. Punto de inyección de cloro gaseoso 46
Figura 16. Dosificador de sulfato 46
Figura 17. Tanque de almacenamiento (pequeño) 47
Figura 18. Tanque de almacenamiento (grande) 48
Figura 19. Entrada al parque de recuperación de residuos sólidos 54
Figura 20. Tratamiento de lixiviados – Chachagüí 54
Figura 21. Compostaje – Chachagüí 55
Figura 22. Localización del municipio de Ancuyá 56
Figura 23. Capacidad instalada del desarenador vs capacidad requerida 61
Figura 24. Vista general - planta de tratamiento de agua potable tipo FIME 63

Figura 25. Cámara de aquietamiento....64
Figura 26. Aforo a la entrada del filtro de flujo ascendente....68
Figura 27. Deficiencia de la PTAP....69
Figura 28. Caseta de Cloración y Dosificador de Cloro Gaseoso....70
Figura 29. Volumen de almacenamiento requerido vs instalado....74
Figura 30. Comportamiento del IRCA según reportes del IDSN – año 2011....76
Figura 31. Entrada al relleno sanitario - municipio de Ancuyá....81
Figura 32. Disposición residuos no aprovechables....81
Figura 33. Sitio de compostaje....81
Figura 34. Manejo de gases....81
Figura 35. Localización municipio de Linares....83
Figura 36. Análisis capacidad hidráulica....95
Figura 37. Dosificador de cloro gaseoso aplicada por operador de planta y la requerida....96
Figura 38. Información gráfica consolidada de vertimientos....101
Figura 39. Sitio de compostaje....102
Figura 40. Bodega....103

LISTA DE ANEXOS

Pág.

ANEXO A. MUNICIPIO DE CHACHAGUI 113

ANEXO B. MUNICIPIO DE ANCUYA.....114

ANEXO C. MUNICIPIO DE LINARES.....115

ANEXO D. CERTIFICADOS DE PERMANENCIA EN LOS MUNICIPIOS DE CHACHAGUI, ANCUYA Y LINARES.....116

GLOSARIO

Acometida: Derivación de la red local de acueducto que llega hasta el registro de corte en el inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general.

Aguas residuales: Desecho líquido provenientes de residencias, edificios, instituciones, fábricas o industrias.

Bocatoma: Estructura hidráulica que capta el agua desde una fuente superficial y la conduce al sistema de acueducto.

Catastro de red: Sistema de registro y archivo de información técnica estandarizada y relacionada con todos los detalles técnicos de ubicación de tuberías, diámetros, válvulas, hidrantes y todo accesorio de la red.

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

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

Desinfección: Proceso físico o químico que permite la eliminación o destrucción de los organismos patógenos presentes en el agua.

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

Planta de potabilización: Conjunto de obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos que permitan cumplir con las normas de calidad del agua potable.

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

Sedimentación: Proceso en el cual los sólidos suspendidos en el agua se decantan por gravedad.

Vida útil: Tiempo estimado para la duración de un equipo o componente de un sistema sin que sea necesaria la sustitución del mismo; en este tiempo solo se requieren labores de mantenimiento para su adecuado funcionamiento.

INTRODUCCION

"En los últimos años se han venido desarrollando con celeridad proyectos de recursos hidráulicos, en el sector de agua potable y saneamiento básico. Esto es fundamental dado que contribuye en forma determinante en la calidad de vida de la población, por causa del mejoramiento de las condiciones de salubridad y el desarrollo económico de las regiones. En este contexto, el sector es variable fundamental para el crecimiento económico territorial, al generar condiciones para la expansión de la actividad urbana, comercial e industrial en las ciudades"[1].

LOS PLANES DEPARTAMENTALES PARA EL MANEJO EMPRESARIAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO BASICO – PDA, son un conjunto de estrategias interinstitucionales formuladas para la planificación, armonización integral de recursos e implementación de esquemas eficientes y sostenibles para la prestación de los servicios públicos domiciliarios de agua potable y saneamiento básico.

En el Departamento de Nariño se implementó la Fase II del PDA y el Consorcio TZ – SANEAR como Gerencia Asesora apoyo a ésta entidad, a los municipios y al Gestor, especialmente en la modernización, transformación, fortalecimiento empresarial e institucional, en cada uno de los municipios y empresas prestadoras de servicios públicos.

Durante la pasantía se realizó el apoyo técnico en la asesoría de acuerdo a los principios de los PDA basados en la prestación eficiente de los servicios públicos domiciliarios de agua potable, transparencia, publicidad, eficiencia en el manejo de los recursos del sector, solidaridad, sostenibilidad, eficiencia económica, suficiencia financiera, concurrencia de voluntades, coordinación interinstitucional, articulación integral de recursos, la planificación sectorial y desarrollo sostenible.

Durante la pasantía se elaboraron los diagnósticos técnicos operativos de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo de los municipios de Chachagüí, Ancuyá y Linares.

[1] DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION, Agua Potable y Saneamiento Básico

Objetivos

Objetivo general

Apoyar al equipo técnico en lo referente a las actividades que se involucren en el Consorcio TZ – SANEAR en los municipios de Chachagüí, Ancuyá y Linares.

Objetivos específicos

- Mediciones de caudal de fuentes de abastecimiento realizando visitas de campo a los municipios de Chachagüí, Ancuyá y Linares donde se realice el aforo de fuentes de abastecimiento y aforo de los caudales captados.

- Medición del caudal en el sistema de tratamiento en los municipios de Chachagüí, Ancuyá y Linares, cálculo de caudal mediante vertederos y niveles de tanque cerrando suministro.

- Medición de infraestructura e identificación de los componentes y capacidad de las plantas de tratamiento de los municipios de Chachagüí, Ancuyá y Linares.

- Verificación de dosificación de insumos químicos y unidades de medición de los equipos dosificadores e identificación del mantenimiento que se lleva a cabo en las plantas de tratamiento de los municipios de Chachagüí, Ancuyá y Linares.

- Verificación de existencias de macromedidores y micromedidores en los municipios de Chachagüí, Ancuyá y Linares.

- Revisar la existencia de los registros de caracterización de aguas y los reportes de calidad de agua para consumo humano brindados por el IDS (Instituto Departamental de Salud) para los municipios de Chachagüí, Ancuyá y Linares.

- Verificación de las condiciones del sistema de alcantarillado, puntos de descarga de aguas servidas, solicitud de información de catastro de redes de acueducto y alcantarillado, información existente de los sistemas que se maneja en los municipios de Chachagüí, Ancuyá y Linares.

- Verificación del sistema de tratamiento de residuos sólidos y aguas residuales en los municipios de Chachagüí, Ancuyá y Linares.

Desarrollo de la pasantía

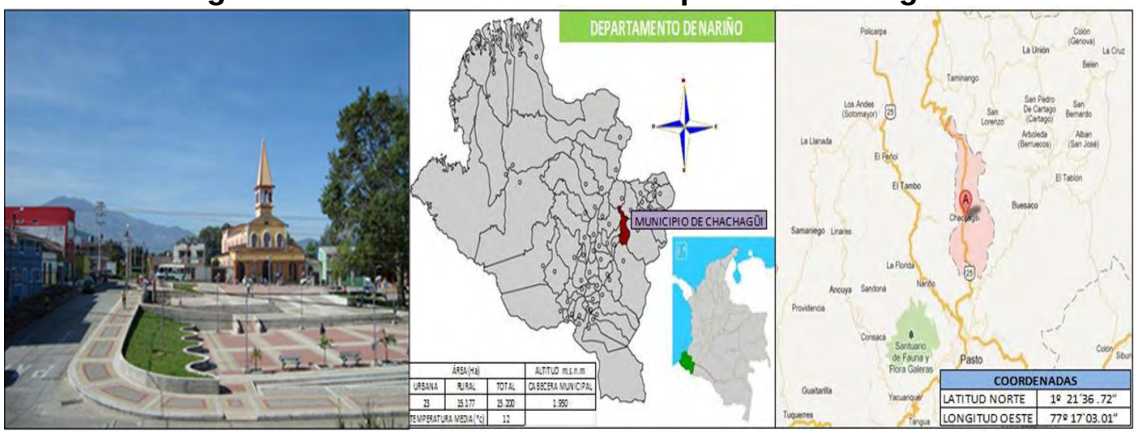
La vinculación al Consorcio TZ-SANEAR, se realizó el 16 de Junio del 2011 y teniendo en cuenta los objetivos básicos de los PDA, promover y consolidar procesos de transformación empresarial y fortalecimiento institucional, así como fomentar esquemas regionales buscando economías de escala en la prestación de los servicios, se llevó acabo el **APOYO TECNICO EN EL CONSORCIO TZ-SANEAR PARA LA CONSULTORIA DE LA GERENCIA ASESORA DEL PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUAS – PDA DE NARIÑO EN LOS MUNICIPIOS DE CHACHAGÜI, ANCUYA Y LINARES**, durante la pasantía se elaboraron los diagnósticos técnicos operativos de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo de estos municipios, tal como se describen a continuación.

1. DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO, MUNICIPIO DE CHACHAGUI – NARIÑO

1.1 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE CHACHAGUI

1.1.1 Ubicación y localización[2]. El Municipio de Chachagüí se encuentra ubicado al norte del departamento de Nariño, entre las coordenadas 1º21´36.72" latitud Norte y 77º17`03.01" longitud Oeste, tiene una altura promedio de 1.950 msnm, una temperatura media de 20°C y una extensión de 15.200 Ha; en la figura 1, se identifica la localización del municipio de Chachagüí.

Figura 1. Localización del municipio de Chachagüí



Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Chachag%C3%BC%C3%AD

1.1.2 Límites del municipio[3]. Los límites del municipio son: Al Note con Taminango y San Lorenzo, al Sur con Pasto, al Oriente con Buesaco y al Occidente con El Tambo y La Florida.

1.2 DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL ACUEDUCTO URBANO DEL MUNICIPIO DE CHACHAGUI

El sistema de acueducto del municipio de Chachagüí que ha venido prestando el servicio del suministro de agua a los habitantes del área urbana y rural, está

[2] FUENTE: Plan de Desarrollo municipal 2008-2011, Municipio de Chachagüí
[3] Fuente: Sitio oficial de Chachagüí en Nariño, Colombia, Geografía, Limites del Municipio, http://www.chachagui-narino.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mIxx-1-&m=f#geografia.

cumpliendo el período de vida útil considerado en su diseño inicial y es cada vez más frecuente los daños y fallas de distinto orden en su funcionamiento.

Conociendo la problemática el municipio de Chachagüí se encuentra en proceso de contratación de la construcción del acueducto rio Bermúdez; según el informe, resumen avances PDA de Nariño - plan departamental para la modernización empresarial de los servicios de agua y saneamiento básico.

Durante la pasantía se realizó la visita de campo al municipio de Chachagüí donde se identificaron las siguientes fuentes de abastecimiento.

1.2.1 Fuente de abastecimiento actual. Para el abastecimiento del acueducto, se aprovecha la oferta hídrica de la microcuenca quebrada la Tebaida y los Helechos. La quebrada de la Tebaida se constituye en la principal fuente de abastecimiento de agua cruda, el caudal concedido por CORPONARIÑO es de 50 l/s.[4]; la segunda fuente de abastecimiento de agua cruda es los Helechos, con un caudal de 10 l/s.[5]

La empresa EMPOCHACHAGÜÍ E.S.P. no cuenta con datos históricos de caudales máximos y mínimos de las corrientes abastecedoras en el municipio de Chachagüí; razón por la cual como apoyo al equipo técnico de la gerencia asesora TZ-SANEAR, el día 16 de agosto del 2011 se realizó los aforos de caudales a cada una de las fuentes, a partir del método de objeto flotante, arrojando los siguientes resultados: La fuente Tebaida presentó un caudal de 249,97 l/s y en la fuente El Helechal se obtuvo un caudal de 44,06 l/s; cabe anotar que en el periodo que se registraron estos datos, se presentaron épocas de lluvia.

Aforo antes de la bocatoma, quebrada La Tebaida: En el cuadro 1, se presenta los datos obtenidos en la visita de campo al municipio de Chachagüí; datos consignados por el personal técnico de la gerencia asesora del PDA de Nariño, Consorcio TZ – SANEAR.

[4] CORPONARIÑO según resolución No. 114, del 22 de Marzo del 2006.

[5] CORPONARIÑO según resolución No. 113, del 22 de Marzo del 2006.

Cuadro 1. Aforo antes de la bocatoma, quebrada La Tebaida

AFORO DE CAUDAL							
Punto de Medición de Caudal: Antes de la Bocatoma - La Tebaida							
Largo (mts)	3,60	Profundidades (cm)	28,00	Tiempo (seg.)		Velocidad (m/s)	0,96
			29,30	Aforo 1	3,97		
			29,50	Aforo 2	3,87		
Ancho,1 (mts)	2,35		13,50	Aforo 3	3,58	Area	0,52
			29,00	Aforo 4	3,78		
			21,00	Aforo 5	3,49		
Ancho,2 (mts)	2,18		13,20	Promedio	3,74	Factor de correción	0,50
			20,05				
Promedio Ancho (mts)	2,26	Promedio Profundidad (mts)	0,23	Volumen (m^3)	1868,77	Caudal (L/s)	249,97
Caudal Total:							
Aforo Realizado por el Personal Técnico de la Gerencia Asesora del PDA de Nariño, Consorcio TZ-SANEAR.					249,97 L/s		

Aforo después de la bocatoma, quebrada La Tebaida: En el cuadro 2, se presentan los datos obtenidos en campo referentes al aforo después de la bocatoma, con el fin de establecer el caudal captado a partir del aforo antes y del aforo después de la captación.

Cuadro 2. Aforo después de la bocatoma, quebrada La Tebaida

AFORO DE CAUDAL							
Punto de medición de caudal: Después de la bocatoma - La Tebaida							
Largo (mts)	3,43	Profundidades (cm)	18,00	Tiempo (seg.)		Velocidad (m/s)	0,80
			14,50	Aforo 1	4,67		
			16,50	Aforo 2	4,36		
			15,20	Aforo 3	4,24	Area	0,50
			16,00	Aforo 4	4,05		
Ancho,1 (mts)	2,95		33,00	Aforo 5	4,07		
			16,30	Promedio	4,28	Factor de corrección	0,50
Ancho,2 (mts)	2,77		11,30				
Promedio Ancho (mts)	2,86	Promedio Profundidad (mts)	0,18	Volumen (m3)	1726,52	Caudal (L/s)	201,79
Caudal Total:							
Aforo Realizado por el Personal Técnico de la Gerencia Asesora del PDA de Nariño, Consorcio TZ-SANEAR					201,79 L/s.		

De los dos aforos realizados, antes y después de la bocatoma se concluye lo siguiente:

El caudal aforado antes de la bocatoma en la quebrada La Tebaida fue de 249,97 l/s y el caudal aforado después de la bocatoma fue de 201,79 l/s; obteniendo un caudal captado en la bocatoma de 48,18 l/s.

Aforo Antes de La Bocatoma, El Helechal: En el cuadro 3, se presentan los datos del aforo antes de la bocatoma el helechal.

Cuadro 3. Aforo antes de la bocatoma, quebrada El Helechal

AFORO DE CAUDAL							
Punto de Medición de Caudal: Antes de la Bocatoma - El Helechal							
Largo (mts)	3,20	Profundidades (cm)	17,00	Tiempo (seg.)		Velocidad (m/s)	0,29
			10,00	Aforo 1	11,34		
			9,50	Aforo 2	11,03		
			12,50	Aforo 3	10,31	Area	0,30
			11,00	Aforo 4	10,58		
Ancho,1 (mts)	2,33		11,50	Aforo 5	11,10		
			10,50	Promedio	10,87	Factor de corrección	0,50
Ancho,2 (mts)	2,90		9,60				
Promedio Ancho (mts)	2,62	Promedio Profundidad (mts)	0,11	Volumen (m3)	958,14	Caudal (L/s)	44,06
Caudal Total:							
Aforo Realizado por el Personal Técnico de la Gerencia Asesora del PDA de Nariño, Consorcio TZ-SANEAR					44,06 L/s.		

Aforo Después de la Bocatoma, Quebrada El Helechal: En el cuadro 4, se presentan los datos del aforo pues de la bocatoma el helechal.

Cuadro 4. Aforo después de la bocatoma, quebrada El Helechal

AFORO DE CAUDAL							
Punto de Medición de Caudal: Después de la Bocatoma - El Helechal							
Largo (mts)	3,45	Profundidades (cm)	16,00	Tiempo (seg.)		Velocidad (m/s)	0,31
			9,50	Aforo 1	11,10		
			10,00	Aforo 2	11,58		
			10,40	Aforo 3	11,48	Area	0,25
			10,38	Aforo 4	11,32		
Ancho,1 (mts)	2,50		10,30	Aforo 5	11,01		
			9,87	Promedio	11,30	Factor de corrección	0,50
Ancho,2 (mts)	2,12		9,50				
Promedio Ancho (mts)	2,31	Promedio Profundidad (mts)	0,11	Volumen (m3)	856,22	Caudal (L/s)	37,89
Caudal Total:							
Aforo Realizado por el Personal Técnico de la Gerencia Asesora del PDA de Nariño, Consorcio TZ-SANEAR					37,89 L/s.		

El caudal aforado antes de la bocatoma en la quebrada El Helechal fue de 44,06 l/s y el caudal aforado después de la bocatoma fue de 37,89 l/s; obteniendo un caudal captado en la bocatoma de 6,17 l/s utilizando el método del objeto flotante.

La Tebaida + El Helechal = 48,18 l/s + 6,17 l/s = 54,35 l/s.

Características de las aguas de la fuente de abastecimiento: Es necesario conocer el tipo y calidad de fuente de abastecimiento en cuanto a las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas del agua cruda con el fin de clasificar su calidad; de acuerdo al RAS 2000, título C, literal C.2.3 y tabla C.2.1, la fuente de agua debe caracterizarse de la manera más completa posible con el fin de determinar el tipo de tratamiento que necesita y los parámetros de

interés en periodo seco y de lluvia. Además, la fuente debe cumplir con lo exigido en los artículos 37, 38 y 39 del decreto 1594 de 1984 que establece los criterios de calidad para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico.

Para el caso en concreto, no se dispone de análisis fisicoquímicos y microbiológicos que permitan conocer el tipo y calidad de fuente de abastecimiento en función de sus características.

En este contexto, la empresa debe realizar de manera rutinaria la caracterización de las aguas mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos que permitan la toma de decisiones de forma oportuna en lo relacionado con el tipo de tratamiento que se requiere en función de sus características o las condiciones de operación que deban adelantarse, a fin de prevenir riesgos en la salud del consumidor al ofertarle agua que no cumpla con los criterios de calidad exigidos por el decreto 1575 de 2007 y la resolución 2115 de 2007.

Durante la pasantía se realizó la visita de campo al municipio de Chachagüí donde se identificaron los siguientes componentes del sistema de acueducto.

1.2.2 Estructuras de captación:

Bocatoma La Tebaida: La captación de agua proveniente de la quebrada la tebaida se hace a través de una bocatoma de fondo, en la figura 2, se ilustra la bocatoma; el caudal captado es de 48,18 l/s, la bocatoma está construida en concreto ciclópeo; la rejilla se encuentra en buen estado, la rejilla tiene un área de 1,82 m x 0,55 m consta de barras de Ø ¾" espaciadas cada 3 cm. El sistema cuenta con aletas y muros laterales, la caja de derivación se ubica en el margen izquierdo, la caja de derivación posee vertedero de excesos; el desagüe se efectúa en tubería de Ø 12" PVC, la estructura se encuentra en buen estado según lo observado en la visita de campo; el chequeo hidráulico de la bocatoma se realizó por el método de la velocidad especificada en el RAS-2000.[6]

Con el fin de controlar la calidad del agua en las fuentes durante todo el período de operación de las estructuras de captación "debe hacerse por lo menos un muestreo semanal en la bocatoma con el fin de realizar los análisis de laboratorio y establecer las condiciones de calidad del agua en la fuente, y detectar si están ocurriendo cambios en ésta"[7], lo que permitiría prever acciones de control y prevención oportunas; requerimiento que tampoco se cumple.

[6] REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO – RAS - 2.000, Titulo B.4.4.5.5.
[7] REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO - RAS - 2000, Título B.4.6.2.

Operativamente, el mantenimiento de las bocatomas se debe realizar cada 15 días en época de verano y en época de invierno todos los días; ya que es necesario remover aquellos materiales y sedimentos que puedan obstruir la rejilla.

Figura 2. Bocatoma – La Tebaida

FICHA TECNICA - CAPTACION DE AGUA ACUEDUCTO DE CHACHAGUI	
VARIABLES	**BOCATOMA LA TEBAIDA**
Tipo	Captación de Fondo
Caudal de Captación (Qc)	Qc=C x At x e x Vp
Velocidad de flujo en la rejilla - V (B.4.4.5.5 -RAS 2000)	V= 0,15 m/seg
Coeficiente de contracción de la vena líquida ©	C = 0,9
Area Total de la Rejilla (At)	At = L x Lr = 1,82m x 0,55m =1,001 m2
Porcentaje útil de la rejilla €	e = (eb/(eb+Øb) = 0,44
Espaciamiento entre barrotes (eb)	0,03 m
Longitud de la rejilla (L)	1,82 m
Ancho de la Reja (Lr)	0,55 m
Diámetro de Barras (Øb)	Øb = 3/4" = 0,01905 m
Capacidad Instalada	**Caudal de Captación = Qc = 68 L/s**
ARCHIVO FOTOGRAFICO - BOCATOMA LA TEBAIDA	

Bocatoma El Helechal: La captación de agua proveniente de la quebrada las vueltas se hace a través de una bocatoma de fondo, en la figura 3, se ilustra la bocatoma, el caudal captado es de 6,17 l/s; la estructura se encuentra en buen estado.

Figura 3. Bocatoma – El Helechal

FICHA TECNICA - CAPTACION DE AGUA ACUEDUCTO DE CHACHAGUI	
VARIABLES	**BOCATOMA EL HELECHAL**
Tipo	Captación de Fondo
Caudal de Captación (Qc)	Qc=C x At x e x Vp
Velocidad de flujo en la rejilla - V (B.4.4.5.5 -RAS 2000)	V= 0,15 m/seg
Coeficiente de contracción de la vena líquida ©	C = 0,9
Area Total de la Rejilla (At)	At = L x Lr = 1,42m x 0,35m =0,497m2
Porcentaje útil de la rejilla €	e = (eb/(eb+Øb) = 0,44
Espaciamiento entre barrotes (eb)	0,02 m
Longitud de la rejilla (L)	1,42 m
Ancho de la Reja (Lr)	0,35 m
Diámetro de Barras (Øb)	Øb = 5/8" = 0,015875 m
Capacidad Instalada	**Caudal de Captación = Qc = 34 L/s**
ARCHIVO FOTOGRAFICO - BOCATOMA EL HELECHAL	

1.2.3 Línea de aducción. Para transportar el caudal proveniente de las bocatomas El Helechal y La Tebaida, el sistema de acueducto cuenta con tres líneas de aducción que llegan a tres desarenadores independientes, a continuación se describen las líneas de aducción.

Línea de aducción La Tebaida: De la cámara de derivación de la bocatoma La Tebaida sale una tubería de Ø 14" en material PVC UM, cuyo tramo posee una longitud de 120 m llegando al desarenador; esta línea de aducción no cuenta con ninguna estructura adicional como cámaras de quiebre de presión, ni accesorios como válvulas de purga y ventosas. Para realizar el chequeo de la capacidad hidráulica de la línea de aducción se evaluó teniendo en cuenta una velocidad de 1,5 m/s, valor que se encuentra entre el rango de 0,6 m/s a 6 m/s.[8]

El resultado obtenido es teórico dado que no se tiene diferencias de nivel de la línea de aducción; en el cuadro 5, se muestra la ficha técnica de la línea de aducción La Tebaida.

[8] REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO - RAS - 2000, Título B.6.4.8.3 y Título B.6.4.8.4.

Cuadro 5. Línea de aducción La Tebaida

FICHA TECNICA - ADUCCION ACUEDUCTO DE CHACHAGUI	
ADUCCION LA TEBAIDA	
Estado: Bueno	
Longitud Tubería: 120 m	
Diámetro Tubería: 14" (0,3556m)	
Material: PVC	
Velocidad: 1,5 m/s	
Temperatura: 19°C	
μ (N.m²/s): 0,000001141	
ϑ (kg/m³): 999,1	
Q = 0,05958 m³/s = 59,58 L/s	

Línea de aducción El Helechal: Para transportar el caudal captado de la bocatoma El Helechal el sistema de acueducto está provisto de dos tuberías paralelas que se dirigen a desarenadores independientes; las dos tuberías son en material A.C en Ø 6" con longitudes de 93 m y 95 m. De acuerdo a la inspección de campo realizada la línea se encuentra en regular estado debido al desgaste que ha sufrido durante los años de servicio.

Las dos líneas de aducción se evaluaron teniendo en cuenta una velocidad de1,5 m/s,[9] el resultado obtenido es teórico dado que no se tiene diferencias de nivel de la línea.

Figura 4. Línea de aducción El Helechal

FICHA TECNICA - ADUCCION ACUEDUCTO DE CHACHAGUI		
ADUCCION 1 - EL HELECHAL		**ADUCCION 2 - EL HELECHAL**
Estado: Regular		Estado: Regular
Longitud Tubería: 93 m		Longitud Tubería: 95 m
Diámetro Tubería: 6" (0,1524m)		Diámetro Tubería: 6" (0,1524m)
Material: AC		Material: AC
Velocidad: 1,5 m/s		Velocidad: 1,5 m/s
Temperatura: 19°C		Temperatura: 19°C
μ (N.m²/s): 0,000001141		μ (N.m²/s): 0,000001141
ϑ (kg/m³): 999,1		ϑ (kg/m³): 999,1
Q = 0,021889 m³/s = 21,88 L/s		Q = 0,02189 m³/s = 21,89 L/s

[9] REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO - RAS - 2000, Título B.6.4.8.3 y Título B.6.4.8.4.

