

**APOYO TECNICO EN LA CONSULTORIA PARA LA GERENCIA ASESORA
DEL PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUA DE NARIÑO PARA LOS MUNICIPIOS
DE TAMINANGO Y SAN LORENZO**

ALVARO DAVID MUÑOZ FREYRE

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2012**

APOYO TECNICO EN LA CONSULTORIA PARA LA GERENCIA ASESORA DEL
PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUA DE NARIÑO PARA LOS MUNICIPIOS DE
TAMINANGO Y SAN LORENZO

ALVARO DAVID MUÑOZ FREYRE

Trabajo de grado presentado como requisito principal para optar el título de
INGENIERO CIVIL

Asesor:

I.C. JOSÉ ALFREDO JIMÉNEZ CÓRDOBA

Co-Asesor:

I.S. CARLOS SEBASTIÁN JARAMILLO ROJAS

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2012

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1ro del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, Septiembre de 2012

AGRADECIMIENTOS

A Dios, que por medio de su voluntad, sus bendiciones y el haberme puesto personas tan especiales en mi camino hizo posible desarrollar ciclos tan importantes en mi vida y este es uno de ellos.

A mis padres TERESA FREYRE FUERTES y ALVARO MUÑOZ CERON por su comprensión y sobretodo su paciencia y perseverancia en especial en los momentos críticos hicieron posible este momento.

A mis tíos JESUS FREYRE, ANGEL FREYRE y FANNY FREYRE por su apoyo incondicional en todo momento y sin estar obligados en muchos momentos hicieron las veces de padres permitiendo llevar a cabo esta etapa de mi vida.

A mis hermanas PAULA MUÑOZ Y MARCELA MUÑOZ, por su dedicación y acompañamiento permanente.

Al grupo de personas que conforman el Consorcio TZ – SANEAR, por su orientación, confianza y por haberme brindado la oportunidad para la realización de mi trabajo de grado.

Al Ingeniero CARLOS SEBASTIÁN JARAMILLO ROJAS, Co-Asesor de la pasantía por brindarme sus conocimientos desinteresadamente, su confianza, y su amistad para mi buen desempeño en este proyecto.

Al Ingeniero JOSÉ ALFREDO JIMÉNEZ CÓRDOBA, Asesor de la pasantía por sus aportes importantes en mi trabajo de grado y por confiar en mi para comprometerse con el acompañamiento de mi proyecto.

A mis amigos que de una u otra manera hicieron su aporte para la realización del trabajo de grado.

RESUMEN

De acuerdo a los lineamientos establecidos por la Gerencia Asesora del Plan Departamental de Nariño, adjudicada por medio de contrato al Consorcio TZ-SANEAR, se estableció como prioridad la evaluación técnica operativa de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo de los cascos urbanos de los municipios de Taminango y San Lorenzo, para la disposición y aprobación de recursos que viabilicen proyectos de infraestructura de servicios públicos; por medio de evaluaciones que se argumentan en los diagnósticos para cada municipio objeto de estudio.

La realización del diagnóstico se basa en el desarrollo de varias actividades, una de ellas corresponde a la visita de carácter técnico a los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo denotándose esta como información primaria, y otra secundaria a la recolección de documentación que describe cada uno de los sistemas de estudio.

Obteniendo esta información primaria y secundaria se hace la evaluación de cada uno de los sistemas mediante estructuración de tipo argumentativa, determinando así el estado de estos y además la proyección según las normas, para determinar una optimización.

En el informe de trabajo de grado, modalidad pasantía, se describe el apoyo realizado a través de los diagnósticos técnico operativo de la prestación actual de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo en los municipios de Taminango y San Lorenzo, potenciando así los conocimientos obtenidos en la Universidad, desempeñando de manera correcta como Ingeniero Civil e incrementando la formación profesional y personal que debe llevar un profesional comprometido con la sociedad Colombiana.

ABSTRACT

According to the guidelines established by the Gerencia Asesora del Plan Departamental de Agua de Nariño, contract awarded by the Consortium TZ-clean, was established as a priority the technical operation of water systems, sewer and toilet in the urban centers of the Taminango and San Lorenzo, and approval for the provision of resources that make viable infrastructure projects of public services through assessments that argue in diagnoses for each municipality under study. The diagnostic is based on a number of activities, one of which corresponds to a technical visit to the water systems, sewer and toilet denoting this as primary information and secondary to collecting documentation describing each study systems.

Obtaining this information is primary and secondary evaluation of each of the systems by structuring argumentative type, thus determining the status of these and also the projection according to the rules, to determine an optimization. The report of undergraduate work, internship mode, described the support made by the operating technician diagnoses the current provision of services of water, sewage and toilet in the municipalities of San Lorenzo Taminango and thus enhancing the knowledge gained in college, playing the right way as a Civil Engineer and increasing staff training and to bring a professional committed to Colombian society.

	Índice	Pag
1.	METODOLOGIA.....	30
1.1	FASE I	30
1.2	FASE II	31
1.3	FASE III	31
2.	DIAGNOSTICO TÉCNICO OPERATIVO DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO – MUNICIPIO DE TAMINANGO.....	33
2.1	GENERALIDADES DEL MUNICIPIO	33
2.1.1	Ubicación y localización.	33
2.2	DINÁMICA DEMOGRÁFICA Y TENDENCIAS	34
2.2.1	Evolución demográfica.	34
2.2.2	Asignación del nivel de complejidad.....	37
2.3	INDICADORES DE LOS SERVICIOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO	38
2.3.2	Dotaciones de agua del servicio de acueducto urbano.	41
2.3.3	Dotaciones y pérdidas del acueducto urbano y rural.	42
2.3.4	Factores de consumo máximo diario y horario.....	42
2.3.5	Resumen de indicadores de los servicios de acueducto y alcantarillado..	43
3.	DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL ACUEDUCTO URBANO	44
3.1	FUENTES DE ABASTECIMIENTO ACTUALES.....	44
3.2	ESTRUCTURA DE CAPTACION	44
3.2.1	Estado de la microcuenca.	44
3.2.2	Bocatoma.....	46
3.3	LÍNEA DE ADUCCIÓN	48
3.4	DESARENADOR.....	51
3.5	LÍNEA DE CONDUCCIÓN	55
3.6	PLANTA DE TRATAMIENTO.....	57
3.6.1	Unidades de proceso planta de tratamiento.....	57

3.6.2	Análisis capacidad instalada vs. capacidad utilizada y demandada.....	63
3.6.3	Análisis de calidad de agua en planta.....	64
3.7	TANQUES DE ALMACENAMIENTO	64
3.7.1	Macromedición.....	66
3.8	SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA	66
3.8.1	Conducción de agua tratada..	66
3.8.2	Redes de distribución.....	66
3.10	CONEXIONES DOMICILIARIAS	68
3.11	PLANOS DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO ..	68
3.12	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO	68
4.	DIAGNÓSTICO TECNICO DEL ALCANTARILLADO URBANO	69
4.1	ASPECTOS TECNICOS DEL ALCANTARILLADO EXISTENTE	69
4.2	COMPONENTES DEL SISTEMA.....	69
4.2.1	Redes de recolección, colectores y emisario final.....	69
4.2.2	Cámaras de inspección.....	71
4.3	PUNTOS DE VERTIMIENTO.....	71
4.4	ASPECTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	72
4.5	PLANOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	72
5.	DIAGNOSTICO TECNICO DEL SERVICIO DE ASEO	72
5.1	CARACTERIZACION Y PRODUCCION DE RESIDUOS SOLIDOS	72
5.2	RUTAS Y FRECUENCIA DE RECOLECCION	73
5.3	BARRIDO DE VIAS Y DE AREAS PUBLICAS	74
5.4	Disposición de Residuos Sólidos.....	75
5.5	RELLENO SANITARIO.....	75
5.6	RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS	75
6.	DIAGNOSTICO TÉCNICO OPERATIVO DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO – MUNICIPIO DE SAN LORENZO	75
6.1	GENERALIDADES DEL MUNICIPIO	75

6.1.1	Ubicación y localización.....	76
6.2	DINÁMICA DEMOGRÁFICA Y TENDENCIAS	77
6.2.1	Evolución demográfica.....	77
6.2.2	Asignación del nivel de complejidad.....	78
6.3	INDICADORES DE LOS SERVICIOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO.....	78
6.3.1	Producción, facturación y pérdidas en el acueducto urbano..	79
6.3.2	Dotación de agua del servicio de acueducto urbano.....	80
6.3.3	Factores de consumo máximo diario y horario.....	80
7.	DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL ACUEDUCTO URBANO.....	81
7.1	FUENTES DE ABASTECIMIENTO ACTUALES.....	81
7.2	ESTRUCTURA DE CAPTACION	81
7.2.1	Bocatoma.....	82
7.3	LÍNEA DE ADUCCIÓN	85
7.4	DESARENADOR.....	89
7.5	LÍNEA DE CONDUCCIÓN	91
7.6	PLANTA DE TRATAMIENTO.....	92
7.6.1	Caseta de operación y cloración.....	92
7.6.2	Caracterización del agua influente a la cloración.....	93
7.6.3	Medición de caudales de entrada.....	93
7.6.4	Dosificación de insumos químicos.....	93
7.6.5	Laboratorio de control de calidad.....	94
7.6.6	Análisis de calidad de agua en desinfección.....	94
7.7	TANQUE DE ALMACENAMIENTO.....	95
7.7.1	Macromedición.....	96
7.8	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA	96
7.8.1	Conducción de agua tratada.....	97
7.8.2	Redes de distribución.....	97
7.9	CONEXIONES DOMICILIARIAS	98
7.10	PLANOS DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO ..	98

7.11	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO .	98
8.	DIAGNOSTICO TECNICO DEL ALCANTARILLADO URBANO	99
8.1	ASPECTOS TECNICOS DEL ALCANTARILLADO EXISTENTE.....	99
8.2	COMPONENTES DEL SISTEMA	99
8.2.1	Redes de recolección, colectores y emisario final.....	99
8.2.2	Vertimientos..	100
8.2.3	Cámaras de inspección.....	100
8.2.4	Sumideros.	100
8.3	PUNTOS DE VERTIMIENTO.....	101
8.3.1	Descargas de aguas residuales del alcantarillado.	101
8.3.2	Descarga de subproductos de tratamiento de la PTAP.....	102
8.4	ASPECTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	102
8.5	PLANOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	102
9.	DIAGNOSTICO TECNICO DEL SERVICIO DE ASEO	103
9.1	CARACTERIZACION Y PRODUCCION DE RESIDUOS SOLIDOS	103
9.2	RUTAS Y FRECUENCIA DE RECOLECCION	104
9.3	BARRIDO DE VIAS Y DE AREAS PUBLICAS.....	105
9.4	RECOLECCION, TRANSPORTE Y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS	105
9.4.1	Disposición de residuos sólidos.	105
9.5	RELLENO SANITARIO	106
9.6	RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS	106
10.	CONCLUSIONES	106
11.	RECOMENDACIONES	141
12.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	140

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1.	Evolución demográfica – censos DANE y ratas de crecimiento, municipio de Taminango.....34
Cuadro 2.	Personas por vivienda y por hogar, censo DANE 2005.....35
Cuadro 3.	Veredas atendidas por el acueducto regional.....36
Cuadro 4.	Proyecciones de población urbana y rural servida con datos base DANE y usuarios37
Cuadro 5.	Reporte de volúmenes facturados de agua de consumo.....39
Cuadro 6.	Volúmenes de agua producida, suministrada, facturada y pérdidas técnicas40
Cuadro 7.	Proyección de dotaciones y pérdidas de agua42
Cuadro 8.	Indicadores actuales y proyectados de los servicios de acueducto y alcantarillado.....43
Cuadro 9.	Fuentes de abastecimiento acueducto Taminango45
Cuadro 10.	Evaluación capacidad instalada bocatomas47
Cuadro 11.	Capacidad instalada de la línea de aducción 149
Cuadro 12.	Capacidad instalada de la línea de aducción 250
Cuadro 13.	Capacidad instalada de la línea de aducción 350
Cuadro 14.	Revisión de la capacidad hidráulica del desarenador N° 152
Cuadro 15.	Revisión de la capacidad hidráulica del desarenador N° 2.....53
Cuadro 16.	Revisión de la capacidad hidráulica del desarenador N° 3.....54
Cuadro 17.	Chequeo capacidad hidráulica del filtro grueso dinámico de flujo descendente – FGD _i60
Cuadro 18.	Chequeo capacidad hidráulica filtro grueso ascendente – FGA.61
Cuadro 19.	Chequeo capacidad hidráulica del filtro lento en arena – FLA.....62
Cuadro 20.	Distribución tanques de almacenamiento, capacidad y estado64
Cuadro 21.	Información técnica de los tanques de almacenamiento urbanos ..65
Cuadro 22.	Inventario del sistema de distribución.....67
Cuadro 23.	Puntos de toma de muestras en la red de distribución67
Cuadro 25.	Frecuencia de las actividades de mantenimiento en los componentes del sistema de acueducto de Taminango.....68
Cuadro 26.	Discriminación de red de alcantarillado municipio de Taminango ...69
Cuadro 27.	Discriminación de red de alcantarillado municipio de Taminango ..70
Cuadro 28.	Puntos de vertimiento Taminango- zona urbana71

Cuadro 29.	Caracterización de los residuos sólidos.....	72
Cuadro 30.	Producción mensual de residuos por tipo de usuario	73
Cuadro 31.	Recorrido de recolección y transporte	73
Cuadro 32.	Frecuencia del servicio	74
Cuadro 33.-	Límites del municipio	76
Cuadro 34.	Evolución demográfica – censos DANE y ratas de crecimiento, municipio de San Lorenzo	77
Cuadro 35.	Proyecciones de población urbana y rural servida con datos base DANE y usuarios	78
Cuadro 36.	Volúmenes de agua producida, suministrada, facturada estimada y pérdidas técnicas.....	79
Cuadro 37.	Indicadores actuales y proyectados de los servicios de acueducto y alcantarillado.....	81
Cuadro 38.	Evaluación capacidad instalada bocatomas	85
Cuadro 39.	Capacidad instalada de la línea de aducción	87
Cuadro 40.	Capacidad instalada de la línea de aducción	88
Cuadro 41.	Revisión de la capacidad hidráulica del desarenador La Chorrera.	90
Cuadro 42.	Línea de conducción municipio San Lorenzo	91
Cuadro 43.	Distribución tanques de almacenamiento, capacidad y estado	95
Cuadro 44.	Información técnica de tanque de almacenamiento urbano	96
Cuadro 45.	Inventario del sistema de distribución.....	97
Cuadro 47.	Frecuencia de las actividades de mantenimiento en los componentes del sistema de acueducto de San Lorenzo	98
Cuadro 48.	Puntos de vertimiento municipio de San Lorenzo.....	100
Cuadro 49.	Caracterización de los residuos sólidos.....	103
Cuadro 50.	Producción mensual de residuos por tipo de usuario	103
Cuadro 51.	Recorrido de recolección y transporte a corte del año 2005.....	105

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización del municipio de Taminango	33
Figura 2. Zona adyacente a la fuente de abastecimiento	44
Figura 3. Impacto por deslizamientos en el área de influencia de la microcuenca y conducción, fuente El Molino.....	46
Figura 4. Deterioro tercera bocatoma, fuente Peñas Lisas	48
Figura 5. Conducción El Molino.....	56
Figura 6. Detalle de la entrada y salida de agua del FGDí.....	59
Figura 7. Comparativo de la capacidad instalada por componentes de la PTAP y la utilizada y requerida proyectada.	63
Figura 9. Recorrido micro-rutas urbana, municipio de Taminango.....	74
Figura 10. Localización municipio de San Lorenzo	76
Figura 11. Localización de las bocatomas, q. La Chorrera y q. La Pajosa del acueducto de San Lorenzo.....	82
Figura 12. Estructura de captación menor, afluente q. La Chorrer.....	83
Figura 13. Cámara de quiebre, aducción fuente La Chorrera	86
Figura 14. Cámara de quiebre, conducción fuente La Chorrera y aducción fuente La Pajosa.....	88
Figura 15. Puntos de vertimiento sistema de alcantarillado	101
Figura 16. Planta general – alcantarillado San Lorenzo	102
Figura 17. Macro-ruta 1 municipio de San Lorenzo	104
Figura 18. Macro-ruta 2 municipio de San Lorenzo	104

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Actividades desarrolladas en las visitas de los municipios	119
Anexo 2. Chequeo hidráulico de la conducción línea principal acueducto regional de Taminango (fuente El Molino).	120
Anexo 4. Chequeo línea de aducción la pajosa	122
Anexo 5. Chequeo línea de conducción tramo I para el caudal de 5,2 l/s	123
Anexo 6. Chequeo línea de conducción tramo II para el caudal de 10,18 l/s ..	123
Anexo 7. Aforo de caudal en tanque de almacenamiento municipio de San Lorenzo	124
Anexo 8. Dosificación de hipoclorito de calcio Taminango	124
Anexo 9. Dosificación de hipoclorito de sodio San Lorenzo.....	125
Anexo 10. Simulación red de acueducto municipio de San Lorenzo escenario actual	127
Anexo 11. Resultados de presión simulación con EPANET volumen requerido (condiciones actuales a la hora de mínimo consumo).	131
Anexo 12. Resultados de presión simulación con EPANET volumen requerido (condiciones actuales a la hora de máximo consumo)	132
Anexo 13. Ficha resumen del sistema de acueducto de Taminango.....	133
Anexo 14. Ficha resumen del sistema de acueducto de San Lorenzo	135
Anexo 15. Esquema sistema de Acueducto de Taminango.....	137

GLOSARIO

ACUEDUCTO: Conducto artificial para conducir agua, especialmente para el abastecimiento de una población.

ALCANTARILLADO: Al sistema de estructuras y tuberías usados para el transporte de aguas residuales o servidas, desde el lugar que se generan hasta el sitio en que se vierten al cauce o se tratan.

CAMARA DE QUIEBRE: Estas cámaras tienen por objeto reducir la presión aguas abajo de las mismas hasta el valor de la presión atmosférica, con el fin de limitar las presiones en las instalaciones localizadas aguas abajo.

CAMARA DE RECOLECCION: Estas cámaras tienen por objeto tomar caudal directamente de la fuente en este caso superficial y también de recolectar caudal de varias fuentes las cuales confluyen en ella.

CAUDAL: Cantidad de fluido que pasa en una unidad de tiempo.

CAUDAL MÁXIMO DIARIO: Corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un periodo de un año.

CAUDAL MÁXIMO HORARIO: Corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un periodo de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio.