1.2.4 Desarenador:

Desarenador La Tebaida: Es una estructura en concreto semienterrada, que consta de tres compartimientos: entrada, zona sedimentación y salida. En la zona de entrada se ubica una canaleta de recolección de agua que distribuye el flujo hacia la zona de sedimentación, mediante cinco orificios en el fondo de 0,40 m x 0,20 m por donde ingresa el flujo de manera uniforme. No cuenta con un sistema de bay-pass, limitando las actividades de operación y mantenimiento. Además, en el levantamiento de campo del desarenador se observó que el sistema se encuentra completamente colmatado, resultado de no poseer tuberías de evacuación y tolva de lodos; en ese sentido no es posible que el fontanero realice labores de operación y mantenimiento. El chequeo hidráulico del desarenador se realizó teniendo en cuenta la temperatura y la viscosidad cinemática del agua,[10] se utilizó la ecuación de STOKES para hallar la velocidad de sedimentación[11]. En la figura 5, se muestra la ficha técnica del desarenado La Tebaida.

Figura 5. Desarenador La Tebaida

FICHA TECNICA DESARENADOR DEL ACUEDUCTO LA TEBAIDA			
1. Cálculo de la velocidad de sedimentación v_s		**4. Cálculo de la capacidad hidráulica del desarenador, Q**	
Parámetros básicos para el chequeo		Q = Volumen del Desarenador / Tiempo de Retención Hidráulica = Vt / a	**Q= 85,41 l/s**
Temperatura del Agua, (T)	19°C	Chequeo Número de Reynolds (ØpartxVsed)/(Viscosidad cinemática)	Reynolds=0,611
Viscosidad Cinemática del Agua (μ)	0,01036 cm^2/s		
Tamaño de Partícula (d) - según RAS	0,009 cm	**5. Cálculo de la relación de la velocidad de sedimentación y la velocidad horizontal**	
Con tratamiento posterior			
Porcentaje de Remoción (%R)	87,5 %	Velocidad Horizontal VH = Q/Área Transversal (VH < 0,25 m/s) RAS 2000	**0,010 m/s OK**
Aceleración de la Gravedad (g)	981 cm/s^2		
Peso Específico de la Arena - r_s	2,65 gr/cm^3	Rv = Velocidad Sedimentación/Velocidad Horizontal (Rv<20 RAS 2000)	**Rv = 0,70 OK**
Peso Específico del Agua - r	1 gr/cm^3		
Con la ecuación de STOKES se calcula la velocidad de		Para una remoción de partículas con diámetros mayores o iguales a 0,09 cm, eficiencia del 87,5%, eldesarenador se debe operar con caudales menores o iguales a 85,41 L/s.	
$V_S = [g * (r_S - r) * d^2] / (18 * \mu)$	**V_S= 0,703 cm/s**		
2. Cálculo del tiempo de sedimentación, t			
Dimensiones del Desarenador			
Profundidad Útil (Hu)	1,7 m no cumple		
Largo Útil (Lu)	17 m		
Ancho Útil (Au)	5 m		
Volumen del Desarenador (Vt)	144,5 m^3		
Profundidad para almacenamiento de arenas (Ha)	0,3 m		
Relación entre (Lu/Hu)	57 no cumple		
Pendiente de fondo (%)	5 cumple		
Tiempo de Sedimentación, t = Hu/Vsp	**241,71 s**		
3. Cálculo del tiempo de retención hidráulica, a			
Grado del desarenador:	1		
Clasificación:			
Malos deflectores o sin ellos	1		
Deflectores Buenos	2		
Muy Buenos Deflectores	3		
Desarenadores con buenos deflectores a / t	7	El desarenador presenta filtración y debido a su diseño no se pude hacer el correcto mantenimiento. No funciona el By - Pass.	
Tiempo de Retención Hidráulica, a	**28,2 minutos**		
Eficiencia (rango de 75-87,5)	87,5%		

[10] SALAZAR CANO Roberto, Acueductos, Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, 2007, Tabla 6.1.

[11] SALAZAR CANO Roberto, Acueductos, Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, 2007, expresión 6.2.

Desarenador uno El Helechal: El desarenador es una estructura en concreto reforzado tipo convencional semienterrada, cuenta con tres compartimientos: entrada, sedimentación y salida. La cámara de entrada está compuesta por una zona de aquietamiento con dimensiones 1,25 m de largo por 0,48 m de ancho: luego de ingresar el flujo a la zona de aquietamiento es distribuida el agua por medio de una placa difusora que entrega a la zona de sedimentación. El desarenador no cuenta con un sistema de bay-pass y evacuación de lodos, limitando las actividades de operación y mantenimiento, razón por la cual la estructura se encuentra totalmente colmatada. En la figura 6, se muestra la ficha técnica del desarenado uno El Helechal.

Figura 6. Desarenador uno El Helechal

FICHA TECNICA DESARENADOR DEL ACUEDUCTO DE CHACHAGUI - EL HELECHAL			
1. Cálculo de la velocidad de sedimentación v_s		**4. Cálculo de la capacidad hidráulica del desarenador, Q**	
Parámetros básicos para el chequeo		Q = Volumen del Desarenador / Tiempo de Retención Hidráulica = Vt / a	**Q= 8,16 l/s**
Temperatura del Agua, (T)	19°C	Chequeo Número de Reynolds (ØpartxVsed)/(Viscosidad cinemática)	Reynolds=0,611
Viscosidad Cinemática del Agua (μ)	0,01036 cm^2/s		
Tamaño de Partícula (d) - según RAS	0,009 cm	**5. Cálculo de la relación de la velocidad de sedimentación y la velocidad horizontal**	
Con tratamiento posterior			
Porcentaje de Remoción (%R)	87,5 %	Velocidad Horizontal VH = Q/Área Transversal (VH < 0,25 m/s) RAS 2000	**0,004 m/s OK**
Aceleración de la Gravedad (g)	981 cm/s^2		
Peso Específico de la Arena - r_s	2,65 gr/cm^3	Rv = Velocidad Sedimentación/Velocidad Horizontal (Rv<20 RAS 2000)	**Rv = 1,94 OK**
Peso Específico del Agua - r	1 gr/cm^3		
Con la ecuación de STOKES se calcula la velocidad de		Para una remoción de partículas con diámetros mayores o iguales a 0,09 cm, eficiencia del 87,5%, eldesarenador se debe operar con caudales menores o iguales a 8,16 L/s.	
$V_s = [g * (r_s - r) * d^2] / (18 * \mu)$	**V_s= 0,703 cm/s**		
2. Cálculo del tiempo de sedimentación, t			
Dimensiones del Desarenador			
Profundidad Útil (Hu)	1,8 m no cumple		
Largo Útil (Lu)	6,5 m		
Ancho Útil (Au)	5 m		
Volumen del Desarenador (Vt)	14,63 m^3		
Profundidad para almacenamiento de arenas (Ha)	0,3 m		
Relación entre (Lu/Hu)	22 no cumple		
Pendiente de fondo (%)	5 cumple		
Tiempo de Sedimentación, t = Hu/Vsp	**255,92 s**		
3. Cálculo del tiempo de retención hidráulica, a			
Grado del desarenador:	1		
Clasificación:			
Malos deflectores o sin ellos	1		
Deflectores Buenos	2		
Muy Buenos Deflectores	3		
Desarenadores con buenos deflectores a / t	7	No tiene By-Pass, la valvula de desague esta en muy mal estado	
Tiempo de Retención Hidráulica, a	**29,9 minutos**		
Eficiencia (rango de 75-87,5)	87,5%		

Desarenador dos El Helechal: Es una estructura en concreto reforzado tipo convencional semienterrada, cuenta con tres compartimientos: entrada,

sedimentación y salida. La cámara de entrada está compuesta por una zona de aquietamiento con dimensiones 1,52 m de largo por 0,55 m de ancho; luego de ingresar el flujo a la zona de aquietamiento es distribuida el agua por medio de una placa difusora en concreto que entrega a la zona de sedimentación. El desarenador no cuenta con un sistema de bay-pass y evacuación de lodos, limitando las actividades de operación y mantenimiento, razón por la cual la estructura se encuentra totalmente colmatada. En la figura 7, se muestra la ficha técnica del desarenado La Tebaida.

Figura 7. Desarenador dos, El Helechal

FICHA TECNICA DESARENADOR DEL ACUEDUCTO DE CHACHAGUI - EL HELECHAL			
1. Cálculo de la velocidad de sedimentación v_s		**4. Cálculo de la capacidad hidráulica del desarenador, Q**	
Parámetros básicos para el chequeo		Q = Volumen del Desarenador / Tiempo de Retención Hidráulica = Vt / a	**Q= 10,69 l/s**
Temperatura del Agua, (T)	19°C	Chequeo Número de Reynolds (ØpartxVsed)/(Viscosidad cinemática)	Reynolds=0,611
Viscosidad Cinemática del Agua (μ)	0,01036 cm^2/s		
Tamaño de Partícula (d) - según RAS	0,009 cm	**5. Cálculo de la relación de la velocidad de sedimentación y la velocidad horizontal**	
Con tratamiento posterior			
Porcentaje de Remoción (%R)	87,5 %	Velocidad Horizontal VH = Q/Área Transversal (VH < 0,25 m/s) RAS 2000	**0,004 m/s OK**
Aceleración de la Gravedad (g)	981 cm/s^2		
Peso Específico de la Arena - r_s	2,65 gr/cm^3	Rv = Velocidad Sedimentación/Velocidad Horizontal (Rv<20 RAS 2000)	**Rv = 2 OK**
Peso Específico del Agua - r	1 gr/cm^3		
Con la ecuación de STOKES se calcula la velocidad de		Para una remoción de partículas con diámetros mayores o iguales a 0,09 cm, eficiencia del 87,5%, eldesarenador se debe operar con caudales menores o iguales a 10,69 L/s.	
$V_S = [g * (r_s - r) * d^2] / (18 * \mu)$	**V_S= 0,703 cm/s**		
2. Cálculo del tiempo de sedimentación, t			
Dimensiones del Desarenador			
Profundidad Útil (Hu)	2 m no cumple		
Largo Útil (Lu)	7 m		
Ancho Útil (Au)	1,52 m		
Volumen del Desarenador (Vt)	21,28 m^3		
Profundidad para almacenamiento de arenas (Ha)	0,3 m		
Relación entre (Lu/Hu)	23 no cumple		
Pendiente de fondo (%)	5 cumple		
Tiempo de Sedimentación, t = Hu/Vsp	**284,36 s**		
3. Cálculo del tiempo de retención hidráulica, a			
Grado del desarenador:	1		
Clasificación:			
Malos deflectores o sin ellos	1		
Deflectores Buenos	2		
Muy Buenos Deflectores	3		
Desarenadores con buenos deflectores a / t	7	No tiene By-Pass, la valvula de desague esta en muy mal estado	
Tiempo de Retención Hidráulica, a	**33,2 minutos**		
Eficiencia (rango de 75-87,5)	87,5%		

Teniendo en cuenta que la capacidad utilizada actualmente corresponde a 54,35 l/s y la capacidad hidráulica de los tres desarenadores es a 104,26 l/s; se identifica que los desarenadores tienen la capacidad para tratar tanto el caudal presente como el del horizonte de proyecto.

1.2.5 Línea de conducción:

Línea de conducción La Tebaida: La conducción es por gravedad, cuenta con 36 válvulas de purgas Ø 3", 53 válvulas ventosas de Ø 3/4", la tubería que conforman la conducción es en PVC unión mecánica; la línea de conducción está conformado por: 212 metros de Ø 10", 6.200 m de tubería de Ø 8" y 2.110 m de tubería Ø 6".

Línea de Conducción El Helechal (1 y 2): La conducción está compuesta por dos líneas de tubería en Ø 4" y Ø 6" que salen de los dos desarenadores y entregan por gravedad a la planta de tratamiento. Son dos líneas paralelas de longitud 980m en material asbesto cemento. A lo largo del recorrido están instaladas diferentes válvulas de ventosa y purga que permiten el mantenimiento de las líneas; con relación a la inspección de campo, se observó que las dos líneas presentan fugas y carecen de anclajes estructurales. No es posible realizar el chequeo hidráulico de la conducción, debido a que los planos suministrados carecen de información topografía.

1.2.6 Planta de tratamiento de agua potable. La planta de tratamiento de agua potable del municipio de Chachagüí es de tipo convencional; "en el año de 1998 y 1999 la planta fue completada técnicamente en su diseño construyéndose la galería de filtros".[12] La calidad de las fuentes en términos generales es buena, el tratamiento incluye: floculación, sedimentación, desinfección y filtración lenta.

1.2.7 Unidades de proceso de la planta de tratamiento. La planta de tratamiento es de tipo convencional está compuesta por las siguientes unidades: cámaras de aquietamiento, canal de entrada, canaleta Parshall, floculadores, sedimentadores, filtros de lecho mixto, galería de filtros, tanque para lavado de filtros, tanque de cloración y bodega de equipos.

De acuerdo al plan maestro de acueducto, en el año 2005 se realizó el estudio de optimización de la planta de tratamiento[13]. Según información suministrada por la alcaldía municipal se lleva a cabo el tratamiento en la planta durante las 24 horas del día.

1.2.7.1 Cámara de aquietamiento. El Ingreso de las fuentes abastecedoras a la planta de potabilización se hace en dos sitios diferentes; cámaras que trabajan ahogadas, mediante tuberías de Ø 6" y Ø 4". Existen dos cámaras de aquietamiento a la entrada de la planta de tratamiento, a partir de esta el flujo pasa por un canal rectangular y luego va a la canaleta Parshall, en la figura 8, se identifica la cámara de aquietamiento - entrada La Tebaida.

[12] Esquema de Ordenamiento Territorial, EOT – Municipio de Chachagüí Nariño, 2001 – 2003.
[13] Plan Maestro de Acueducto – Municipio de Chachagüí, 2005.

Figura 8. Cámara de aquietamiento – entrada La Tebaida

DISPOSITIVO DE ENTRADA DE AGUA A LA PLANTA - LA TEBAIDA		
Tipo de la estructura:		Camara de aquietamiento
Estado de la estructura:		bueno
Dimensiones	Ancho (m):	1,7
	Largo (m):	2,15
	Espesor muro (m):	0,15
vertedero	Ancho (m):	0,45
	Alto (m):	0,53
	Altura lamina de agua (m):	0,305
Observaciones:		

La fuente La Tebaida principal fuente abastecedora, no posee una válvula de ingreso que permita su control. La otra entrada de agua es proveniente de la fuente El Helechal, en la figura 9, se muestra la cámara de aquietamiento – entrada El Helechal.

Figura 9. Cámara de aquietamiento – entrada El Helechal

DISPOSITIVO DE ENTRADA DE AGUA A LA PLANTA - EL HELECHAL		
Tipo de la estructura:		Camara de aquietamiento
Estado de la estructura:		bueno
Dimensiones	Ancho (m):	0,8
	Largo (m):	0,8
	Espesor muro (m):	0,15
vertedero	Ancho (m):	0,3
	Alto (m):	0,55
	Altura lamina de agua (m):	0,07
Caudal de entrada (L/s)		
Observaciones:		

1.2.7.2 Canal de entrada. El canal de aproximación de las aguas de la quebrada La Tebaida, tiene una longitud de 6,70 m y un ancho de 0,55 m, cumpliendo con la relación Lc = 4,5 B = 2,47 m. en la figura 10, se identifica el canal de entrada de la fuente La Tebaida.

Figura 10. Canal de entrada

Caudal proveniente de la Quebrada Tebaida

La fuente El helechal pasa directamente desde la cámara de ingreso hacia un segmento de canal de longitud 1,66 m y un ancho de 0,28 m; chequeando la relación largo/ancho de este canal que podría llamarse de aproximación para la

totalidad del caudal de abastecimiento, se tiene: Lc = 4,5 x 0,28 m = 1,26 m, menor que 1,66 m, cumpliendo con la relación recomendada.[14]

El sector del canal donde se produce la mezcla de las dos fuentes, no tiene las condiciones adecuadas, para producir el efecto deseado antes de ingresar a la canaleta Parshall donde se aplica el coagulante y se mide el caudal de ingreso a la planta. Es por ello que los vertederos existentes al final del canal de ingreso de la fuente La Tebaida y sobre la cámara de acceso de la fuente El Helechal, deberán reconstruirse para garantizar la mezcla de las fuentes antes de ingresar a la canaleta Parshall. En la figura 11, se idéntica canal de entrada a la canaleta Parshall.

Figura 11. Canal de entrada a la canaleta Parshall

1.2.7.3 Canaleta Parshall. La canaleta Parshall es una estructura en concreto reforzado de contracción o garganta Ø 3" y de longitud 0,34 m. La canaleta no cuenta con regleta para medición de caudal de entrada a la planta de tratamiento. De acuerdo a la vista técnica realizada por el equipo técnico TZ-SANEAR, el caudal aforado corresponde a 54,35 l/s. La aplicación del coagulante se realiza en época de invierno adicionando sulfato de aluminio tipo B, en verano no se aplica coagulante; el resalto generado por la canaleta Parshall no es aprovechado para llevar a cabo el proceso de mezcla rápida, el coagulante se aplica antes de ingresar a la canaleta. El canal que conduce el agua junto con la canaleta Parshall en varios puntos genera turbulencias que pueden afectar el proceso de coagulación desestabilizando la mezcla. En la figura 12, se identifica la canaleta Parshall.

Figura 12. Canaleta Parshall de Ø 3'' y capacidad hidráulica de la canaleta Parshall

Ancho de garganta	Capacidad (L/s)	
	Minima	Máxima
3"	0,85	53,8

[14] SALAZAR CANO Roberto, Sistemas de Potabilización del agua, Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, 2010, página 83.

La altura de la lámina de agua en la garganta de la canaleta Parshall es de 47 cm, con la cual se calculó su caudal de entrada utilizando la fórmula $Q = 176xH^{1.547.15}$; dando como resultado 54,67 l/s; la canaleta existente no posee la geometría y las condiciones de funcionamiento adecuadas que garanticen las dos funciones, como son: la medición del caudal que ingresa a la PTAP y la mezcla rápida del agua con el coagulante. Siendo necesario diseñar una canaleta apropiada para el rango de caudales que se manejará, para que su comportamiento hidráulico sea el adecuado en el cumplimiento de las dos funciones de medición y mezcla. La canaleta Parshall tiene un ancho de garganta de Ø 3'', con una capacidad mínima de 0,85 l/s y una capacidad máxima de 53,80 l/s. Actualmente la canaleta Parshall no tiene la capacidad necesaria debido a que por ella están pasando 54,35 l/s proveniente de las fuentes La Tebaida y El Helechal.

1.2.7.4 Floculadores. La PTAP tiene dos floculadores de tipo mecánico horizontal de 2,50 m x 2,50 m, constan de dos compartimentos con paletas accionadas desde un eje vertical, tienen un volumen de 20 m^3. Actualmente, los floculadores se encuentran en mal estado a razón de que se presentan desgaste de las paletas, las cuales se encuentran dañadas; también el engranaje entre el eje y el motor está desgastado generando problemas mecánicos; los floculadores no se encuentran en funcionamiento desde el año 2010. En la figura 13, se identifica el floculador.

Figura 13. Floculador mecánico

FICHA TECNICA - CARACTERISTICAS FLOCULADOR MECÁNICO			
	VARIABLES	VALOR	
DIMENSIONES	No. de Unidades	2	
	Ancho/Und. (m)	2,50	
	Longitud (m)	2,50	
	Profundidad Útil (m)	2,95	
	Volumen/Und. (m^3)	18,44	
PARÁMETROS TÉCNICOS DE OPERACIÓN Y ESPECIFICADOS	Caudal/Und. (L/s)	54,35	
	Area disponible por compartimiento (m^2)	6,25	
	Area total de floculación (m^2)	12,50	
	Volumen total (m^3)	36,88	
	Tiempo de detención (min)	11,31	
	Tiempo de detención (min) - (RAS 2000, C,5,5,2)	20 a 40	
	El tiempo resultante para los floculadores no es aceptable en este proceso,		

Entre la primera y segunda cámara existe un orificio rectangular de 0,40 m x 0,40 m, el cual se opera mediante una válvula, para mejorar el funcionamiento

[15] SALAZAR CANO Roberto, Sistemas de Potabilización del agua, Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, 2010, Tabla 6.5.

hidráulico del floculador y evitar el corto circuito cuenta con un canal de 0,38 m, el desagüe de los floculadores es de tubería de Ø 6". Se recomienda evaluar la posibilidad de convertir los dos módulos en Floculadores verticales para economizar energía y mantenimiento; según los resultados obtenidos en la ficha técnica, el tiempo de contacto de las partículas no es aceptable, dado que el valor arrojado es de 11,31 minutos rango que está por fuera de los lineamientos establecidos en el RAS - 2000.[16]

1.2.7.5 Sedimentadores. El sistema cuenta con zona de entrada, pantalla difusora, zona de decantación y zona de salida. La sedimentación se realiza en dos unidades paralelas tipo convencional de flujo horizontal, dispone adicionalmente de válvulas de cortina de vástago sin fin de Ø 8", mediante las cuales controla el ingreso de agua a cada una de las unidades de sedimentación. Al final de cada módulo se encuentran los canales de recolección de agua clarificada los cuales entregan el agua a los filtros. En el cuadro 6, se consignan las dimensiones de las unidades de sedimentación y los chequeos hidráulicos de los parámetros técnicos, atendiendo lo especificado en el RAS 2000.

Cuadro 6. Características y parámetros técnicos de las unidades de sedimentación

FICHA TECNICA - CARACTERISTICAS SEDIMENTADOR DE FLUJO HORIZONTAL				
	VARIABLES	VALOR		
DIMENSIONES	No. de Unidades	2		
	Ancho/Und. (m)	3,10		
	Longitud (m)	15,00		
	Profundidad Útil (m)	2,50		
	Volumen/Und. (m³)	116,25		
PARÁMETROS TÉCNICOS DE OPERACIÓN Y ESPECIFICADOS	Caudal/Und. (L/s)	27,18		
	Area Superficial (m²)	46,50		
	Carga Superficial Obtenida (C_s) - m³/m².día	50,49		
	Carga Superficial (C_s) - m³/m².día (RAS 2000, C.6.5.1.1)	15 - 30		
	Caudal/Und. Mínimo y Máximo en función de la Cs y la Geometría de la Unidad - (L/s)	6,25 - 12,5		
	Chequeo Caudal Total por Cs - Mínimo y Máximo (L/s)	18,8 - 37,5	Capacidad Máx. Instalada (en función de la Cs) L/s	32,29
	Tiempo de Detención Obtenido (Td) - horas	1,19	Capacidad Máx. Instalada (en función del Td) L/s	16,15
	Tiempo de detención (Td) - RAS 2000 (horas)	2,0 - 4,0	Capacidad Utilizada Actual L/s	54,35
	Caudal/Und. Mín. y Máx. en función del Td según RAS y la Geometría de la Unidad (L/s)	7,5 - 15	Con el caudal de trabajo actual, el sistema no cumple con los parámetros de operación necesarios para una buena eficiencia, el tiempo de detención obtenido de 1,19 horas es menor al especificado en el RAS (2,0 a 4,0) y la carga superficial de 50,49 m³/m².día, es mayor a la recomendada (15 - 30 m³/m².día). **CAPACIDAD INSUFICIENTE PARA EL CAUDAL DE TRABAJO**	
	Caudal Total - Mínimo y Máximo (L/s) por Td	22,5 - 45		
	Velocidad Horizontal Obtenida (V_h) - cm/s	0,35		
	Velocidad Horizontal Máxima según RAS 2000 (V_h) - cm/s	1,0		

En el cuadro 6, se sintetizó la capacidad hidráulica de cada unidad de sedimentación, calculada a partir del área y carga superficial[17]. Adicionalmente se calcula la carga superficial con la cual está trabajando cada una de las unidades de sedimentación. Del análisis de la capacidad instalada de los sedimentadores,

[16] REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO – RAS - 2.000, Titulo C, numeral C,5,5,2.
[17] REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO – RAS - 2.000, Titulo C, numeral C,6.5.1.1.

se deduce que la estructura de sedimentación no tiene la capacidad para tratar el caudal de 54,35 l/s que actualmente está ingresando a la planta de tratamiento, considerando que la carga superficial obtenida es la limitante, puesto que no cumple con el rango establecido en el RAS 2000 que especifica una carga superficial entre 15 y 30 m^3/ m^2.día; si las pérdidas técnicas se reducen a valores admisibles, las unidades de sedimentación tendrían la capacidad para tratar el caudal hasta año 2021 a partir de este año se deberá evaluar el sistema.

1.2.7.6 Filtró de lecho mixto. El sistema filtración cuenta con dos unidades de flujo descendente a las cuales les llega el agua de las unidades de sedimentación, ingresando el flujo por la parte superior del filtro, el cual posee una cámara distribuidora de caudal, desde donde pasa superficialmente al filtro y desciende lentamente atravesando el lecho filtrante de 0,80 m de espesor quedando retenidas en los intersticios del material filtrante, aquellas partículas que no fueron removidas en los procesos anteriores. Posteriormente, el agua es transportada mediante tuberías que entregan al canal recolector de agua filtrada, el cual se localiza en la caseta de operación. Las dimensiones de cada compartimento son: 3,03m longitud, 2,45 m ancho; cada unidad de filtración cuenta una válvula de compuerta de Ø 6" para el desagüe. En el cuadro 7, se observa las unidades de filtración.

Cuadro 7. Chequeo capacidad hidráulica del filtro descendentes

FICHA TECNICA - CARACTERISTICAS BATERIA DE FILTROS			
	VARIABLES		VALOR
DIMENSIONES	Tipo: Filtros Rápidos de Lecho Mixto (Arena y Antracita)		
	No. de Unidades		2,00
	Longitud de cada unidad (m)		3,03
	Ancho de la Unidad (m)		2,45
	Area Disponible Neta por Filtro (m²)		7,42
	Area Total de filtración (m²)		14,85
	Canaleta de distribución y recolección de	Longitud (m)	2,45
		Ancho (m)	0,40
		Altura (m)	0,40
PARÁMETROS TÉCNICOS DE OPERACIÓN Y ESPECIFICADOS	Caudal Total (L/s)		54,35
	Tasa de filtración (m³/m².día) - 2 Und. en operación		316,28
	Tasa de filtración (m³/m².día) - C.7.5.1.3 RAS 2000		300,00
	Capacidad Máxima de Filtración L/s.		25,78
	Capacidad Instalada		51,55
	Carrera de Filtración según el prestador (horas)		24
	Fuente Externa de Lavado (Tanque)	Material	Concreto
		espesor (cm)	20
		Longitud (m)	5,40
		Ancho (m)	4,40
		Altura (m)	2,20
		Volumen Útil (m³)	52,272
	Tiempo de Lavado (min.)		10
	Caudal de Lavado - Q_L (L/s.)		87,1
	Area Superficial - As (m²)		7,42
	Velocidad Ascensional - Vs (m/min) **CUMPLE**		0,70
	Velocidad Ascensional Especificada C.7.2. - Vs (m/min)		0,60 - 1,0
	Eq. de bombeo: Bomba Centrifuga Multietapas		

En el cuadro 7, se sintetiza la capacidad hidráulica de cada unidad de filtración, calculada a partir del área superficial y la carga superficial que de acuerdo al RAS – 2000, Ítem C.7.5.1.3, numeral 2; para filtros rápidos descendentes la tasa máxima es de 300 m^3 / (m^2.día). Adicionalmente se calcula la carga superficial con la cual están trabajando los filtros.

La estructura de filtración tiene la capacidad de tratar el caudal de 54,35 l/s que actualmente está ingresando a la planta de tratamiento, y por ende el caudal hasta el horizonte del proyecto. Para el lavado de las dos unidades de filtración, se dispone de un tanque que se encuentra en la parte más elevada de la zona, ver figura 14; por medio de un sistema de bombeo se impulsa el agua filtrada hasta el tanque, este aprovechando la cabeza hidráulica que se genera entrega sus aguas por gravedad; las dimensiones útiles del tanque son: 5,40 m de largo, 4,40 m de ancho y altura útil de 2,20 m.

Figura 14. Tanque elevado para lavado de filtros y capacidad hidráulica

Dimensiones útiles del tanque elevado			
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen total (m^3)
5,40	4,40	2,20	52,27

La planta de tratamiento posee un cuarto de máquinas en buen estado, con tuberías de HF, cuenta con bomba centrifuga multietapas para el lavado de los filtros.

1.2.8 Caracterización del agua que ingresa a la planta de tratamiento de agua potable. Debido a la ausencia de equipos de laboratorio no se realiza caracterizaciones fisicoquímicas y microbiológicas a la entrada de la planta de tratamiento.

Se considera que la inexistencia de un laboratorio y la carencia de equipos, materiales, elementos y reactivos de laboratorio se constituye en la causa para que no se realicen las caracterizaciones fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas crudas que alimentan a la planta de tratamiento, desatendiendo la exigencia normativa establecida en el titulo C, del RAS 2000 de obligatorio cumplimiento en todo el territorio nacional; "La calidad de la fuente debe caracterizarse de la manera más completa posible para poder identificar el tipo de tratamiento que necesita y los parámetros principales de interés en periodo seco y de lluvia. Además, la fuente debe cumplir con lo exigido en el Decreto 1594 del 26 de junio de 1984, en sus artículos 37 y 38, o en su ausencia el que lo remplace. Los análisis de laboratorio deben realizarse de acuerdo con métodos estándar reconocidos nacional e internacionalmente y los muestreos de acuerdo con las Normas NTC-ISO 5667…/".[18]

[18] REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO – RAS - 2.000, Titulo C, numeral C.2.3.

1.2.9 Medición de caudales de entrada a la planta de tratamiento. Durante la visita de campo se realizaron varios aforos en las diferentes estructuras con el fin de verificar el caudal actual que está tratando la planta de tratamiento y el caudal captado de las fuentes de abastecimiento. En el cuadro 8, se presentan los caudales obtenidos.

Cuadro 8. Aforos de caudal – canal de entrada

AFORO DE CAUDAL							
Punto de Medición de Caudal: Canal de Entrada - La Tebaida							
Largo (mts)	4,00	Profundidades (cm)	20,50	Tiempo (seg.)		Velocidad (m/s)	0,98
			20,50	Aforo 1	4,10		
			20,50	Aforo 2	4,06	Area	0,09
Ancho,1 (mts)	0,45		20,50	Aforo 3	4,07		
			20,50	Aforo 4	4,09		
			20,50	Aforo 5	4,10	Factor de correción	0,50
Ancho,2 (mts)	0,45		20,50	Promedio	4,08		
			20,50				
Promedio Ancho (mts)	0,45	Promedio Profundidad (mts)	0,21	Volumen (m³)	369,00	Caudal (L/s)	45,18
Caudal Total:							
Aforo Realizado por el Personal Técnico de la Gerencia Asesora del PDA de Nariño, Consorcio TZ-SANEAR.					45,18 L/s		

Aforo de caudales de entrada a la planta de tratamiento canaleta Parshall Para efectos de la determinación de caudales, se midieron los tirantes de agua en la canaleta Parshall, registrándose los datos obtenidos y los cálculos correspondientes para la determinación del caudal en un lapso de dos (2) horas con mediciones intermedias en cada veinte minutos, tal como se registra en el cuadro 9. El caudal promedio influente a la planta de tratamiento de agua potable correspondiente a los aportes de las dos fuentes de abastecimiento La Tebaida y El Helechal fue de 54,67 l/s.

Cuadro 9. Aforo de caudales – entrada a la planta

AFORO DE CAUDALES - ENTRADA PLANTA				
LECTURA	HOTA	ALTURA	Q = 176 * h 1,457 (L/S)	CAUDAL m3/s
1	10:00	0,481	56,7272	0,0567
2	10:20	0,472	55,0936	0,0551
3	10:40	0,495	59,3017	0,0593
4	11:00	0,451	51,3480	0,0513
5	11:20	0,452	51,5243	0,0515
6	11:40	0,466	54,0139	0,0540
7	12:00	0,470	54,7328	0,0547
PROMEDIO			54,6774	0,0547

Como puede observarse de las mediciones de los caudales que alimentan la planta sea para cada fuente en forma independiente o del caudal total de ingreso los datos obtenidos son consistentes obteniéndose en la canaleta Parshall un caudal medio de 54,6 l/s y en la suma de los caudales medios de cada fuente un total de 54,3 l/s.

1.2.10 Análisis de capacidad instalada vs capacidad utilizada. El sistema en la mayoría de sus componentes tiene la capacidad para tratar el caudal actual. Sin embargo se evidencio en la visita de campo la falta de adecuaciones para la operación y buen funcionamiento de la planta de tratamiento en cada una de las unidades, es por ello que no se garantizaría la cantidad, calidad y continuidad en el servicio.

1.2.11 Estabilización de pH y desinfección. No se realiza estabilización de pH, ya que no se tienen equipos de laboratorio para caracterizaciones de agua en proceso. La desinfección de agua se efectúa mediante cloración, para éste proceso se emplea cloro gaseoso tal como se verifico en la visita de campo.

Cloro Gaseoso: Para la desinfección del agua se dispone de un cilindro de cloro gaseoso de 68 kg de capacidad, éste cuenta con un dosificador de cloro marca Hydro Instruments – serie 600. El cloro gaseoso es inyectado a una tubería de PVC de Ø 1 1/2". Actualmente solo se está dosificando con cloro gaseoso. Según los resultados que se consignan en el cuadro 10, se puede inferir que la dosificación no es la ideal, actualmente se ésta dosificando una concentración de 198 g/h y la que se requiere (teórica) es de 391,32 g/h.

Cuadro 10. Dosificador Hydro Instruments – series 600 y dosificación de cloro gaseoso aplicada por operador de planta y la requerida

Caudal Tratado (L/s)		54,35
Capacidad del Cilindro de Cloro Gaseoso (Kg)		68
Aplicación en Planta	Concentraciòn de Cloro (g/h)	198
	Duraciòn Cilindro (días)	15
Aplicación en Planta	Concentraciòn de Cloro (g/h)	391,32
	Duraciòn Cilindro (días)	7

Los problemas que se presentan actualmente en la desinfección del agua son:

- El dosificador de cloro gaseoso se encuentra descalibrado, ya que la bola indicadora de la concentración aplicada no es fija.
- Ausencia de curvas de demanda de cloro.
- No se cuenta con equipos de laboratorio para determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la entrada a la planta de tratamiento, en las unidades de tratamiento y en la salida a la red de distribución. No se puede determinar la eficiencia de la planta de tratamiento.

En la figura 15, se ilustra el punto donde se inyecta el cloro gaseoso.

Figura 15. Punto de inyección de cloro gaseoso

1.2.12 Dosificación de insumos químicos. En la visita de campo se pudo observar que no se dosifica coagulante a pesar de ser necesario, sin embargo se cuenta con el equipo dosificador con se muestra en la figura16**.**

Figura 16. Dosificador de sulfato

1.2.13 Equipamiento para la dosificación de insumos químicos. Solo se tiene instalado un dosificador de cloro gaseoso, el cual se encuentra descalibrado; el proceso de desinfección se realiza mediante cloración mecánica con dosificaciones de cloro gaseoso. El contacto con el cloro se hace en el tanque a la salida de la planta donde se mezcla la masa de agua con la concentración de cloro.

1.2.14 Almacenamiento. El municipio de Chachagüí, cuenta con dos tanques de almacenamiento, uno semienterrado con un volumen de 189,88 m^3 de capacidad y un segundo tanque de almacenamiento con un volumen de 411,08 m^3 de capacidad. De acuerdo a las proyecciones realizadas la capacidad actual requerida para el sistema de acueducto es de 1.935 m^3 y la capacidad futura es de 1.115 m^3. Se presentaron estas tendencias de alto consumo debido a las altas perdidas, parámetro que se disminuye con la implementación de este estudio y sus recomendaciones para disminución de pérdidas. En la figura 17, se consigna las dimensiones, capacidades de almacenamiento y estado de la infraestructura existente.

Figura 17. Tanque de almacenamiento (pequeño)

<table>
<tr><th colspan="4">TANQUE DE ALMACENAMIENTO</th></tr>
<tr><td rowspan="9"> </td><td colspan="2">Estado:</td><td>Bueno</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Dimensiones del Tanque</td><td>Ancho (m):</td><td>6,20</td></tr>
<tr><td>Largo (m):</td><td>7,63</td></tr>
<tr><td>Altura total (m):</td><td>3,00</td></tr>
<tr><td>Altura Útil (m):</td><td>2,80</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Diametros de Tuberia PVC</td><td>Entrada (pulg):</td><td>6</td></tr>
<tr><td>Salida red distribución(pulg):</td><td>6</td></tr>
<tr><td>Rebose (pulg):</td><td>4</td></tr>
<tr><td colspan="2">Capacidad de almacenamiento actual (m3):</td><td>132,46</td></tr>
<tr><td colspan="2">Capacidad de almacenamiento Requerida actualmente (m3):</td><td>450</td></tr>
<tr><td colspan="2">Capacidad de almacenamiento futura (m3):</td><td>607</td></tr>
<tr><td colspan="3">Observaciones:</td></tr>
</table>

Los problemas que presenta actualmente el Tanque de almacenamiento, son:

- No se encuentra esmaltado e impermeabilizado, presentado fugas.
- No tiene la capacidad de almacenamiento requerida para suplir las necesidades actuales y futuras.
- No tiene instalada una reglilla para la medición de niveles de agua.
- Requiere un revestimiento de concreto en la parte externa del tanque

En la figura 18, se ilustra el tanque de almacenamiento que se encuentra en funcionamiento.

Figura 18. Tanque de almacenamiento (grande)

TANQUE DE ALMACENAMIENTO			
	Estado:		Bueno
	Dimensiones del Tanque	Ancho (m):	7,00
		Largo (m):	22,55
		Altura total (m):	3,90
		Altura Útil (m):	3,30
	Diametros de Tuberia PVC	Entrada (pulg):	6
		Salida red distribución(pulg):	6
		Rebose (pulg):	4
	Capacidad de almacenamiento actual (m3):		520,91
	Capacidad de almacenamiento Requerida actualmente (m3):		450
	Capacidad de almacenamiento futura (m3):		607
	Observaciones:		

1.2.15 Macromedición. En la visita de campo se observó que no se tiene instalado un macromedidor a la salida del tanque de almacenamiento.

1.2.16 Conducción de agua tratada. De acuerdo al "Plan de uno eficiente y ahorro de agua del municipio de Chachagüí", la conducción tiene una longitud de 8.994 m y tubería de PVC Ø 4", dentro de los componentes de la conducción se encuentra una válvula de triangulo, dos ventosas y dos purgas de rosca.

1.2.17 Redes de distribución:

Catastro de redes: El municipio de Chachagüí, cuenta con castro de redes[19]. Sin embargo el catastro de redes del sector suburbano no se encuentra bien definido, porque la construcción no se ha realizado de forma planeada, si no con el desarrollo del municipio en la zona poblada, conocido como el sector del pedregal donde se sitúa el centro recreacional Comfamiliar; todo el sector se encuentra en tubería de PVC en buen estado.

[19] Plan Maestro de Acueducto, 2005, Municipio de Chachagüí.

1.2.18 Control de calidad de agua de consumo en la red:

1.2.18.1 Reportes de calidad de agua del IDSN. Según los registros históricos de caracterizaciones físicas, químicas y microbiológicas, realizadas por parte del Instituto Nacional de Salud de Nariño (IDSN) para la vigilancia y control de la calidad de agua para consumo humano, se presentaron los resultados de los años 2009, 2010 y 2011. El IDSN si realiza análisis para el control de calidad del agua para consumo humano en el Municipio de Chachagüí.

1.2.18.2 Índice de riesgo de la calidad de agua para el consumo humano – IRCA. Según el informe de gestión, programa calidad de agua del año 2010, se muestra en el cuadro 11, el índice de riesgo de la calidad de agua urbano para el municipio de Chachagüí.

Cuadro 11. Índice de riesgo de la calidad de agua urbano municipio de Chachagüí

Municipio	Persona prestadora	IRCA Urbano 2010	Riesgo
Chachagüí	EMPOCHACHAGÜÍ E.S.P	9,92	Bajo

En el cuadro 12, se indican el aumento en el índice de riesgo de la calidad de agua en la cabecera municipal de Chachagüí, según el informe de gestión, programa calidad de agua año 2010.

Cuadro 12. Aumento en el IRCA municipio de Chachagüí

Municipio	IRCA Urbano 2009	Nivel de riesgo	IRCA Urbano 2010	Riesgo
Chachagüí	0,5	Sin Riesgo	9,92	Bajo

En el cuadro 13, se indica el índice de riesgo de la calidad de agua urbano para el municipio de Chachagüí; según la subdirección de salud pública, salud ambiental, en su informe de gestión y vigilancia de la calidad de agua para consumo humano año 2011.

Cuadro 13. Índice de riesgo de la calidad de agua urbano municipio de Chachagüí año 2011

Municipio	Persona prestadora	IRCA Urbano 2011	Riesgo
Chachagüí	EMPOCHACHAGÜÍ E.S.P	14,0	Bajo

En el cuadro 14, se indican el aumento en el índice de riesgo de la calidad de agua en la cabecera municipal de Chachagüí, informe de gestión vigilancia de la calidad de agua para consumo humano año 2011. Sin embargo, se recomienda mejorar este valor del IRCA, con la implementación de equipos de control como turbidimetro, colorímetro, peachimetro, medidor de cloro digital y hacer seguimiento en los puntos de muestreo.

Cuadro 14. Aumento en el IRCA municipio de Chachagüí

Municipio	Persona Prestadora	IRCA Urbano 2010	Nivel de riesgo	IRCA Urbano 2011	Riesgo
Chachagüí	EMPOCHACHAGUI E.S.P	9,92	Bajo	14,0	Bajo

1.2.19 Planos de los componentes del sistema de acueducto. La empresa de servicios públicos no tiene planos actualizados del sistema de acueducto, no cuenta con planos de la bocatoma, líneas de conducción de agua cruda y planta de tratamiento.

1.3 DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL ALCANTARILLADO URBANO DEL MUNICIPIO DE CHACHAGUI

Para la descripción del sistema de alcantarillado se partió de la información consignada en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV año 2009. Como también de los parámetros básicos del RAS 2000. y la información recolectada en la visita de campo por el equipo técnico de la gerencia asesora del Plan Departamental de Agua PDA de Nariño, consorcio TZ-SANEAR.

1.3.1 Aspectos técnicos del alcantarillado existente. Actualmente, el sistema de alcantarillado del Municipio de Chachagüí presenta problemas en todos sus componentes. Las redes del alcantarillado reflejan el daño y degaste que han sufrido a lo largo de estos años de servicio; además considerando que el diseño inicial ya cumplió su vida útil, algunos de los tramos se han venido reconstruyendo mediante tubería de cemento y PVC; incumpliendo con las especificaciones técnicas del RAS-2000 en su título D. La mayoría de los sumideros están obstruidos o tapados, por falta de adecuación y mantenimiento, provocando que el sistema colapse, ante esta grave situación se hace imprescindible ejecutar la optimización del sistema del alcantarillado.

1.3.2 Componentes del sistema:

Empresa prestadora del servicio: EMPOCHACHAGUI E.S.P, es la empresa encargada de prestar el servicio de alcantarillado en el área urbana del municipio de Chachagüí.

Tipo de sistema: Alcantarillado combinado.

Cobertura: El sistema de alcantarillado del municipio de Chachagüí tiene una cobertura del 94%, el porcentaje restante tiene instalados sistemas independientes como letrinas y pozos sépticos.

Redes: Cuenta con una extensión de redes de aproximadamente siete (7) kilómetros de longitud. La mayoría de la red está construida con tuberías de cemento que ya han cumplido su periodo de diseño.

Vertimientos: En el casco urbano existen nueve (9) puntos de vertimiento de aguas residuales.

Cámaras de inspección: El total de cámaras o pozos de caída de inspección es de 124 en la cabecera municipal.

Sumideros: Existe diversidad de sumideros construidos, la mayoría de ellos están obstruidos o tapados.

1.3.3 Puntos de vertimiento. Se identifica dentro del perímetro urbano nueve (9) puntos de vertimiento de aguas residuales a cielo abierto, los cuales son el punto de confluencia de colectores de alcantarillado de sistema combinado producto de la implementación de treinta años, cuya construcción ha sido paralela al desarrollo del casco urbano; estos colectores vierten las aguas residuales indiscriminadamente sin ningún tipo de tratamiento a las fuentes hídricas que confluyen a la cuenca del Río Pasto y Juanambú.

Los puntos de vertimiento de aguas residuales, no se ajustan a los parámetros mínimos exigidos por el Decreto 1594 de 1984, Vertimientos de Aguas Residuales y Usos del Agua, articulo 72. Esta norma reglamentada del Código Nacional de Recursos Naturales desarrolla ampliamente lo referente a los vertimientos de agua residual, determinando los límites del vertimiento de las sustancias de interés sanitario y ambiental, los permisos de vertimientos, estudios de impacto ambiental y procesos sancionatorios, con lo cual se están generando impactos ambientales negativos en las cuencas de los ríos Pasto y Juanambú

1.3.4 Descargas de aguas residuales del alcantarillado. Las descargas finales se realizan sobre las fuentes de las quebradas Pataguandí, cañada el Guapiuy y Matarredonda, el sistema de alcantarillado del centro poblado del municipio de Chachagüí descargan sus aguas en tres colectores principales, el primero que se encuentra en la calle segunda entre carrera sexta y décima vertiendo sus aguas en la quebrada Pataguandí, el segundo en la calle tercera, inicia en el sector bajo de Bella Vista hasta su finalización en el sector Guapiuy, vertiendo sus aguas en la cañada el Guapiuy y el tercero recoge las aguas del barrio Fátima y la loma, que igualmente vierten las aguas a la cañada Guapiuy y finalmente en el río Pasto. En el sector de la calle cuarta se encuentra el colector que inicia en la diagonal de la calle tercera con carrera tercera y finaliza en el sector del barrio Guapiuy vertiendo los efluentes residuales en la cañada Guapiuy.

El sector del barrio Vergel Alto en el lado oriental del casco urbano inicia la cañada de la Quebrada La Chorrera, la cual pasa por el centro comunitario, sigue recolectando vertimientos individuales hasta llegar a la quebrada El Chorrillo. En el sector del chorrillo y Pedregal se recolectan las aguas de las urbanizaciones del área suburbana oriental, y llagan todos estos efluentes a la quebrada Matarredonda y finalmente llagan a la corriente del río Juanambú.

1.3.5 Sistema de tratamiento de aguas residuales. La cabecera urbana de Chachagüí, no posee Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Sin embargo en el perímetro suburbano, el sector conocido como El Chorrillo, tiene su alcantarillado y su planta de tratamiento de aguas residuales compuesta por un sedimentador, filtro en grava y lecho de sacado.

1.3.6 Planos del sistema de alcantarillado. El municipio de Chachagüí, cuenta con planos de redes existente de alcantarillado, los cuales no se encuentran actualizados.[20]

[20] Plan Maestro de Alcantarillado, Municipio de Chachagüí, 2005.

Actividades de operación y mantenimiento: EMPOCHACHAGUI E.S.P., no cuenta con un cronograma para las actividades de operación y mantenimiento de cada una de las estructuras del sistema alcantarillado, tampoco cuenta con registros de labores de limpieza a las redes y estructuras del sistema de alcantarillado.

1.4 DIAGNOSTICO TÉCNICO DEL SERVICIO DE ASEO

El servicio de aseo en el casco urbano del municipio de Chachagüí, es prestado por la Administración Municipal en conjunto con la UMATA. A continuación, se presenta la información del servicio de aseo, con base en la información suministrada por los operadores del sistema, y la consignada en el plan general estratégico de inversiones, plan departamental del agua – Nariño, abril del 2010.

1.4.1 Caracterización y producción de residuos sólidos. Según el documento de caracterización ambiental, CORPONARIÑO, la cantidad de residuos sólidos producidos es de 85 (ton/mes); de los cuales en disposición final son 62 (ton/mes) y en residuos aprovechados son (23 Ton/mes).

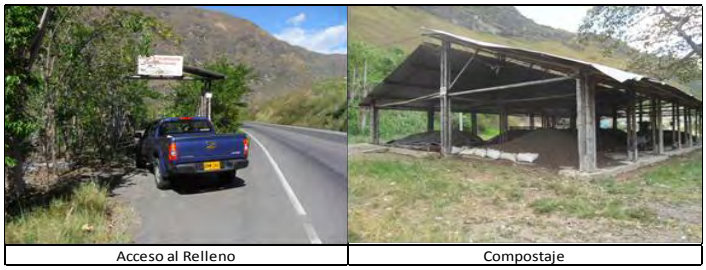
1.4.2 Relleno sanitario. El destino final de los desechos se realiza en el parque de recuperación de residuos sólidos - Relleno Sanitario la Ensillada, el cual es un botadero a cielo abierto sobre la cuenca del río Juanambú a 20 km aproximadamente sobre la vía panamericana en el sector de la Ensillada. La UMATA viene adelantando el proyecto de ubicación del nuevo relleno sanitario en la vereda Guayabillos corregimiento de Pasizara.

Para el tratamiento de los residuos sólidos la técnica empleada es el enterramiento en fosas; los residuos se compactan con retroexcavadora cada dos meses, aproximadamente, y cuando se hace necesario se contrata un bulldozer; en el lugar se cuenta con 11 personas encargadas de la separación y el reciclaje, trabajan 8 horas diarias y entre 4 y 5 días a la semana, dependiendo de la cantidad de material que llega al lugar de disposición final. Los operarios cuentan con implementos como: overol, casco, tapabocas, guantes; el funcionario a cargo de la supervisión exige la utilización permanente de los elementos de protección personal; en las fosas donde se disponen los residuos se realiza impermeabilización del suelo con permaflex 500 en un área de 900 m^2 por fosa, se realiza cobertura temporal de los residuos con polietileno de baja densidad y se realiza la cobertura final de los residuos con tierra, se utiliza chimeneas para la evacuación de gases. Los lixiviados son evacuados de la zona rellenada usando filtros (Franceses) y son tratados mediante un proceso físico.

1.4.3 Tratamiento de residuos sólidos. El municipio cuenta con una planta de manejo integral de residuos, allí se llevan a cabo los siguientes procesos: clasificación de residuos en: reciclables, orgánicos y no aprovechables; compostaje de residuos orgánicos, clasificación y acopio de materiales reciclables y disposición final de residuos no aprovechables.

El material reciclado se lleva a bodegas; este trabajo generalmente se realiza de lunes a jueves, es contratado por la Alcaldía, sin embargo los beneficios económicos del material reciclado que genera son para quienes trabajan en ello; el producto del compostaje es regalado a la comunidad; en la figura 19, se identifica el sitio de compostaje del relleno sanitario.

Figura 19. Entrada al parque de recuperación de residuos sólidos



Acceso al Relleno | Compostaje

A pesar de contar con la infraestructura para el aprovechamiento de los residuos, la planta no cuenta con registro de cantidades de residuos tratados y a provechados. En ese sentido, se indicó que se encuentra en marcha un proceso de registro y estadística de generación y tratamiento de los residuos.

1.4.4 Manejo y tratamiento de lixiviados y gases. El lixiviado es tratado mediante proceso físico; el municipio no reportó información adicional sobre este tema, sin embargo, según información obtenida en campo, se indicó que se realiza vertimientos de lixiviados eventualmente en el río Pasto. No se presenta gran cantidad de lixiviados, por lo que se lleva un buen control de ellos. En la figura 20, se identifica el sitio de tratamiento de los lixiviados.

Figura 20. Tratamiento de lixiviados – Chachagüí

1.4.5 Aprovechamiento de residuos sólidos

En la figura 21, se idéntica el sitio de compostaje; solo aprovechan los plásticos.