CAUDAL MEDIO DIARIO: Corresponde al caudal promedio de los consumos diarios en un periodo de un año teniendo en cuenta la dotación bruta asignada.

CINARA: Instituto de Investigación y Desarrollo en Abastecimiento de Agua, Saneamiento Ambiental y Conservación del Recurso Hídrico.

COLECTORES: Son tuberías que se sitúan enterradas en las vías públicas, transportan las aguas servidas hasta su destino final.

COMITÉ DIRECTIVO PDA: Instancia de coordinación sectorial a nivel departamental.

CONCESIONES DE AGUA: Permiso que otorga la autoridad ambiental para el uso y aprovechamiento del recurso hídrico ya sea que se capte de fuentes superficiales como ríos, quebradas, arroyos, nacimientos, acequias, etc. Bien sea para uso doméstico colectivo o individual, agrícola, pecuario, riego, recreativo, industrial y generación de energía, entre otros.

CONTRATO DE CONSULTORÍA: Son contratos que celebren las entidades estatales referidos a los estudios necesarios para la ejecución de proyectos de inversión, estudios de diagnóstico, prefactibilidad o factibilidad para programas o

proyectos específicos, así como a las asesorías técnicas de coordinación, control y supervisión.

CUENCA HIDROGRÁFICA: Es el área de escurrimiento del agua lluvia hacia un río o punto determinado.

DESARENADOR: Estructura hidráulica que tiene como función remover las partículas de cierto tamaño que la captación de una fuente superficial permite pasar.

DOTACIÓN BRUTA: Es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante considerando para su cálculo el porcentaje de pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto.

DOTACIÓN NETA: Corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto.

EMAS: Empresa Metropolitana de Aseo de Pasto, es una empresa prestadora del servicio público de aseo en el ámbito regional, que promueve y ejecuta dentro de sus competencias la Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

EOT: Esquema de Ordenamiento Territorial, documento de un proceso planificado y una política de Gobierno Nacional, en donde se plantea el análisis de la estructura territorial, para organizar y administrar en forma adecuada y racional la ocupación y uso del territorio, así como el desarrollo físico espacial en un todo armónico con las condiciones naturales.

FILTRACIÓN: Operación unitaria encargada de la separación de sólido de un líquido, es decir eliminar las partículas no disueltas, o separa una mezcla de sólidos insolubles y líquidos formados en un proceso.

FILTROS GRUESOS ASCENDENTE: Consiste en un compartimiento principal donde se ubica un lecho filtrante de grava el cual disminuye de tamaño con la dirección del flujo.

FILTROS GRUESOS DINÁMICOS: Estructura hidráulica que incluye una capa delgada de grava fina en la parte superior y otra grava más gruesa en contacto con sistema de drenaje en el fondo.

FILTROS LENTOS EN ARENA: Consiste en un conjunto de procesos físicos y biológicos que destruye los microorganismos patógenos del agua. Ello constituye una tecnología limpia que purifica el agua sin crear una fuente adicional de contaminación para el ambiente.

GESTOR PDA: Líder de la implementación del PDA a nivel Departamental y coordinador de los esfuerzos municipales dirigidos a garantizar la adecuada prestación de los servicios públicos domiciliarios, así como de los demás participantes del PDA.

HIDRANTE: Elemento conectado a la red de distribución que permite la conexión de mangueras especiales utilizadas en la extinción de incendios.

IRABA: Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano, Se calcula Índice de riesgo por distribución en el municipio (redes, pilas, carro tanques, otros medios).

ÍNDICE DE RIESGO DE CALIDAD DE AGUA IRCA: Parámetro que se utiliza para determinar el riesgo del agua potable y depende de parámetros fisicoquímicos y biológicos de esta.

INYECTOR DE CLORO: Diseñados para cumplir dos funciones fundamentales, la generación de vacío de operación y la formación de la solución clorada a partir de la mezcla de cloro gas y agua.

LÍNEA DE ADUCCIÓN: Es el tramo de tubería destinado a conducir los caudales desde la obra de captación hasta el desarenador o planta de tratamiento, transporta agua cruda.

LÍNEA DE CONDUCCIÓN: Tramo de tubería destinado a conducir el agua desde el almacenamiento o la planta de tratamiento hasta la red de distribución.

MACROMEDIDOR: Es un medidor instalado en uno o varios de los diferentes componentes del sistema de acueducto: captación, a la entrada y salida de las plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, en tanques de almacenamiento, en sectores geográficos estratégicos de un sistema de distribución, entre otros.

MÉTODO GEOMÉTRICO: Este método se utiliza para niveles de complejidad bajo, medio y medio alto, para poblaciones de actividad económica importante, el crecimiento es geométrico si el aumento de población es proporcional al tamaño.

MICROCUENCA HIDROGRÁFICA: Formada por un pequeño río o riachuelo tributario de una subcuenca, es la unidad mínima de planificación dentro de una cuenca, debido a su pequeña extensión territorial.

MICROMEDIDOR: Es un dispositivo mecánico que conectado a la acometida de acueducto permite determinar el volumen de agua que ingresa a las viviendas.

OPERADOR O PERSONA PRESTADORA: Persona jurídica con experiencia en la dirección, desarrollo y prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y/o aseo en los términos de la Ley 142 de 1994.

PLAN DE CONTINGENCIA: Dicho plan contiene las medidas técnicas, humanas y organizativas necesarias para garantizar la continuidad de un negocio y las operaciones de una compañía.

PLAN DE DESARROLLO: Los planes de desarrollo son una importante herramienta de programación, porque establecen una guía orientadora para las acciones de los gobernantes y habitantes de un territorio.

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS - PGIRS: Define los lineamientos para la gestión integral de los residuos sólidos del Municipio, establece los programas y estrategias de intervención que deben guiar la intervención de las entidades públicas y privadas generadoras de residuos, las

autoridades ambientales, las dependencias de la Administración central, los operadores de aseo y los ciudadanos en su conjunto.

PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS - PSMV: Es el conjunto de programas, proyectos y actividades, con sus respectivos cronogramas e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, los cuales deberán estar articulados con los objetivos y las metas de calidad y uso que defina la autoridad ambiental competente para la corriente, tramo o cuerpo de agua. El PSMV será aprobado por la autoridad ambiental competente.

PLAN DE USO EFICIENTE Y AHORRO DE AGUA – PUEAA: Conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico.

PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUA – PDA: Conjunto de estrategias de planeación y coordinación interinstitucional, formuladas y ejecutadas con el objeto de lograr la armonización integral de los recursos, y la implementación de esquemas eficientes y sostenibles en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de agua potable y saneamiento.

PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO: Se han constituido como instrumentos fundamentales de planificación del territorio de los municipios permitiendo definir y prever las necesidades generadas por el crecimiento de la población y el desarrollo de actividades económicas, a la vez, darle a las administraciones municipales un marco para lograr su financiamiento y aumentar la cobertura y la calidad de los servicios de acueducto y saneamiento básico.

PLANTA DE TRATAMIENTO FIME: Consiste en la combinación de procesos de filtración gruesa en grava y filtros lentos de arena. Esta tecnología debe estar precedida de un detallado proceso de análisis técnico, social y de las capacidades locales de construcción y operación de la planta. En particular, constituye un factor crítico la disponibilidad de asistencia técnica a corto y mediano plazo.

PERDIDAS: Las pérdidas técnicas corresponden a la diferencia entre el volumen de agua tratada y medida a la salida de la(s) planta(s) potabilizadora(s) y el volumen entregado a la población medido en las acometidas domiciliarias del municipio.

POZO SÉPTICO: Entiéndase por tanques o pozos sépticos, las unidades construidas en zonas carentes de red de alcantarillado, con el objeto de permitir la sedimentación de los sólidos contenidos en las aguas residuales y retener material flotante.

POZOS DE INSPECCIÓN: Son cámaras verticales que permiten el acceso a las alcantarillas y colectores, para facilitar su mantenimiento.

PUNTOS DE VERTIMIENTO: Descarga líquida hecha a un cuerpo de agua o a un alcantarillado.

RATA DE CRECIMIENTO: La tasa de variación se aplica normalmente para dos períodos subsiguientes, de denomina "tasa de variación anual" solamente si los períodos son dos años consecutivos. Para períodos más largos se utiliza la tasa de crecimiento (que será anual solo si los períodos considerados son años). Ambas tasas se expresan en porcentajes.

RED DE DISTRIBUCIÓN: Tienen como objeto hacer llegar el agua a cada punto de uso: Uso doméstico, uso industrial, uso de riego de parques y jardines, uso de limpieza varia, uso para incendios, etc.

RELLENO SANITARIO: Es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud o la seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de su clausura. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más estrecha posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen.

RESIDUOS SOLIDOS: Un residuo sólido se define como cualquier objeto o material de desecho que se produce tras la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo y que se abandona después de ser utilizado. Estos residuos sólidos son susceptibles o no de aprovechamiento o transformación para darle otra utilidad o uso directo.

SEDIMENTACIÓN: Consiste en dejar el agua de un contenedor en reposo, para que los sólidos que posee se separen y se dirijan al fondo. La mayor parte de las técnicas de sedimentación se fundamentan en la acción de la gravedad.

SISTEMA DE CAPTACIÓN: Componente destinado para captar o extraer una determinada cantidad de agua de una fuente.

SISTEMA DE CLORACIÓN: El sistema de cloración es el encargado de suministrar el desinfectante necesario que permite la eliminación o destrucción de los organismos patógenos presentes en el agua.

SUBCUENCA HIDROGRÁFICA: Está constituida por varios ríos tributarios que van a dar a un cauce principal, formando una unidad territorial de menor superficie que la cuenca.

SUMIDEROS: Son las estructuras destinadas a recolectar el agua de escorrentía por efecto de las lluvias.

TANQUE DE ALMACENAMIENTO: Componente destinado a almacenar un determinado volumen de agua para cubrir los picos y la demanda contra incendio.

VALVULAS VENTOSAS: En los puntos altos de la línea de aducción o conducción operando a presión deben colocarse ventosas con el fin de facilitar la

salida del aire que eventualmente se acumula en la conducción durante su funcionamiento o cuando se proceda a su llenado.

VERTEDERO: Estructura hidráulica destinada a permitir el pase, libre o controlada, de agua en los escurrimientos que suministran caudal a los sistemas.

INTRODUCCIÓN

La calidad de vida de las personas la afectan muchos factores, de los cuales la salud es uno de los fundamentales, permitiendo el bienestar y tranquilidad de las personas, la buena calidad de agua potable es fundamental, debido a que evita la adquisición y proliferación de muchas enfermedades para una comunidad, contar con un manejo adecuado y disposición final de los residuos sólidos es sinónimo de cultura, de aseo, de higiene, por eso es indispensable que cada municipio cuente con un programa adecuado para la manipulación de estos residuos, de lo contrario se genera problemas en el medio ambiente.

Por parte del Gobierno Nacional, se han venido elaborando y gestionando una serie de políticas para brindar un fortalecimiento al sector de los servicios públicos domiciliarios referentes a acueducto, alcantarillado y aseo; esto ha orientado a implementar un conjunto de estructuras operativas tales como los denominados “Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los servicios de Agua y Saneamiento - PDA”, elaborado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible con el fin de mitigar impacto a recursos y mejorar servicio.

Los Planes Departamentales de Aguas (PDA) son un conjunto de estrategias interinstitucionales que sirven como base para la planificación, armonización integral de los recursos e implementación de esquemas eficientes y sostenibles para la prestación de los servicios públicos domiciliario de agua potable y saneamiento básico. Los PDA están constituidos por dos fases, en la primera fase en resumen se realiza gestiones para la vinculación de los municipios de un Departamento en mención, además de dar inicio al PDA. La segunda fase se implementa las estructuras operativas y sistemas de manejo de recursos con el fin de alcanzar las metas del PDA; actualmente el Departamento de Nariño se está implementando la Fase II del PDA.

El PDA, está conformado por estructuras operativas así; Comité Directivo, la Gerencia Asesora, el Gestor, el FIA (Fondo de Inversiones del Agua), entre otros, por lo anterior, una de las estructuras operativas que se implementó a principios del año 2011 al PDA del Departamento de Nariño es la Gerencia Asesora a cargo del Consorcio TZ – SANEAR.

De acuerdo con lo anterior, la Gerencia Asesora dentro de sus funciones tiene, como primera instancia el asesoramiento para el aseguramiento de la prestación

eficiente de servicios públicos en los municipios vinculados o que se integren al PDA del departamento, como segunda instancia el Fortalecimiento al Gestor (Subsecretaría de Economía Regional y Agua Potable PDA), pero esta segunda etapa o fase no compete al presente trabajo de grado.

Este asesoramiento para la prestación de los servicios públicos, se compone de tres fases, primero de diagnóstico y pre-factibilidad, segundo de fortalecimiento a las empresas prestadoras y tercera de asistencia técnica y seguimiento; en este proyecto de grado se llevó a cabo con la ejecución de la primera fase la cual profundizando un poco más tiene por objetivo, el desarrollo del diagnóstico y pre-factibilidad a las personas prestadoras de acueducto, alcantarillado y aseo, por medio de recolección de información, análisis de la información y la realización del diagnóstico de la prestación actual de los servicios públicos.

Para este Proyecto de Grado, en particular se inspecciono los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo que operan en los cascos urbanos de los municipios de Taminango y San Lorenzo, proporcionando el conocimiento adquirido y el apoyo técnico necesario para el desarrollo de los diagnósticos técnico operativo para posteriormente poder identificar las necesidades más apremiantes y problemas que se presenten en los sistemas, planteando alternativas de solución que permitan que estos sean eficientes y efectivos.

TEMA

TITULO

APOYO TECNICO EN LA CONSULTORÍA PARA LA GERENCIA ASESORA DEL PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUA DE NARIÑO, PARA LOS MUNICIPIOS DE TAMINANGO Y SAN LORENZO.

MODALIDAD

El presente trabajo de grado corresponde a la modalidad de “**Pasantía Institucional**” con el Consorcio TZ-SANEAR contratista para el desarrollo de la consultoría de la Gerencia Asesora del Plan Departamental de Agua de Nariño.

ALCANCES Y DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

El plan departamental de agua para los municipios de Taminango y San Lorenzo es un proyecto de consultoría e infraestructura para la prestación eficiente de los servicios públicos como acueducto, alcantarillado y aseo. Para cada municipio se realiza un análisis particular, debido a que cada sistema tiene sus propias condiciones de tratamiento y diferentes necesidades de demanda para las poblaciones servidas.

Para el desarrollo de las actividades dentro de la Gerencia Asesora se siguió una serie de procedimientos, para ello se recibió capacitación por parte del Consorcio TZ – SANEAR para llevar a cabo un desempeño óptimo en el apoyo técnico de los diagnósticos de los municipios y corregimiento objeto del proyecto.

Se tienen en cuenta las siguientes actividades generales: recolección de la información de cada municipio, visita a los municipios para realizar el trabajo de campo, análisis de la información recolectada, diagnóstico producto del estudio de acueducto, alcantarillado y aseo.

Se resume a continuación las actividades realizadas en cada uno de los sistemas visitados.

A) En los sistemas de acueducto visitados, las actividades realizadas fueron, levantamientos generales de las estructuras y aforos donde fue posible. Los levantamientos se realizaron en las siguientes estructuras: bocatomas, desarenadores, plantas de tratamiento, sistema de cloración, tanques de almacenamiento y cámaras de distribución o cámaras de quiebre; la información

recolectada en campo sirvió para realizar chequeos hidráulicos de cada una de los componentes existentes y determinar capacidades del sistema de estos municipios.

B) En el sistema de alcantarillado se tuvo en cuenta estructuras tales como: pozos, cámaras, sumideros, colectores, redes secundarias, emisarios finales y puntos de vertimiento.

C) En el sistema de aseo se verificó la recolección, barrido y limpieza de residuos sólidos y disposición final, para los municipios objeto del estudio.

Luego de finalizar la visita técnica a los municipios de Taminango y San Lorenzo se procedió a trabajar interdisciplinariamente con el personal técnico dentro del Consorcio TZ-SANEAR. Posteriormente, de acuerdo con los lineamientos ya preestablecidos y con los conocimientos adquiridos se ejecutó el apoyo técnico a los diagnósticos técnicos operativos.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. Los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo de los municipios de Taminango y San Lorenzo, necesitan la evaluación por medio de un estudio detallado de sus estructuras y capacidades, obteniéndose un diagnóstico para mirar si es necesario realizar una rehabilitación a la estructura, un nuevo diseño o una ampliación según su necesidad, para así poder implementar una operación y un mantenimiento adecuado.

Debido a que las estructuras tienen muchos años de haber sido construidas y que no han tenido un mantenimiento adecuado presentan gran deterioro, reflejando fisuras, grietas, humedad, fugas. Una de las razones por la cual se está viendo afectada la prestación eficiente de los servicios, disminuyendo sustancialmente la calidad de vida de la población debido a la mala calidad del agua suministrada, por lo cual es conveniente realizar los estudios, análisis y diagnósticos pertinentes de acuerdo con las necesidades de cada municipio.

El Informe de Gestión del Programa de Calidad de Agua correspondiente al año 2011 por el Instituto Departamental de Salud de Nariño, presenta que tan solo un 57% de las cabeceras municipales contaron con suministro de agua apta para consumo humano (“sin riesgo” para consumo humano), esto deja en evidencia que un 43% suministran agua no apta para consumo humano “con riesgo”¹. Frente a esto hay una problemática con la deficiente operación de los sistemas de potabilización de las cabeceras municipales.

Los reportes de análisis de agua realizados por el Instituto Departamental de Salud para el municipio de Taminango para el año 2011, da como resultado un IRCA (Índice de Riesgo de Calidad de Agua) un valor de 16,9% indicador de un nivel de riesgo medio², dando como resultado que el agua suministrada no es apta para consumo humano y debe realizar una gestión directa de la empresa prestadora.

Debido a lo mencionado anteriormente es importante para la Gerencia Asesora del PDA de Nariño, identificar las debilidades y amenazas de cada sistema por medio

¹“Informe de Gestión del Programa de Calidad de Agua (2011)”, Instituto Departamental de Salud de Nariño
IDSN

²“ Informe de Gestión del Programa de Calidad de Agua (2011)”, Instituto Departamental de Salud de Nariño
IDSN

de la elaboración de los diagnósticos, para que posteriormente se pueda brindar el fortalecimiento y asesoría a las empresas prestadoras de servicios públicos para medidas correctivas pertinentes, mejorar y optimizar las posibles debilidades en cuanto a calidad, continuidad y cantidad. También establecer posibles ampliaciones de los sistemas una vez la capacidad hidráulica no sea suficiente.

El Consorcio TZ – SANEAR, por la idoneidad y debido a la capacidad académica de los estudiantes del Programa de Ingeniería Civil, buscó el apoyo técnico brindado por parte del estudiante, por medio de un convenio entre ellos y la Universidad de Nariño, todo esto para adelantar acciones encaminadas al fortalecimiento modernización y/o transformación empresarial e institucional a nivel departamental en el sector de agua y saneamiento básico.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA ¿Cómo se puede implementar la prestación eficiente de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo para los municipios Taminango y San Lorenzo?

La ejecución de este proyecto estuvo encaminado a que cada uno de los prestadores de servicios en Taminango y San Lorenzo tengan una asesoría para el control operativo, de manera integral y eficiente en cada uno de los sistemas de saneamiento básico, para ello fue necesario realizar la visita técnica con el fin de conocer las insuficiencias, dificultades presentadas e intereses de cada uno de los municipios, que conlleve a determinar detenidamente alternativas de solución, que garanticen y satisfagan de manera óptima dichos requerimientos.

Después de la finalización del proceso de diagnósticos, se realizó un resumen a través de cuadros que dieran a conocer los problemas encontrados en cada uno de los componentes para constituir su posible solución. Todo este proceso a futuro desencadenara de manera positiva en la realización de proyectos encaminados a optimizar los sistemas de acueducto y alcantarillado de los municipios que se suscriben al PDA de Nariño.

Para concluir se hace algunas recomendaciones a fin de establecer acciones correctivas de las posibles debilidades encontradas en las personas prestadoras de los servicios públicos de Taminango y San Lorenzo, además, se implementara procesos para fortalecer a estas empresas en la prestación de un mejor servicio a los municipios.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL. Contribuir con un apoyo en el área técnica del diagnóstico de la infraestructura que presenta cada municipio en lo correspondiente a acueducto alcantarillado y aseo, en los municipios de Taminango y San Lorenzo que realiza la gerencia asesora del plan departamental de agua de Nariño durante el tiempo de duración de la pasantía.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Inspeccionar la infraestructura con que cuenta cada municipio en lo que se refiere a acueducto, alcantarillado, saneamiento básico. Y realizar su respectivo diagnóstico.
- Evaluar las plantas de tratamiento de agua potable en cada municipio.
- Evaluar dentro de los lineamientos y responsabilidades adquiridas por parte de La Gerencia Asesora los elementos de aducción, conducción y redes de los sistemas de acueducto y alcantarillado, en sus componentes físicos e hidráulicos usando hoja de cálculo y software Epanet.
- Revisar el estado y operación de la prestación del servicio de aseo de los municipios antes mencionados.
- Certificar que los diseños, construcción y operación cumplan los requisitos según el Reglamento Técnico Normativo del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000.

JUSTIFICACIÓN

El Departamento de Nariño estableció dentro de su Plan de Desarrollo “Adelante Nariño” el subprograma conservación, protección y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, prioridad agua, en el que se contempla como objetivo específico de la política pública departamental, el incremento de cobertura de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y saneamiento básico a partir de la formulación del Plan Departamental de Agua, con un enfoque de manejo sostenible e integral del recurso hídrico³.

La Gerencia Asesora del PDA desarrollada por El Consorcio TZ – SANEAR será la responsable del apoyo y la asistencia técnica de cada uno de los prestadores de servicios públicos, que en este caso, serían los municipios de Taminango y San Lorenzo al recibir el consolidado por medio de los diagnósticos de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, puedan tomar las medidas necesarias, si es el caso, con el fin de mejorar cada uno de estos sistemas encaminados al bienestar de la población.

La ejecución de este proyecto contribuirá notablemente y directamente a la operación de las empresas prestadoras de servicios públicos, como también a sus comunidades porque obtendrán un servicio de acueducto alcantarillado y aseo digno, mejorando la calidad de vida y el progreso de la región. También ayudará en la generación de empleo en el Departamento de Nariño, colaborando directamente a muchas familias nariñenses que se beneficiaran con un trabajo estable y remunerado dentro de la obra.

El consumo de agua potable es de vital importancia para la salud de las personas ya que de lo contrario se ve reflejado con enfermedades que afecten a la comunidad. Con este proyecto se aumentará la calidad de vida de cada municipio ya que es de gran importancia que tengan la prestación de servicios públicos de buena calidad en acueducto, alcantarillado y aseo.

Por último, con esta pasantía se busca aportar por medio de un apoyo técnico en la ejecución de este proyecto, desarrollando actividades relacionadas al área de las aguas y saneamiento básico parte importante en el campo de la ingeniería civil. De igual manera, adquirir conocimientos y experiencia en este tipo de Proyectos.

³ Manual Operativo Plan Departamental de Agua – Departamento de Nariño 2010

1. METODOLOGIA

En el trabajo de grado se tuvo la posibilidad de desarrollar la primera Fase de las obligaciones de la Gerencia Asesora del PDA Nariño; la cual se refiere al aseguramiento para la prestación eficiente de servicios públicos en los municipios vinculados al PDA del departamento.

Para la realización final de cada diagnóstico fue otorgada por la Coordinación Técnica del consorcio TZ-SANEAR la estructuración necesaria de este informe así como la documentación, los formatos, los lineamientos básicos en la valoración de los sistemas para cada municipio. A continuación se sintetiza de una forma general la implementación del método para el desarrollo de cada informe.

1.1 FASE I

Recolección de la información existente. La información requerida para la elaboración del diagnóstico se obtuvo tanto de fuentes primarias como secundarias, a saber:

Fuentes primarias: Verificación del estado de la infraestructura, revisión de las condiciones de operación del sistema, evaluación de las condiciones de mantenimiento, mediante entrevistas con funcionarios de la empresa, mediciones, chequeos, registros, etc.

Fuentes secundarias: Información que se obtuvo de las empresas de servicios públicos, documentos tales como. El Esquema de Ordenamiento Territorial – EOT, suscriptores, Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua - PUEAA, Manual de Operación de la Planta de Tratamiento, Plan de Contingencia, Planos de la Infraestructura de Acueducto (Planta FIME y Red de Distribución), Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS, Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos-PSMV, Red de Alcantarillado).

Información: datos estadísticos reportados por el DANE, documentación de Trámite de Concesión de Aguas, Sitio Oficial (página web) del Municipio, Informe de Gestión Vigilancia de la Calidad de Agua para Consumo Humano – Año 2011, realizado por el Instituto Departamental de Salud de Nariño, Caracterización Ambiental de Nariño (CORPONARIÑO), Plan Departamental de Aguas y

Saneamiento Básico, CORPONARIÑO julio de 2010, Plan General Estratégico de Inversiones – 2011, Plan Operativo de Inversiones, POAI 2012.

1.2 FASE II

Visita técnica de campo, en la cual se inspeccionaron cada uno de los componentes y estructuras del sistema de acueducto urbano.

Visitas a los municipios para trabajo de campo. Previamente a la visita de campo se realizó una capacitación al personal para efectuar los levantamientos de los sistemas, por medio del apoyo de formatos que se debían ser diligenciados para cada estructura. Luego se procedió a informar a los municipios, sobre la visita y los documentos requeridos, mediante un oficio y las listas de chequeos de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo. Además se solicitó el acompañamiento al personal que opera y conoce el sistema para ejecutar el recorrido y proceder al levantamiento de todos los elementos a partir de bocatomas, verificación de diámetros de tuberías de aducción y conducción con sus respectivas válvulas de purga y ventosas, desarenadores y plantas de tratamiento.

1.3 FASE III

Presentación del diagnóstico. En la elaboración de los diagnósticos están contemplados los siguientes componentes:

- Generalidades de los municipios
- Dinámica demográfica y tendencias
- Indicadores de los servicios de Acueducto y Alcantarillado

Diagnóstico técnico del acueducto

- Control de calidad de agua de consumo en red
- Aspectos de operación y mantenimiento del sistema de acueducto

Diagnóstico técnico del alcantarillado

- Componentes del sistema
- Caracterización de aguas residuales
- Puntos de vertimiento
- Sistema de tratamiento de aguas residuales
- Aspectos de operación y mantenimiento

Diagnóstico técnico de aseo

- Caracterización y producción de residuos sólidos
- Rutas y frecuencia de recolección
- Recolección, transporte y disposición de residuos sólidos
- Relleno sanitario

2. DIAGNOSTICO TÉCNICO OPERATIVO DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO – MUNICIPIO DE TAMINANGO

2.1 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO

2.1.1 Ubicación y localización. El Municipio de Taminango, se encuentra localizado al extremo norte del Departamento de Nariño, sobre una derivación de la Cordillera Central que forman las serranías de El Páramo Alto, Don Diego y Majuando.⁴

Sobresalen características geomorfológicas como los picos del Curiquingue, Mandural y Majuando, constituyendo parte del nudo de los pastos y las vertientes de los Ríos: Patía, Mayo y Juanambú.⁵ El municipio de Taminango limita al norte con el Departamento del Cauca (Municipio de Mercaderes) y el Municipio del Rosario, por el sur con los municipios de Chachaguí y el Tambo, por el oriente con el municipio de San Lorenzo y por el occidente con los municipios de El Peñol, Policarpa y El Rosario⁶.

Taminango, se encuentra localizado entre las siguientes coordenadas geográficas: Latitud: 1° 30' 00" N, 1° 41' 05" N; Longitud: 77° 14' 35" W Cerro Chiquito, límites con San Lorenzo, 77° 22' 58" W.⁷(Figura 1).

Figura 1. Localización del municipio de Taminango



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Taminango>

⁴ <http://www.taminango-narino.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mlxx-1-&m=f#indicadores>

⁵ <http://www.taminango-narino.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mlxx-1-&m=f#indicadores>

⁶ <http://www.taminango-narino.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mlxx-1-&m=f#indicadores>

⁷ Esquema de Ordenamiento Territorial – EOT - Municipio de Taminango – Nariño - 2006-2015

2.2 DINÁMICA DEMOGRÁFICA Y TENDENCIAS

2.2.1 Evolución demográfica. Para la presente evaluación, se procedió a analizar la población del casco urbano del municipio de Taminango y la población del sector rural perteneciente a veinte veredas que se abastecen del acueducto urbano, reseñando que el agua suministrada a la parte rural no es sometida a tratamiento en la planta de potabilización de dicho acueducto.

Con base en la información reportada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), de los censos realizados en los años de 1993, 2005 y último año de proyección, de estudios postcensales año 2020, se calcularon las ratas de crecimiento por los métodos exponencial, y geométrico para la población de la cabecera, obteniéndose tasas que varían entre 1,9 y 3,2% aproximadamente, información que se consigna en el siguiente cuadro y que sirve para el análisis frente a la tasa de crecimiento definida por el DANE para el departamento de Nariño.⁸(Cuadro 1).

Cuadro 1. Evolución demográfica – censos DANE y ratas de crecimiento, municipio de Taminango.

AÑO	CENSO DANE			RATAS DE CRECIMIENTO CABECERA URBANA		RATAS DE CRECIMIENTO SECTOR RURAL	
	POBLACIÓN			RATA DE CRECIMIENTO	RATA DE CRECIMIENTO	RATA DE CRECIMIENTO	RATA DE CRECIMIENTO
	CABECERA	RESTO	TOTAL				
1993	2.884	12.256	15.140	1,84%	1,9%	0,96%	1,9%
2005	3.597	13.757	17.354	3,1%	3,2%	1,25%	1,3%
Proyección año 2020	5.756	16.582	22.338	2,56%	2,59%	1,12%	1,13%

Teniendo en cuenta que parte de la población del sector rural (20 veredas) es abastecida por el acueducto urbano⁹, el diagnóstico considera la dinámica en el crecimiento de esta población dada la incidencia de la demanda de agua en la capacidad productiva e instalada del sistema de acueducto a nivel de los componentes de captación, aducción, desarenador y conducción de agua cruda. En este contexto, la proyección de la población rural servida se hará con base en

⁸ Boletín Censo General , Perfil Taminango Nariño. Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE.

⁹ Empresa de Servicios Públicos de Taminango, EMPOTAM E.S.P.

la tasa de crecimiento determinada por el DANE correspondiente al 1,13%, obtenida de la proyección poblacional realizada hasta el año 2020.¹⁰

Es pertinente para el análisis determinar el número de habitantes por vivienda para los dos sectores, para lo cual se retoma la información del DANE, con el fin de establecer la población a partir de las variables de densidad y suscriptores.¹¹

En el cuadro siguiente, se discriminan en función del número de viviendas y del número de hogares con que cuenta el municipio, las personas por cada una de las variables especificadas. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Personas por vivienda y por hogar, censo DANE 2005

No. DE VIVIENDAS		No. DE PERSONAS		PERSONAS POR VIVIENDA	
CABECERA	RESTO	CABECERA	RESTO	CABECERA	RESTO
824	3.495	3.597	13.757	4,37	3,94
HOGARES		No. DE PERSONAS		PERSONAS POR HOGAR	
913	3.333	3.597	13.757	3,94	4,13

La población rural beneficiaria del servicio de acueducto, dependiente del sistema urbano, se concentra en veinte veredas, tal como se detalla en el cuadro siguiente, con datos de población obtenidos a partir del número de usuarios o suscriptores reportados por EMPOTAM E.S.P con corte a 31 de octubre de 2011 y el número de personas por vivienda determinado para el sector rural en 3,94 Hab/viv., de los datos censales de 2005.¹² (Cuadro 3).

¹⁰ Boletín Censo General 2005, Perfil Taminango Nariño. Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE

¹¹ Boletín Censo General 2005, Perfil Taminango Nariño. Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE

¹² Empresa de Servicios Públicos de Taminango, EMPOTAM E.S.P.

Cuadro 3. Veredas atendidas por el acueducto regional

VEREDAS	No DE USUARIOS	POBLACION SERVIDA POR VEREDA (hab.)
Granada	260	1024
Tablon	194	764
Manzano	173	682
La Concordia	121	477
Taminanguito	182	717
Bellavista	39	154
Paso Feo	50	197
San Isidro	74	292
El Diviso	61	240
Viento Libre	45	177
Lecheral	27	106
Panoya	27	106
Guayacanal	35	138
Papayal	51	201
San Francisco	25	99
Mamajuana	15	59
Mejico	25	99
Pedregal	16	63
El Paramo	19	75
Charcohondo	21	83
TOTAL	1460	5752

Fuentes: EMPOTAM E.S.P y este estudio – Año 2011

Tasa de crecimiento poblacional

Para realizar el análisis del comportamiento de las tasas de crecimiento, se tienen en cuenta los censos históricos del DANE para los años 1985, 1993 y 2005, datos a partir de los cuales se calcularon las ratas de crecimiento, encontrándose similitud en los resultados 1,10% y 1,11%, obtenidos de aplicar los métodos geométrico y exponencial respectivamente, sin embargo, la tasa determinada por el DANE en los estudios postcensales “Proyecciones Nacionales y Departamentales de Población (2005 -2020)” realizados en el año 2010, para la proyección del crecimiento poblacional referida al municipio de Taminango, en la que se incluyen los datos censales de los años 1993, 2005 y proyecciones al 2020, es de 2,59%, tasa que se adopta para este estudio por corresponder a información oficial.¹³

¹³ “Proyecciones Nacionales y Departamentales de Población (2005 -2020)”, DANE.; Censos históricos del DANE para los años 1985, 1993 y 2005.

2.2.1.1 Proyecciones de población urbana y rural servida del municipio. Las proyecciones de población a partir del 2020 se realizaron con la tasa media de crecimiento poblacional definida por el DANE de 2,59%, según lo anotado en el ítem anterior y para los años 2005 a 2020 la información de población corresponde a los datos registrados en los estudios postcensales antes referidos. La tasa de crecimiento adoptada para el sector rural se definió en la misma forma que para la cabecera y corresponde a 1,13%, con la cual se estima la población en el horizonte del proyecto a partir de los usuarios del servicio al 2011 y la densidad ocupacional por vivienda DANE 2005.

Los resultados de la proyección de la población urbana se consignan en el siguiente cuadro. (Cuadro 4).

Cuadro 4. Proyecciones de población urbana y rural servida con datos base DANE y usuarios

PROYECCIÓN POBLACION - CABECERA MUNICIPIO DE TAMINANGO, 2012 - 2037													
SECTOR	AÑO												
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
CABECERA (Hab.)	4.612	4.763	4.914	5.067	5.221	5.376	5.534	5.691	5.849	5.999	6.154	6.312	6.474
RURAL(Hab.)	5.744	5.818	5.894	5.971	6.048	6.127	6.207	6.287	6.369	6.452	6.536	6.621	6.707
SECTOR	AÑO												
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
CABECERA (Hab.)	6.641	6.812	6.987	7.167	7.351	7.541	7.735	7.934	8.138	8.348	8.563	8.783	9.010
RURAL(Hab.)	6.794	6.882	6.972	7.062	7.154	7.247	7.341	7.437	7.533	7.631	7.731	7.831	7.933

2.2.2 Asignación del nivel de complejidad. Una vez establecida la proyección de la población para el año horizonte del proyecto, se determina el nivel de complejidad, con base en lo establecido en la tabla A.3.1 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS 2000.¹⁴

Para el horizonte del proyecto, la población estimada es de 9.010 habitantes, que corresponde a un nivel de complejidad medio (2501 a 12500 hab.), tomando el periodo máximo de diseño de 25 años, según lo establece el artículo 2do. de la Resolución 2320 de 2009 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.¹⁵

¹⁴ Tabla A.3.1 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS 2000

¹⁵ Tabla A.3.1 RAS 2000; Artículo 2do. de la Resolución 2320 de 2009 Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

2.3 INDICADORES DE LOS SERVICIOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO

2.3.1 Producción, facturación y pérdidas en el acueducto urbano y acueducto rural El Acueducto del casco urbano del Municipio de Taminango que también abastece a 20 veredas, no cuenta con macromedición, por lo tanto, para calcular el agua producida en el sistema de acueducto del casco urbano y la vereda Charcohondo el equipo técnico de la Gerencia Asesora del PDA de Nariño, realizó mediciones de caudal en la planta de tratamiento más exactamente en el Filtro grueso Dinámico (FGDi), obteniendo un caudal 14,47 L /s. Para calcular el caudal de la parte rural se hizo un aforo en la caja distribuidora de caudales que se localiza cerca al casco urbano, en el cual se determinó un caudal de 27,5 L /s.