Figura 21. Compostaje – Chachagüí

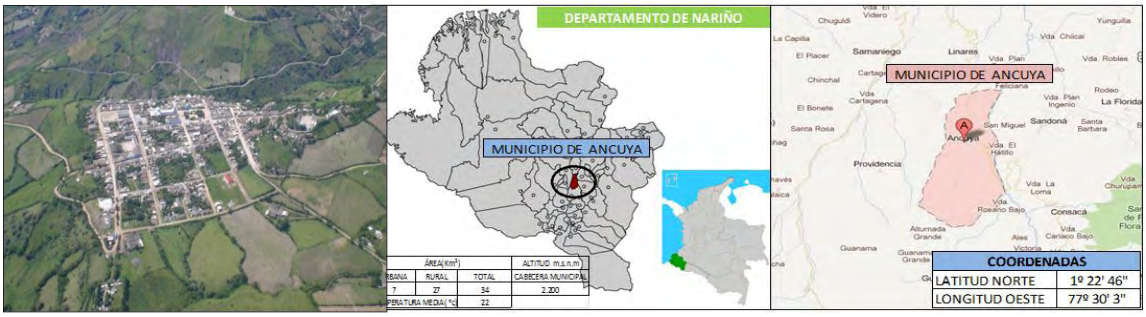
Instalaciones para compostaje

2. DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO, MUNICIPIO DE ANCUYA

2.1 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO ANCUYA

2.1.1 Ubicación y localización[21]. Geográficamente el municipio de Ancuyá se sitúa en la Subregión Centro - Occidental del Departamento de Nariño; La cabecera urbana está entre las coordenadas 10º 15` 56" de latitud Norte y 77º31`63" de longitud Oeste con el meridiano de Greenwich; El área municipal es de 81 km^2 correspondientes a 8.100 hectáreas que representan el 0.24% de la superficie total del departamento (33.268) km^2.

Figura 22. Localización del municipio de Ancuyá



Fuente**:** http://en.wikipedia.org/wiki/File:MunsNarino_Ancuya.png

2.1.2 Límites del municipio[22]. Los límites del municipio son: Al Norte con Linares, al Sur con Guaitarilla, al Oriente con Sandona y Consacá, y al Occidente con Samaniego y Providencia:

2.2 DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL ACUEDUCTO URBANO DEL MUNICIPIO DE ANCUYA

En la actualidad el sistema de acueducto está constituido por los siguientes componentes: Una bocatoma de fondo, una línea de aducción, un desarenador, una línea de conducción, una planta de tratamiento de agua potable de tipo FIME,

[21] Fuente: Plan de desarrollo 2008 – 2011 municipio de Ancuyá "Un Municipio para Volver a Creer"
[22] Fuente: Sitio oficial de Ancuyá en Nariño, Colombia, Geografía, Limites del Municipio, http://www.ancuya-narino.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mIxx-1-&m=f#geografia.

caseta de cloración, tanque de almacenamiento, redes de distribución y conexiones domiciliarias.

Durante la pasantía se realizó la visita de campo al municipio de Ancuyá donde se identificaron las siguientes fuentes de abastecimiento.

2.2.1 Fuente de abastecimiento. Las fuente abastecedora para el casco urbano en el municipio de Ancuyá se denomina; fuente de captación quebrada El Salado, con un caudal aforado de 44,5 l/s; la fuente está ubicada en la vereda Tuznian del municipio de Ancuyá.

Aforos a las fuentes abastecedoras antes de la bocatoma: La Unidad Especial de Servicios Públicos Domiciliarios A.A.A, no cuenta con datos históricos de caudales máximos y mínimos de las corrientes abastecedoras en el municipio de Ancuyá, razón por la cual como apoyo al equipo técnico de la gerencia asesora TZ-SANEAR, el día 31 de agosto del 2011 se realizó el respectivo aforo por el método de objeto flotante a la fuente El Salado, obteniéndose un caudal aproximado de 44,5 l/s valor muy cercano al dato de caudal registrado en la resolución de la concesión de agua. En el cuadro 15, se presentan los resultados obtenidos del aforo antes de la bocatoma El Salado.

Cuadro 15. Aforo antes de la bocatoma quebrada El Salado

<table>
<tr><td colspan="8">AFORO DE CAUDAL</td></tr>
<tr><td colspan="8">Punto de medición de caudal: Antes de la bocatoma - El Salado</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Largo (m)</td><td rowspan="5">3,90</td><td rowspan="8">Profundidades (cm)</td><td>6,98</td><td colspan="2">Tiempo (seg.)</td><td rowspan="2">Velocidad (m/s)</td><td rowspan="2">0,87</td></tr>
<tr><td>6,90</td><td>Aforo 1</td><td>4,57</td></tr>
<tr><td>6,70</td><td>Aforo 2</td><td>4,58</td><td rowspan="3">Area</td><td rowspan="3">0,10</td></tr>
<tr><td>6,80</td><td>Aforo 3</td><td>4,17</td></tr>
<tr><td>6,68</td><td>Aforo 4</td><td>4,49</td></tr>
<tr><td>Ancho,1 (m)</td><td>1,55</td><td>6,79</td><td>Aforo 5</td><td>4,59</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Ancho,2 (m)</td><td rowspan="2">1,45</td><td>6,85</td><td rowspan="2">Promedio</td><td rowspan="2">4,48</td><td rowspan="3">Factor de corrección para arroyo y quebrada C</td><td rowspan="3">0,50</td></tr>
<tr><td>6,82</td></tr>
<tr><td>Promedio Ancho (m)</td><td>1,50</td><td>Promedio Profundidad (m)</td><td>0,068</td><td>Volumen (m3)</td><td>398,68</td></tr>
<tr><td colspan="8">Q = C x V x A x 1000</td></tr>
<tr><td colspan="8">Q= 44,5 L/s</td></tr>
</table>

Características de las aguas de la fuente de abastecimiento: Es necesario conocer el tipo y calidad de la fuente de abastecimiento así como las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas del agua cruda; con el fin de clasificar su calidad.

La Unidad Especial de Servicios Públicos Domiciliarios A.A.A - municipio de Ancuyá, no dispone de análisis fisicoquímicos y microbiológicos que permitan

conocer el tipo y calidad de fuente de abastecimiento en función de sus características; por lo tanto, en este contexto, dada la exigencia normativa, al igual que el requerimiento operativo, la Unidad Especial de Servicios Públicos Domiciliarios A.A.A debe realizar de manera rutinaria la caracterización de las aguas mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos que permitan la toma de decisiones de forma oportuna en lo relacionado con el tipo de tratamiento que se requiere en función de sus características o las condiciones de operación que deban adelantarse a fin de prevenir riesgos en la salud del consumidor al ofertarle agua que no cumpla con los criterios de calidad exigidos por el decreto 1575 de 2007 y la resolución 2115 de 2007.

2.2.2 Estructura de captación:

Bocatoma El Salado: Durante la visita de campo realizada por el personal Técnico de la Gerencia Asesora del PDA de Nariño, se pudo observar que la estructura de captación estaba en construcción, por esta razón no fue posible realizar los aforos desde el punto de captación.

La construcción de la nueva bocatoma se solicitó al plan departamental de aguas emitida por el Concejo municipal de Ancuyá, Mayo 30 de 2011, en la cual se argumentó lo siguiente: En noviembre del 2010 como consecuencia del fuerte invierno, una avalancha en la quebrada El Salado destruyó completamente la bocatoma del acueducto municipal de Ancuyá, lo cual desató una crisis aguda del servicio del agua ya que se redujo drásticamente el caudal que alimenta al acueducto.

La captación es una bocatoma de fondo, constituida por las aletas de confinamiento, rejilla, canal y cajilla de derivación. La rejilla mide 0.9 m de largo por 0.35 m de ancho, consta de barras de Ø 5/8", espaciadas a 2 cm; en el cuadro 16, se ilustra la bocatoma. El chequeo hidráulico de la bocatoma se realizó por el método de la velocidad especificada en el RAS-2000.[23]

A fin de controlar la calidad del agua de la fuente, según el literal B.4.6.2 del RAS, debe hacerse por lo menos un muestreo semanal en la bocatoma con el fin de hacer los análisis de laboratorio y establecer las condiciones de calidad del agua en la fuente, y detectar si están ocurriendo cambios en ésta, lo que permitiría acciones de control y prevención oportunas, requerimiento que se recomiendan adoptar para la nueva estructura.

[23] REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO – RAS – 2000, Titulo B, numeral B.4.4.5.5.

Cuadro 16. Evaluación capacidad instalada bocatomas - municipio de Ancuyá

FICHA TECNICA - CAPTACIONES DE AGUA ACUEDUCTO MUNICIPIO DE ANCUYA	
VARIABLES	**BOCATOMA**
Tipo	Captación de Fondo
Caudal de Captación (Qc)	Qc=C x At x e x Vp
Velocidad de flujo en la rejilla - V (B.4.4.5.5 -RAS 2000)	V= 0,15 m/s
Coeficiente de contracción de la vena líquida	C= 0,9
Area Total de la Rejilla (At)	At= L x Lr= 0,32 m2
Porcentaje útil de la rejilla	e = (eb/(eb+Øb) = 0,55
Espaciamiento entre barrotes (eb)	0,02 m
Longitud de la rejilla (L)	0,90 m
Ancho de la Reja (Lr)	0,35 m
Diámetro de Barras (Øb)	Øb = 5/8" = 0,015875 m
Capacidad Instalada	**Caudal de Captación = Qc =23,76 L/s**
ARCHIVO FOTOGRAFICO - BOCATOMA MUNICIPIO DE ANCUYA, FUENTE DE ABASTECIMIENTO LA QUEBRADA EL SALADO	
	Bocatoma - Fuente El Salado

2.2.3 Línea de aducción. La línea de aducción, parte de la cajilla de derivación en tubería PVC-P de Ø6" hasta el desarenador con una longitud aproximada de 150 m, tiene una válvula ventosa y una de purga, según información suministrada por el señor Miguel Mesa, trabajador del acueducto municipal de Ancuyá. De acuerdo a la configuración de la línea de aducción, la capacidad máxima teórica que podría transportar la tubería calculada con la ecuación de Darcy[24] es de 27,22 l/s. En el cuadro 17, se presenta la ficha técnica de la línea de aducción.

Cuadro 17. Evaluación capacidad máxima teórica de la línea de aducción

FICHA TECNICA - ADUCCION ACUEDUCTO MUNICIPIO DE ANCUYA		
ADUCCION 1	**Darcy-Weisbach**	
Longitud Tubería:150 m	$hf= fxL/Dx\ v^2/2g$	$K=(\pi/4\ x(2g)^{1/2}x\ 1/vfxD^{2.5})$
Diámetro Tubería: 6" (0,152m)		
Material: PVC-P		
Velocidad: 1,5m/s		
Temperatura: 14°C		
μ (N.m²/s): 0,000001308		
ϑ (kg/m³): 999,1		
$Q = Kx\ (hf/L)^{1/2}$		
Q= 27,2 L/s	**LA CAPACIDAD INSTALADA TOTAL DE LA ADUCCION ES DE 27,22 L/s**	

[24] SALAZAR CANO Roberto, Acueductos, Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, 2007, expresión 7.7.

La línea de aducción, también fue objeto de intervención en el proyecto de reconstrucción por ola invernal. Con una longitud de 20 m aproximadamente, con el mismo diámetro de la tubería existente. La llegada al desarenador es a través de una tubería de Ø6", la cual está recubierta por una viga en concreto reforzado de 0.30 m x 0.30 m.

2.2.4 Desarenador. El sistema de acueducto del casco urbano del municipio de Ancuyá cuenta con un solo desarenador semienterrado en concreto tipo convencional, conformado por cámara de válvula, zona de entrada, desarenado y zona de salida.

A la entrada de la estructura, se cuenta con una cámara de válvula en HD Ø6" destinada para el control de caudal influente al desarenador, la tubería de salida del desarenador es de Ø 4¨ en PVC-P. El desarenador no tiene el sistema de by-pass que permite sacar de funcionamiento la estructura en caso de mantenimiento o fallas en el sistema. La estructura cuenta con una tubería de rebose Ø 6" en PVC y una válvula de compuerta para su lavado HD Ø6¨.

De acuerdo a la información suministrada por los operarios del acueducto, la limpieza de esta estructura se realiza cada 3 veces en el mes en época de invierno y dos veces en el mes en época de verano.

La estructura está conformada por las siguientes dimensiones: 11 m de largo, 3 m de ancho, 1,30 m de altura útil y espesor de muros de 0,30 m. Con base en las dimensiones y características que posee el desarenador, se procede a realizar la revisión de la capacidad hidráulica de acuerdo a los criterios definidos en el RAS 2000, asumiendo para la revisión un porcentaje de eficiencia del 75%, malos deflectores y un tamaño de partícula de 0,075 mm según tabla 5.1 Acueductos, teoría y diseño de Fredy Corcho. El chequeo hidráulico del desarenador se realizó teniendo en cuenta la temperatura y la viscosidad cinemática del agua,[25] se utilizó la ecuación de STOKES para hallar la velocidad de sedimentación[26]. En el cuadro 18, se muestra la ficha técnica del desarenado.

[25] SALAZAR CANO Roberto, Acueductos, Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, 2007, Tabla 6.1.
[26] SALAZAR CANO Roberto, Acueductos, Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, 2007, expresión 6.2.

Cuadro 18. Revisión de la capacidad hidráulica del desarenador

FICHA TECNICA DESARENADOR DEL ACUEDUCTO MUNICIPIO DE ANCUYÁ				
1. Cálculo de la velocidad de sedimentación v_s			**3. Cálculo del tiempo de retención hidráulica, a**	
Parámetros básicos para el chequeo			Grado del desarenador:	1
Temperatura del Agua, (T)	14°C		**Clasificación:**	
Viscosidad Cinemática del Agua (μ)	0,0118	cm^2/s	Malos deflectores o sin ellos	1
Tamaño de Partícula (d) - según Acueductos, teoría y diseño (Freddy Corcho), Tabla 5.1.	0,0075	cm	Deflectores Buenos	2
Con tratamiento posterior			Muy Buenos Deflectores	3
Porcentaje de Remoción (%R)	75	%	Desarenadores con buenos deflectores a / t	3
Aceleración de la Gravedad (g)	981	cm/s^2	**Tiempo de Retención Hidráulica, a**	**15,11 minutos**
Peso Específico de la Arena - r_s	2,65	gr/cm^3	Eficiencia (rango de 75-87,5)	75,0%
Peso Específico del Agua - r	1	gr/cm^3	**4. Cálculo de la capacidad hidráulica del desarenador, Q**	
Con la ecuación de STOKES se calcula la velocidad de sedimentación			Q = Volumen del Desarenador / Tiempo de Retención Hidráulica = Vt / a	**Q= 41,43 l/s**
$V_S = [g * (r_s - r) * d^2] / (18 * \mu)$	**V_S= 0,430 cm/s**		Chequeo Número de Reynolds (ØpartxVsed)/(Viscosidad cinemática)	Reynolds=0,274
2. Cálculo del tiempo de sedimentación, t			**5. Cálculo de la relación de la velocidad de sedimentación y la velocidad horizontal**	
Dimensiones del Desarenador			Velocidad Horizontal VH = Q/Área Transversal (VH < 0,25 m/s) RAS 2000	**0,012 m/s OK**
Profundidad Útil (Hu)	1,3	m cumple	Rv = Velocidad Sedimentación/Velocidad Horizontal (Rv<20 RAS 2000)	**Rv = 0,36 OK**
Largo Útil (Lu)	10,7	m		
Ancho Útil (Au)	2,7	m		
Volumen del Desarenador (Vt)	37,56	m^3		
Profundidad para almacenamiento de arenas (Ha)	0,5	m		
Relación entre (Lu/Ha)	21	No cumple		
Pendiente de fondo (%)	0,08	No cumple		
Tiempo de Sedimentación, t = Hu/Vsp	**302,2 s**		**Para una remoción de partículas con diámetros mayores o iguales a 0,075 cm, eficiencia del 75%, eldesarenador se debe operar con caudales menores o iguales a 41,43 L/s.**	

En la figura 23, se compara la capacidad instalada del desarenador vs la requerida

Figura 23. Capacidad instalada del desarenador vs capacidad requerida

Con base en los resultados se puede evidenciar que el caudal máximo con el que puede operar de forma eficiente el desarenador es de 41,43 l/S mucho mayor al caudal máximo diario (QMD) requerido para el año de horizonte de proyección, 5,99 l/s.

2.2.5 Línea de conducción. En el cuadro 20, se presenta la ficha técnica de la línea de conducción.

Cuadro 19. Evaluación capacidad máxima teórica de la línea de conducción

FICHA TECNICA - CONDUCCION ACUEDUCTO MUNICIPIO DE ANCUYA		
CONDUCCION	**Darcy-Weisbach**	
Longitud Tubería: 7 Km	$hf= fxL/Dx\ v^2/2g$	$K=(\pi/4\ x(2g)^{1/2}x\ 1/VfxD^{2.5})$
Diámetro Tubería: 2 1/2" (0,0635 m)		
Material: PVC-P		
Velocidad: 1,5m/s		
Temperatura: 14°C		
μ (N.m²/s): 0,000001308		
ϑ (kg/m³): 999,1		
$Q = Kx\ (hf/L)^{1/2}$		
Q= 4,75 L/s	**LA CAPACIDAD INSTALADA TOTAL DE LA CONDUCCIÓN ES DE 4,75 L/s**	

2.2.6 Planta de tratamiento de agua potable. El sistema de acueducto del casco urbano del municipio de Ancuyá, cuenta con una planta de potabilización del tipo de filtración en múltiples etapas (FIME), cuyas unidades de proceso se detallan en los siguientes ítems**.**

2.2.7 Unidades de proceso. La PTAP del municipio de Ancuyá fue construida desde 1995 y está compuesta por las siguientes estructuras y unidades de operación: Estructura de entrada a la planta de tratamiento, filtro dinámico (FGDi, 2 módulos), prefiltro – filtro grueso ascendente (4 módulos), filtro lento (4 módulos), tanque de almacenamiento (2 unidades) y caseta de cloración.

El caudal captado es de 18 l/s según información del operador de la planta el señor Miguel Mesa, pero solo ingresan 12 l/s a la Planta de Tratamiento de Agua Potable, de acuerdo con las mediciones efectuadas por el personal técnico de la Gerencia Asesora del Plan Departamental de Aguas de Nariño, el caudal restante se deriva en uno de los tramos de la línea de conducción al tanque de almacenamiento que abastece al sector de Brasilia, Liberta y Colina, que tiene una capacidad de almacenamiento de 120 m^3. A la fecha se trata un caudal de 11,40 l/s considerando las pérdidas internas de la planta que está por el orden del 3% al 5% del caudal medio diario,[27] como se muestra en el cuadro 20.

[27] REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO - RAS - 2000, Título B, numeral B.2.5.2.

Cuadro 20. Volúmenes de agua producida, suministrada por la planta de tratamiento

VARIABLES	VOLUMEN DE AGUA (M3)				
	Q (L/s)	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL
VOLUMEN PRODUCCIDO (M3)	12	1.037	7.258	31.104	378.432
CONSUMO INTERNO PLATA DE TRATAMIENTO (M3) 5%	0,6	52	363	1.555	18.922
VOLUMEN SUMINISTRADO (M3)	11,40	985	6.895	29.549	359.510

Actualmente, la planta presenta problemas en las unidades de tratamiento. Según el operador Miguel Mesa, la planta tiene infiltraciones en las estructuras debido al desgaste interno del material de concreto, las unidades de FGDI y FGAC no tienen la capacidad para tratar el caudal influente; por esta razón se deriva caudal de captación y solo ingresa a la planta de tratamiento 12 l/s además la planta desde que entró en operación, no se ha realizado ninguna adecuación ni reparaciones a las unidades de tratamiento, como tampoco se han realizado cambios del material del lecho filtrante, generando condiciones de tratamiento y operación inadecuadas. No hay cerramientos internos que eviten el ingreso de animales y personas extrañas a las unidades de tratamiento, generando un nivel de riesgo alto, por posible contaminación del agua en proceso y producida. En la figura 24, se identifica la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Ancuyá.

Figura 24. Vista general - planta de tratamiento de agua potable tipo FIME

A continuación, se realiza una descripción general de cada uno de los procesos y operaciones unitarias que se desarrollan en la PTAP.

2.2.7.1 Estructura de entrada a la planta de tratamiento. Directamente desde el desarenador llega el agua a la planta en tubería PVC presión de Ø 21/2" e ingresa por la estructura de entrada que cuentan con su respectiva válvula de control en HD de Ø 2 1/2" para la regulación de caudal, la cual se encuentra en mal estado. Posteriormente, pasa a través de un canal que tiene dos vertederos de excesos, y finalmente llega a la cámara de distribución de las dos unidades del filtro grueso dinámico de flujo descendente.

Figura 25. Cámara de aquietamiento

2.2.7.2 Filtro grueso dinámico (FGDi). De la cámara de distribución pasa el agua superficialmente a la zona de filtración separada en la parte central por una viga conformando aparentemente dos módulos de trabajo, a través de los cuales el agua desciende atravesando el lecho filtrante quedando retenidas en los intersticios de la grava las partículas mayores presentes en el agua. Esta unidad se constituye en barrera de protección para los demás filtros especialmente los filtros lentos.

Adicionalmente la estructura cuenta con dos válvulas de apertura rápida y de cierre HD de Ø 4" con sus respectivas cámaras para el desagüe para la limpieza de la grava de fondo (choques), y al costado izquierdo se encuentra adosada a la pared del filtro la cámara de lavado de grava. El lecho filtrante está compuesto por tres (3) capas de grava de diferentes granulometrías y un múltiple recolector ubicado en el fondo conformado por una tubería principal de 6" de diámetro en PVC, que reduce a Ø4" PVC la que finalmente lleva el agua al Filtro Grueso ascendente en capas. Actualmente, el filtro se encuentra totalmente inundado por la sobrecarga, registrándose reboses, los cuales son recolectados y enviados a los filtros gruesos ascendentes en capas. Según información suministrada por el operador, el mantenimiento de las unidades del FGDi no se realiza frecuentemente.

El chequeo hidráulico del filtro grueso se realizó adoptando las velocidades de filtración del RAS 2000[28], y con base al documento técnico para el diseño de las FIMES[29]. Los cálculos realizados permiten inferir que la estructura en el escenario actual, no tiene la capacidad hidráulica para atender el caudal que le llega a la planta de tratamiento, dado que la capacidad instalada de 10,48 l/s es menor que la capacidad utilizada 12 l/s. Sin embargo, al hacer uso de las proyecciones realizadas año 2014 - 2036 bajo el supuesto que las pérdidas técnicas máximas admisibles sean del 25%, sujetas a la Resolución modificatoria del RAS-2000 (resolución 2320 del 27 de Noviembre de 2009), el sistema bajo condiciones

[28] REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO - RAS - 2000, Titulo C, Tabla C.3.1.
[29] CINARA, Diseño de FIMES, 1998.

óptimas estaría con la capacidad suficiente para tratar el caudal demandado más el consumo interno de la planta, como se evidenció en el análisis realizado frente a oferta y demanda. En todo el horizonte del proyecto (2014-2036), en el escenario de demanda con pérdidas del 25% y dotación bruta resultante de 153,33 l/hab.día, el caudal requerido para satisfacción de la demanda futura al 2036 es de 5,99 l/s que perfectamente está en el rango de la capacidad instalada de los filtros de 10,48 l/s. En el cuadro 21, se detalla las dimensiones del filtro y el chequeo hidráulico realizado.

Cuadro 21. Chequeo hidráulico del filtro grueso dinámico - FGDi

FICHA TÉCNICA - FILTRO GRUESO DINÁMICO, FGDi				
	Estado:		Regular	
	Número de Filtros		2	
	Dimensiones de una unidad	Ancho útil (m):	1,33	
		Largo útil (m):	4,73	
		Lecho Filtrante (gravas) mm:	13 - 25	
		Altura total (m)	1,10	
		Espesor de Muros (m):	0,25	
		Area Filtración (m^2):	6,29	
	Diametros de Tuberia PVC	Entrada (pulg):	2 1/2"	
		Salida (pulg):	6	
	Chequeo Hidráulico - Dos Unidades	Velocidad de Filtración (m/h) según RAS 2000	2,00	3,00
		Capacidad Total (L/s):	6,99	10,48
	Caudal Tratado actualmente (L/s):		12,00	

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, se recomienda adecuar cada una de las unidades de tratamiento teniendo en cuenta el cambios de lecho filtrante, válvulas de cierre y apertura rápida para lavado, impermeabilización interna y adecuación del vertedero de repartición de caudales. Esto con el fin de garantizar su operación y funcionamiento.

2.2.7.3 Filtro grueso ascendente en capas – FGAC. Se cuenta con 4 filtros gruesos ascendentes compuestos por canal rectangular de distribución, donde se reparten los caudales mediante compuertas con vástago en HF y vertederos triangulares; tiene una cámara de drenaje y sistema de lavado, válvulas de apertura rápida en HD de Ø 4".

Los filtros existentes, tienen la capacidad total instalada para tratar un caudal mínimo de 5,98 l/s y máximo 13,95 l/s lo que permite inferir que las unidades de filtración, tienen la capacidad para tratar el caudal actual y futuro. Sin embargo, en la visita de campo se observó la falta de mantenimiento del lecho filtrante, así como la falta de impermeabilización interna y el mal estado de las compuertas para la distribución uniforme de caudales a cada unidad de tratamiento. En el cuadro 22, se presenta el chequeo hidráulico realizado, adoptando las velocidades de filtración establecidas en el RAS 2000 y las especificaciones técnicas del

CINARA. Las dimensiones son iguales para cada una de las unidades de tratamiento.

Cuadro 22. Chequeo hidráulico del filtro grueso ascendente en capas

FILTRO GRUESO ASCENDENTE EN CAPAS - FGAC				
	Estado		Regular	
	Numero de Filtros		4	
	Dimensiones de una unidad de filtración	Ancho útil (m)	3,80	
		Largo útil (m)	4,72	
		Altura total (m)	1,30	
		Espesor de Muros (m)	0,30	
		Area Filtración por modulo (m^2)	17,94	
	Diametros de Tuberia PVC	Entrada (pulg)	4	
		Salida (pulg)		
	Chequeo Hidráulico	Velocidad de Filtración adoptada según RAS 2000 (m/h)	0,30	0,70
		Capacidad Total (L/s)	5,98	13,95
	Caudal Tratado actualmente (L/s)		12,00	

2.2.7.4 Filtro lento en arena. Está conformado por cuatro filtros, constituidos por las siguientes estructuras y accesorios: válvula para la regulación de caudal en HD de Ø 4”, canales de distribución rectangular y vertederos triangulares para la repartición uniforme de los caudales a cada cámara de ingreso de cada filtro, válvulas de drenaje y sistema de lavado y válvulas de apertura rápida en HD de Ø 4”. Se tiene instalado un rebose tipo cuello de ganso para cada unidad de tratamiento en PVC de Ø 4”.