Las pérdidas del sistema se evaluaron bajo dos escenarios, el primero corresponde a la parte Urbana y el segundo a la zona rural, en cada uno se calculó las pérdidas estimadas y pérdidas reales. A continuación, se describe el procedimiento desarrollado.

El volumen suministrado para el Escenario I, se obtuvo considerando el consumo interno de la PTAP, para ello se adoptó unas pérdidas del 5%, acorde a los rangos establecidos por el RAS 2000, numeral B.2.5.2, que especifica el consumo interno atribuible a los gastos que se generan en el lavado de las estructuras o unidades de proceso para su correcto funcionamiento deben estar por el orden del 3% al 5% del Caudal Medio Diario.¹⁶ Para el Escenario II, se calcula considerando las pérdidas de los 5% generadas en la aducción, acorde a los rangos establecidos por el RAS 2000, numeral B.2.5.1.¹⁷

La Empresa Regional de Obras Sanitarias, EMPOTAM E.S.P., tiene instalados micromedidores a cada una de las viviendas del casco urbano y la vereda Charcohondo. De acuerdo con los registros para los meses de julio, agosto, septiembre, octubre de 2011 suministrados por la empresa se reporta un volumen promedio facturado de 16.283 m³/mes. En el siguiente cuadro, se estima el volumen facturado de agua de consumo por parte de la EMPOTAM E.S.P.¹⁸ (Cuadro 5).

¹⁶ Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS 2000, numeral B.2.5.2

¹⁷ Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS 2000, numeral B.2.5.1

¹⁸ Empresa de Servicios Públicos de Taminango, EMPOTAM E.S.P.

Cuadro 5. Reporte de volúmenes facturados de agua de consumo

VOLUMEN FACTURADO DE AGUA DE CONSUMO URBANO Y VEREDA CHARCOHONDO			
FECHA	VOLUMEN FACTURADO (m3)	N° USUARIOS	DOTACION EFECTIVA(L/hab.día)
01/07/2011	15.412	1.056	111
01/08/2011	15.983	1.056	115
01/09/2011	15.983	1.056	115
01/10/2011	17.755	1.058	128
PROMEDIO	16.283	1.057	118

Fuente: EMPOTAM E.S.P. 2011

Para el sector rural la empresa prestadora de servicio reportó un volumen promedio de 25.902 m³ /mes.¹⁹

En los dos escenarios se calcularon las pérdidas reales y las pérdidas estimadas. Las pérdidas reales se obtienen con los registros de volúmenes promedio de agua suministrada y facturada por la empresa EMPOTAM E.S.P. Las pérdidas estimadas se calculan a partir de la dotación neta, que corresponde al consumo máximo de un habitante para satisfacer las necesidades básicas de acuerdo al RAS (115 L/(hab.día)); con esta dotación se determina un volumen de agua facturado estimado.²⁰ A continuación se muestra los datos calculados. (Cuadro 6).

¹⁹ Empresa de Servicios Públicos de Taminango, EMPOTAM E.S.P.

²⁰ Artículo 1o. de la Resolución 2320 de 2009 Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial

Cuadro 6. Volúmenes de agua producida, suministrada, facturada y pérdidas técnicas

PERDIDAS CASCO URBANO - ESCENARIO I								
VARIABLES	PERDIDAS ESTIMADAS				PERDIDAS REALES			
	VOLUMENES DE AGUA (m ³)				VOLUMENES DE AGUA (m ³)			
	Q (L/s)	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	Q (L/s)	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL
VOLUMEN PRODUCIDO (m ³)	14,47	1.250	8.751	37.506	14,47	1.250	8.751	37.506
CONSUMO INTERNO (m ³) 5% Qmd	0,72	63	438	1.875	0,72	63	438	1.875
VOLUMEN SUMINISTRADO (m ³)	13,75	1.188	8.314	35.631	13,75	1.188	8.314	35.631
DOTACION NETA MAXIMA	115 (L/hab. día)				Dotación Neta Real (L/Hab.día)			118
POBLACION TOTAL SERVIDA 2011	4462 Habitantes				4462 Habitantes			
VOLUMEN FACTURADO ESTIMADO (m ³)		513	3.592	15.394	VOLUMEN FACTURADO MENSUAL SEGÚN (m ³)			16.283
PERDIDAS (%)	56,80				54,30			
PERDIDAS SECTOR RURAL - ESCENARIO II								
VARIABLES	PERDIDAS ESTIMADAS				PERDIDAS REALES			
	VOLUMENES DE AGUA (m ³)				VOLUMENES DE AGUA (m ³)			
	Q (L/s)	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	Q (L/s)	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL
VOLUMEN PRODUCIDO (m ³)	30,53	2.638	18.465	79.134	30,53	2.638	18.465	79.134
PERDIDAS POR CONDUCCIÓN 5%	1,53	132	923	3.957	1,53	132	923	3.957
VOLUMEN SUMINISTRADO (m ³)	29,00	2.506	17.541	75.177	29,00	2.506	17.541	75.177
DOTACION NETA MAXIMA	115 (L/hab. día)				Dotación Neta Real (L/Hab.día)			152
POBLACION TOTAL SERVIDA 2011	5.670 Habitantes				5670 Habitantes			
VOLUMEN FACTURADO ESTIMADO (m ³)		652	4.564	19.562	VOLUMEN FACTURADO MENSUAL SEGÚN (m ³)			25.902
PERDIDAS (%)	73,98				65,55			

Para el escenario I zona urbana, al realizar un comparativo entre las pérdidas reales del 54,30% y las pérdidas calculadas 56,80% se observa poca discrepancia en los datos, de esta forma se demuestra los bajos consumos de agua requeridos por los habitantes del casco urbano del Municipio de Taminango obteniéndose una dotación neta real de 118 (L/hab. día), muy cercana a la exigida por la normatividad igual 115 (L/hab. día), evidenciado dotaciones similares producto de la micromedición efectiva existente.²¹

En el escenario II, para la zona rural, se observa un panorama distinto, las perdidas obtenidas difieren en 8,43% siendo un valor alto, posiblemente por la ausencia de la micromedición efectiva.

Dado lo anterior, se concluye que las pérdidas obtenidas para los dos escenarios son altas, condición que obliga a formular e implementar en el corto plazo un

²¹ Artículo 1o. de la Resolución 2320 de 2009 Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial

programa de reducción de pérdidas, que permitiría mejorar el suministro y ejercer una menor presión hacia la fuentes abastecedora.

2.3.2 Dotaciones de agua del servicio de acueducto urbano. En concordancia con lo dispuesto en la Resolución 2320 del 27 de Noviembre del 2009, por la cual se modificó la Resolución 1096 del 2000, se tiene que para un nivel de complejidad medio y para poblaciones con clima frío o templado, entendiéndose por poblaciones con "Clima Frío o Templado" aquellas ubicadas a una altura superior a 1000 metros sobre el nivel del mar, la dotación neta máxima es:

Dotación neta máxima: 115 L/hab/día ((Tabla No 9, Resolución 2320 de 2009)
A partir de este valor, se calcula la Dotación Bruta, que se define como la cantidad máxima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante considerando para su cálculo el porcentaje de pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto

El porcentaje de pérdidas técnicas para determinar la dotación bruta no debe ser superior al exigido en la Resolución 2320 de 2009, el cual para un nivel de complejidad medio admite un porcentaje de pérdidas máximo del 25%.²²

Para el sistema de acueducto de la cabecera del municipio de Taminango, la dotación bruta máxima es de:

$$Dotación\ Bruta = \frac{Dotación\ Neta}{1 - \% \text{ de pérdidas}} = \frac{115\ L/(Hab.\ día)}{1 - 0,25} = 153,33\ L/(Hab.\ día)$$

Dotación bruta = 153,33 L/(hab.día)

Estos indicadores de Dotaciones son los exigidos por la norma que rige el sector de agua y saneamiento (RAS 2000), estos valores se tomaran para hacer nuestras proyecciones a partir del año 2013 por ser los valores máximos contemplados y admitidos en el sector; con la finalidad de plantear un mejoramiento en la operatividad de este sistema de acueducto.

²² Artículo 1o. de la Resolución 2320 de 2009 Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

2.3.3 Dotaciones y pérdidas del acueducto urbano y rural. La demanda real actual para la cabecera del municipio de Taminango corresponde 258,21 L/(hab.día) y la demanda actual zona rural es de 441,97 L/(hab.día), superior a lo establecido por el RAS 2000, infiriéndose a partir de estos datos, que la población en general refleja un consumo desmedido de agua generado probablemente por un uso irracional del recurso, por pérdidas y desperdicios, por la destinación a otros usos diferentes al de consumo humano, entre otros. En el cuadro que se muestra a continuación se registran las dotaciones y pérdidas para el acueducto urbano y rural para condiciones actuales y condiciones esperadas acordes a las exigencias normativas vigentes. (Cuadro 7).

Cuadro 7. Proyección de dotaciones y pérdidas de agua

CABECERA URBANA Y VEREDA CHARCOHONDO							
DESCRIPCION DEL INDICADOR	AÑOS						
	2011	2012	2016	2021	2026	2031	2037
Dotación Bruta (L/hab.día)	258,21	258,21	153	153	153	153	153
Dotación Neta (L/hab.día)	118	118	115	115	115	115	115
Indice de Agua no Contabilizada (%)	54,30%	54,30%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%
SECTOR RURAL							
DESCRIPCION DEL INDICADOR	AÑOS						
	2011	2012	2016	2021	2026	2031	2037
Dotación Bruta (L/hab.día)	441,97	441,97	153	153	153	153	153
Dotación Neta (L/hab.día)	152,3	152,28	115	115	115	115	115
Indice de Agua no Contabilizada (%)	65,55%	65,55%	25%	25%	25%	25%	25%

2.3.4 Factores de consumo máximo diario y horario. Se adoptaron los factores de consumo Máximo Diario (K_1) y máximo Horario (K_2) según parámetros del RAS 2000.²³

- Factor de Consumo Máximo Diario (K_1) = 1,30
- Factor de Consumo Máximo Horario (K_2) = 1,6

²³ TABLA B.2.5; B.2.6, Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS 2000

2.3.5 Resumen de indicadores de los servicios de acueducto y alcantarillado. Como resultado del análisis y proyecciones efectuadas, en el siguiente cuadro, se resumen los principales indicadores de los sistemas de acueducto y alcantarillado proyectados para el horizonte del proyecto, asumiendo que dichos indicadores mejorarán notoriamente en un periodo a corto plazo con la implementación de acciones procedentes para alcanzar un mejor nivel en la prestación del servicio tanto de acueducto como de alcantarillado, sustentado con las inversiones proyectadas y ejecutadas. (Cuadro 8).

Cuadro 9. Indicadores actuales y proyectados de los servicios de acueducto y alcantarillado.²⁴

DESCRIPCION DEL INDICADOR	AÑOS										
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2021	2026	2031	2037
Población Atendida Cabecera Urbana + vereda Charcohondo	4.462	4.612	4.763	4.914	5.067	5.221	5.376	5.999	6.812	7.735	9.010
Población Atendida Veredal	5.670	5.744	5.818	5.894	5.971	6.048	6.127	6.452	6.882	7.341	7.933
Población Total Servida	10.132	10.356	10.581	10.808	11.038	11.270	11.503	12.451	13.694	15.076	16.942
Usuarios Acueducto (Sector Urbano) + Charcohondo	1.057	1.084	1.112	1.141	1.171	1.201	1.232	1.365	1.551	1.763	2.003
Usuarios Acueducto (Sector Rural)	1.439	1.458	1.477	1.496	1.515	1.535	1.555	1.637	1.747	1.863	1.987
Cobertura Acueducto (Sector Urbano) (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Capacidad Requerida Acueducto (Sector Urbano) QMD (L/s)	17,88	17,92	10,99	11,34	11,69	12,05	12,40	13,84	15,72	17,84	20,79
Capacidad Requerida Acueducto (Sector Rural) QMD(L/s)	37,71	38,20	13,42	13,60	13,77	13,95	14,14	14,88	15,88	16,94	18,30
Capacidad total del sistema de Acueducto QMD(L/s)	55,58	56,11	24,41	24,93	25,46	26,00	26,54	28,73	31,59	34,78	39,09
Agua Producida (M3/año)	420.504	434.648	266.558	275.015	283.584	292.210	300.893	335.758	381.229	432.884	504.226
Agua Facturada (M3/año)	192.167	198.631	199.919	206.261	212.688	219.158	225.670	251.818	285.922	324.663	378.169
Dotación Bruta (L/hab.día)	258,21	258,21	153	153	153	153	153	153	153	153	153
Dotación Neta (L/hab.día)	118	118	115	115	115	115	115	115	115	115	115
Indice de Agua no Contabilizada (%)	54,30%	54,30%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%
No. de Medidores Instalados	1.057	1.084	1.112	1.141	1.171	1.201	1.232	1.365	1.551	1.763	2.003
Cobertura de Micromedición (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Medidores en mal Estado (%)	11	11	0	0	0	0	0	5	5	5	5
Micromedición Efectiva (%)	89	89	100	100	100	100	100	95	95	95	95
Continuidad (horas/día)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Usuarios de Alcantarillado	1.004	1.030	1.057	1.084	1.112	1.141	1.170	1.297	1.473	1.674	1.903
Cobertura de Alcantarillado (%)	76%	76%	100	100	100	100%	100%	100%	100%	100%	100%

²⁴Evaluación Técnica Gerencia Asesora PDA; RAS 200; Empresa de Servicios Públicos de Taminango, EMPOTAM E.S.P.; Resolución 2320 de 2009 Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial; TABLA B.2.5; B.2.6, Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS 2000

3. DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL ACUEDUCTO URBANO

3.1 FUENTES DE ABASTECIMIENTO ACTUALES.

Para el abastecimiento del acueducto del municipio de Taminango, se aprovecha la oferta hídrica de las Quebrada Peñas Blancas, Quebrada El Cucho y Quebrada El Molino, provenientes de las veredas del Municipio vecino de San Lorenzo. En lo referente a los caudales de las fuentes abastecedoras, el IDSN reporta un caudal promedio para la quebrada El Molino de 177,63 L /s, un caudal promedio para la quebrada El Cucho de 15L /s y un caudal promedio para la quebrada Peñas Blancas de 5,83 L /s. (Figura 2).

Figura 2. Zona adyacente a la fuente de abastecimiento



Fuente: Información Técnica, Gerencia Asesora PDA Nariño

3.2 ESTRUCTURA DE CAPTACION

3.2.1 Estado de la microcuenca. La quebrada el Molino tiene su nacimiento en la microcuenca que tiene el mismo nombre “microcuenca el molino”. Con una extensión de 4035 hectáreas enmarcadas en un perímetro de 37 kilómetros, comprende el corregimiento de Santa Cecilia; las veredas de: La Laguna, Vuelta Honda, La Cabaña, El Chepa y Santa Cecilia, y el corregimiento del Carmen; las veredas de: Valparaíso alto, Valparaíso bajo, Santa Elena, El Recodo, San Vicente, San Clemente, Cristales y del corregimiento de San Gerardo las veredas de San Antonio y San Isidro.²⁵

Aguas arriba de la captación principal en los terrenos aledaños a la microcuenca abastecedora se presenta actividades agrícolas, lo cual produce un grado de contaminación sustancial en el sistema de acueducto del Municipio de Taminango.

²⁵ Plan de Uso Eficiente y Ahorro de Agua, Taminango PUEAA – año 2010.

En la parte alta de la quebrada El Molino se presenta cultivos de lulo, al cual se le aplica grandes cantidades de químicos que por efectos de escorrentía llegan a las fuentes, igualmente se presenta explotación intensiva de ganadería en sectores aledaños a las fuentes.²⁶

Otras captaciones con las que cuenta el sistema que administra EMPOTAM E.S.P son la Bocatoma de la Quebrada El Cucho y la bocatoma de la quebrada Peñas Blancas, igualmente estas pequeñas fuentes presentan estado deforestación, ya que los propietarios de los terrenos aledaños han avanzado con sus cultivos a 10 metros de las captaciones, son estas fuentes las que han abastecido por muchos años a la cabecera municipal y que hoy presentan una acelerada disminución de caudales.

En el siguiente cuadro, se presenta las fuentes de abastecimiento actuales, las cuales tienen caudal otorgado debido al proceso de concesión de agua realizada por CORPONARIÑO. (Cuadro 9, Figura 3).

Cuadro 10. Fuentes de abastecimiento acueducto Taminango



²⁶ Esquema de Ordenamiento Territorial – EOT - Municipio de Taminango – Nariño - 2006-2015

Figura 3. Impacto por deslizamientos en el área de influencia de la microcuenca y conducción, fuente El Molino





Fuente: Fotografías, visita de campo, personal técnico Gerencia Asesora, PDA Nariño

3.2.2 Bocatoma. Taminango cuenta con tres bocatomas, una que suministra la línea principal del acueducto construida (1995) que capta las aguas de la quebrada El Molino ubicada a una altura de 1.980,32 msnm, otra que es la bocatoma secundaria o de contingencia que tiene más de 40 años de servicio ,la cual capta las aguas de la quebrada El Cucho – Peñas Blancas y la tercera que no aporta al sistema de acueducto urbano por su avanzado estado de deterioro y taponamiento de su aducción, la cual capta aguas de la quebrada Peñas Lisas.

En el siguiente cuadro se presenta el resultado obtenido del chequeo hidráulico realizado a la bocatoma, por el método de la velocidad especificada, según el literal B.4.4.5 del RAS 2000.²⁷(Cuadro 10).