Actualmente, el filtro lento de arena presenta los siguientes problemas:

- Se encuentran tapados algunos orificios de la tubería perforada de recolección del agua filtrada, debido a que no se le ha realizado mantenimiento interno.
- No hay una distribución uniforme del caudal a tratar por cada unidad.
- No se ha realizado un mantenimiento general de los filtros ni cambio de material del lecho filtrante (arena).

También se dispone de la estructura o zona de lavado de arena del FLA, con alimentación de agua con una tubería de Ø 4” que viene desde el acueducto antiguo bocanegra que esta aproximadamente a 1 km. Según el chequeo hidráulico realizado, los filtros tienen la capacidad total para tratar un caudal mínimo de 7 l/s y máximo 19,84 l/s resultados permiten determinar que los filtros tienen la capacidad para tratar el caudal actual y futuro. En el cuadro 23, se consignan los valores del chequeo hidráulico realizado, adoptando las velocidades de filtración exigidas en el RAS 2000 y las especificaciones técnicas del CINARA.

Cuadro 23. Dimensiones y chequeo hidráulico del filtro lento

FILTRO LENTO EN ARENA - FLA				
	Estado:		Regular	
	Numero de Filtros		4	
	Dimensiones de una unidad de filtración	Ancho útil (m)	7,70	
		Largo útil (m)	7,73	
		Altura total (m)	1,90	
		Espesor de Muros (m)	0,30	
		Area Filtración (m^2)	59,52	
	Diametros de Tuberia PVC	Entrada (pulg)	Canal Rectangular	
		Salida (pulg)	4	
		Rebose Cuello de ganso (pulg)	4	
	Chequeo Hidráulico	Velocidad de Filtración adoptada según RAS 2000 (m/h)	0,10	0,30
		Capacidad Total (L/s)	7	19,84
	Caudal Tratado actualmente (L/s)		12,00	

2.2.8 Caracterización del agua que ingresa a la planta de tratamiento de agua potable. Debido a la ausencia de equipos de laboratorio no se realiza caracterizaciones fisicoquímicas y microbiológicas a la entrada de la planta de tratamiento.

Es conocido que la calidad del agua se altera cuando se presentan lluvias dado el arrastre de material particulado que le aporta turbiedad al agua (material en suspensión) o el lavado de material vegetal con incrementos en la concentración de materia orgánica natural que le imprime coloración a las aguas constituyéndose en partículas en dilución que generalmente exigen para su remoción de tratamiento químico. Cabe resaltar que las aguas con altas concentraciones de materia orgánica natural cuando entran en contacto con el cloro dan lugar a la formación de subproductos de la desinfección conocidos como trihalometanos, considerados potencialmente cancerígenos.

La tecnología de tratamiento tipo FIME presenta limitaciones para la remoción de altas concentraciones de turbiedad y color, razón por la cual, se recomienda que se implemente un sistema de control de calidad de agua, que permita la toma de decisiones frente al sistema de tratamiento disponible o frente a condiciones de operación cuando se presentan picos con los que el sistema no es capaz, previendo su salida de operación por fallas o taponamientos o por la mala calidad de agua.

2.2.9 Medición de caudales de entrada a planta de tratamiento (FIME). No existen condiciones para la medición del caudal que entra a la primera unidad que conforma la planta de tratamiento tipo FIME (filtración en múltiples etapas) y que corresponde al FGDi, sólo se puede realizar la medición en la segunda etapa, es decir, cuando el agua ingresa al filtro grueso de flujo ascendente, estructura que dispone de un canal rectangular para distribución de caudales a cada módulo con un vertedero triangular a lado y lado con una regleta en malas condiciones fijada sobre la pared del canal para medición de caudal, sitio donde se realizó los aforos. Como se muestra en la figura 26.

Dadas las limitaciones encontradas para la determinación del caudal influente a la planta se recomienda la calibración de los vertederos ubicados en el FGAC y del FLA y la instalación de regletas que le permitan al operador en forma regular chequear el caudal de ingreso y llevar registros documentales para el control de la operación. Por otra parte, el prestador debe implementar un sistema de macromedición tanto a la entrada de la planta de tratamiento como a la salida del tanque de almacenamiento, a fin de controlar los gastos internos y las pérdidas técnicas en el sistema.

Figura 26. Aforo a la entrada del filtro de flujo ascendente

El caudal tratado actualmente en la planta de tratamiento es de 12 l/s, en el cuadro 24, se puede observar los datos de los respectivos aforos.

Cuadro 24. Aforo a la entrada de los filtros de flujo ascendente

AFORO DE CAUDAL EN PTAP							
Punto de medición de caudal: Aforos entrada a los filtros de flujo ascendente							
Metodo	Volumetrico		Diametro del tanque (cm)	28,0	Volumen (L)	17,55	
			Altura del tanque (cm)	28,5			
Aforo: modulo 1		Aforo: modulo 2		Aforo: modulo 3		Aforo: modulo 4	
Tiempo (seg.)	5,92	Tiempo (seg.)	5,95	Tiempo (seg.)	6,10	Tiempo (seg.)	6,02
	5,98		5,82		5,05		5,45
	6,01		5,92		5,98		6,01
Promedio	5,97	Promedio	5,90	Promedio	5,71	Promedio	5,83
Caudal (L/s)	2,940	Caudal (L/s)	2,976	Caudal (L/s)	3,073	Caudal (L/s)	3,012
Caudal Total:							
Caudal medidopor el personal Técnico de la Gerencia Asesora del PDA de Nariño :					12	L/s	

2.2.10 Análisis capacidad instalada vs capacidad utilizada y demandada. La planta fue diseñada para tratar un caudal máximo de 20 l/s según el formulario único del 18 julio del 2011, acta de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano, reportado por el instituto departamental de agua de Nariño; dato que no pudo ser corroborado por ausencia de memorias y planos de diseño. Actualmente, la planta tiene una capacidad utilizada de 12 l/s pero los FGDI sigue siendo la unidad de tratamiento limitante, la cual se encuentra sobrecargada en la actualidad; con relación a la capacidad de los filtros de tratamiento FGDI y FGAC, la Planta posee una capacidad suficiente para atender la demanda más allá del año 2036, solo reduciendo las pérdidas para que el caudal captado sea menor y permitiendo mejorar la operación y calidad del agua, puesto que para la población actual, así como, para la población futura considerada en un periodo de 25 años, la demanda de agua más las pérdidas admisibles exigirían una menor presión a la planta de tratamiento.

Del análisis de la capacidad instalada de la planta de tratamiento se deduce que las unidades de FGDI Y FGAC no tienen la capacidad suficiente para tratar los 18 l/s captados siendo necesario derivar el caudal, Con relación a la capacidad de los filtros lentos, la Planta posee una capacidad suficiente para atender la demanda más allá del año 2036. Sin embargo, como se mencionó anteriormente no se realiza caracterizaciones fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas crudas que alimentan a la planta de tratamiento, lo que puede estar afectando la operación del sistema y el buen funcionamiento desconociendo los parámetros de turbiedad y color que son los limitantes en este tipo de tecnologías, adicionalmente la falta de personal operativo capacitado, la continuidad en el mantenimiento de cada una de las unidades no garantiza la calidad del servicio, como se muestra en la figura 27.

Figura 27. Deficiencia de la PTAP

2.2.11 Estabilización de pH y desinfección. No se realiza estabilización de pH, ya que no se tienen equipos de laboratorio para realizar las caracterizaciones de agua en proceso.

2.2.12 Dosificación de insumos químicos. Para el tratamiento del agua de la fuente El Salado, el único insumo que se utiliza es el cloro gaseoso para el proceso de desinfección del agua tratada en la PTAP**.**

Dosificación de Cloro Gaseoso: En la planta de tratamiento el proceso de desinfección se realiza mediante un sistema de inyección de cloro gaseoso, utilizando un cilindro para el transporte de cloro gaseoso de 68 kg de capacidad, éste cuenta con un dosificador de cloro marca Regal gas chlorinator, como se identifica en la figura 26. El cloro gaseoso es inyectado a una tubería de PVC de Ø 3/4", la cual transporta el agua que proviene de los filtros de arena y es succionada por una motobomba, luego el agua clorada es aplicada directamente al tanque de almacenamiento. Por los cortes de energía que son constantes en el municipio se tiene otra alternativa una tubería que viene por gravedad proveniente de la conducción de agua cruda donde es inyectado el cloro gaseoso, luego el agua clorada es aplicada directamente al tanque de almacenamiento.

Figura 28. Caseta de Cloración y Dosificador de Cloro Gaseoso

Actualmente, se está dosificando una concentración de 60 g/h y la que se requiere (teórica) es de 125,28 g/h. Según los resultados que se consignan en el cuadro 25, se puede inferir que la dosificación no es la ideal.

Cuadro 25. Dosificación de cloro gaseoso aplicada por operador de planta y la requerida

DOSIFICACIÓN CLORO GASEOSO		
Caudal Tratado (L/s)		17,40
Capacidad del Cilindro de Cloro Gaseoso (Kg)		68
Aplicación en Planta	Concentración de Cloro (g/h)	60
	Concentración de Cloro (mg/L)	1,0
	Duración Cilindro (días)	47
Aplicación Requerida	Concentración de Cloro (g/h)	125,28
	Concentración de Cloro (mg/L)	2,0
	Duración Cilindro (días)	23
Observaciones: la concentración que se aplica en la PTAP es de 60 g/h y la que se requiere (teórica) es de 125,28 g/h		

Los problemas que se presentan actualmente en la desinfección del agua son:

- No se tiene instalado un buen sistema para un mezclado óptimo y que asegure un tiempo de contacto.
- La dosificación de cloro gaseoso se realiza con agua cruda.
- El dosificador de cloro gaseoso se encuentra descalibrado, ya que la bola indicadora de la concentración aplicada no es fija, oscila entre 40 y 60 g/h.
- Ausencia de curvas de demanda de cloro.
- No hay estructuras hidráulicas para el aforo del caudal a la entrada a la planta de tratamiento para determinar la dosis a aplicar de cloro.
- No se cuenta con equipos de laboratorio para determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la entrada a la planta de tratamiento, en las unidades de tratamiento y en la salida a la red de distribución. No se puede determinar la eficiencia de la planta de tratamiento.

2.2.13 Equipamiento para la dosificación de insumos químicos. Sólo se tiene instalado un dosificador de cloro gaseoso que se encuentra en regulares condiciones, falta calibración de acuerdo a la inspección realizada en la visita de campo.

Sistemas de Bombeo: Se cuenta con una bomba eléctrica de succión negativa para la dosificación de cloro gaseoso de 1,0 HP. Todo el sistema de acueducto funciona a gravedad, por lo tanto, no se tiene instalado un sistema de bombeo.

2.2.14 Almacenamiento. En la visita de campo realizada por el equipo técnico de la Gerencia Asesora PDA Nariño, se evidencio que el sistema cuenta con dos tanques de almacenamiento, que se encuentran distribuidos estratégicamente para abastecer el casco urbano, a continuación se describe cada sistema de almacenamiento.

Tanque de almacenamiento uno: El tanque uno surte al sector A que comprende los barrios Colina, Libertad y Brasilia, tiene una capacidad de almacenamiento existente de 120 m^3. El tanque fue demolido por presentar muchas fugas en noviembre de 2011 y está en proceso de construcción un nuevo tanque, actualmente el agua de la planta pasa directamente a la red de distribución, en el cuadro 26, se consignan las dimensiones y capacidad de almacenamiento que tenía el tanque.

Cuadro 26. Tanque de almacenamiento uno - municipio de Ancuyá

TANQUE DE ALMACENAMIENTO (UNO) UBICADO A 50M DE LA PTAP		
Estado:		Regular
No de compartimientos		1
Material:		Concreto
Dimensiones del Tanque	Espesor (m):	0,3
	Ancho útil (m):	7,00
	Largo útil(m):	10,00
	Altura total (m):	2,00
	Altura Útil (m):	1,72
Diametro de Tuberia PVC	Entrada (pulg):	3
	Salida red distribución(pulg):	6
	Rebose (pulg):	4
Capacidad de almacenamiento existente (m^3):		120

Tanque de almacenamiento dos: El tanque dos surte al sector B que comprende los barrios San Francisco, Camilo Torres y el Estadio Municipal, tiene una capacidad de almacenamiento existente de 80 m^3. El estado actual del tanque de almacenamiento es regular. En el cuadro 27, se consignan las dimensiones y capacidad de almacenamiento del tanque dos.

Cuadro 27. Tanque de almacenamiento dos- municipio de Ancuyá

TANQUE DE ALMACENAMIENTO (DOS) A UN COSTADO DE LA PTAP		
Estado:		Regular
No de compartimientos		1
Material:		Concreto
Dimensiones del Tanque	Espesor (m):	0,3
	Ancho útil (m):	6,00
	Largo útil(m):	10,00
	Altura total (m):	1,70
	Altura Útil (m):	1,33
Diametro de Tuberia PVC	Entrada (pulg.)	3
	Salida red distribución(pulg):	4
	Rebose (pulg):	4
Capacidad de almacenamiento existente (m^3):		80

Los problemas que se evidencian actualmente en el tanque de almacenamiento son:

- Presenta fugas, por desgaste del concreto y fisuras ya que el tanque no se encuentra esmaltado e impermeabilizado.
- No tiene una regla para la medición de niveles.
- No cuenta con un sistema de By-pass, con el fin de facilitar las labores de operación y mantenimiento.
- Ausencia de válvulas de cierre.
- Las válvulas para el lavado y evacuación de lodos se encuentran en regulares condiciones.

Teniendo en cuenta los dos sistemas de almacenamiento: Tanque uno y dos; se cuenta con una capacidad de almacenamiento de 200 m^3; registrándose un déficit de 452 m^3 para el año actual, con un porcentaje de pérdidas del 85,25% y 27 m^3 de remanente para el horizonte del proyecto contemplando las pérdidas del 25%.

Caudales y Volúmenes Distribuidos: El equipo técnico de la Gerencia Asesora PDA Nariño, realizó medición de caudal en el tanque que abastece a los sectores de Colina, Libertad y Brasilia determinándose en la jornada un caudal de salida de 10 l/s.

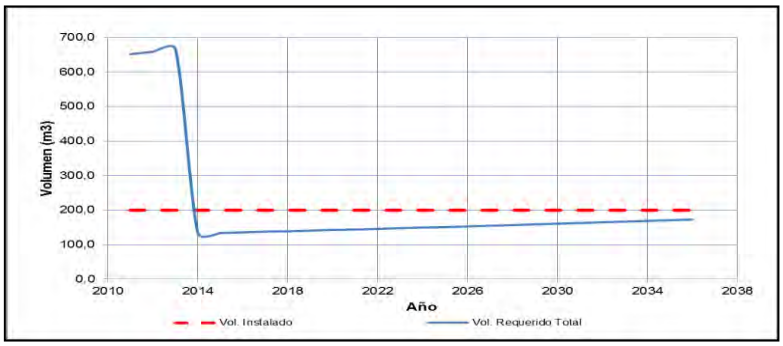
Cuadro 28. Aforo tanque de almacenamiento uno

TANQUE DE ALMACENAMIENTO				
Medidas (m)	Distan (m)	Tiempo (seg)	Volumen (lts)	Caudal (L/s)
1,57	0	0	0	
1,53	0,04	300	2800,00	9,33
1,49	0,08	600	2800,00	9,33
1,45	0,12	900	2800,00	9,33
1,40	0,17	1200	3500,00	11,67
1,36	0,21	1500	2800,00	9,33
			Caudal (L/s)	**10**

En el tanque de almacenamiento dos, el cual surte a los barrios San Francisco, Camilo Torres y el estadio municipal, no fue posible hacer medición por falla en las válvulas de entrada que impidió el cierre de la alimentación a efectos de determinar el volumen de salida bajo una condición operativa.

Con el volumen de almacenamiento de la estructura existente, se obtiene una capacidad útil instalada de 200 m^3, que al compararlo con el volumen requerido (calculado como QMD/3), permite establecer que hay un déficit en almacenamiento en condiciones actuales, lo cual puede observarse en la figura 29.

Figura 29. Volumen de almacenamiento requerido vs instalado



Para las condiciones actuales de consumo en el sistema, el volumen de almacenamiento instalado es insuficiente en 452 m^3 para un día en el año de máximo consumo.

De igual forma, al reducir las pérdidas técnicas en el sistema al 25% al año horizonte, se evidencia que el volumen instalado es suficiente para suplir la demanda requerida por el sistema. Dado que no existen instrumentos de medida ni a la entrada ni a la salida de los tanques de almacenamiento no se cuenta con registros de caudales en ninguno de los componentes.

2.2.15 Macromedición. El sistema no cuenta con macromedición en ningún punto del sistema de acueducto, desconociendo el prestador del servicio, los caudales que capta, trata y distribuye, por lo que es apremiante la implementación de un sistema de macromedición que involucre todos los puntos críticos tanto a la entrada como a la salida de los componentes, a fin de poder determinar las pérdidas que se estén ocasionando para establecer procedimientos de control.

2.2.16 Conducción de agua tratada. No fue posible conseguir información acerca de la conducción de agua tratada desde los tanques de almacenamiento hasta la red de distribución, sin embargo, de acuerdo a la información suministrada por el fontanero la línea de conducción que parte del tanque uno inicia en tubería de Ø 6” y se reduce a Ø 4” y para el tanque de almacenamiento dos existe una tubería de Ø 4”.

2.2.17 Redes de distribución. La Unidad Especial de Servicios Públicos Domiciliarios A.A.A - municipio de Ancuyá, no cuenta con memorias de diseño y planos del sistema de distribución que permita determinar de manera específica las características del sistema de distribución, solo se cuenta con la información suministrada por el señor Miguel Mesa (Operador de la PTAP y fontanero). El casco urbano consta de una red cerrada en tubería PVC que inicia con un diámetro Ø 6" y se reduce a Ø 4", las tuberías se reparte en tramos de diámetro de Ø 3" y Ø 2". Además cuenta con tres hidrantes dentro de la red.

Catastro de redes: No se cuenta con un catastro de redes, de allí la limitada información que se presenta. Frente a esta situación no es factible establecer el estado actual del sistema, sus condiciones de funcionamiento y la falta de información no permite realizar un chequeo hidráulico para determinar su capacidad y mucho menos realizar una simulación hidráulica para determinar condiciones de mejoramiento del sistema.

2.2.18 Control de calidad de agua de consumo en la red. Con base en lo establecido en la resolución 2115 de 2007 por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano, se presenta el análisis de los procesos básicos de control tanto por el prestador como por la autoridad sanitaria.

2.2.18.1 Reportes de calidad de agua del IDSN. Le corresponde al Instituto Departamental de Salud de Nariño, IDSN, como entidad que ejerce la vigilancia y control a la calidad de agua para consumo humano, realizar análisis los establecidos en la Resolución 2115 de 2007 y reportar los resultados al Subsistema de Información para la Vigilancia de la Calidad de Agua Potable - SIVICAP.

Según el contenido de los Informes de Gestión Programa Calidad de Agua 2010 y 2011, elaborados por el IDSN, el Índice de Calidad de Agua para Consumo Humano – IRCA, de la Unidad Especial de Servicios Públicos Domiciliarios A.A.A., en el cuadro 29, se presenta los resultados de acuerdo a los análisis de control practicados a muestras de agua tomadas en la red de distribución del sistema de acueducto del casco urbano del municipio de Ancuyá:

Cuadro 29. Índice de riesgo de la calidad de agua para consumo humano, IRCA 2008 - 2011, según reportes del IDSN

AÑO	MUNICIPIO	PRESTADOR DEL SERVICIO	IRCA URBANO	RIESGO
2010	Ancuyá	La Unidad Especial de Servicios Públicos Domiciliarios A.A.A.	56,34	Alto
2011			21,2	Medio

De los resultados del IRCA anual, se evidencia que en los años 2010 y 2011, el Municipio de Ancuyá, y directamente el prestador no cumplió con los criterios de calidad establecidos en la Resolución 2115 de 2007, suministrando a la población agua no apta para consumo humano. En el año 2011, los valores del IRCA mensual, se relacionan en el cuadro 30.

Cuadro 30. Resultados del IRCA mensual reportados por el IDSN – año 2011

MES	No. MUESTRAS	IRCA %
Feb	1	38,20
Mar	1	0,00

En resumen, el Índice de Riesgo de la Calidad de Agua para Consumo Humano – urbano, reportado en función de las características evaluadas y de las muestras tomadas y analizadas para el año 2011, fue de 21.2%, clasificado con ***Medio***, especificando agua no apta para consumo humano, susceptible de mejoramiento y que se debe informar a la persona prestadora y al COVE por parte de la autoridad sanitaria.

2.2.18.2 Índice de riesgo de la calidad de agua para consumo humano – IRCA. El prestador no realizó muestreos ni análisis de calidad de agua para la determinación, cálculo y reporte del IRCA. En la figura 30, se indica el comportamiento del IRCA para el casco urbano del municipio de Ancuyá, información del IDSN.

Figura 30. Comportamiento del IRCA según reportes del IDSN – año 2011

Las no conformidades respecto al IRCA se presentan en el mes de febrero de 2011, atribuibles a incumplimiento en cloro residual y coliformes totales.

2.2.19 Planos de los componentes del sistema de acueducto. La Unidad Especial de Servicios Públicos Domiciliarios A.A.A Municipio de Ancuyá no tiene planos actualizados del sistema de acueducto. no se cuenta con planos de la bocatoma, líneas de conducción de agua cruda, planta de tratamiento y de redes de acueducto.

Aspectos de operación y mantenimiento del sistema de acueducto: Durante la visita realiza por el equipo técnico de la Gerencia Asesora del Plan Departamental de Agua de Nariño, Consorcio TZ-SANEAR, se pudo evidenciar las deficiencias en operación y mantenimiento de la planta de tratamiento por falta de personal para cumplir las labores. En el cuadro 31, se describen las principales actividades de operación y mantenimiento en los distintos componentes del sistema de acueducto.

Cuadro 31. Frecuencia de las actividades de mantenimiento en los componentes del sistema de acueducto de Ancuya

ESTRUCTURA	ACTIVIDADES	FRECUENCIA DE MTO. SEGÚN	
		INVIERNO	VERANO
BOCATOMA	Limpieza de hojas, tierra y otros residuos sólidos	Cada 15 días	Una vez al mes
DESARENADOR	Limpieza de la unidad, extracción de arenas, limos, material vegetal, etc	Tres veces en el mes	Dos veces en el mes
ADUCCIÓN-CONDUCCIÓN	Limpieza de la tubería (Purgar)	Diario	Diario
FILTRO DINAMICO	Se suspende el ingreso del agua y se retira el material desprendiendo una capa delgada superficial del lecho filtrante, se lava y se vuelve a instalar	Cada tres semanas	Cada mes
FILTRO GRUESO DE FLUJO ASCENDENTE	Se suspende el ingreso del agua para cada unidad, pero problemas con una válvula se realiza mantenimiento a dos unidades a la vez, se retira el material desprendiendo una capa delgada superficial del lecho filtrante, se lava y se vuelve a instalar	Cada semana	Cada dos semanas
FILTRO LENTO	Raspado del filtro lento, se lava y se vuelve a instalar	Cada mes	Cada mes y medio
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	lavado	Dos veces al día	Cada 8 días

2.3 DIAGNOSTICO TÉCNICO DEL ALCANTARILLADO URBANO DEL MUNICIPIO DE ANCUYA

La Unidad Especial de Servicios Públicos Domiciliarios A.A.A, es el prestador del servicio de alcantarillado en el área urbana del municipio de Ancuyá. Para la elaboración del diagnóstico técnico del sistema de alcantarillado del casco urbano del municipio de Ancuyá, se contó con la documentación referente al Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV, y la información recolectada en la visita de campo por el equipo técnico de la Gerencia Asesora del PDA de Nariño, consorcio TZ-SANEAR. Es propio precisar, que la empresa no presta el servicio de alcantarillado al sector rural y que la cobertura en el sector urbano es del 98,1%, reportando un total de 597 usuarios servidos.

2.3.1 Aspectos técnicos del alcantarillado existente. Actualmente, el sistema de alcantarillado combinado de Ancuyá, presenta varios problemas en sus redes, por un lado se tienen tramos de alcantarillado que no poseen la capacidad suficiente para evacuar tanto los caudales sanitarios como los de aguas lluvias, presentándose por efecto de estas últimas, escurrimientos superficiales. Los mayores problemas se presentan en los siguientes sectores: Barrio Camilo Torres – sector la gallera, Carrera 6 entre Calles 4 y 6, Calle 5 entre carreras 4 y 5, Calle 6 entre carreras 4 y 5 y Carrera 1 entre calles 4 y 6.

2.3.2 Componentes del sistema. El sistema de alcantarillado combinado existente está compuesto por los siguientes componentes que se mencionan a continuación:

Redes: El alcantarillado urbano funciona con un sistema de colectores principales con un Ø 8”, conectados a una red de 4.729 metros lineales, con 53 cámaras de registro y cuatro puntos de vertimiento que evacuan las aguas servidas domésticas y las pluviales. Las redes domiciliarias están conectadas con tubería de Ø 6” de diámetro.

Pozos o cámaras de Inspección: De acuerdo a la información del PSMV del sistema de alcantarillado del casco urbano, cuenta aproximadamente con 53 pozos de inspección circulares, con diámetro promedio de 1,20 m, construidos en muros de mampostería de ladrillo y tapas de concreto reforzado de 0,60 m de diámetro.

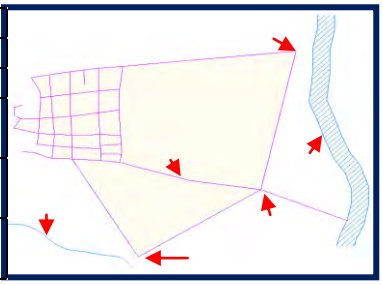
Vertimientos: Las aguas residuales generadas en Ancuyá son descargadas mediante cuatro (4) puntos de vertimientos: Viento Chiguan (aguas abajo unión sector el llano), Vertimiento Chiguan (aguas abajo unión vert. chiguan con afloramiento sector chorro alto), Vertimiento papayal (aguas arriba del punto de vertimiento), Vertimiento papayal (aguas abajo del punto de vertimiento).

Sumideros: El sistema cuenta con 28 sumideros tipo cuneta, con rejilla construidos en mampostería, la rejilla se compone de barrotes de 1½" a 2" de diámetro.

2.3.3 Puntos de vertimiento[30]. En cuanto al servicio de alcantarillado se tiene que el municipio no cubre toda la demanda de dicho servicio, lo cual genera vertimientos desde las viviendas a las fuentes cercanas. Las fuentes receptoras de las aguas residuales son La Q. Chiguan y El Papayal, con 4 puntos de vertimientos de los emisarios. No existe un estudio de impacto sobre la fuente y no existe inversión para la descontaminación de esta quebrada. En el cuadro 32, se describen los cuatro puntos de vertimiento.

Cuadro 32. Vertimientos de aguas residuales y puntos de vertimiento

Punto	Vermiento	Sector	Coordenadas Geográficas	
			Latitud	Longitud
Uno	Chiguan	Aguas abajo union sector el llano	01º15'57''	77º30'49''
Dos	Chiguan	Aguas abajo union verti. chiguan con afloramieto sector chorro alto	01º16'11"	77º30'30''
Tres	Papayal	Aguas arriba del punto de vertimiento	01º12'53''	77º32'18.5''
Cuatro	Papayal	Aguas abajo del punto de vertimiento	01º15'18.1"	77º50'28.1''



2.3.4 Descargas de aguas residuales del alcantarillado. Los vertimientos de aguas residuales en el municipio de Ancuyá se realizan en los siguientes sectores:

Punto uno: Aguas abajo vertimiento Chiguan unión aflojamientos sector El Llano, ubicado en el sector llamado Camilo Torres al cual se accede por la calle 6ª entre carreras 3ª y 2ª, la salida del vertimiento es un tubo de concreto de 12 pulgadas, está rodeado de vegetación exuberante y de cultivos de caña panelera.

Punto dos: Aguas abajo unión vertimiento Chiguan con afloramiento sector Chorro Alto, ubicado a 700 metros del puente Guaitara en la vía que conduce al municipio de Sandona, la salida del vertimiento es un tubo de concreto de 30 pulgadas, el vertimiento se encuentra en la orilla de la carretera, el cual forma una caída de agua en medio de rocas y abundante vegetación.

Punto tres: Aguas arriba del vertimiento Papayal, ubicado en la vereda Indo Santa Rosa, Es una pequeña corriente de agua cristalina, en sus alrededores se pueden encontrar gran cantidad de cultivos de caña panelera.

[30] Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – Municipio de Ancuyá

Punto cuatro: Aguas abajo del vertimiento Papayal, ubicado en la desembocadura de la quebrada sobre el río Guaitara, es una fuerte corriente de agua, que por sus características tiene una alta capacidad de dilución, a sus alrededores se pueden encontrar gran cantidad de arbustos, árboles y otras clases de vegetación.

2.3.5 Sistema de tratamiento de aguas residuales. No se cuenta con Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

2.3.6 Planos del sistema de alcantarillado. Sólo se cuenta con los planos que fueron elaborados en el PSMV, año 2007; planos que se deberán actualizar con los cambios de tubería que se han venido realizando. Debido a la poca colaboración por la empresa prestadora de servicios públicos no fue posible la recolección de los planos del sistema de alcantarillado.

2.4 DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL SERVICIO DE ASEO

El servicio de aseo en el casco urbano del municipio de Ancuyá, es prestado por La Unidad Especial de Servicios Públicos Domiciliarios A.A.A. A continuación, se presenta la información del servicio de aseo, con base en la información suministrada por los operadores del sistema, y la consignada en el Plan general estratégico de inversiones, plan departamental del agua – Nariño, abril del 2010.

2.4.1 Caracterización y producción de residuos sólidos. Según el documento de caracterización ambiental, CORPONARIÑO, la cantidad de residuos generados es de 46 (ton/mes); de los cuales en disposición final son 28 (ton/mes) y en residuos aprovechados son 18 (ton/mes).

2.4.2 Relleno sanitario. La disposición final se realiza en el micro relleno sanitario ubicado en el mismo predio donde se encuentra la planta de aprovechamiento, vereda Santa Inés la aguada. Relleno Sanitario Santa Inés la Aguada. Se encuentra localizado a 1,3 kilómetros del perímetro urbano y a 300 metros del cuerpo de agua más cercano. El sitio de disposición final está ubicado en la vereda Santa Inés la Aguada, donde se encuentra la planta de compostaje y micro relleno sanitario. Ver figura 31.

Figura 31. Entrada al relleno sanitario - municipio de Ancuyá

2.4.3 Tratamiento de los residuos sólidos. Actualmente, los residuos sólidos generados en el municipio de Ancuyá se disponen en el micro relleno ubicado en la vereda Santa Inés la Aguada. Durante la visita de campo realizada por el personal técnico de la Gerencia Asesora del PDA de Nariño, se pudo evidenciar, el mal manejo en la disposición y tratamiento de los residuos sólidos, los cuales simplemente son depositados y quemados a cielo abierto, como se muestra en la figura 32.

Figura 32. Disposición residuos no aprovechables

En el caso de los residuos orgánicos se lleva a cabo el proceso de compostaje. Ver figura 33. En la actualidad no cuenta con registro de cantidades de residuos tratados y provechados.

Figura 33. Sitio de compostaje

2.4.4 Manejo y tratamiento de lixiviados y gases. En la planta de compostaje Santa Inés la Aguada no realizan tratamiento de lixiviados, los gases son controlados por chimeneas en los respectivos vasos. Ver figura 34.

Figura 34. Manejo de gases

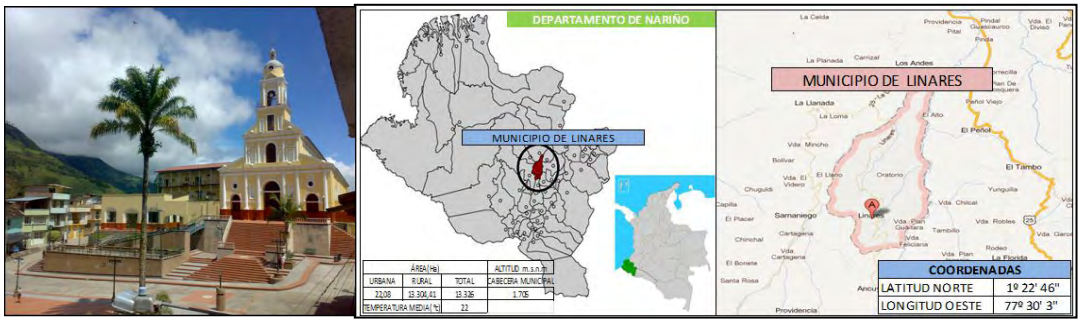
2.4.5 Aprovechamiento de residuos sólidos. En la planta de aprovechamiento actualmente se está realizando la separación de los diversos materiales con la ayuda de cinco (5) operarios, seleccionando los residuos sólidos aprovechables inorgánicos para comercializarlos. Durante la visita de campo al relleno sanitario se observó que si se realiza aprovechamiento de residuos orgánicos de los cuales se obtiene abono orgánico que se lo utilizan en los proyectos productivos que están a cargo del municipio.

3. DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO, MUNICIPIO DE LINARES

3.1 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO LINARES

3.1.1 Ubicación y localización[31]. El municipio de Linares se localiza en la cordillera Occidental al Nororiente del Departamento de Nariño, su ubicación es Latitud 1º 22' 46" N y Longitud 77º 30' 3" W, tiene una extensión de 137.4 km^2. Ver figura 35.

Figura 35. Localización municipio de Linares



Fuente: http://linares-narino.gov.co/index.shtml

3.1.2 Límites del municipio de Linares[32]. Los límites del municipio son: al Norte con Los Andes y el Peño, al Sur con Ancuyá, al Oriente con El tambo y Sandona, al Occidente con La Llanada y Samaniego.

3.2 DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL ACUEDUCTO URBANO DEL MUNICIPIO DE LINARES

El sistema de acueducto está integrado por los siguientes componentes: captación de agua de tres fuentes de abastecimiento, línea de aducción y conducción, desarenador, una planta de tratamiento tipo convencional, caseta de cloración, tanque de almacenamiento y redes de distribución de agua potable; durante la pasantía se realizó la visita de campo al municipio de Linares donde se identificaron las siguientes fuentes de abastecimiento.

---

[31] Fuente**:** Sitio oficial de Linares en Nariño, Colombia, Geografía, http://www.linares-narino.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mIxx-1-&m=f#geografia.

[32] Plan de Desarrollo 2008-2011, Municipio de Linares.

3.2.1 Fuente de abastecimiento. El Municipio de Linares se abastece de la Microcuenca Quebrada Pedreros. Las fuentes abastecedoras para el casco urbano en el Municipio de Linares se denominan; fuente La Chorrera, la cual aporta un caudal de 7 l/s; fuente Astaron que aporta un caudal de 6 l/s y fuente El Pedrero la cual aporta un caudal de 5 l/s. Las fuentes están ubicadas en la vereda San Francisco y El Pueblo del Municipio de Linares[33]. Su destino es para uso exclusivamente doméstico.

Aforos a las fuentes abastecedoras: La empresa EMPOLINARES A.P.C. no cuenta con datos históricos de caudales máximos y mínimos de las corrientes abastecedoras en el Municipio de Linares, razón por la cual como apoyo al equipo técnico de la gerencia asesora TZ-SANEAR, los días 18, 19 y 20 de agosto del 2011 se realizaron aforos por el método de objeto flotante a las fuentes: La Chorrera, Astarón y El Pedrero; En los cuadros 33 y 34, se presenta los datos de los aforos antes y después de la bocatoma La Chorrera.

Cuadro 33. Aforo antes de la bocatoma, quebrada La Chorrera

AFORO DE CAUDAL							
Punto de Medición de Caudal: Antes de la Bocatoma - La Chorrera							
Largo (mts)	2,50	Profundidades (cm)	6,00	Tiempo (seg.)		Velocidad (m/s)	0,46
			6,50	Aforo 1	5,57		
			6,63	Aforo 2	5,58		
			6,10	Aforo 3	5,17	Area	0,08
			6,05	Aforo 4	5,49		
Ancho,1 (mts)	0,95		6,34	Aforo 5	5,59		
			6,89	Promedio	5,48	Factor de corrección	0,50
Ancho,2 (mts)	1,52		6,63				
Promedio Ancho (mts)	1,24	Promedio Profundidad (mts)	0,064	Volumen (m3)	197,37	Caudal (L/s)	18,01
Caudal Total:							
Aforo Realizado por el Personal Técnico de la Gerencia Asesora del PDA de Nariño, Consorcio TZ-SANEAR					18,01 L/s.		

Cuadro 34. Aforo después de la bocatoma, quebrada La Chorrera

AFORO DE CAUDAL							
Punto de Medición de Caudal: Después de la Bocatoma - La Chorrera							
Largo (mts)	3,00	Profundidades (cm)	5,15	Tiempo (seg.)		Velocidad (m/s)	0,48
			5,17	Aforo 1	6,21		
			5,00	Aforo 2	6,36		
			5,05	Aforo 3	6,24	Area	0,05
			5,00	Aforo 4	6,05		
Ancho,1 (mts)	1,12		5,06	Aforo 5	6,07		
			5,02	Promedio	6,19	Factor de corrección	0,50
Ancho,2 (mts)	1,00		5,03				
Promedio Ancho (mts)	1,06	Promedio Profundidad (mts)	0,05	Volumen (m3)	160,91	Caudal (L/s)	13,01
Caudal Total:							
Aforo Realizado por el Personal Técnico de la Gerencia Asesora del PDA de Nariño, Consorcio TZ-SANEAR					13,01 L/s.		

[33] CORPONARIÑO según resolución No. 00091, del 22 de Marzo del 2011.

De los dos aforos realizados, antes y después de la bocatoma se concluye lo siguiente: El caudal aforado antes de la bocatoma en la quebrada La Chorrera es de 18,01 l/s y el caudal aforado después de la bocatoma fue de 13,01 l/s; obteniendo un caudal captado en la bocatoma de 5 l/s.

Aforos bocatoma Astarón: En los cuadros 35 y 36, se presenta los datos de los aforos antes y después de la bocatoma Astarón.

Cuadro 35. Aforo antes de la bocatoma, quebrada Astarón

AFORO DE CAUDAL							
Punto de Medición de Caudal: Antes de la Bocatoma - Astaron							
Largo (mts)	2,10	Profundidades (cm)	6,50	Tiempo (seg.)		Velocidad (m/s)	0,38
			5,50	Aforo 1	5,35		
			5,00	Aforo 2	5,58		
			5,48	Aforo 3	5,6	Area	0,05
			6,00	Aforo 4	5,59		
Ancho,1 (mts)	0,95		6,20	Aforo 5	5,59		
			5,20	Promedio	5,54	Factor de corrección	0,50
Ancho,2 (mts)	0,78		5,00				
Promedio Ancho (mts)	0,87	Promedio Profundidad (mts)	0,056	Volumen (m3)	101,91	Caudal (L/s)	9,19
Caudal Total:							
Aforo Realizado por el Personal Técnico de la Gerencia Asesora del PDA de Nariño, Consorcio TZ-SANEAR					9,19 L/s.		

Cuadro 36. Aforo después de la bocatoma, quebrada La Astarón

AFORO DE CAUDAL							
Punto de Medición de Caudal: Después de la Bocatoma - Astaron							
Largo (mts)	2,99	Profundidades (cm)	5,48	Tiempo (seg.)		Velocidad (m/s)	0,48
			5,91	Aforo 1	6,20		
			6,45	Aforo 2	6,31		
			6,39	Aforo 3	6,37	Area	0,02
			6,48	Aforo 4	6,22		
Ancho,1 (mts)	0,42		6,90	Aforo 5	6,07		
			6,36	Promedio	6,23	Factor de corrección	0,50
Ancho,2 (mts)	0,27		6,20				
Promedio Ancho (mts)	0,35	Promedio Profundidad (mts)	0,06	Volumen (m3)	64,69	Caudal (L/s)	5,19
Caudal Total:							
Aforo Realizado por el Personal Técnico de la Gerencia Asesora del PDA de Nariño, Consorcio TZ-SANEAR					5,19 L/s.		

De los dos aforos realizados, antes y después de la bocatoma se concluye lo siguiente: El caudal aforado antes de la bocatoma en la quebrada Astarón fue de 9,19 l/s y el caudal aforado después de la bocatoma fue de 5,19 l/s; obteniendo un caudal captado en la bocatoma de 4,01 l/s.

Aforo bocatoma El Pedrero: En los cuadros 37 y 38, se presenta los datos de los aforos antes y después de la bocatoma El Pedrero.

Cuadro 37. Aforo antes de la bocatoma, quebrada El Pedrero

AFORO DE CAUDAL							
Punto de Medición de Caudal: Antes de la Bocatoma - El Pedrero							
Largo (mts)	2,12	Profundidades (cm)	6,45	Tiempo (seg.)		Velocidad (m/s)	0,38
			5,60	Aforo 1	5,60		
			4,80	Aforo 2	5,58		
			5,48	Aforo 3	5,49	Area	0,04
			7,00	Aforo 4	5,44		
Ancho,1 (mts)	0,85		6,35	Aforo 5	5,58		
			5,20	Promedio	5,54	Factor de corrección	0,50
Ancho,2 (mts)	0,68		6,00				
Promedio Ancho (mts)	0,77	Promedio Profundidad (mts)	0,059	Volumen (m3)	95,04	Caudal (L/s)	8,58
Caudal Total:							
Aforo Realizado por el Personal Técnico de la Gerencia Asesora del PDA de Nariño, Consorcio TZ-SANEAR					8,58 L/s.		

Cuadro 38. Aforo después de la bocatoma, quebrada El Pedrero

AFORO DE CAUDAL							
Punto de Medición de Caudal: Después de la Bocatoma - El Pedrero							
Largo (mts)	2,55	Profundidades (cm)	5,70	Tiempo (seg.)		Velocidad (m/s)	0,40
			5,91	Aforo 1	6,15		
			6,45	Aforo 2	6,21		
			6,39	Aforo 3	6,38	Area	0,03
			6,42	Aforo 4	6,52		
Ancho,1 (mts)	0,52		6,85	Aforo 5	6,57		
			6,46	Promedio	6,37	Factor de corrección	0,50
Ancho,2 (mts)	0,28		6,16				
Promedio Ancho (mts)	0,40	Promedio Profundidad (mts)	0,06	Volumen (m3)	64,18	Caudal (L/s)	5,04
Caudal Total:							
Aforo Realizado por el Personal Técnico de la Gerencia Asesora del PDA de Nariño, Consorcio TZ-SANEAR					5,04 L/s.		

De los dos aforos realizados, antes y después de la bocatoma se concluye lo siguiente: El caudal aforado antes de la bocatoma en la quebrada El Pedrero fue de 8,58 l/s y el caudal aforado después de la bocatoma fue de 5,04 l/s; obteniendo un caudal captado en la bocatoma de 3,54 l/s.

La Chorrera + Astarón + El Pedrero = 5 l/s + 4,01 l/s + 3,54 l/s = 12,55 l/s.

3.2.2 Estructura de captación. En los cuadros 39, 40 y 41, se presentan los chequeos hidráulicos de las bocatomas: La Chorrera, Astarón y El Pedrero; chequeos realizados a través del método de la velocidad especificada en el RAS-2000.[34]

[34] REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO – RAS - 2.000, Titulo B.4.4.5.5.

Cuadro 39. Evaluación capacidad instalada bocatoma – La Chorrera

FICHA TECNICA - CAPTACION DE AGUA ACUEDUCTO DE LINARES		
VARIABLES		**BOCATOMA LA CHORRERA**
Tipo		Captación de Fondo
Caudal de Captación (Qc)		Qc=C x At x e x Vp
Velocidad de flujo en la rejilla - V (B.4.4.5.5 -RAS 2000)		V= 0,15 m/seg
Coeficiente de contracción de la vena líquida ©		C = 0,9
Area Total de la Rejilla (At)		At = L x Lr = 1m x 0,30m =0,30 m2
Porcentaje útil de la rejilla €		e = (eb/(eb+Øb) = 0,58
Espaciamiento entre barrotes (eb)		0,018 m
Longitud de la rejilla (L)		1 m
Ancho de la Reja (Lr)		0,30 m
Diámetro de Barras (Øb)		Øb = 1/2" = 0,0127 m
Capacidad Instalada		**Caudal de Captación = Qc = 23,74 L/s**
ARCHIVO FOTOGRAFICO - BOCATOMA LA CHORRERA		

Cuadro 40. Evaluación capacidad instalada bocatoma - Astaron

FICHA TECNICA - CAPTACION DE AGUA ACUEDUCTO DE LINARES		
VARIABLES		**BOCATOMA ASTARON**
Tipo		Captación de Fondo
Caudal de Captación (Qc)		Qc=C x At x e x Vp
Velocidad de flujo en la rejilla - V (B.4.4.5.5 -RAS 2000)		V= 0,15 m/seg
Coeficiente de contracción de la vena líquida ©		C = 0,9
Area Total de la Rejilla (At)		At = L x Lr = 1,3m x 0,40m =0,52 m2
Porcentaje útil de la rejilla €		e = (eb/(eb+Øb) = 0,44
Espaciamiento entre barrotes (eb)		0,01 m
Longitud de la rejilla (L)		1,3 m
Ancho de la Reja (Lr)		0,40 m
Diámetro de Barras (Øb)		Øb = 3/4" = 0,01905 m
Capacidad Instalada		**Caudal de Captación = Qc = 24,16 L/s**
ARCHIVO FOTOGRAFICO - BOCATOMA ASTARON		
ARCHIVO FOTOGRAFICO - BOCATOMA ASTARON		

Cuadro 41. Evaluación capacidad instalada bocatoma – El Pedrero

FICHA TECNICA - CAPTACION DE AGUA ACUEDUCTO DE LINARES		
VARIABLES		**BOCATOMA EL PEDRERO**
Tipo		Captación de Fondo
Caudal de Captación (Qc)		Qc=C x At x e x Vp
Velocidad de flujo en la rejilla - V (B.4.4.5.5 -RAS 2000)		V= 0,15 m/seg
Coeficiente de contracción de la vena líquida ©		C = 0,9
Area Total de la Rejilla (At)		At = L x Lr = 1m x 0,40m =0,40 m2
Porcentaje útil de la rejilla €		e = (eb/(eb+Øb) = 0,44
Espaciamiento entre barrotes (eb)		0,01 m
Longitud de la rejilla (L)		1 m
Ancho de la Reja (Lr)		0,40 m
Diámetro de Barras (Øb)		Øb = 1/2" = 0,0127 m
Capacidad Instalada		**Caudal de Captación = Qc = 23,78 L/s**
ARCHIVO FOTOGRAFICO - BOCATOMA EL PEDRERO		
ARCHIVO FOTOGRAFICO - BOCATOMA EL PEDRERO		

3.2.3

3.2.4 Línea de aducción. En los cuadros 42, 43 y 44, se presentan las fichas técnicas de las líneas de aducciones: La Chorrera, Astarón y El Pedrero.

Cuadro 42. Línea de aducción La Chorrera

FICHA TECNICA - ADUCCION ACUEDUCTO DE LINARES	
ADUCCION LA CHORRERA	
Estado: Bueno	
Longitud Tubería: 27,5 m	
Diámetro Tubería: 3" (0,0762m)	
Material: PVC	
Velocidad: 1,5 m/s	
Temperatura: 22°C	
μ (N.m²/s): 0,0000010070	
ϱ (kg/m³): 999,1	
Q = 0,00684 m³/s = 6,84 L/s	

Cuadro 43.Línea de aducción Astarón

FICHA TECNICA - ADUCCION ACUEDUCTO DE LINARES	
ADUCCION ASTARÓN	
Estado: Regular	
Longitud Tubería: 60 m	
Diámetro Tubería: 8" (0,2032m)	
Material: HF	
Velocidad: 1,5 m/s	
Temperatura: 22°C	
μ (N.m²/s): 0,0000010070	
ϱ (kg/m³): 999,1	
Q = 0,04864 m³/s = 48,64 L/s	

Cuadro 44. Línea de aducción El Pedrero

FICHA TECNICA - ADUCCION ACUEDUCTO DE LINARES	
ADUCCION EL PEDRERO	
Estado: Bueno	
Longitud Tubería: 80 m	
Diámetro Tubería: 4" (0,1016m)	
Material: PVC	
Velocidad: 1,5 m/s	
Temperatura: 22°C	
μ (N.m²/s): 0,0000010070	
ϱ (kg/m³): 999,1	
Q = 0,01216m³/s = 12,16 L/s	

3.2.5 Desarenador. En los cuadros 45, 46 y 47, se presentan las fichas técnicas de los desarenadores: La Chorrera, Astarón y El Pedrero.