²⁷ Evaluación del Personal Técnico Gerencia Asesora PDA Nariño; Literal B.4.4.5 del RAS 2000

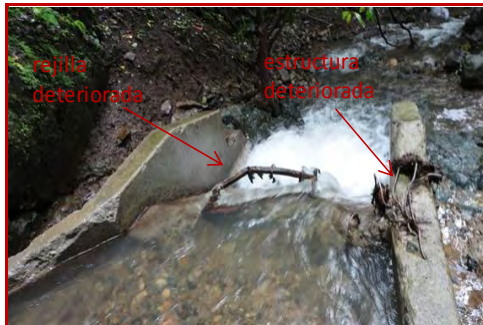
Cuadro 11. Evaluación capacidad instalada bocatomas

FICHA TECNICA - CAPTACIONES DE AGUA ACUEDUCTO REGIONAL DE TAMINANGO		
VARIABLES	BOCATOMA No. 1	BOCATOMA No. 2
Tipo	Captación de Fondo	Captación de Fondo
Caudal de Captación (Qc)	$Qc=C \times At \times e \times Vp$	$Qc=C \times At \times e \times Vp$
Velocidad de flujo en la rejilla - V (B.4.4.5.5 -RAS 2000)	V= 0,15 m/seg	V= 0,15 m/seg
Coefficiente de contracción de la vena líquida ©	C = 0,9	C = 0,9
Area Total de la Rejilla (At)	At = L x Lr = 2,90m x 0,55m =1,595 m2	At = L x Lr =0,80m x 0,60m =0,48 m2
Porcentaje útil de la rejilla €	$e = (eb/(eb+\varnothing b)) = 0,6631$	$e = (eb/(eb+\varnothing b)) = 0,3713$
Espaciamiento entre barrotes (eb)	0,025 m	0,015 m
Longitud de la rejilla (L)	2,90 m	0,80 m
Ancho de la Reja (Lr)	0,30 m	0,60 m
Diámetro de Barras (Øb)	$\varnothing b = 1/2" = 0,0127 \text{ m}$	$\varnothing b = 1" = 0,0254 \text{ m}$
Capacidad Instalada	Caudal de Captación = Qc = 77,88 L/s	Caudal de Captación = Qc = 24,06 L/s
<p align="center">ARCHIVO FOTOGRAFICO - BOCATOMAS EN FUNCIONAMIENTO ABASTECEDORAS DE ACUEDUCTO REGIONAL - MUNICIPIO DE TAMINANGO</p>		
	Bocatoma - Fuente El Molino	Bocatoma - Fuente El Cucho Peñas Blancas

Los resultados consignados en el cuadro anterior, permiten inferir que la Bocatoma 1 en el escenario actual tiene la capacidad hidráulica para captar un caudal igual o superior al QMD requerido por la Población Urbana y rural del municipio de Taminango, correspondiente a 55,58 L /s. Para el año 2037 horizonte del proyecto, la estructura también cuenta con la capacidad instalada para tratar el caudal requerido. Se recomienda que la empresa prestadora EMPOTAM E.S.P instale en cada una de las bocatomas una caja controladora de caudal, a fin de captar solo el caudal concesionado por la entidad reguladora de los recursos naturales CORPONARIÑO.

En las figuras que muestran a continuación, se indican las condiciones de deterioro en la que se encuentra la tercera bocatoma - fuente Peñas Lisas. Como se ha mencionado a lo largo del documento, debido al estado de la estructura no es posible realizar el chequeo hidráulico porque no se pudo obtener los datos suficientes de las dimensiones. (Figura 4).

Figura 4. Deterioro tercera bocatoma, fuente Peñas Lisas



Tercera Bocatoma, Fuente Peñas Lisas. Deterioro de la Rejilla y de la Estructura



Tercera Bocatoma, Fuente Peñas Lisas. Deterioro de la Rejilla



Tercera Bocatoma, Fuente Peñas Lisas. Deterioro de la Conduccion



Tercera Bocatoma, Fuente Peñas Lisas. Taponamiento de la Conduccion

Fuente: Fotografías, visita de campo, personal técnico Gerencia Asesora, PDA Nariño

Operativamente, el mantenimiento de las bocatomas se realiza, para la bocatoma de la fuente El Molino en invierno dos veces al día y en verano una vez por día; para la bocatoma de fuente El Cucho – Peñas Blancas cada semana.²⁸

3.3 LÍNEA DE ADUCCIÓN

Existen tres líneas de aducción que transportan el agua desde la captación hasta sus respectivos desarenadores. Una es la línea que conduce el caudal proveniente de la fuente El Molino, normalmente esta tubería es la que abastece el acueducto regional, la otra es la línea de la fuente El Cucho – Peñas Blancas la

²⁸ Empresa de Servicios Públicos de Taminango, EMPOTAM E.S.P.

cual se utiliza como medida de contingencia y la última transporta el agua de la fuente Peñas Lisas, actualmente no está en funcionamiento.²⁹

Conocida la carencia de información topográfica de las líneas de aducción, se procede a determinar solo la capacidad máxima de transporte con la ecuación de Darcy, para tal efecto, asumiendo una velocidad entre (0,6 m/s - 6 m/s) que está en el rango establecido en los títulos B.6.4.8.3 y título B.6.4.8.4 del RAS 2000. El resultado obtenido es netamente teórico.

Aducción fuente El Molino: la línea de aducción de agua cruda es a gravedad, fue instalada aproximadamente hace 20 años. Inicia en la bocatoma El Molino y llega hasta el desarenador en un recorrido de 23,90m en tubería PVC Ø 10". Puesto que la tubería que sale de la cámara de derivación presenta un alto grado de vulnerabilidad por encontrarse cerca a la quebrada El molino y por la inestabilidad del terreno, se construyó un viaducto para dar paso a la tubería.³⁰(Cuadro 11).

Cuadro 12. Capacidad instalada de la línea de aducción 1

FICHA TECNICA - ADUCCION ACUEDUCTO DE TAMINANGO. FUENTE EL MOLINO	
ADUCCION 1	
Cota 1: 1980,32 msnm	
Cota 2: 1980,04 msnm	
Longitud Tubería: 23,90 m	
Diámetro Tubería: 10" (0,254m)	
Material: PVC	
Velocidad: 1,90 m/s	
Temperatura: 15°C	
Coefficiente Rugosidad: 140	
Presion Dinamica: 0,3 m	
Q = 0,0096 m ³ /s = 96 L/s	LA CAPACIDAD INSTALADA TOTAL DE LA ADUCCION ES DE 96 L/s

En su análisis se obtuvo una presión dinámica de 0,30 m que aunque es baja, transporta el flujo del agua sin ningún problema.

Aducción fuente El Cucho – Peñas Blancas: De la bocatoma El Cucho parte la línea de aducción de agua cruda hasta el desarenado por medio de una tubería Ø 6" en Asbesto Cemento con una longitud aproximada de 10m.³¹(Cuadro 12).

²⁹ Plan de Uso Eficiente y Ahorro de Agua, Taminango PUEAA – año 2010; Operadores, Empresa de Servicios Públicos de Taminango, EMPOTAM E.S.P.

³⁰ Plan de Uso Eficiente y Ahorro de Agua, Taminango PUEAA – año 2010

³¹ Plan de Uso Eficiente y Ahorro de Agua, Taminango PUEAA – año 2010

Cuadro 13. Capacidad instalada de la línea de aducción 2

FICHA TECNICA - ADUCCION ACUEDUCTO DE TAMINANGO. FUENTE EI CUCHO PEÑASBLANCAS	
ADUCCION 2	
Cota 1: No suministrada	
Cota 2: No suministrada	
Longitud Tubería: 10 m	
Diámetro Tubería: 6" (0,1524m)	
Material: AC	
Velocidad: 1,5 m/s (teorica)	
Temperatura: 15°C	
Coficiente Rugosidad: 120	
Presion Dinamica: N.A.	
Q = 27,36 L/s (teorica)	LA CAPACIDAD INSTALADA TOTAL DE LA ADUCCIÓN ES DE 27,36 L/s

Aducción fuente Peñas Lisas: De la bocatoma Peñas Lisas parte la línea de aducción de agua cruda hasta el desarenador por medio de una tubería Ø 6" de PVC con una longitud 35,70 m tipo cerrada, esta línea está fuera de servicio debido a que la bocatoma Peñas lisas está cerrada. En la vista técnica desarrollada por personal técnico de la Gerencia Asesora se constató el alto grado de deterioro que presenta la tubería.³² (Cuadro 13).

Cuadro 14. Capacidad instalada de la línea de aducción 3

FICHA TECNICA - ADUCCION ACUEDUCTO DE TAMINANGO. FUENTE PEÑAS LISAS	
ADUCCION 3	
Cota 1: No suministrada	
Cota 2: No suministrada	
Longitud Tubería: 35,70 m	
Diámetro Tubería: 6" (0,1524m)	
Material: PVC	
Velocidad: N.A.	
Temperatura: 15°C	
Coficiente Rugosidad: 140	
Presion Dinamica: N.A.	
Q = N.A.	

³² Plan de Uso Eficiente y Ahorro de Agua, Taminango PUEAA – año 2010

3.4 DESARENADOR

El acueducto regional de Taminango cuenta con tres desarenadores uno por cada bocatoma existente. A continuación se hace una breve descripción de cada una de las estructuras.

Desarenador fuente El Molino: se trata de una estructura en concreto, conformado por una zona de entrada, desarenado, zona de salida. La zona de entrada está compuesta por una caja de medidas 1,5 m x 1m, con profundidad de 0,80m, esta estructura cuenta con dos válvulas, una destinada para el control de caudal influente al desarenador y la otra para la operación del by-pass., tanto la tubería de entrada como la del by-pass son en PVC de Ø 8” El agua proveniente de la bocatoma ingresa por la tubería Ø 8” la cual es entregada a un canal de quietamiento de 1,75m x 0,85m y profundidad de 1,20m, luego el flujo pasa a través de unas placas difusoras de 0,63m x 3,60m ubicadas horizontalmente que distribuyen el agua uniformemente hacia la zona de desarenado o sedimentación.³³

En el siguiente cuadro, se muestra las dimensiones del desarenador y los datos obtenidos de la revisión de la capacidad hidráulica con relación a los criterios definidos en el RAS 2000, asumiendo para dicho chequeo un porcentaje de eficiencia del 87,5%, deflectores buenos y un tamaño de partícula de 0,0075 cm.³⁴ (Cuadro 14).

³³ Levantamiento realizado por Personal Técnico de la Gerencia Asesora PDA Nariño.

³⁴ Tabla 5.1 Acueductos, teoría y diseño de Fredy Corcho

Cuadro 15. Revisión de la capacidad hidráulica del desarenador N° 1

FICHA TECNICA DESARENADOR 1 DEL ACUEDUCTO REGIONAL TAMINANGO			
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:	2
Temperatura del Agua, (T)	15°C	Clasificación:	
Viscosidad Cinemática del Agua (μ)	0,01146 cm ² /s	Malos deflectores o sin ellos	1
Tamaño de Partícula (d) - según RAS	0,0075 cm	Deflectores Buenos	2
Con tratamiento posterior		Muy Buenos Deflectores	3
Porcentaje de Remoción (%R)	87,5 %	Desarenadores con buenos deflectores a / t	3
Aceleración de la Gravedad (g)	981 cm/s ²	Tiempo de Retención Hidráulica, a	13,5 minutos
Peso Específico de la Arena - r_s	2,65 gr/cm ³	Eficiencia (rango de 75-87,5)	87,5%
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= 54,24 l/s
$V_s = [g * (r_s - r) * d^2] / (18 * \mu)$	V_s = 0,441 cm/s	Chequeo Número de Reynolds ($(\phi_{part} * V_{sed}) / (\text{Viscosidad cinemática})$)	Reynolds=0,289
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 $V_H = Q / \text{Área Transversal}$ ($V_H < 0,25 \text{ m/s}$) RAS 2000	0,014 m/s OK
Profundidad Útil (Hu)	1,3 m cumple	$R_v = \text{Velocidad Sedimentación} / \text{Velocidad Horizontal}$ ($R_v < 20$ RAS 2000)	Rv = 0,31 OK
Largo Útil (Lu)	11,45 m		
Ancho Útil (Au)	3,06 m	Para una remoción de partículas con diámetros mayores o iguales a 0,0075 cm, eficiencia del 87,5%, el desarenador se debe operar con caudales menores o iguales a 54,24 L/s.	
Volumen del Desarenador (Vt)	45,55 m ³		
Profundidad para almacenamiento de arenas (Ha)	0,65 m		
Relación entre (Lu/Hu)	17,62 no cumple		
Pendiente de fondo (%)			
Tiempo de Sedimentación, t = Hu/Vsp	294,53 s		



Desarenador fuente El Cucho – Peñas Blancas: el desarenador es una estructura en concreto reforzado tipo convencional, cuenta con tres compartimientos: entrada, sedimentación y salida. La cámara de entrada está compuesta por una zona de aquietamiento con dimensiones 1,5 m de largo 1,25 m de ancho y 1,40 m de profundidad. La zona de sedimentación tiene por 4,85 m de largo, 1,35m de ancho y 1,50m de altura útil. La altura para almacenamiento de arenas es de 0,45m, cuenta con sistema de rebose ubicado a una altura de 1,5 m, una válvula de vástago ascendente para la descarga y lavado del desarenador, y tres tapas de inspección. Es preciso resaltar que esta estructura solo se utiliza

como sistema de contingencia, cuando se presentan problemas con la línea de aducción de la Bocatoma El Molino.³⁵

En el siguiente cuadro, se muestra las dimensiones del desarenador y los datos obtenidos de la revisión de la capacidad hidráulica con relación a los criterios definidos en el RAS 2000, asumiendo para dicho chequeo un porcentaje de eficiencia del 87,5%, deflectores buenos y un tamaño de partícula de 0,0075 cm según tabla 5.1 Acueductos, teoría y diseño de Fredy Corcho. (Cuadro 15).

Cuadro 16. Revisión de la capacidad hidráulica del desarenador N° 2

FICHA TECNICA DESARENADOR 2 DEL ACUEDUCTO REGIONAL TAMINANGO			
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:	2
Temperatura del Agua, (T)	15°C	Clasificación:	
Viscosidad Cinemática del Agua (μ)	0,01146 cm ² /s	Malos deflectores o sin ellos	1
Tamaño de Partícula (d) - según RAS	0,0075 cm	Deflectores Buenos	2
Con tratamiento posterior		Muy Buenos Deflectores	3
Porcentaje de Remoción (%R)	87,5 %	Desarenadores con buenos deflectores a / t	3
Aceleración de la Gravedad (g)	981 cm/s ²	Tiempo de Retención Hidráulica, a	15,6 minutos
Peso Específico de la Arena - r_s	2,65 gr/cm ³	Eficiencia (rango de 75-87,5)	87,5%
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= 10,51 l/s
$V_s = [g * (r_s - r) * d^2] / (18 * \mu)$	$V_s = 0,441$ cm/s	Chequeo Número de Reynolds ($\phi \text{part} \times V_s \text{ed}$) / (Viscosidad cinemática)	Reynolds=0,289
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 $VH = Q/\text{Área Transversal}$ ($VH < 0,25$ m/s) RAS 2000	
Profundidad Útil (Hu)	1,5 m cumple	0,005 m/s OK	
Largo Útil (Lu)	4,85 m		
Ancho Útil (Au)	1,35 m		
Volumen del Desarenador (Vt)	9,82 m ³		
Profundidad para almacenamiento de arenas (Ha)	0,45 m	$Rv = \text{Velocidad Sedimentación/Velocidad Horizontal}$ ($Rv < 20$ RAS 2000)	Rv = 0,85 OK
Relación entre (Lu/Hu)	10,78 no cumple	Para una remoción de partículas con diámetros mayores o iguales a 0,0075 cm, eficiencia del 87,5%, el desarenador se debe operar con caudales menores o iguales a 10,51 L/s.	
Pendiente de fondo (%)	5,0 - 10		
Tiempo de Sedimentación, $t = Hu/V_{sp}$	339,84 s		



Desarenador fuente Peñas Lisas: se trata de una estructura en concreto reforzado que al igual que el desarenador anterior se utiliza como medida de contingencia, está conformado por un módulo de sedimentación de las siguientes

³⁵ Levantamiento realizado por Personal Técnico de la Gerencia Asesora PDA Nariño.

dimensiones: 10,35m de largo, 2,17 m de ancho y 2,0m de altura útil. La altura para almacenamiento de arenas es de 0,50m. Tiene 2 canales recolectores un de entrada de 1,0 m x 2,17m y profundidad 2,0 m, otro de salida de 1,0 m x 2,0m y profundidad 2,0 m.³⁶

Este desarenador no está en funcionamiento porque la bocatoma Peñas Lisas salió de servicio por su estado lamentable. De acuerdo con la información suministrada por el fontanero el agua que en su momento se trataba en el desarenador número tres era conducida mediante una tubería Ø 6" de PVC hacia el desarenador dos.³⁷ (Cuadro 16).

Cuadro 17. Revisión de la capacidad hidráulica del desarenador N° 3

FICHA TECNICA DESARENADOR 3 DEL ACUEDUCTO REGIONAL TAMINANGO			
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:	2
Temperatura del Agua, (T)	15°C	Clasificación:	
Viscosidad Cinemática del Agua (μ)	0,01146 cm ² /s	Malos deflectores o sin ellos	1
Tamaño de Partícula (d) - según RAS	0,0075 cm	Deflectores Buenos	2
Con tratamiento posterior		Muy Buenos Deflectores	3
Porcentaje de Remoción (%R)	87,5%	Desarenadores con buenos deflectores a / t	3
Aceleración de la Gravedad (g)	981 cm/s ²	Tiempo de Retención Hidráulica, a	20,8 minutos
Peso Específico de la Arena - r_s	2,65 gr/cm ³	Eficiencia (rango de 75-87,5)	87,5%
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= 36,05 l/s
$V_s = [g * (r_s - r) * d^2] / (18 * \mu)$	$V_s = 0,441$ cm/s	Chequeo Número de Reynolds ($\emptyset \text{part} \times V_{\text{sed}} / (\text{Viscosidad cinemática})$)	Reynolds=0,289
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 $V_H = Q / \text{Área Transversal}$ ($V_H < 0,25$ m/s) RAS 2000	0,008m/s OK
Profundidad Útil (Hu)	2,0 m cumple	$R_v = \text{Velocidad Sedimentación} / \text{Velocidad Horizontal}$ ($R_v < 20$ RAS 2000)	$R_v = 0,53$ OK
Largo Útil (Lu)	10,35 m		
Ancho Útil (Au)	2,17 m		
Volumen del Desarenador (Vt)	44,92 m ³		
Profundidad para almacenamiento de arenas (Ha)	0,5 m		
Relación entre (Lu/Hu)	20,7 no cumple	Para una remoción de partículas con diámetros mayores o iguales a 0,0075 cm, eficiencia del 87,5%, el desarenador se debe operar con caudales menores o iguales a 36,05 L/s.	
Pendiente de fondo (%)	5,0 - 10		
Tiempo de Sedimentación, t = Hu/V_{sp}	453,12 s		



³⁶ Levantamiento realizado por Personal Técnico de la Gerencia Asesora PDA Nariño.

³⁷ Operador Empotam E.S.P.

Considerando que las estructuras 2 y 3 se utilizan como medida de contingencia, se realiza el análisis de los dos desarenadores contemplando la capacidad instalada en conjunto.

Teniendo en cuenta que la capacidad utilizada del desarenador dos corresponde a 10,51L /s y la capacidad hidráulica del desarenador tres es de 36,05 L /s, se observa que las estructura por separado no tienen la capacidad para tratar los caudales proyectados ni siquiera al año base, sin embargo, al hacer uso del conocimiento que el caudal tratado del desarenador tres es enviado al desarenador dos, se infiere que la capacidad total de este proceso correspondería a 46,56L /s. En ese sentido, las estructuras estarían con la capacidad suficiente para tratar el caudal del acueducto regional para todos los años proyectados bajo condiciones ideales.

Es recomendable realizar un programa de rehabilitación de las estructuras buscando mejorar la eficiencia de los procesos.

3.5 LINEA DE CONDUCCIÓN

El Sistema regional del acueducto de Taminango cuenta con dos líneas de conducción, siendo la principal la conducción de la fuente El Molino, la otra conducción se utiliza como medida de contingencia.

Conducción fuente El Molino: esta línea de conducción se convierte en la línea principal que abastece al acueducto regional de Taminango, comunica al Desarenador de la fuente El Molino con la Planta de tratamiento tipo FIME, está conformada de la siguiente manera: inicia con una línea sencilla de aproximadamente 3.742 m de longitud la cual presenta un Ø 8" hasta llegar a una cámara de quiebre de presión, después de este punto salen dos tuberías en paralelo en una longitud aproximada de 9.330 m, una de ellas en su totalidad es en Ø 8" y la otra presenta dos tipos de diámetro, el primero en Ø 4" en una longitud de 934m y luego se amplía a un Ø 6" hasta la abscisa K13+071,65, donde finaliza la doble tubería en paralelo; en este punto se encuentra instalada una caja distribuidora en la cual se deriva el caudal a dos líneas de conducción, una transporta el caudal a la gran mayoría de las veredas del acueducto regional y la otra conduce el agua a la cabecera urbana y a las veredas Bellavista y Taminanguito. Esta línea sale de la caja de distribución Ø 6" y aproximadamente a unos 610 m se reduce a Ø 4" hasta llegar a la PTAP, en la abscisa K14+798 se

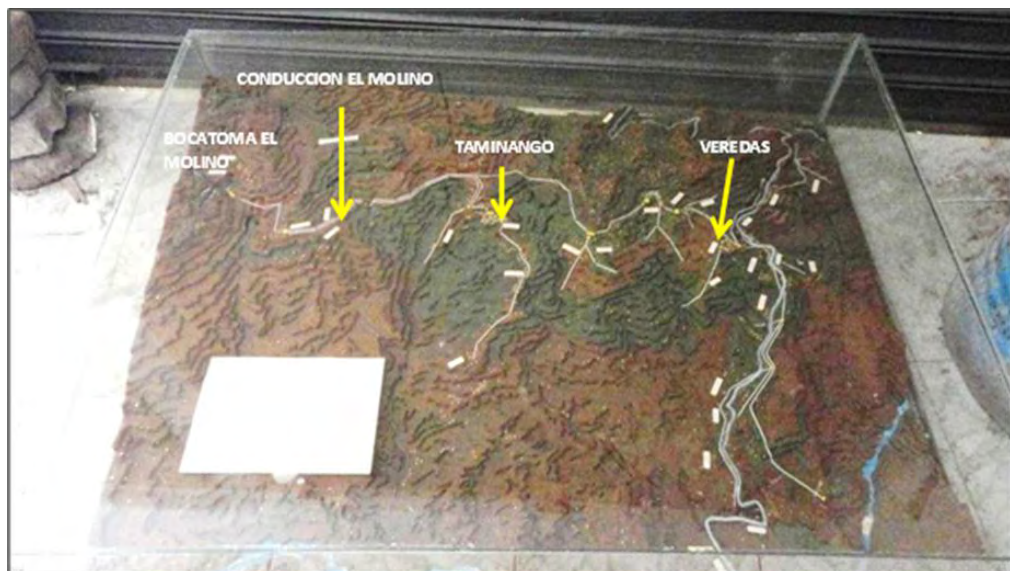
encuentra otra cámara de distribución punto en el cual nuevamente se deriva un caudal para la parte rural conocida como Bellavista.³⁸

El sistema de conducción a nivel general, tanto en su segmento sencillo como en el segmento doble en paralelo alcanza una longitud de aproximada de 15.487 m desde el Desarenador hasta la PTAP.

Para realizar el chequeo hidráulico se adoptó el caudal total de la población servida del acueducto regional que corresponde al caudal aforado para la zona rural (30,53 L /s) y el aforado para el casco urbano de 14,47 L /s. La metodología que se determinó para la evaluación del sistema de conducción fue la siguiente: como el caudal captado es transportado mediante varios tramos de tubería tal como se explicó anteriormente, en la parte inicial se chequeo la tubería con el caudal total hasta la caja distribuidora de caudal, luego en este punto donde se deriva el caudal para la zona rural y para la zona urbana, solo se realiza el chequeo hidráulico para la línea que transporta el caudal de la parte urbana, dado que para la parte rural se carece de planos. (Figura 5).

Para hacer el chequeo hidráulico de la línea de conducción se tomaron los puntos más críticos en planta y en perfil (ver anexo 1).

Figura 5. Conducción El Molino



Fuente: Maqueta del sistema de acueducto regional Taminango. EMPOTAM E.S.P.

³⁸ Plan de Uso Eficiente y Ahorro de Agua, Taminango PUEAA – año 2010.

Con relación a la información suministrada en los planos se observa, que las presiones dinámicas calculadas son congruentes con la realidad del sistema, las tuberías instaladas en su gran mayoría, presenta una relación diámetro espesor RDE del orden 9, 11, 13.5, y 17, tuberías que pueden soportar hasta 352 m.c.a.³⁹

Se recomienda a la empresa prestadora del servicio que evalúe la posibilidad de instalar cámaras de quiebre presión, con el objetivo de minimizar daños que se presente por la sobrepresión en las tuberías.

Conducción fuente El Cucho – Peñas Blancas: se cuenta con información muy limitada acerca de esta línea de conducción que se la utiliza exclusivamente como línea de contingencia en caso de que la conducción principal de la fuente El Molino presente alguna eventualidad que impida su normal funcionamiento. Esta línea está conformada por diferentes diámetros de tubería. Inicia con un Ø 8” en longitud aproximada de 2.000 m, luego reduce Ø 6” en una longitud de 3.000 m, después cambia a Ø 4” en una longitud de 3000 m hasta llegar a la Planta de Tratamiento.⁴⁰

Se deja constancia que no se dispuso de planos de la línea, situación que limita el análisis hidráulico. La información consignada corresponde a la suministrada por el fontanero el señor Héctor Albeiro Zambrano.

3.6 PLANTA DE TRATAMIENTO

3.6.1 Unidades de proceso planta de tratamiento

Filtro grueso dinámico (flujo descendente). Una vez el agua presenta condiciones laminares ingresa a un vertedero triangular de 60° y es en causada a las dos unidades de filtración (FDG) filtros dinámicos gruesos, los cuales están separados por un tabique central, las dimensiones de cada uno de los módulos corresponden a 6,05m de largo x 1,19m ancho y profundidad de 1,57m. El lecho filtrante está compuesto por tres (3) capas de grava de diferentes granulometrías que varían de 3 a 25 mm y un múltiple recolector ubicado en el fondo conformado por tres tuberías de Ø 4” perforada en PVC sanitaria.

³⁹ Plano “Acueducto Regional de Taminango 1991, Conducción El Molino”

⁴⁰ Operarios de Empotam E.S.P.

El agua filtrada se recoge por medio del múltiple recolector anteriormente descrito, y sale en tubería de 4" PVC conectadas a una cámara de 1,85 m. x 1,35m x 0,46m de altura, seguido el flujo pasa a un canal que llega hasta el filtro grueso de flujo ascendente. Adicionalmente en uno de los costados de los filtros se encuentra la cámara para lavado y mantenimiento de los filtros de 6,05m x 0,78m y en la parte posterior una cámara de rebose de 1,87m x 0,30m.⁴¹

El mantenimiento general de la estructura se realiza cada 20 a 25 días dejando fuera de servicio la unidad durante un tiempo no determinado. Entre las actividades de rutina que realiza el operador para el mantenimiento de la unidad está de la purga de fondo la cual se realiza con una frecuencia una vez en el día mediante el accionamiento de la válvula de apertura rápida generando choques bruscos para el desprendimiento de lodos, esta actividad tiene una duración de 10 minutos aproximadamente.⁴²

La admisión de caudal se regula mediante válvula de apertura y cierre de Ø 4" de diámetro en HD. La zona de salida cuenta con cuatro válvulas Ø 4" para la operación y mantenimiento del sistema. En el siguiente grupo de fotografías se puede observar el sistema de filtración.⁴³ (Figura 6).

⁴¹ Levantamiento realizado por Personal Técnico de la Gerencia Asesora PDA Nariño.

⁴² Operarios de Empotam E.S.P.

⁴³ Levantamiento realizado por Personal Técnico de la Gerencia Asesora PDA Nariño.

Figura 6. Detalle de la entrada y salida de agua del FGD



Fuente: Fotografías, visita de campo, personal técnico gerencia asesora, PDA Nariño.

El chequeo hidráulico del filtro grueso se realizó adoptando las velocidades de filtración del RAS 2000 (Tabla C.3.1) y con base al documento técnico para el diseño de las FIMES, realizado por "CINARA - 1998", en el cuadro que se muestra

a continuación se detallan las dimensiones del filtro y el chequeo hidráulico realizado.⁴⁴ (Cuadro 17).

Cuadro 18. Chequeo capacidad hidráulica del filtro grueso dinámico de flujo descendente – FGD

PLANTA DE TRATAMIENTO TIPO FIME		
FICHA TECNICA FILTRO GRUESO DINÁMICO PTAP TAMINANGO		
Estado:		Regular
Número de Módulos		2
Dimensiones del filtro	Ancho (m):	1,19
	Largo (m):	6,05
	Altura al lecho (m):	N.D.
	Espesor de Muros (m):	0,17
	Area Filtración (m ²):	14,40
Diámetros de Tubería	Entrada (pulg):	4" PVC
	Salida (pulg):	4",6" PVC
	Rebose (pulg):	4" PVC
	Desagüe (pulg):	N.D.
Válvulas	Entrada (Cortina-bástago ascend.)	4" HD
	Lavado (Apertura rápida)	4" HD
	Desagüe (Apertura Rápida)	4" HD
Velocidad de Filtración (m/h)		2,00 3,00
Capacidad Instalada (L/s):		8,00 12,00
Caudal Tratado actualmente (L/s):		14,47
Observaciones: La capacidad utilizada se determino por aforo en el vertedero triangular de entrada		

Realizado el chequeo hidráulico del filtro grueso dinámico se concluye, que la unidad no tiene suficiente capacidad para atender la demanda actual y futura de la población del casco urbano del municipio de Taminango, puesto que su capacidad máxima instalada está por el orden de los 12 L /s, muy inferior a la capacidad utilizada de 14,47 L /s, de lo cual se infiere que la unidad esta sobrecargada con resultados ineficientes.

Filtro grueso de flujo ascendente. Está compuesto por un canal rectangular de distribución desde donde se reparten los caudales a las dos unidades de filtración que funcionan en paralelo mediante una válvula de control de flujo de compuerta tipo cortina con vástago de tornillo sin fin y dos vertederos triangulares para aforar.

Las dos unidades de filtros gruesos ascendentes son simétricas y tiene por medidas 6,77m x 5m. El agua ingresa al filtro por medio de un múltiple difusor en

⁴⁴ Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (Tabla C.3.1); "Documento técnico para el diseño de las FIMES, realizado por CINARA - 1998".

tubería PVC de Ø 6” de diámetro y por ramales laterales secundarios en PVC de diámetro Ø 4”, con perforaciones de Ø 3/8” que distribuyen uniformemente el agua, la cual asciende a través del lecho filtrante dejando retenidas en este las impurezas presentes en el agua.

El lecho filtrante y de soporte de filtros gruesos de flujo ascendente está constituido por 5 capas de grava de diferentes granulometrías y espesores, los tamaños varían desde 25 a 4 mm, en donde los primeros 20 a 40 cm. constituyen el soporte. Ubicados al final de los filtros gruesos ascendentes se localiza el sistema de recolección de agua filtrada y el sistema de rebose, son dispositivos cuello de ganso en tubería de Ø 6”, el sistema de rebose tiene mayor altura que el de recolección. El agua filtrada es captada por el dispositivo antes mencionado y es depositada en una cámara de recolección que está ubicada al final del filtro y que a su vez, también actúa como cámara de distribución, ya que tiene instalados tres vertederos triangulares que dividen el caudal de manera uniforme y entregan el agua independientemente a tres módulos que conforman el filtro lento de arena.⁴⁵

En el siguiente cuadro 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 18).

Cuadro 19. Chequeo capacidad hidráulica del filtro grueso ascendente – FGAC.

FICHA TÉCNICA FILTRO GRUESO ASCENDENTE - PTAP TAMINANGO		
Estado:		Regular
Numero de Unidades		2
Dimensiones del filtro	Ancho (m):	5,00
	Largo (m):	6,77
	Altura total (m):	N.D.
	Espesor de Muros (m):	0,26
	Area Filtración por modulo (m ²):	33,85
Diámetros de Tubería	Entrada (pulg):	4",6" PVC
	Salida (pulg):	6" PVC
	Desagüe (pulg):	6" PVC
Válvulas	Entrada (Compuerta Apert y Cierres)	6" HD
	Retrolavado (Apertura rápida)	6" HD
	Desagüe	6" PVC
Velocidad de Filtración (m/h)		0,30 0,70
Capacidad Instalada (L/s):		5,64 13,16
Caudal Tratado actualmente (L/s):		14,47
Observaciones: La capacidad utilizada se determinó por aforo en los vertederos de entrada de FGDi		

⁴⁵ Levantamiento realizado por Personal Técnico de la Gerencia Asesora PDA Nariño.

Operativamente el mantenimiento a cada unidad se realiza cada 6 meses o cuando las condiciones lo exigen, es decir, cuando el filtro presenta colmatación.

Filtro lento en arena – FLA. El sistema cuenta con tres (3) unidades en paralelo de filtros lentos en arena, el lecho filtrante está constituido por grava, arena gruesa y arena fina de diferentes granulometrías y espesores que varían desde 0,15 a 0,30 m, en el fondo del lecho se encuentra instalado un múltiple recolector de agua filtrada consistente en una tubería perforada de Ø 6” (orificios de 1/16”) con tuberías laterales de Ø 4” igualmente perforadas cubiertas con material de grava. La velocidad de filtración para este tipo de filtros está entre 0,15 a 0,3 m/h para una turbiedad de agua cruda máxima de 5 UTN, condición que obliga a controlar permanentemente la calidad del agua influente con el fin de no permitir el ingreso de agua con características superiores a las que el filtro está en capacidad de remover, sin embargo, cabe anotar que este seguimiento no se realiza exponiendo a las unidades a respuestas ineficientes y a taponamientos por colmatación. La eficiencia para para la remoción de virus de estas unidades es superior al 70%, según reportes de la literatura.⁴⁶

Las unidades que componen el Filtro Lento en Arena tiene las siguientes dimensiones: 18m x 4,96m x 3m de altura, también poseen diversas vigas pasarelas para la manipulación y mantenimiento de este dispositivo. El sistema cuenta además con un juego de válvulas para el cierre para la admisión y la salida de cada filtro. (Cuadro 19).

Cuadro 20. Chequeo capacidad hidráulica del filtro lento en arena – FLA

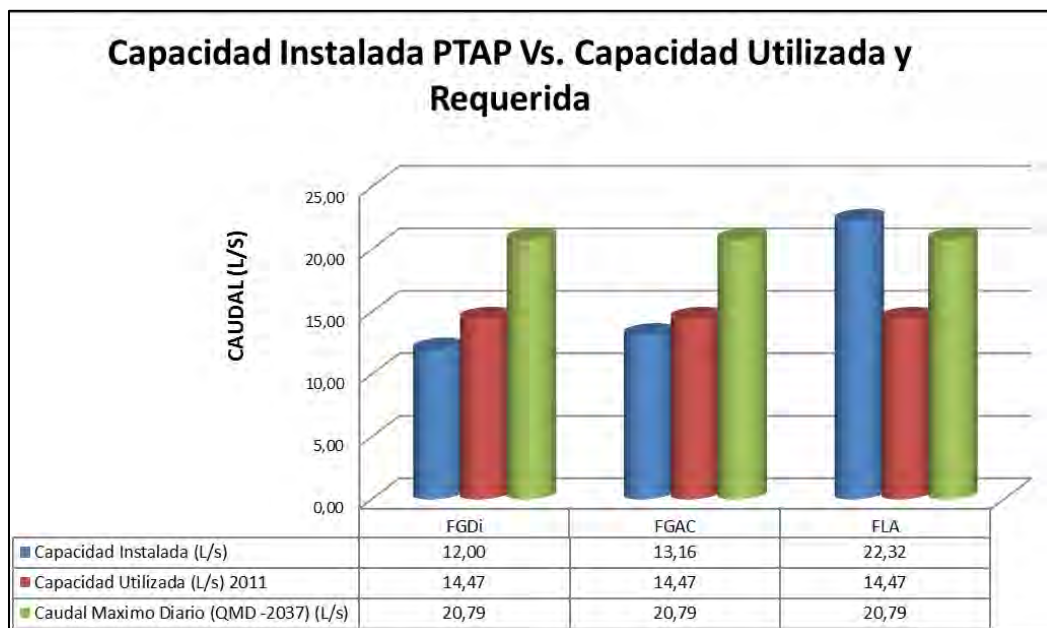
FICHA TECNICA FILTRO LENTO EN ARENA - PTAP TAMINANGO			
	Estado:	Bueno	
	Número de Unidades	3	
	Dimensiones del filtro	Ancho (m):	4,96
		Largo (m):	18,00
		Altura total (m):	3,00
		Espesor de Muros (m):	0,33
Diametros de Tuberia	Entrada (pulg):	4" PVC	
	Salida (pulg):	4" PVC	
	Rebose (pulg):	4" PVC	
Válvulas	Entrada (triple vertedero triangular)	HD	
	Retrolavado (Mariposa Apert-Cierre)	4" HD	
	Desagüe (cuello de ganso)	6" PVC	
Velocidad de Filtración (m/h)		0,15 0,30	
Capacidad Instalada (L/s):		11,16 22,32	
Caudal Tratado actualmente (L/s):		14,47	
Observaciones: El filtro tiene la capacidad para tratar el caudal actual y futuro, actualmente se opera			

⁴⁶“Documento técnico para el diseño de las FIMES, realizado por CINARA - 1998”.

La capacidad instalada de las unidades de filtración lenta, va desde los 11,16 L /s a los 22,32 L/, suficiente para atender la demanda más allá del año 2037.