Cuadro 45. Desarenador La Chorrera

FICHA TECNICA DESARENADOR DEL ACUEDUCTO DE LINARES - LA CHORRERA			
1. Cálculo de la velocidad de sedimentación v_s		**4. Cálculo de la capacidad hidráulica del desarenador, Q**	
Parámetros básicos para el chequeo		Q = Volumen del Desarenador / Tiempo de Retención Hidráulica = Vt / a	**Q= 10,65 l/s**
Temperatura del Agua, (T)	22°C	Chequeo Número de Reynolds (ØpartxVsed)/(Viscosidad cinemática)	Reynolds=0,707
Viscosidad Cinemática del Agua (μ)	0,00963 cm^2/s		
Tamaño de Partícula (d) - según RAS	0,009 cm	**5. Cálculo de la relación de la velocidad de sedimentación y la velocidad horizontal**	
Con tratamiento posterior			
Porcentaje de Remoción (%R)	87,5 %	Velocidad Horizontal VH = Q/Área Transversal (VH < 0,25 m/s) RAS 2000	**0,003m/s OK**
Aceleración de la Gravedad (g)	981 cm/s^2		
Peso Específico de la Arena - r_s	2,65 gr/cm^3	Rv = Velocidad Sedimentación/Velocidad Horizontal (Rv<20 RAS 2000)	**Rv = 2,70 OK**
Peso Específico del Agua - r	1 gr/cm^3		
Con la ecuación de STOKES se calcula la velocidad de		Para una remoción de partículas con diámetros mayores o iguales a 0,009 cm, eficiencia del 87,5%, el desarenador se debe operar con caudales menores o iguales a 10,65 L/s.	
$V_S = [g * (r_s - r) * d^2] / (18 * \mu)$	**V_S= 0,756 cm/s**		
2. Cálculo del tiempo de sedimentación, t			
Dimensiones del Desarenador			
Profundidad Útil (Hu)	1,7 m no cumple		
Largo Útil (Lu)	4,4 m		
Ancho Útil (Au)	2,24 m		
Volumen del Desarenador (Vt)	16,76 m^3		
Profundidad para almacenamiento de arenas (Ha)	0,3 m		
Relación entre (Lu/Hu)	15 no cumple		
Pendiente de fondo (%)	5 cumple		
Tiempo de Sedimentación, t = Hu/Vsp	**224,78 s**		
3. Cálculo del tiempo de retención hidráulica, a			
Grado del desarenador:	1		
Clasificación:			
Malos deflectores o sin ellos	1		
Deflectores Buenos	2		
Muy Buenos Deflectores	3		
Desarenadores con buenos deflectores a / t	7	Los peldaños de acceso para el mantenimiento se encuentran en regulares condiciones	
Tiempo de Retención Hidráulica, a	**26,2 minutos**		
Eficiencia (rango de 75-87,5)	87,5%		

Cuadro 46. Desarenador Astaron

FICHA TECNICA DESARENADOR DEL ACUEDUCTO DE LINARES - ASTARON			
1. Cálculo de la velocidad de sedimentación v_s		**4. Cálculo de la capacidad hidráulica del desarenador, Q**	
Parámetros básicos para el chequeo		Q = Volumen del Desarenador / Tiempo de Retención Hidráulica = Vt / a	**Q= 13,61 l/s**
Temperatura del Agua, (T)	22°C	Chequeo Número de Reynolds (ØpartxVsed)/(Viscosidad cinemática)	Reynolds=0,707
Viscosidad Cinemática del Agua (μ)	0,00963 cm^2/s		
Tamaño de Partícula (d) - según RAS	0,009 cm	**5. Cálculo de la relación de la velocidad de sedimentación y la velocidad horizontal**	
Con tratamiento posterior			
Porcentaje de Remoción (%R)	87,5 %	Velocidad Horizontal VH = Q/Área Transversal (VH < 0,25 m/s) RAS 2000	**0,004m/s OK**
Aceleración de la Gravedad (g)	981 cm/s^2		
Peso Específico de la Arena - r_S	2,65 gr/cm^3	Rv = Velocidad Sedimentación/Velocidad Horizontal (Rv<20 RAS 2000)	**Rv = 2,00 OK**
Peso Específico del Agua - r	1 gr/cm^3		
Con la ecuación de STOKES se calcula la velocidad de		Para una remoción de partículas con diámetros mayores o iguales a 0,009 cm, eficiencia del 87,5%, el desarenador se debe operar con caudales menores o iguales a 13,61 L/s.	
$V_S = [g * (r_S - r) * d^2] / (18 * \mu)$	**V_S= 0,756 cm/s**		
2. Cálculo del tiempo de sedimentación, t			
Dimensiones del Desarenador			
Profundidad Útil (Hu)	2 m no cumple		
Largo Útil (Lu)	7 m		
Ancho Útil (Au)	1,8 m		
Volumen del Desarenador (Vt)	25,2 m^3		
Profundidad para almacenamiento de arenas (Ha)	0,3 m		
Relación entre (Lu/Hu)	23 no cumple		
Pendiente de fondo (%)	5 cumple		
Tiempo de Sedimentación, t = Hu/Vsp	**264,45 s**		
3. Cálculo del tiempo de retención hidráulica, a			
Grado del desarenador:	1		
Clasificación:			
Malos deflectores o sin ellos	1		
Deflectores Buenos	2		
Muy Buenos Deflectores	3		
Desarenadores con buenos deflectores a / t	7	El desarenador no cuenta con un adecuado acceso para su mantenimiento	
Tiempo de Retención Hidráulica, a	**30,9 minutos**		
Eficiencia (rango de 75-87,5)	87,5%		

Cuadro 47. Desarenador El Pedrero

FICHA TECNICA DESARENADOR DEL ACUEDUCTO DE LINARES - EL PEDRERO			
1. Cálculo de la velocidad de sedimentación v_s		**4. Cálculo de la capacidad hidráulica del desarenador, Q**	
Parámetros básicos para el chequeo		Q = Volumen del Desarenador / Tiempo de Retención Hidráulica = Vt / a	**Q= 15,13 l/s**
Temperatura del Agua, (T)	22°C	Chequeo Número de Reynolds (ØpartxVsed)/(Viscosidad cinemática)	Reynolds=0,707
Viscosidad Cinemática del Agua (μ)	0,00963 cm^2/s		
Tamaño de Partícula (d) - según RAS	0,009 cm	**5. Cálculo de la relación de la velocidad de sedimentación y la velocidad horizontal**	
Con tratamiento posterior			
Porcentaje de Remoción (%R)	87,5 %	Velocidad Horizontal VH = Q/Área Transversal (VH < 0,25 m/s) RAS 2000	**0,004m/s OK**
Aceleración de la Gravedad (g)	981 cm/s^2		
Peso Específico de la Arena - r_S	2,65 gr/cm^3	Rv = Velocidad Sedimentación/Velocidad Horizontal (Rv<20 RAS 2000)	**Rv = 2,00 OK**
Peso Específico del Agua - r	1 gr/cm^3		
Con la ecuación de STOKES se calcula la velocidad de		Para una remoción de partículas con diámetros mayores o iguales a 0,009 cm, eficiencia del 87,5%, el desarenador se debe operar con caudales menores o iguales a 15,13 L/s.	
$V_S = [g * (r_S - r) * d^2] / (18 * \mu)$	**V_S= 0,756 cm/s**		
2. Cálculo del tiempo de sedimentación, t			
Dimensiones del Desarenador			
Profundidad Útil (Hu)	2 m no cumple		
Largo Útil (Lu)	7 m		
Ancho Útil (Au)	2 m		
Volumen del Desarenador (Vt)	28 m^3		
Profundidad para almacenamiento de arenas (Ha)	0,3 m		
Relación entre (Lu/Hu)	23 no cumple		
Pendiente de fondo (%)	5 cumple		
Tiempo de Sedimentación, t = Hu/Vsp	**264,45 s**		
3. Cálculo del tiempo de retención hidráulica, a			
Grado del desarenador:	1		
Clasificación:			
Malos deflectores o sin ellos	1		
Deflectores Buenos	2		
Muy Buenos Deflectores	3		
Desarenadores con buenos deflectores a / t	7	El desarenador se encuentra en regular estado por falta de mantenimiento, el predio no es parte de EMPOLINARES, razón por la cual se hace difícil el acceso para su correcto mantenimiento.	
Tiempo de Retención Hidráulica, a	**30,9 minutos**		
Eficiencia (rango de 75-87,5)	87,5%		

3.2.6 Línea de conducción. En los cuadros 48, 49 y 50, se presentan las fichas técnicas de las líneas de conducciones: La Chorrera, Astarón y El Pedrero.

Cuadro 48. Línea de conducción La Chorrera

FICHA TECNICA - CONDUCCION ACUEDUCTO DE LINARES	
CONDUCCION LA CHORRERA	
Estado: Bueno	
Longitud Tubería: 1450 m	
Diámetro Tubería: 4" (0,1016m)	
Material: PVC	
Velocidad: 1,5 m/s	
Temperatura: 22°C	
μ (N.m²/s): 0,0000010070	
ϑ (kg/m³): 999,1	
Q = 0,01216 m³/s = 12,16 L/s	

Cuadro 49. Línea de conducción Astarón

FICHA TECNICA - CONDUCCION ACUEDUCTO DE LINARES	
CONDUCCION ASTARÓN	
Estado: Regular	
Longitud Tubería: 1000 m	
Diámetro Tubería: 8" (0,2032m)	
Material: PVC	
Velocidad: 0,6 m/s	
Temperatura: 22°C	
μ (N.m²/s): 0,0000010070	
ϑ (kg/m³): 999,1	
Q = 0,04864 m³/s = 48,64 L/s	

Cuadro 50. Línea de conducción El Pedrero

FICHA TECNICA - CONDUCCION ACUEDUCTO DE LINARES	
CONDUCCION EL PEDRERO	
Estado: Bueno	
Longitud Tubería: 1000 m	
Diámetro Tubería: 3" (0,0762m)	
Material: PVC	
Velocidad: 1,5 m/s	
Temperatura: 22°C	
μ (N.m²/s): 0,000001141	
ϑ (kg/m³): 999,1	
Q = 0,00684 m³/s = 6,84 L/s	

3.2.7 Planta de tratamiento de agua potable. La planta de tratamiento del Municipio de Linares fue diseñada en el año de 1989, concebida como un sistema de filtración lenta en arena con tres compartimientos, de 10m x 13m. En el año de 1990 fue construida con ciertas modificaciones al diseño inicial, los filtros se construyeron con unas dimensiones de 8m x12m. En su periodo de operación se observó continuos taponamientos del lecho filtrante, debido a la ausencia de un filtro dinámico y filtro grueso, así como deficiencias en el lavado de los filtros, con lo cual se requirió un cambio en la planta. En el año 2003, se realizó una remodelación del sistema, donde se optó por cambiar a un sistema convencional, compuesto por floculación - coagulación, sedimentación y filtración, sin embargo este diseño fue realizado adaptando diferentes modelos de plantas existentes en la región, sin hacer una evaluación pertinente de la tecnología aplicar o el tipo de tratamiento que se requiere de acuerdo a las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua captada.

A continuación, se describe cada uno de los procesos que se desarrollan en la planta de tratamiento del municipio de Linares.

3.2.8 Unidades de proceso de la planta de tratamiento. La planta de tratamiento es de tipo convencional está compuesta por las siguientes unidades: Cámara de entrada, cribado, unidad de dosificación de coagulante y mezcla rápida, floculadores, sedimentadores, filtros dinámicos, zona de desinfección y tanque de mezcla de sulfato de aluminio.

3.2.8.1 Cámara de aquietamiento. El ingreso de las fuentes abastecedoras (La Chorrera, Astarón y El Pedrero) a la planta de potabilización se hace a través de la siguiente cámara de Aquietamiento de 1m por 1 m y espesor de muros 0,20 m.

3.2.8.2 Unidad de dosificación de coagulante y mezcla rápida. La unidad de Dosificación consiste en un tanque de 250 litros donde se prepara previamente el coagulante, en éste caso sulfato de aluminio sólido tipo A, la concentración adecuada según las condiciones de entrada del agua a la planta y se dosifica lentamente por gravedad. Ver cuadro 51.

Cuadro 51. Unidad de dosificación de coagulante y mezcla rápida (cribado)

Zona Uno Aquietamiento	
Ancho: 0,60 m	
Profundidad: 1,50 m	
Largo: 2,15 m	
Espesor: 0,30 m	
Zona dos	
Largo: 2,15 m	
Profundidad: 1,50 m	
Ancho: 3,15 m	
Espesor: 0,30 m	

3.2.8.3 Tanque de mezcla de sulfato de aluminio. La estructura de mezcla de sulfato de aluminio está compuesta por dos zonas denominas zona de mezcla o turbulencia y zona de aquietamiento. El agua ingresa a la primera zona a través de dos tuberías de PVC de Ø 4", aprovechando el resalto hidráulico que se genera, se adiciona en ese punto el Sulfato de Aluminio para formar la mezcla, luego el agua por medio de un vertedero ubicado en la parte inferior del tabique ingresa a la segunda zona en forma ascendente donde se aquieta, después de haber sufrido el proceso de mezcla es distribuida a las unidades de floculación por medio de una tubería de Ø 6". En la zona de coagulación se cuenta con un tanque de capacidad de 500 litros, a través de un grifo se dosifica el sulfato de aluminio que sirve para coagulación de partículas flotantes. Cabe anotar que la planta está dividida en dos sectores para su mantenimiento.

3.2.8.4 Floculadores. En el cuadro 52, se presenta la ficha técnica del floculador horizontal.

Cuadro 52. Características del floculador de flujo horizontal

FICHA TECNICA - CARACTERISTICAS FLOCULADOR DE FLUJO HORIZONTAL			
		VARIABLES	**SECCION**
CARACTERISITICAS DEL FLOCULADOR POR UNIDAD		Ancho (m)	3,85
		Número de Placas (Und.)	28
		Espacio entre Placas (m)	0,35
		Profundidad del Agua (m)	1,99
		Long. Recorrido (m)	111,65
		Capacidad Utilizada	12,55
PARÁMETROS TÉCNICOS	Vrs. Obtenidos	Velocidad de Paso (Vp) - m/s.	0,02
		Tiempo de Detención (T_f) - min.	103,3
	Vrs. Especificados RAS 2000	Velocidad de Paso (Vp) - m/s.	0,20 - 0,60
		Tiempo de Detención (T_f) - min.	20 - 30
		Gradiente de Velocidad (G_1) - s^{-1}	20 - 70

3.2.8.5 Sedimentadores. En el cuadro 53, se presenta la ficha técnica del Sedimentador.

Cuadro 53. Dimensiones y chequeo hidráulico de los sedimentadores

FICHA TECNICA - CARACTERISTICAS SEDIMENTADOR DE FLUJO HORIZONTAL				
	VARIABLES	VALOR		
DIMENSIONES	No. de Unidades	2		
	Ancho/Und. (m)	3,88		
	Longitud (m)	4,80		
	Profundidad Útil (m)	4,70		
	Volumen/Und. (m³)	87,53		
PARÁMETROS TÉCNICOS DE OPERACIÓN Y ESPECIFICADOS	Caudal/Und. (L/s)	6,28		
	Area Superficial (m²)	18,62		
	Carga Superficial Obtenida (C_S) - m³/m².día	29,11		
	Carga Superficial (C_S) - m³/m².día (RAS 2000, C.6.5.1.1)	15 - 30		
	Caudal/Und. Mínimo y Máximo en función de la Cs y la Geometría de la Unidad - (L/s)	3,23- 6,47		
	Chequeo Caudal Total por Cs - Mínimo y Máximo (L/s)	6,47 - 12,94	Capacidad Máx. Instalada (en función de la Cs) L/s	12,94
	Tiempo de Detención Obtenido (Td) - horas	3,87	Capacidad Máx. Instalada (en función del Td) L/s	12,16
	Tiempo de detención (Td) - RAS 2000 (horas)	2,0 - 4,0	Capacidad Utilizada Actual L/s	12,25
	Caudal/Und. Mín. y Máx. en función del Td según RAS y la Geometría de la Unidad (L/s)	12,16 - 6,08	Con el caudal de trabajo actual, el sistema cumple con los parámetros de operación necesarios para una buena eficiencia, el tiempo de detención obtenido de 3,87 horas es menor al especificado en el RAS (2,0 a 4,0) y la carga superficial de 29,11 m³/m².día, esta entre el rango recomendado (15 - 30 m³/m².día).	
	Caudal Total - Mínimo y Máximo (L/s) por Td	24,31 - 12,16		
	Velocidad Horizontal Obtenida (V_H) - cm/s	0,03		
	Velocidad Horizontal Máxima según RAS 2000 (V_H) - cm/s	1,0		

3.2.8.6 Filtros. En el cuadro 54, se presenta la ficha técnica del Filtro.

Cuadro 54. Sistema de filtración

FICHA TECNICA - CARACTERISTICAS BATERIA DE FILTROS				
	VARIABLES		VALOR	
DIMENSIONES	Tipo: Filtros Rápidos de Lecho Mixto (Arena y Antracita)			
	No. de Unidades		4,00	
	Longitud de cada unidad (m)		3,00	
	Ancho de la Unidad (m)		2,77	
	Area Disponible Neta por Filtro (m²)		8,31	
	Area Total de filtración (m²)		33,24	
	Canaleta de distribución y recolección de agua	Longitud (m)	12,00	
		Ancho (m)	0,70	
		Altura (m)	0,70	
PARÁMETROS TÉCNICOS DE OPERACIÓN Y ESPECIFICADOS	Caudal Total (L/s)		12,55	
	Tasa de filtración (m³/m².día) - 4 Und. en operación		32,62	
	Tasa de filtración (m³/m².día) - C.7.5.1.3 RAS 2000		300,00	
	Capacidad Máxima de Filtración L/s.		28,85	
	Capacidad Instalada		115,42	
	Carrera de Filtración según el prestador (horas)		24	
	Volumen de lavado (m³)		8	
	Tiempo de Lavado (min.)		10	
	Caudal de Lavado - Q_L (L/s.)		13,3	
	Area Superficial - As (m²)		8,31	
	Velocidad Ascensional - Vs (m/min) **NO CUMPLE**		0,10	
	Velocidad Ascensional Especificada C.7.2. - Vs (m/min)		0,60 - 1,0	

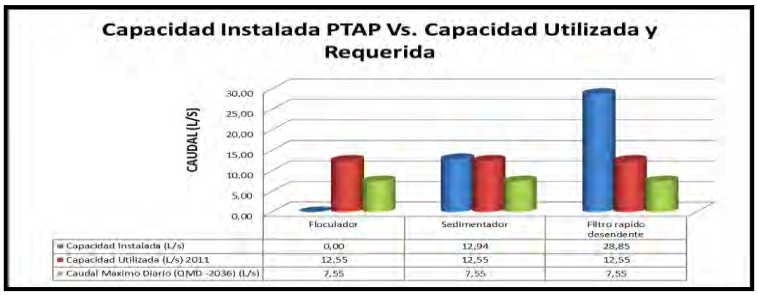
3.2.8.7 Zona de desinfección. Se realiza la desinfección mediante un sistema de inyección de Cloro gaseoso, que se hace en un canal rectangular con las siguientes dimensiones: 3,30m de largo x 0,90m de ancho y de profundidad 0,94m. El agua clorada es entregada al tanque de distribución a través de un vertedero triangular. Esta canaleta se localiza al interior de la caseta de operación; cuenta con 5 cilindros para el transporte de cloro gaseoso, 2 calorímetros para dosificación del mismo, una caseta cubierta de medidas 4,5m de largo por 3,50 m de ancho.

3.2.9 Caracterización del agua que ingresa a la planta de tratamiento de agua potable. Se considera que la inexistencia de un laboratorio y la carencia de equipos, materiales, elementos y reactivos de laboratorio se constituye en la causa para que no se realicen las caracterizaciones fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas crudas que alimentan a la planta de tratamiento, desatendiendo la exigencia normativa establecida en el Titulo C, del RAS 2000 de obligatorio cumplimiento en todo el territorio nacional.

3.2.10 Medición de caudales de entrada a la planta de tratamiento. Durante la visita de campo se realizaron aforos volumétricos por parte del personal técnico del consorcio TZ-SANEAR, aforos realizados en la entrada de la planta de tratamiento, en la llegada de las tres líneas de conducción obteniéndose un caudal de 12,55 l/s.

3.2.11 Análisis de capacidad instalada vs capacidad utilizada y demandada. En la figura 36, se encuentran relacionados los componentes que determinan la capacidad hidráulica de la planta de tratamiento de agua potable, como se puede observar actualmente la planta tiene una capacidad utilizada de 12,55 l/s.

Figura 36. Análisis capacidad hidráulica



Por otra parte al realizar el análisis del proceso de sedimentación se observa que para el año actual la capacidad instalada es mayor que la utilizada, la estructura no tendría la capacidad para tratar el caudal esperado. Bajo el supuesto que las

pérdidas técnicas máximas admisibles sean del 25%, sujetas a la Resolución modificatoria del RAS-2000 (resolución 2320 del 27 de Noviembre de 2009) este sistema si tiene la capacidad para tratar el caudal hasta el horizonte del proyecto. Con relación a las unidades de filtración se observa que estas si tienen la capacidad hidráulica para tratar el caudal presente y futuro. De lo anterior, se concluye que la planta de tratamiento puede tratar el caudal actual y el del horizonte del proyecto, sin embargo, se deberá realizar las adecuaciones en aquellas unidades que presentan dificultades con el fin de garantizar cantidad, calidad y continuidad en el servicio.

3.2.12 Estabilización de pH y desinfección. En el proceso de tratamiento que se lleva a cabo en el sistema de acueducto, no se realizan procesos de estabilización de pH o de ablandamiento, dado que los valores de pH y dureza total en la red de distribución de agua, se encuentran dentro de los rangos admisibles previstos por la resolución 2115 de 2007. El proceso de desinfección del agua se realiza mediante la aplicación de cloro gaseoso; el agua que sufre el proceso de filtración inmediatamente pasa al tanque de distribución donde se aplica el desinfectante**.**

3.2.13 Dosificación de insumos químicos. El operador de planta realiza dosificación de cloro granulado (Hipoclorito de Sodio al 70% de concentración); cuando no tienen cloro gaseoso.

Cloro gaseoso: Para la desinfección del agua se dispone de un cilindro de cloro gaseoso de 68 kg de capacidad, éste cuenta con un dosificador de cloro marca Regal. Actualmente, se está dosificando con cloro gaseoso. Según los resultados que se consignan en el siguiente cuadro, se puede inferir que la dosificación no es la ideal, actualmente se ésta dosificando una concentración de 68 g/h y la que se requiere es de 90,36 g/h, valor que resulta de multiplicar la concentración máxima de cloro residual libre en la red de distribución 2mg/l,[35] por el caudal tratado 12,55 l/s por 3.600 segundos que tiene una hora y todo dividido entre 1.000 para pasarlo a gramos/hora. Ver figura 37.

Figura 37. Dosificador de cloro gaseoso aplicada por operador de planta y la requerida

Caudal Tratado (L/s)		12,55
Capacidad del Cilindro de Cloro Gaseoso (Kg)		68
Aplicación en Planta	Concentración de Cloro (g/h)	68
	Duración Cilindro (días)	42
Aplicación Requerida	Concentración de Cloro (g/h)	90,36
	Duración Cilindro (días)	31

[35] REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO - RAS - 2000, Título C, numeral C.8.5.3.

3.2.14 Equipamiento para la dosificación de insumos químicos. Sólo se tiene instalado un dosificador de cloro gaseoso que se encuentra en regulares condiciones. El dosificador está descalibrado de acuerdo a la inspección realizada en la visita de campo.

3.2.15 Almacenamiento. En el cuadro 55, se presenta la ficha técnica del tanque de distribución.

Cuadro 55. Tanque de distribución

TANQUE DE ALMACENAMIENTO ACUEDUCTO URBANO			
	Estado:	Bueno	
	Material:	Concreto	
	Dimensiones del Tanque	Espesor (m):	0,3
		Ancho útil (m):	6,30
		Largo útil(m):	8,00
		Altura total (m):	3,30
		Altura Útil (m):	3,00
	Diametros de Tuberia PVC	Entrada (pulg):	4
		Salida red distribución(pulg):	6
		Rebose (pulg):	4
	Capacidad de Almacenamiento (m³)		151,20
	Capacidad Requerida a 2011 (m³)		446
	Capacidad Requerida a 2036 (m³)		217

Teniendo en cuenta el volumen del almacenamiento existente, se concluye que el sistema no cuenta con la capacidad suficiente para atender la demanda actual y futura.

Los problemas que presenta actualmente el tanque de almacenamiento son:

- Presenta fugas ya que el tanque no se encuentra esmaltado e impermeabilizado.
- No tiene la capacidad de almacenamiento requerida para suplir las necesidades actuales y futuras.
- No tiene instalada una reglilla para la medición de niveles de agua.

3.2.16 Macromedición. El sistema no cuenta con macromedición en ningún punto del sistema de acueducto, desconociendo la empresa, los caudales que capta, trata y distribuye.

3.2.17 Conducción de agua tratada. Al no disponer de un tanque de almacenamiento no se cuenta con conducción de agua tratada, el paso es directamente del tanque de distribución a la red de distribución.

3.2.18 Redes de distribución. La red de distribución domiciliaria fue construida en el año 1990 el estado actual de la tubería es aceptable. Su configuración de la red o trazado es de tipo enmallada, en tubería de PVC, con una longitud aproximada de 3.410 m en diámetros Ø 6", Ø 4" y Ø 2 ½. Debido a que no se facilitaron los planos no se cuenta con un cuadro de relación diámetro, longitud y material.

Catastro de Redes: El municipio de Linares no cuenta con catastro de redes de distribución.

3.2.19 Control de calidad de agua de consumo en la red:

3.2.19.1 Reportes de calidad de agua del IDSN. Según los registros históricos de caracterizaciones físicas, químicas y microbiológicas realizadas por parte del Instituto Nacional de Salud de Nariño (IDSN) para la vigilancia y control de la calidad de agua para consumo humano se presentan los resultados de los años 2009, 2010 y 2011. El IDSN si realiza análisis para el control de calidad del agua para consumo humano.

3.2.19.2 Índice de riesgo de la calidad de agua para consumo humano – IRCA. Según la inspección sanitaria realizada el 31 de junio del 2011 por parte del IDSN, el IRCApp por parte de la persona prestadora calculado fue de 18,9 con un nivel riesgo medio. De acuerdo a los resultados obtenidos se emitió un concepto favorable con requerimiento; por parte del IDSN, requiriendo un plan de contingencia y un plan de mejoramiento. Según la subdirección salud pública, salud ambiental, en su informe de gestión vigilancia de la calidad de agua para consumo humano año 2011, en el cuadro 56, se muestra el índice de riesgo de la calidad de agua urbano para el municipio de Linares.

Cuadro 56. Índice de riesgo de la calidad de agua urbano municipio de Linares año 2011

Municipio	Persona prestadora	IRCA Urbano 2011	Riesgo
Linares	EMPOLINARES	30,90	Medio

En el cuadro 57, se indican la disminución en el índice de riesgo de la calidad de agua en la cabecera municipal de Linares del 2010 y 2011, según el informe de gestión, programa calidad de agua año 2010.

Cuadro 57. Aumento en el IRCA municipio de Linares

Municipio	Persona Prestadora	IRCA Urbano 2010	Nivel de riesgo	IRCA Urbano 2011	Riesgo
Linares	EMPOLINARES	39,93	Alto	30,9	Medio

3.2.20 Planos de los componentes del sistema de acueducto. La empresa de servicios públicos no tiene planos actualizados del sistema de acueducto. No se cuenta con planos de la bocatoma, líneas de conducción de agua cruda y Planta de Tratamiento.

Manual de operación: No se cuenta con manual de operación, que permita conocer la forma en que debe operarse cada uno de los componentes del sistema de acueducto incluyendo infraestructura, accesorios y equipos mecánicos, eléctricos, electromecánicos y neumáticos en caso que existan, al igual que no se dispone de procedimientos de operación para dosificación de químicos, mediciones de caudales, análisis de laboratorio y control de calidad de agua en todo el proceso productivo.

3.3 DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL ALCANTARILLADO URBANO DEL MUNICIPIO DE LINARES

Para la descripción del sistema de alcantarillado se partió de la información consignada en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV realizado en el año 2007, como también de los parámetros básicos del RAS 2000 y la información recolectada en la visita de campo por el equipo técnico de la Gerencia Asesora del Plan Departamental de agua de Nariño TZ-SANEAR.