3.6.2 Análisis capacidad instalada vs. capacidad utilizada y demandada. En la siguiente figura (Figura 7), se ilustra la capacidad máxima que tiene la planta de tratamiento tipo FIME para cada unidad de proceso, denotándose que su capacidad está limitada por el filtro grueso dinámico (FGDi) y el filtro grueso ascendente (FGAC).ya que el caudal que entra a la PTAP es mayor que la que disponen estas unidades.

Figura 7. Comparativo de la capacidad instalada por componentes de la PTAP y la utilizada y requerida proyectada.



Del análisis de la capacidad instalada para el filtro lento en arena (FLA), se deduce que la planta de tratamiento posee capacidad suficiente para atender la demanda hasta el 2037, año para el cual el caudal requerido es de 20,79 L /s.

Dada la limitación de los componentes, se deberá ampliar las unidades de FGDí y FGAC que funcionen en paralelo con la estructura existente con el fin de disponer de la capacidad suficiente durante el horizonte del proyecto y para facilitar los

procesos de operación y mantenimiento, garantizando la eficiencia de estas unidades, las cuales se encuentran sobrecargadas en la actualidad.⁴⁷

3.6.3 Análisis de calidad de agua en planta. EMPOTAM E.S.P., no realiza análisis de calidad de agua influente a la planta con el fin de conocer sus características y en función de estas definir condiciones operativas, como tampoco en cada una de las etapas de proceso, que permitirían evidenciar la eficiencia de las unidades, con el fin de garantizar un agua desde planta acorde con las exigencias normativas establecidas en el Decreto 1575 de 2007 y la Resolución 2115 de 2007.

En este contexto, se debe tener en cuenta lo establecido en el Artículo 33 del Decreto 1575 de 2007, que establece “- **SISTEMAS DE ALARMA.** Todo sistema de suministro de agua contará en la entrada a la planta de tratamiento y de ser posible en la captación, con un sistema de alarma que permita detectar desde un comienzo la posible contaminación tóxica en el agua y proceder a tomar las medidas pertinentes”, requiriéndose dar cumplimiento a la exigencia normativa.

3.7 TANQUES DE ALMACENAMIENTO

El sistema posee un tanque de almacenamiento construido en mampostería y concreto reforzado, se localiza cerca de la planta de tratamiento aproximadamente a unos 20 metros, en su parte superior se encuentra la caseta de cloración.⁴⁸

La distribución del tanque y su correspondiente volumen de almacenamiento se resumen en el siguiente cuadro: (Cuadro 20).

Cuadro 21. Distribución tanques de almacenamiento, capacidad y estado

LOCALIDAD	VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO (M3)	ESTADO
Taminango (cabecera)	218,025	Regular
CAPACIDAD REQUERIDA A 2011 (M3)		515
CAPACIDAD REQUERIDA A 2037 (M3)		599

Teniendo en cuenta la capacidad de almacenamiento del tanque existente, se concluye que el sistema no cuenta con la capacidad suficiente para atender la demanda actual y futura, dado lo anterior, es imperante proyectar la ampliación o

⁴⁷ Evaluación Técnica Operativa realizado por Personal Técnico de la Gerencia Asesora PDA Nariño.

⁴⁸ Levantamiento realizado por Personal Técnico de la Gerencia Asesora PDA Nariño.

la construcción de otro sistema de almacenamiento que dé solución a esta problemática.

El tanque cuenta con sus tuberías desagüe con sus correspondientes válvulas y la descarga de agua de lavado se hace a corrientes de agua. El lavado de los tanques urbanos según información del operador se realiza cada seis meses, desconociéndose que la normatividad obliga a un mantenimiento semestral incluyendo la actividad de desinfección de la estructura internamente, especificado en el Decreto 1575 de 2007, Art. 9, Responsabilidades de las Personas Prestadoras, Numeral 2, que a la letra dice: “Lavar y desinfectar antes de la puesta en funcionamiento y como mínimo dos (2) veces al año, los tanques de almacenamiento de aguas tratadas.

La siguiente ficha técnica contiene la información específica del tanque de almacenamiento urbano. (Cuadro 21).

Cuadro 22. Información técnica de los tanques de almacenamiento urbanos

FICHA TECNICA TANQUE DE ALMACENAMIENTO URBANO		
TANQUE DE ALMACENAMIENTO TAMINANGO		
Estado:	Regular	
No. de compartimientos	1	
Dimensiones del Tanque	Ancho (m):	7,50
	Largo (m):	11,40
	Altura total (m):	3,00
	Altura Útil (m):	2,55
Diametros de Tubería PVC	Entrada (pulg):	3"
	Salida red distribución(pulg):	4", 6"
	Rebose (pulg):	-
Válvulas por compartimento	Entrada (Apert y Cierre)	3"HD
	Salida (Apert y Cierre)	4" y 6"HD
	Desagüe (compuerta)	-
Capacidad Almacenamiento (m3):	218,03	
Zonas de Servicio:	Casco Urbano Taminango	
<p>Nota: Es de tipo enterrado, construido aproximadamente hace 35 años, se encuentra localizado a 20 metros dela PTAP</p>		



3.7.1 Macromedición. El sistema no cuenta con macromedición en ningún punto del sistema de acueducto, desconociendo la empresa, 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 en el sistema de acueducto.⁴⁹

3.8 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA

No se cuenta con información técnica, referente a memorias de diseño y planos del sistema de distribución que permita determinar de manera específica las características del sistema, por lo tanto, se relacionará en los ítems siguientes alguna información que se recolectó o que se levantó con ayuda del personal de EMPOTAM E.S.P. y los documentos adquiridos.⁵⁰

3.8.1 Conducción de agua tratada. La línea de conducción de agua tratada proveniente del tanque de almacenamiento hasta la red de distribución es en PVC de Ø 6" y Ø 4", no se cuenta con información referente a la longitud de ésta. En este punto, cabe denotarse, que es imperante adelantar un catastro de redes que permita conocer el equipamiento del sistema de distribución, pertinente para planificación, ejecución de obras, capacidad del sistema, vida útil remanente, inversiones, operación y mantenimiento y de otra parte la valoración de los activos con que cuenta el municipio y la empresa prestadora para la prestación del servicio.⁵¹

3.8.2 Redes de distribución. Con respecto a las redes de distribución, se pudo establecer que está conformada por dos (2) zonas: Parte Alta del Municipio con diámetros de Ø 6", Ø 2" y Ø 1" en PVC-P y Parte Baja del Municipio con diámetros de Ø 4" y Ø 2" en PVC-P".

- Parte Alta del Municipio
- Parte Baja del Municipio

El inventario del sistema de distribución se relaciona en el siguiente cuadro, indicando las longitudes por diámetros de tubería para un total de 6.933 m. (Cuadro 22).

⁴⁹ Levantamiento realizado por Personal Técnico de la Gerencia Asesora PDA Nariño.

⁵⁰ Empresa de Servicios Públicos de Taminango, EMPOTAM E.S.P

⁵¹ Plan de Uso Eficiente y Ahorro de Agua, Taminango PUEAA – año 2010.

Cuadro 23. Inventario del sistema de distribución

SECTOR	MATERIAL	DIAMETRO (pul)	LONGITUD (m)	ESTADO
Parte Alta del Municipio	PVC	1	388	regular
	PVC	2	3200	regular
	PVC	6	604	regular
	PVC	4	391	regular
Parte Baja del Municipio	PVC	2 y 4	2350	regular

Para disponer de información confiable, debe realizarse el estudio del catastro de redes del sistema de acueducto.

3.8.2.1 Puntos de toma de muestras. El municipio de Taminango tiene instalados 5 puntos de muestreo según información tomada por el personal de la Gerencia Asesora y el informe de análisis de calidad por parte del IDSN, año 2010. A continuación, se presenta el detalle de los puntos de muestreo.

Cuadro 24. Puntos de toma de muestras en la red de distribución

PUNTO	DESCRIPCION DEL PUNTO
1	B/ El Prado (Cr 10 con CII 3)
2	B/ Kenedy (CII 1 # 2 - 78)
3	B/ San Francisco (Cr 5 # 3 - 81)
4	B/ El Poder (CII 6 # 6 - 14)
5	Piedra de Bolivar

Según la resolución 811 de 2008, el número mínimo de puntos de muestreo en la red de distribución es de cinco (5) para una población atendida comprendida entre 2.501 a 10.000, por lo tanto, EMPOTAM E.S.P cumple con lo dispuesto y lo exigido en la presente resolución.

3.10 CONEXIONES DOMICILIARIAS.

Las acometidas domiciliarias en su mayoría están constituidas por cajilla en mampostería o bacinete en concreto con su respectiva tapa de hierro fundido, registro de corte, tubería en PVC de Ø ½ “y su respectivo micromedidor, hay algunas acometidas domiciliarias en mal estado, actualmente se está llevando a cabo un programa de sustitución.⁵²

3.11 PLANOS DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

Se cuenta con planos topográficos desde la bocatoma de la quebrada El Molino y su respectiva aducción, Desarenador, conducción (también planos de perfiles) hasta llegar a la planta de tratamiento, de las cámaras de quiebre y de unidades de ésta pero únicamente en medio físico ya que estos tiene más de 20 años de realizados.

3.12 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

A continuación se describen las principales actividades de operación y mantenimiento en los distintos componentes del sistema de acueducto de Taminango. (Cuadro 24).

Cuadro 25. Frecuencia de las actividades de mantenimiento en los componentes del sistema de acueducto de Taminango

ESTRUCTURA	ACTIVIDAD	FRECUENCIA DE MTO. SEGÚN EPOCA	
		INVIERNO	VERANO
BOCATOMA	Limpieza de hojas, tierra y otros residuos sólidos	2 veces al día	Pasando 1 día
DESARENADOR	Limpieza de la unidad, extracción de arenas, limos, material vegetal, etc.	1 vez al día	Pasando 1 día
CONDUCCION	Mantenimiento y engrase de purgas y ventosas	Cada año	
FILTRO DINAMICO	Como lo estipula el Manual de Operación	Cada 2 días	Cada 7 días
FILTRO GRUESO DE FLUJO ASCENDENTE	Como lo estipula el Manual de Operación	Cada 4 días	Cada 7 días
FILTRO LENTO	Como lo estipula el Manual de Operación	Cada 30 días	Cada 30 días
TANQUES DE ALMACENAMIENTO	Como lo estipula el Manual de Operación	Cada seis meses	

⁵² Levantamiento realizado por Personal Técnico de la Gerencia Asesora PDA Nariño.

4. DIAGNÓSTICO TECNICO DEL ALCANTARILLADO URBANO

4.1 ASPECTOS TECNICOS DEL ALCANTARILLADO EXISTENTE

El sistema de Alcantarillado es de tipo combinado en la mayor parte de sus tramos, aunque también existen redes pluviales y sanitarias. Actualmente, el alcantarillado del municipio de Taminango presenta problemas en todos sus componentes, las redes del alcantarillado reflejan el daño y desgaste que han sufrido a lo largo de estos años de servicio; además considerando que el diseño inicial ya cumplió su vida útil, las redes no tienen la capacidad hidráulica para transportar el caudal actual, debido a que el diámetro de la tubería es inferior al requerido, incumpliendo con las especificaciones técnicas del RAS-2000 en su título D, lo cual hace imprescindible que se adelante con urgencia la optimización del sistema de alcantarillado.⁵³

4.2 COMPONENTES DEL SISTEMA

Está compuesto por cámaras de inspección, redes secundarias, redes principales y colectores finales, a los cuales se les hace mantenimiento únicamente cuando se presentan daños en las redes o taponamientos de la tubería en época de invierno.

4.2.1 Redes de recolección, colectores y emisario final. En su mayoría las redes de alcantarillado ya sobrepasaron el periodo de diseño, están constituidas por tuberías de concreto en diámetros que van desde Ø 6" hasta Ø 24" en una longitud aproximada de 3.741m y en tuberías PVC Novafort en Ø 6" y Ø 8" con una longitud de 1.015 m. A continuación, se discriminan las redes de alcantarillado por diámetro, material y longitudes.⁵⁴ (Cuadro 26).

Cuadro 26. Discriminación de red de alcantarillado municipio de Taminango

RED ALCANTARILLADO TAMINANGO			
MATERIAL	DIAMETRO	LONGITUD (m)	LONGITUD TOTAL (m)
Concreto	6"	475	3741
	8"	3.085	
	10"	-	
	24"	182	
Novafort	6"	336	1015
	8"	682	

⁵³ PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS MUNICIPIO DE TAMINANGO

⁵⁴ PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS MUNICIPIO DE TAMINANGO

El sistema de alcantarillado cuenta, además con 7521.90m de tuberías domiciliarias instaladas.

No se cuenta con catastro de redes existentes, por tanto, no es posible determinar diámetros de mallas actuales. Carece de sistema de tratamiento de agua residual. En general, el estado de estos sistemas es deficiente. También el sistema de alcantarillado cuenta con una línea de box Couvert de aproximadamente 100 m, el cual canaliza las aguas de la quebrada Giringay, está localizado entre la calle 2, la carrera 4 y la calle real.⁵⁵

Según el PSMV en Taminango se encuentra identificados algunos tramos en sectores del municipio los cuales se discriminan en el siguiente cuadro (Cuadro 27).

Cuadro 27. Discriminación de red de alcantarillado municipio de Taminango

TRAMOS DE RED DE ALCANTARILLADO MUNICIPIO DE TAMINANGO									
Localidad	Tipo de Sistema	Longitud (m)	Nº Camaras	Edad Sistema	Diámetro (pul)	Material	Nº Viviendas	Unidades Individuales	Proyectos
Sector La Bomba	Alcantarillado Combinado	100	4	23 años	24"	cemento	80	20	No
Sector piedra grande	Alcantarillado Combinado	500	6	40 años	24"	cemento	120	15	No
Sector La Bomba - Piedra Grande - San Fransisco	Alcantarillado Combinado	600	6	40 años	24"	cemento	150	-	No
Sector B/ San Kenedy	Alcantarillado Combinado	500	9	40 años	24"	cemento	-	200	No
Sector B/ San Fransisco	Alcantarillado Separado	300	6	4 años	8"	PVC	150	15	-
Sector B/ San Estudiantes Bajo	Alcantarillado Combinado	100	6	40 años	24"	cemento	-	-	-
Sector B/ San Estudiantes	Alcantarillado Combinado	500	14	40 años	16"	cemento	200	20	-
Sector B/ Poder	Alcantarillado Combinado	500	16	6 años	8"	PVC		50	-
Sector Piedra Bolivar	Alcantarillado Combinado	350, 30, 50, 30, 50	12	35, 30 años; 2, 6 meses	16", 8", 16", 8", 16"	cemento, PVC	200	60	Reposicion red PVC

Fuente: PSMV (resumen ejecutivo)

⁵⁵ PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS MUNICIPIO DE TAMINANGO

4.2.2 Cámaras de inspección. La empresa prestadora no cuenta con información referida a la parte técnica acerca de pozos de inspección, sistemas de descole y aliviaderos. Solo se tiene identificado que cuenta con aproximadamente 83 pozos de inspección y cajillas clasificadas así:

Entre 1,10m - 2,5m	89%
Entre 2,50m - 3,5m	3,5%
Entre 3,50m a 7,0m	1,2%
Cajilla de 0,60m x 0, 60 m x 0, 80 m	6,2%.

4.2.3 Sumideros. De acuerdo al Plan de Contingencia EMPOTAM E.S.P. 2011 el número de sumideros instalados en el alcantarillado del municipio de Taminango es aproximadamente de 35, su estado es deficiente por el desgaste que han sufrido a través del tiempo.⁵⁶

4.3 PUNTOS DE VERTIMIENTO

El cuerpo receptor de las aguas residuales de la cabecera urbana del municipio de Taminango de acuerdo a la visita técnica realizada por personal técnico de la gerencia asesora y por información otorgada por operarios de la empresa prestadora es la Quebrada Giringay, a la cual llegan dos (2) puntos de vertimiento, complementado con otros dos (2) vertimientos que descargan sus aguas la Quebrada Mandural (Q. El Arado).⁵⁷ (Cuadro 28).

Cuadro 28. Puntos de vertimiento Taminango- zona urbana

VERTIMIENTOS	CUERPO RECEPTOR
Vertimiento B/ Estudiantes	Quebrada Giringay
Vertimiento B/ Kenedy	Quebrada Giringay
Vertimiento B/ Poder	Quebrada Mandural (Q. El Arado)
Vertimiento B/ Las cuadras	Quebrada Mandural (Q. ElArado)

⁵⁶ Plan de Contingencia EMPOTAM E.S.P. 2011

⁵⁷ PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS MUNICIPIO DE TAMINANGO 2010

4.4 ASPECTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La operación y mantenimiento se centra en actividades de destaponamiento de tuberías cuando sufren colmatación o taponamiento. Así mismo, realizan la limpieza de sumideros, mediante el retiro de los sólidos retenidos.

El Alcantarillado existente, a menudo presenta taponamientos de tuberías y rebose de aguas negras y lluvias por las cámaras de inspección y sumideros, debido a su mal estado y falta de capacidad hidráulica, lo que obliga a la atención inmediata en cada evento para superar la contingencia.

4.5 PLANOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Debido a las limitaciones técnicas que presenta el sistema de alcantarillado en cuanto a capacidad hidráulica y vida útil, así como a la necesidad de ampliar cobertura a áreas que carecen del servicio, la administración municipal adelantó el proyecto del Plan maestro de alcantarillado con el fin de optimizar y solucionar la problemática en la evacuación de las aguas residuales en el casco urbano del municipio y veredas aledañas.

5. DIAGNOSTICO TECNICO DEL SERVICIO DE ASEO

5.1 CARACTERIZACION Y PRODUCCION DE RESIDUOS SOLIDOS

Los residuos sólidos producidos en el Municipio Taminango presentan la siguiente caracterización física (Cuadro 29).

Cuadro 29. Caracterización de los residuos sólidos

TIPO DE MATERIAL	% EN PESO	Residuos Sólidos Producidos por Componente (ton/mes)
Residuos Sólidos Orgánicos	80%	141
Residuos Sólidos Inorgánicos	10%	18
Residuos Sólidos Desechables	1,2%	2,1
Residuos Sólidos Hospitalarios	7,0%	12,32
Residuos Sólidos de Barrido	1,0%	1,76
Otros	0,8%	1,4

Fuente: Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipio de Taminango (PGIRS).

En cuanto a la producción de residuos sólidos en el municipio, se tiene (Cuadro 30).