3.3.1 Aspectos técnicos del alcantarillado existente. El sistema de alcantarillado, fue construido en 1953 en concreto, y restaurado en los años de 1993 – 1994.[36] Inicialmente, fue concebido como un sistema convencional tipo sanitario, sin embargo, ante la necesidad de evacuar las aguas lluvias se ajustó, transformándolo a un sistema tipo combinado. En la última década se ha denotado que en épocas de invierno el sistema se rebosa levantando las tapas de las cámaras de inspección, evidenciando de esta manera que la capacidad hidráulica de transporte es insuficiente, frente a esta situación, por disposición de CORPONARIÑO y FINDETER, fueron sellados los sumideros de aguas lluvias quedando en funcionamiento solamente ocho.

[36] Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV – Municipio de Linares, 2007.

3.3.2 Componentes del sistema. El sistema de alcantarillado existente está compuesto por los siguientes componentes:

Redes de recolección: La cabecera municipal cuenta con una red de alcantarillado que cubre el 92,3% de las viviendas, las redes están construidas en concreto que van desde Ø 24" hasta Ø 8" en una longitud aproximada de 6.300 metros, el estado de la tubería es regular. Las conexiones domiciliarias son de Ø 4" su estado es regular.

Pozos de inspección: El alcantarillado del casco urbano del municipio de Linares, cuenta con 97 pozos de inspección cuyo diámetro promedio es de 1,2 metros, permitiendo un acceso fácil para el mantenimiento de la red. Están construidos en su totalidad en concreto y se encuentran espaciados unos de otros, en distancias que van desde un máximo de 30 metros hasta un mínimo de 2 metros.

Sumideros: En el casco urbano se pueden contabilizar 24 sumideros convencionales, con rejilla, de los cuales solo están en funcionamiento 8 porque los demás fueron sellados dado que la infraestructura y capacidad del alcantarillado, no está diseñada para soportar el incremento súbito del caudal generado por las aguas lluvias, incluso la empresa prestadora ha manifestado que en la época invernal las tapas de los pozos de inspección se han levantado por la presión del agua. Los sumideros que se encuentran en funcionamiento constantemente son taponados por basuras que la gente dispone indiscriminadamente en las calles. En el cuadro 58, se identifica la ubicación de los sumideros.

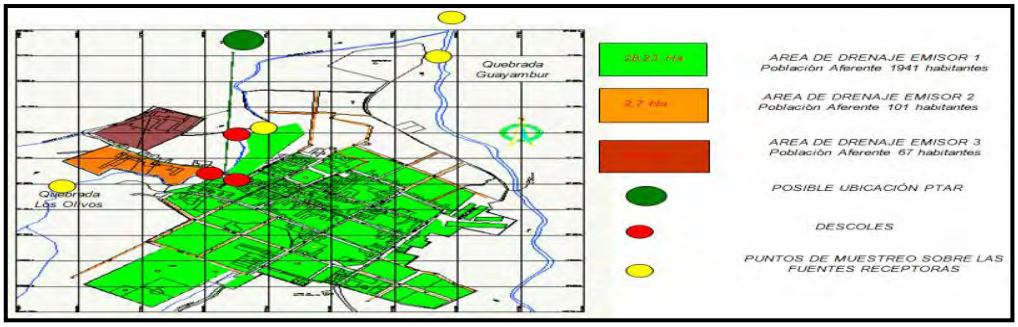
Cuadro 58. Ubicación de los sumideros

SUMIDEROS	UBICACIÓN	CANTIDAD	DIAMETRO DE LA TUBERIA (m)
1 y 2	Puente barrio 13 de mayo	2	0,2
2 y 3	Puente barrio Divino Niño	2	0,2
3 y 4	Carrera 4 con calle 5ª.	2	0,2
5	Calle 3ª. Con carrera 4ª.	1	0,2
6	Calle 4ª. Con carrera 3ª.	1	0,2

Delimitación de las áreas de drenaje:[37] La figura 36, se muestra el consolidado gráfico con los datos más representativos de los emisores finales:

[37] Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV – Municipio de Linares, 2007.

Figura 38. Información gráfica consolidada de vertimientos



3.3.3 Puntos de vertimiento. Se identificaron tres emisores finales, que descargan sobre la quebrada Los Olivos de ellos E1, es el principal recoge las aguas servidas prácticamente de todo el casco urbano, los otros dos E2 y E3, corresponden a pequeños descoles de barrios aislados que se vierten sobre despeñaderos cubiertos de vegetación, en zonas prácticamente impenetrables y que finalmente llegan a la quebrada Los Olivos. Los puntos de vertimientos del municipio de Linares se relacionan en el siguiente cuadro:

Cuadro 59. Puntos de vertimientos

PUNTO DE VERTIMIENTO	CUERPO RECEPTOR	POBLACIÓN AFERENTE	CAUDAL (LPS)	DIÁMETRO DE DESCARGA (PULG)	UBICACIÓN COORDENADAS NORTE OESTE		ALTURA
Emisor 1	Los Olivos	1941	25,19	24	1ª 21” 7,4””	77ª 31” 27,8””	1451
Emisor 2	Los Olivos	101	1,7	8	1ª 21” 7,2””	77ª 36” 29.1””	1469
Emisor 3	Los Olivos	67	0,7	8	1ª 21” 13,4””	77ª 31” 27,9””	1460

3.3.4 Descargas de aguas residuales del alcantarillado:

Emisor 1: Ubicado al margen derecho de la carrera sexta con calle quinta al norte del casco urbano en el sector denominado 13 de Mayo, vierte la gran mayoría de las aguas servidas del municipio a la quebrada Los Olivos a través de tubería de 24 pulgadas en concreto.

Emisor 2: Este punto de vertimiento se ubica, a pocos metros de distancia en frente del Emisor 1, al otro lado del mismo, atravesando la quebrada Los Olivos; en el sector denominado 13 de Mayo; vierte las aguas servidas de aproximadamente 30 casas del sector, a través de tubería de 8 pulgadas en concreto.

Emisor 3: Este punto de vertimiento se ubica, unos metros aguas abajo del descole principal, en el sector denominado Divino Niño, a 1ª, 21”, 13.4” de latitud Norte y a 77ª, 31”, 27.9” al oeste del meridiano de Greenwich, vierte las aguas

servidas directamente a la quebrada los Olivos mediante una tubería de 8 pulgadas, sobre un peñasco cubierto de vegetación abundante.

3.3.5 Sistema de tratamiento de aguas residuales. La fuente receptora de vertimientos Los Olivos no cuenta con ningún sistema de tratamiento de aguas residuales, para el alcantarillado del Municipio de Linares.

3.3.6 Planos del sistema de alcantarillado. El municipio de Linares no cuenta con un catastro de redes de alcantarillado.

3.4 DIAGNOSTICO TÉCNICO DEL SERVICIO DE ASEO

EMPOLINARES es la empresa encargada de la prestación del servicio público de aseo en el municipio de Linares.

3.4.1 Caracterización y producción de residuos sólidos. De acuerdo al documento, Plan general estratégico de inversiones, plan departamental del agua – Nariño, abril. 2010. Se identifica el estado de disposición final de los residuos sólidos al Relleno Sanitario La Ensillada, el cual cuenta con licencia ambiental resolución No. 375 otorgada en el año 2003. La cantidad de residuos generados es de 36 (ton/mes); de los cuales en disposición final son 11 (ton/mes) y en residuos aprovechados son 25 (ton/mes).

3.4.2 Relleno sanitario. El sitio de disposición final está ubicado en la vereda Tabiles a 10 kilómetros de distancia del casco urbano, cuenta con un área de 2 ha. El relleno tiene una útil de 15 años, propiedad perteneciente al Municipio de Linares.

3.4.3 Tratamiento de los residuos sólidos. El relleno sanitario del municipio Linares realiza el proceso de compostaje de residuos orgánicos, ver figura 39, y disposición final de residuos no aprovechables, el producto del compostaje es almacenado en bodega.

Figura 39. Sitio de compostaje

3.4.4 Manejo y tratamiento de lixiviados y gases. La producción de lixiviados es mínimo debido a que los residuos dispuestos son inorgánicos.

3.4.5 Aprovechamiento de residuos sólidos. Los residuos orgánicos e inorgánicos son aprovechados mediante el proceso de compostaje, luego son almacenados en bodega, ver figura 40, como se pudo observar en la visita de campo al relleno sanitario.

Figura 40. Bodega

4. CONCLUSIONES

La participación como Apoyo Técnico en el Consorcio TZ-SANEAR en la gerencia asesora al plan departamental de aguas de Nariño significo un gran aporte al aprendizaje universitario generando apropiación de conocimientos prácticos en base a la experiencia y fortalecimiento de las competencias y habilidades profesionales en la elaboración de diagnósticos técnicos operativos de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo.

Se debe dar un tratamiento adecuado e implementar procesos de conservación y recuperación asociados al mantenimiento de las riberas de las quebradas en al sector de emplazamiento de las bocatomas, donde las microcuencas son objeto de una actividad antrópica indiscriminada con impacto en el ecosistema por el mal manejo de los suelos, tala de bosques y la ampliación de la frontera agrícola y ganadera que ha ocasionado problemas de erosión y riesgo de contaminación de las fuentes por uso de fertilizantes y agroquímicos. Para poder abordar lo anterior, se deben adquirir los predios aledaños a las bocatomas los que en el momento pertenecen a particulares.

Las empresas prestadoras del servicio de acueducto, debe implementar por lo menos un muestreo semanal en la bocatoma con el fin de hacer los análisis de laboratorio y establecer las condiciones de calidad del agua en la fuente, y detectar si están ocurriendo cambios en ésta, lo que le permitiría acciones de control y prevención oportunas, tal como lo establece el literal B.4.6.2 del RAS 2000.

La medición del agua de consumo a fin de establecer realmente la demanda de agua, mediante micromedidores es apremiante, puesto que permitiría conocer las pérdidas que se causan y las causas asociadas y en este contexto generar los programas de reducción y control de pérdidas y campañas de educación para la concientización de la comunidad beneficiaria sobre el uso racional del agua. Los requerimientos de grandes caudales no controlados, obligan a la búsqueda de nuevas fuentes de agua y a altas inversiones en infraestructura para su aprovechamiento.

La dosificación de insumos químicos (Cloro gaseoso, básicamente), se determina en función del caudal a tratar, condición que requiere que el sistema esté dotado de medición para garantizar la aplicación de la dosis óptima, caso contrario se puede sobre dosificar (sobrecostos de producción) o sub dosificar con consecuencias de afectación en la calidad de agua por residuales fuera de norma que inducen al riesgo microbiológico por no tener un proceso de desinfección adecuado.

Teniendo en cuenta el número de tanques que manejan los sistemas de acueducto, se requiere instalar un sistema de macromedición a la entrada de cada uno de ellos para determinar el volumen de agua que demanda cada sector.

Debe formularse e implementarse el programa de mantenimiento anual de toda la infraestructura con informes periódicos de seguimiento y cumplimiento en los municipios de Chachagüí, Ancuyá y Linares.

Una gran debilidad encontrada está referida a la no disponibilidad de memorias de diseño y planos del sistema de acueducto existente, lo que obliga a que el prestador implemente procesos de Gestión documental para la custodia de documentos tan importantes. Sería recomendable darse a la tarea de investigar donde reposa o en poder de quien se encuentra dicha información.

El sistema de alcantarillado del municipio de Chachagüí vierte sus aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento a 9 puntos específicos que afectan considerablemente al Río Pasto y Quebrada las Helechas. En vista de lo anterior, se hace necesario atender las exigencias del RAS-2000 en su título E.4.3.2 en el cual establece: “se debe asegurar que el cuerpo de agua receptor tenga una calidad de agua tal que pueda sustentar los usos que se le dé a dicho cuerpo de agua, aguas abajo de la descarga. Estos usos existen de hecho por la comunidad, o son establecidos por la entidad responsable de manejar el recurso”. Bajo estas condiciones, es claro que el Municipio de Chachagüí necesita con urgencia, un sistema de tratamiento que permita dar cumplimiento a la normatividad vigente.

La Administración Municipal del Municipio de Chachagüí en conjunto con la UMATA, ha establecido las micro rutas para la recolección de los residuos pero no cuenta con planos de ruteo. Es necesario adelantar los estudios pertinentes para levantar estos planos y así optimizar los tiempos en los recorridos y disminuir gastos, garantizar calidad y continuidad en el servicio de aseo.

En el Municipio de Ancuyá la Unidad Especial de Servicios Públicos Domiciliarios A.A.A. debe dar cumplimiento a lo establecido en las RAS 2000 en el sentido de caracterizar de la manera más completa posible la calidad de la fuente para poder identificar el tipo de tratamiento que necesita y los parámetros principales de interés en periodo seco y de lluvia.

La Unidad Especial de Servicios Públicos Domiciliarios A.A.A, debe implementar por lo menos un muestreo semanal en la bocatoma con el fin de hacer los análisis de laboratorio y establecer las condiciones de calidad del agua en la fuente, y detectar si están ocurriendo cambios en ésta, lo que le permitiría acciones de control y prevención oportunas, tal como lo establece el literal B.4.6.2 del RAS-2000.

La Unidad Especial de Servicios Públicos Domiciliarios A.A.A del Municipio de Ancuyá., según lo expuesto, debe implementar el laboratorio de control de calidad, dotando a la planta de la una infraestructura para laboratorio y la dotación de equipos, materiales, reactivos y elementos varios además del personal competente, que le permitirán mejorar su proceso de tratamiento y la calidad del agua de consumo.

Del análisis de la capacidad instalada del desarenador en el Municipio de Ancuyá, se puede evidenciar que el caudal máximo con el que puede operar de forma eficiente es de 41,43 L/s mucho mayor al caudal máximo diario (QMD) requerido para el año de horizonte de proyección, 5,99 L/s considerando un nivel de pérdidas máximas del 25%, por lo tanto, desde ya es preciso adoptar medidas para la racionalización de los consumos y la reducción de pérdidas técnicas, de tal manera, que no se vea la administración abocada a hacer inversión en ampliación de esta estructura justificada en una demanda sustentada en el desperdicio.

De acuerdo con los chequeos hidráulicos realizados al filtro grueso dinámico del Municipio de Ancuyá, se identificó que la capacidad instalada es de 10,48 L/s es menor que la capacidad utilizada 12 L/s. Sin embargo al hacer uso de las proyecciones realizadas año 2014-2036 donde el caudal máximo diario (QMD) requerido para el año de horizonte de proyección, 5,99 L/s considerando un nivel de pérdidas máximas del 25%, por lo tanto, desde ya es preciso adoptar medidas para la racionalización de los consumos y la reducción de pérdidas técnicas, de tal manera, que no se vea la administración abocada a hacer inversión en ampliación de esta estructura justificada en una demanda sustentada en el desperdicio.

De acuerdo al chequeo hidráulico realizado al FLA del Municipio de Ancuyá, se establece que tiene una capacidad instalada de 19,84 L/s resultados permiten determinar que los filtros tienen la capacidad para tratar el caudal actual y futuro. Sin embargo, se requiere realizar un mantenimiento general a cada unidad con proceso de raspado al lecho filtrante y se debe completar la capa arena que se vaya perdiendo.

En el Municipio de Ancuyá la Unidad Especial de Servicios Públicos Domiciliarios A.A.A., ha establecido las micro-rutas para la recolección de los residuos pero no cuenta con planos de ruteo. Es necesario adelantar los estudios pertinentes para levantar estos planos y así optimizar los tiempos en los recorridos y disminuir gastos, garantizar calidad y continuidad en el servicio de aseo.

La estructura de floculación del Municipio de Linares debe ser intervenida con el objeto de lograr una funcionalidad hidráulica adecuada que le permita la formación eficiente del floc, para tal fin, se recomienda evaluar el diseño inicial con una nueva redistribución de placas, en caso tal que al hacer el ejercicio no se cumpla con los parámetros establecidos con la normatividad RAS -2000 se deberá proyectar en la estructura existente, varias unidades de floculación con las

medidas pertinentes de manera que al tener las dimensiones correctas cumpla con los limitantes de gradiente y velocidad.

EMPOLINARES A.P.C. debe dar cumplimiento a lo establecido en las RAS 2000 en el sentido de caracterizar de la manera más completa posible la calidad de la fuente para poder identificar el tipo de tratamiento que necesita y los parámetros principales de interés en periodo seco y de lluvia.

En el Municipio de Linares el sistema actual vierte sus aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento a 3 puntos específicos que afectan considerablemente la Quebrada los Olivos. En vista de lo anterior, se hace necesario atender las exigencias del RAS-2000 en su título E.4.3.2 en el cual establece: “se debe asegurar que el cuerpo de agua receptor tenga una calidad de agua tal que pueda sustentar los usos que se le dé a dicho cuerpo de agua, aguas abajo de la descarga. Estos usos existen de hecho por la comunidad, o son establecidos por la entidad responsable de manejar el recurso”. Bajo estas condiciones, es claro que el Municipio de Linares necesita con urgencia, un sistema de tratamiento que permita dar cumplimiento a la normatividad vigente.

La Administración Pública Cooperativa de Agua Potable y Saneamiento Básico de Linares, EMPOLINARES A.P.C, no ha establecido las micro rutas para la recolección de los residuos, por tanto, no cuenta con planos de ruteo. Es necesario adelantar los estudios pertinentes para levantar estos planos y así optimizar los tiempos en los recorridos y disminuir gastos, garantizar calidad y continuidad en el servicio de aseo.

5. RECOMENDACIONES

La medición de caudales debe partir desde la fuente (oferta), dada la importancia de conocer la dinámica de la fuente frente a su capacidad hídrica productiva en cada época o bajo diferentes condiciones climáticas, esto le permite al prestador y al municipio proyectar su sistema en función de los caudales firmes que la fuente o corriente de abastecimiento le aporta, y de la demanda requerida a través del tiempo, sirviendo como elemento planificador, razón por la cual se recomienda instrumentar las fuentes de agua con estaciones hidrometeorológicas para la medición de niveles, caudales, precipitación, evaporación y demás variables climatológicas que inciden en el comportamiento hidrológico

De acuerdo a los reportes de calidad de agua del IDSN, se recomienda mejorar el valor del IRCA en los municipios, con la implementación de equipos de control como Turbidimetro, Colorímetro, Peachimetro, Medidor de Cloro Digital y hacer seguimiento en los puntos de muestreo.

A fin de controlar la calidad del agua de la fuente, según el literal B.4.6.2 del RAS 2000, debe hacerse por lo menos un muestreo semanal en la bocatoma con el fin de hacer los análisis de laboratorio y establecer las condiciones de calidad del agua en la fuente, y detectar si están ocurriendo cambios en ésta, lo que permitiría acciones de control y prevención oportunas.

De acuerdo a los valores obtenidos en el chequeo hidráulico del filtro grueso dinámico del municipio del Ancuyá se recomienda adecuar cada una de las unidades de tratamiento teniendo en cuenta lo siguiente: cambios de lecho filtrante, válvulas de cierre y apertura rápida para lavado, impermeabilización interna y adecuación del vertedero de repartición de caudales. Esto con el fin de garantizar su operación y funcionamiento.

Los sistemas no cuenta con macromedición en ningún punto del sistema de acueducto, desconociendo los prestador del servicio, los caudales que capta, trata y distribuye, por lo que es apremiante la implementación de un sistema de macromedición que involucre todos los puntos críticos tanto a la entrada como a la salida de los componentes, a fin de poder determinar las pérdidas que se estén ocasionando para establecer procedimientos de control.

BIBLIOGRAFÍA

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION, Agua Potable y Saneamiento Basico.[1]

Plan de Desarrollo Municipal 2008 – 2011, Municipio de Chachagüí.[2]

Sitio oficial de Chachagüí en Nariño, Colombia, Geografía, Limites del Municipio, http://www.chachagui-narino.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mIxx-1-&m=f#geografia.[3]

CORPONARIÑO según resolución No. 114, del 22 de Marzo del 2006.[4]

CORPONARIÑO según resolución No. 113, del 22 de Marzo del 2006.[5]

REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO – RAS-2.000, Titulo B.4.4.5.5, velocidad de flujo en la rejilla.[6,23,34]

REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO - RAS - 2000, Título B.4.6.2.[7,]

REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO - RAS - 2000, Título B.6.4.8.3 y Título B.6.4.8.4. [8,9,**¡Error! Marcador no definido.**,**¡Error! Marcador no definido.**]

SALAZAR CANO Roberto, Acueductos, Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, 2007, Tabla 6.1.[10,**¡Error! Marcador no definido.**]

SALAZAR CANO Roberto, Acueductos, Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, 2007, expresión 6.2.[11]

Esquema de Ordenamiento Territorial, EOT – Municipio de Chachagüí Nariño, 2001 – 2003.[12]

Plan Maestro de Acueducto – Municipio de Chachagüí, 2005.[13,19]

SALAZAR CANO Roberto, Sistemas de Potabilización del agua, Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, 2010, página 83.[14]

SALAZAR CANO Roberto, Sistemas de Potabilización del agua, Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, 2010, Tabla 6.5.[15]

REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO – RAS - 2.000, Titulo C, numeral C,5,5,2.[16]

REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO – RAS - 2.000, Titulo C, numeral C,6.5.1.1.[17]

REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO – RAS - 2.000, Titulo C, numeral C,2.3.[18,¡Error! Marcador no definido.]

Plan Maestro de Alcantarillado, Municipio de Chachagüí, 2005.[20]

Plan General Estratégico de Inversiones, Plan Departamental del Agua – Nariño, abril del 2010.[¡Error! Marcador no definido.,¡Error! Marcador no definido.,¡Error! Marcador no definido.]

Plan de Desarrollo 2008 – 2011, Municipio de Ancuyá "Un Municipio para Volver a Creer".[21]

Sitio oficial de Ancuyá en Nariño, Colombia, Geografía, Limites del Municipio, http://www.ancuya-narino.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mIxx-1-&m=f#geografia.[22]

SALAZAR CANO Roberto, Acueductos, Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, 2007, expresión 7.7.[24]

REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO - RAS - 2000, Título B, numeral B.2.5.2.[27]

REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO - RAS - 2000, Titulo C, Tabla C.3.1.[28]

CINARA, Diseño de FIMES, 1998.[29]

Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – Municipio de Ancuyá. Puntos de Vertimeitnto.[30]

Sitio oficial de Linares en Nariño, Colombia, Geografía, Descripción Física, http://www.linares-narino.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mIxx-1-&m=f#geografia.[31]

Plan de Desarrollo Municipal 2008 – 2011, Municipio de Linares.[32]

CORPONARIÑO según resolución No. 00091, del 22 de Marzo del 2011.[33]

REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO – RAS - 2.000, Título B – Numeral B.4.3.12.[¡Error! Marcador no definido.]

REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO - RAS - 2000, Título B, numeral B.4.4.6.4.[¡Error! Marcador no definido.]

REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO - RAS - 2000, Título C, ítem C.7.5.1.3, numeral 2.[¡Error! Marcador no definido.]

REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO - RAS - 2000, Título C, numeral C.8.5.3.[35]

Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV – Municipio de Linares, 2007.[36,37]

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA DANE. Página Web de la entidad.

REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO – RAS-2.000, Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico, del Ministerio de Desarrollo; Bogotá 2.000.

ROMERO CORCHO Freddy Hernán y DUQUE SERNA, José Ignacio. Acueductos Teoría y Diseño, centro de Investigaciones Universidad de Medellín; Medellín, 1.993.

MUNICIPIO DE LINARES. Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Linares (EOT).

LOPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo, “Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados”, Santa Fe de Bogotá, Escuela Colombiana de Ingeniería.

ANEXOS

ANEXO A. MUNICIPIO DE CHACHAGUI

ANEXO B. MUNICIPIO DE ANCUYA

ANEXO C. MUNICIPIO DE LINARES

ANEXO D. CERTIFICADOS DE PERMANENCIA EN LOS MUNICIPIOS DE CHACHAGUI, ANCUYA Y LINARES

NOTA CD DE ANEXOS

Los anexos indicados en la TABLA DE ANEXOS se encuentran en el archivo "ANEXOS - DIAGNOSTICO TECNICO OPERATIVO DE LOS MUNICIPIOS DE CHACHAGUI, ANCUYA Y LINARES" donde se encuentra información referente a la evolución demográfica, estudios Postcensales – DANE, tasa de crecimiento poblacional, proyecciones de población, asignación del nivel de complejidad, suscriptores, cobertura de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, producción, facturación y pérdidas en el acueducto urbano y parte rural, asignación del nivel de complejidad, generalidades sobre los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, indicadores actuales de los servicios urbanos, población e inmuebles urbanos, suscriptores, cobertura, producción, facturación y pérdidas en el acueducto urbano y parte rural, dotación de agua del servicio de acueducto urbano, dotación neta, dotación bruta, factores de consumo máximo en el acueducto, cobertura de micromedición, capacidad instalada y utilizada del acueducto, indicadores definitivos de los servicios, dotaciones y pérdidas del acueducto urbano, proyección de población y demandas máximas de agua potable, capacidad instalada y utilizada del acueducto urbano, cobertura de micromedición e índice de micromedición efectiva, suscriptores y cobertura del alcantarillado urbano, resumen de indicadores de los servicios de acueducto, diagnóstico técnico del acueducto urbano, características de las aguas de la fuente de abastecimiento, calificación de la fuente de agua, calidad de agua de la fuente, tecnología de tratamiento en función de las características, concesiones de agua, análisis oferta vs. Demanda, estado de la microcuenca de la fuente, estado de las microcuencas, laboratorio de control de calidad, dotación del laboratorio (equipos, materiales y reactivos), análisis de calidad de agua, pruebas de dosis óptimas, determinación de la demanda de cloro, sistema de distribución de agua, catastro de redes, sectorización de redes, puntos muertos, reportes de calidad de agua del prestador, índice de riesgo de abastecimiento de agua, IRABA, inspecciones sanitarias – resolución 000082 de 2009, plan de uso eficiente y ahorro de agua – PUEAA, conclusiones sobre el acueducto urbano existente, diagnóstico técnico del alcantarillado, delimitación del perímetro sanitario urbano, sectorización de alcantarillado urbano, plan de saneamiento y manejo de vertimientos – PSMV, conclusiones y recomendaciones del alcantarillado, rutas y frecuencia de recolección, barrido de vías y de áreas públicas, recolección, transporte y disposición de residuos sólidos, planos de ruteo y recolección y PGIRS.