Cuadro 30. Producción mensual de residuos por tipo de usuario

Tipo de edificación	Producción Unitaria (kg/usuario-mes)
Domiciliarios	60,14
Comerciales	124,97
Industriales	74
Institucional	107,7
Especiales	50,13
Galería	260

Fuente: Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipio de Taminango (PGIRS).

5.2 RUTAS Y FRECUENCIA DE RECOLECCION

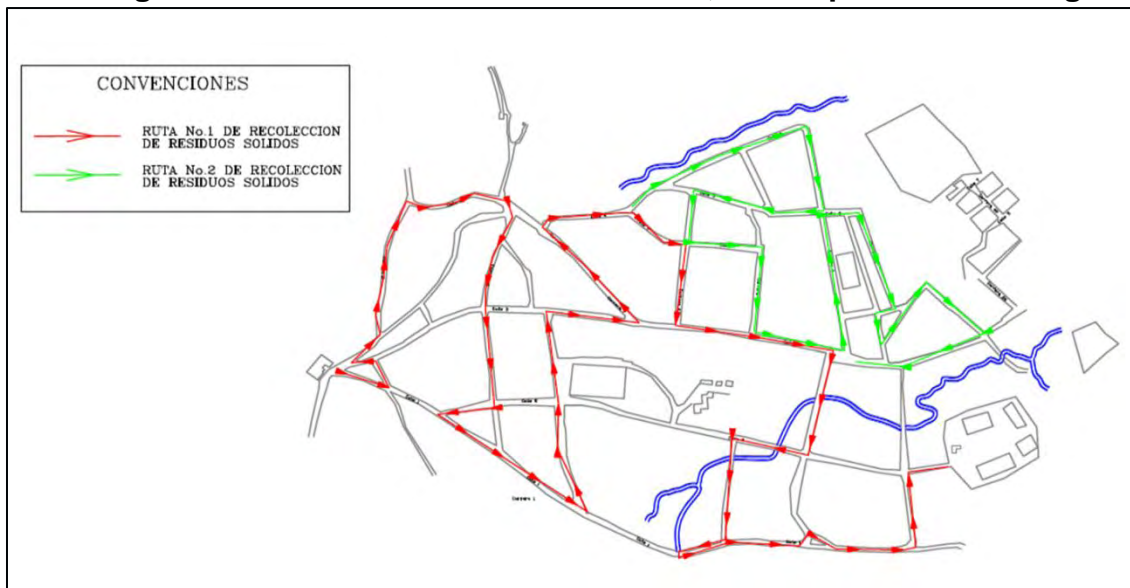
Se han establecido macrorutas según los sectores donde se hace la recolección y transporte de residuos sólidos, a continuación se muestran las rutas identidades. (Cuadro 31 y 32; Figura 9).

Cuadro 31. Recorrido de recolección y transporte

Identificación de Macroruta	Recorrido de la Microruta	Tipo Usuarios
Macroruta Urbana	Garaje - Alcaldía - calle estación policía - esquina personería - carrera 6 - calle real - calle escuela divino niño - carrera 5 - calle real - carrera 7 - esquina comité cafeteros - plaza de mercado - calle 2 - SENA - carrera 4 - calle real - iglesia San Juan Bautista - CEDENAR - esquina Telecom - calle 3 - carrera 2 - B/ los estudiantes - colegio Pablo VI - calle real - carrera 5 - disposición final	Urbanos
Macroruta Tablon	Panamericana - calle 5 - carrera 3 - calle 1 - calle 2 - carrera 2 - calle 3 - carrera 3 - panamericana.	Rurales
Macroruta El Manzano	Panamericana - vía principal (adoquinada) - Instituto de bienestar familiar (ICBF) - Escuela rural el Manzano - vía principal - panamericana.	Rurales
Macroruta Curiaco	Entrada de Taminango - Cementerio - Puesto de salud - Escuela - vía a Taminango.	Rurales
Macroruta Granda	Calle 1 - calle 2 - carrera 1 - Escuela - carrera 2 - calle 2 - carrera 3 - calle 5	Rurales
Macroruta El Remolino	Panamericana - carrera 3 - calle 2 - calle 2A - carrera 4 - calle 8 - carrera 5 - carrera 5A - Bomba - calle 8 - carrera 2A - carrera 3 - calle 8B - carrera 2 - carrera 2A - calle 8 - carrera 5 - calle 7 - carrera 1 - calle 5 - calle 3 - carrera 3 - calle 2	Rurales

Fuente: Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipio de Taminango (PGIRS).

Figura 8. Recorrido micro-rutas urbana, municipio de Taminango



Cuadro 32. Frecuencia del servicio

Macro Rutas	Tipo de Usuario	No. de Usuarios	Frecuencia Semanal	Frecuencia Anual (días)
Urbana (Taminango)	Urbanos	1108	1	48
Tablon	Rurales	1225	1	48
El Manzano	Rurales		1	48
Curiaco	Rurales		0,5	24
Granada	Rurales		1	48
El Remolino	Rurales		1	48
TOTALES		2333		-

Fuente: Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipio de Taminango (PGIRS).

5.3 BARRIDO DE VIAS Y DE AREAS PUBLICAS

Se presta el servicio de barrido y limpieza en el sector urbano, en un área de 34 hectáreas. La longitud de vías con este servicio es de 7,8 kilómetros al mes.

La limpieza y barrido de las calles lo hacen dos operarios en forma manual, una vez por semana. El barrido se hace en las áreas más transitadas por los habitantes del municipio, en especial la zona comercial y la plaza de mercado, se

efectúa con escobas, recogedores y una carretilla, los residuos recolectados se van acumulando en un costado de la plaza principal en costales de polipropileno, los cuáles son recogidos por la volqueta una vez por semana. El Tiempo de Barrido (cabecera Municipal) es de 4 hora/semana. La Cobertura de barrido y limpieza de vías es del 37%, la cobertura de barrido y limpieza de áreas públicas es 23%, de acuerdo a PGIRS Municipio de Taminango.⁵⁸

5.4 DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

La disposición final de los residuos sólidos ordinarios se realiza en el relleno sanitario de Antanas a partir de 4 de Junio de 2011 por medio de convenio celebrado por Municipio de Taminango. y EMAS S.A. E.S.P., pero antes de esa fecha se lo realizaba en un lote en la vereda El Manzano. Debido a que el relleno sanitario de Antanas es uno de los principales en el Departamento de Nariño se realizan procesos de cobertura frecuente y aprovechamiento de los mismos. Se hace el proceso de manejo de gases y los lixiviados.⁵⁹

5.5 RELLENO SANITARIO

La disposición final de los residuos sólidos ordinarios se hace en el relleno sanitario Antanas suscrito a la empresa metropolitana de aseo de pasto EMAS S.A. E.S.P. Mediante Convenio No. 017 - DF del 4 de junio de 2011 por parte de Municipio de Taminango y EMAS S.A E.S.P., este convenio manifiesta que el servicio de disposición final en este relleno no puede superar las noventa y cuatro (94) toneladas mensuales provenientes de este municipio, en los vehículos dispuestos para este efecto

5.6 RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS

En el convenio con EMAS S.A E.S.P., solo se tratan los residuos sólidos, los hospitalarios se disponen en el mismo lugar.

6. DIAGNOSTICO TÉCNICO OPERATIVO DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO – MUNICIPIO DE SAN LORENZO

6.1 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO

⁵⁸ Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipio de Taminango (PGIRS).

⁵⁹ Empresa Regional de Obras Sanitarias, EMPOTAM E.S.P.,

6.1.1 Ubicación y localización. El municipio de San Lorenzo está situado sobre la Zona Nororiental del departamento de Nariño, y al Noroccidente de la ciudad de San Juan de Pasto, está enmarcado entre el río Mayo y la quebrada Santa Ana al norte, las quebradas Charguayaco y Honda al occidente, las quebradas Santa Ana, Juanambú y Mazamorras al oriente. El municipio de San Lorenzo es uno de los 64 municipios que conforman el territorio del departamento de Nariño, con una temperatura promedio de 17 °C, y coordenadas (cabecera urbana) 1° 30'11" de latitud norte y 77° 12'55" de longitud oeste del meridiano de Greenwich; se encuentra además a una altura de 2.150 msnm y su extensión es de 249 kilómetros cuadrados.⁶⁰(Figura 9; Cuadro 33).

Figura 9. Localización municipio de San Lorenzo



Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/San_Lorenzo_\(Nari%C3%B1o\)](http://es.wikipedia.org/wiki/San_Lorenzo_(Nari%C3%B1o))

Cuadro 33.- Límites del municipio

LÍMITES MUNICIPIO DE SAN LORENZO	
NORTE:	Municipio de Mercaderes (Cauca)
SUR:	Municipio de Buesaco
ORIENTE:	Municipio de Arboleda - Berruecos
OCCIDENTE:	Municipio de Taminango

Fuente: <http://www.sanlorenzo-narino.gov.co/nuestromunicipio.shtml>

⁶⁰ <http://www.sanlorenzo-narino.gov.co>

6.2 DINÁMICA DEMOGRÁFICA Y TENDENCIAS

6.2.1 Evolución demográfica. Para realizar el análisis del comportamiento de las tasas de crecimiento, se tiene en cuenta los resultados, obtenidos de aplicar los métodos geométrico y exponencial respectivamente, sin embargo, la tasa determinada por el DANE en los estudios Postcensales “Proyecciones Nacionales y Departamentales de Población (2005 -2020)” realizados en el año 2010; para la proyección del crecimiento poblacional referida al municipio de San Lorenzo, en la que se incluyen los datos censales de los años 1993, 2005 y proyecciones de 2010, 2015 y 2020, es de 2,20%, tasa que se adopta para este estudio por corresponder a información oficial.⁶¹(Cuadro 34).

Cuadro 34. Evolución demográfica – censos DANE y ratas de crecimiento, municipio de San Lorenzo

PROYECCIONES DANE			
AÑO	POBLACION	RATAS	PROMEDIO
2005	2.203	2,36%	2,20%
2010	2.476		
2010	2.476	2,28%	
2015	2.772		
2015	2.772	1,94%	
2020	3.052		

Tasa de crecimiento poblacional. Para realizar el análisis del comportamiento de las tasas de crecimiento, se tiene en cuenta los resultados del cuadro anterior, obtenidos de aplicar proyecciones de 2010, 2015 y 2020, es de 2,20%, tasa que se adopta para este estudio por corresponder a información oficial.

⁶¹ Boletín Censo General, Perfil San Lorenzo Nariño. Departamento Administrativo Nacional de Estadística, (DANE); “Proyecciones Nacionales y Departamentales de Población (2005 -2020)” DANE 2010.

6.2.1.1 Proyecciones de población urbana y rural servida del municipio. Las proyecciones de población a partir del 2020 se realizaron con la tasa media de crecimiento poblacional definida por el DANE de 2,20%, según lo anotado en el ítem anterior y para los años 2005 a 2020 la información de población corresponde a los datos registrados en los estudios postcensales antes referidos. Los resultados de la proyección de la población urbana se consignan en el siguiente cuadro. (Cuadro 35).

Cuadro 35. Proyecciones de población urbana y rural servida con datos base DANE y usuarios

PROYECCION POBLACION - CABECERA MUNICIPIO DE SAN LORENZO, 2012 - 2037													
CABECERA	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
	2.596	2.655	2.714	2.772	2.829	2.886	2.942	2.997	3.052	3.119	3.188	3.258	3.330
3.403	3.478	3.554	3.632	3.712	3.794	3.877	3.963	4.050	4.139	4.230	4.323	4.418	

Fuente: Boletín Censo San Lorenzo DANE, Estudios Post-censales, Gerencia Asesora PDA Nariño.

6.2.2 Asignación del nivel de complejidad. Una vez establecida la proyección de la población para el año horizonte del proyecto, se determina el nivel de complejidad, con base en lo establecido en la tabla A.3.1 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS 2000.

Para el horizonte del proyecto, la población estimada es de 4.418 habitantes, que corresponde a un nivel de complejidad medio (2501 a 12500 hab.), tomando el periodo máximo de diseño de 25 años, según lo establece el artículo 2do de la Resolución 2320 de 2009 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.⁶²

6.3 INDICADORES DE LOS SERVICIOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO

⁶² (Tabla A.3.1) Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS 2000; Artículo 2do. de la Resolución 2320 de 2009 Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

6.3.1 Producción, facturación y pérdidas en el acueducto urbano. El caudal tratado por el acueducto del municipio de San Lorenzo se determinó mediante el aforo realizado en el tanque de almacenamiento por el personal técnico de la Gerencia Asesora del Plan Departamental de Aguas de Nariño los días de la visita de campo. Obteniéndose un caudal aproximado de 10,18 l/s (ver anexo 2), el cual será adoptado para los posteriores análisis, debido a que en primer lugar no tienen un sistema de macromedición en ningún punto y en segundo lugar este municipio no cuenta con una planta de tratamiento en la cual se disponga de registros periódicos de volúmenes tratados.

Las variables operativas de volumen producido y suministrado, se relacionan en el siguiente cuadro, haciendo la anotación que el volumen de agua facturada no es un dato disponible por no contar con micromedición, razón por la cual, se estima partir de la dotación neta máxima establecida normativamente en función del nivel de complejidad del sistema.⁶³

Las pérdidas se determinan confrontando la demanda de agua de la población total servida (población DANE) y el volumen suministrado. (Cuadro 36).

Cuadro 36. Volúmenes de agua producida, suministrada, facturada estimada y pérdidas técnicas

VARIABLES	ESCENARIO 1				
	VOLUMENES DE AGUA (M3)				
	Q (L/s)	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL
VOLUMEN PRODUCIDO (M3)	10,2	880	6.157	26.387	321.036
CONSUMO INTERNO (M3) 3% Qmd	-	-	-	-	-
VOLUMEN SUMINISTRADO (M3)	10,2	880	6.157	26.387	321.036
DOTACION NETA MAXIMA	115(L/hab. día)				
POBLACION TOTAL SERVIDA 2012	2.207 Habitantes				
VOLUMEN FACTURADO ESTIMADO (M3)		254	1.777	7.614	92.639
PERDIDAS (%)	71,14%				

Fuente: Evaluación Técnica Gerencia Asesora PDA.

En conclusión las pérdidas obtenidas del 71,14% son altas con relación al porcentaje de pérdidas que la norma admite, condición que obliga a formular e implementar en el corto plazo un programa de reducción de pérdidas, que

⁶³ Artículo 1 de la Resolución 2320 de 2009 Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

permitiría mejorar el suministro y ejercer una menor presión hacia las fuentes abastecedoras.

6.3.2 Dotación de agua del servicio de acueducto urbano. Teniendo en cuenta que en el municipio de San Lorenzo no existe micromedición ni macromedición, se decidió adoptar como base las dotaciones neta y bruta establecidas por el RAS 2000.

En concordancia con lo dispuesto en la resolución 2320 del 27 de Noviembre del 2009, por la cual se modificó la resolución número 1096 del 2000, se tiene que para un nivel de complejidad medio y para poblaciones con clima frío o templado la dotación neta máxima es:

Dotación Neta Máxima = 115 l/hab/día.⁶⁴

La dotación bruta es la cantidad máxima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante considerando para su cálculo el porcentaje de pérdidas con un máximo de 25%, la cual se determina con la siguiente ecuación:

$$d \text{ bruta} = \frac{d \text{ neta}}{1 - \% \text{ de pérdidas}}$$

La Dotación bruta = 115 l/hab.día/(1-0,25) = 153,33 l/hab.día.⁶⁵

6.3.3 Factores de consumo máximo diario y horario. Se adoptaron los factores de consumo Máximo Diario (K1) y máximo Horario (K2), según parámetros del RAS 2000, al no contar con micromedición en la red de distribución y por ende no disponer de lecturas de los registros de consumos que permitan su determinación.

Coeficiente de consumo máximo diario	K1= 1,30
Coeficiente de consumo máximo horario	K2= 1,60.

6.3.4 Resumen de indicadores de los servicios de acueducto y alcantarillado. A continuación se muestra un resumen de indicadores y sus proyecciones. (Cuadro 37).

⁶⁴ (Tabla No 9), Resolución 2320 de 2009 Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

⁶⁵ (Literal B.2.3) RAS 2000.

Cuadro 37. Indicadores actuales y proyectados de los servicios de acueducto y alcantarillado

No.	DESCRIPCION DEL INDICADOR	AÑOS								
		2011	2012	2013	2018	2021	2026	2031	2035	2037
1	Población Cabecera Urbana	2536	2596	2655	2942	3119	3478	3877	4230	4418
2	Población servida	2156	2207	2257	2942	3119	3478	3877	4230	4418
3	Usuarios Acueducto (Sector Urbano)	451	451	461	514	549	612	682	744	777
4	Cobertura Acueducto (Sector Urbano) (%)	85	85	85	100	100	100	100	100	100
5	Capacidad Requerida Acueducto Qmd (L/s)	12,92	13,23	13,53	6,79	7,20	8,02	8,95	9,76	10,19
6	Agua Producida (M3/año)	25.769	26.379	26.978	13.533	14.348	15.997	17.836	19.458	20.323
7	Agua Facturada (M3/año)	-	-	-	10.150	10.761	11.998	13.377	14.594	15.242
8	Dotación Bruta (L/hab.día)	398,48	398,48	398,48	153,33	153,33	153,33	153,33	153,33	153,33
9	Dotación Neta (L/hab.día)	115,00	115,00	115,00	115,00	115,00	115,00	115,00	115,00	115,00
10	Índice de Agua no Contabilizada (%)	71,14%	71,14%	71,14%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
11	No. de Medidores Instalados	-	-	-	514	549	612	682	744	777
12	Cobertura de Micromedición (%)	-	-	-	100	100	100	100	100	100
13	Medidores en mal Estado (%)	-	-	-	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
14	Micromedición Efectiva (%)	-	-	-	95	95	95	95	95	95
15	Continuidad (horas/día)	24	24	24	24	24	24	24	24	24
16	Usuarios de Alcantarillado	451	451	461	514	549	612	682	744	777
17	Cobertura de Alcantarillado (%)	84,4	84,4	84,4	100	100	100	100	100	100

7. DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL ACUEDUCTO URBANO

7.1 FUENTES DE ABASTECIMIENTO ACTUALES

Para el abastecimiento del acueducto, se aprovecha la oferta de la quebrada La Chorrera y de la fuente quebrada La Marucha, Las Palmas o La Pajosa. Según la Autorización Sanitaria 341 y 342 del 5 de Octubre del 2009, expedida por Instituto Departamental de Salud, la Empresa de Servicios Públicos de San Lorenzo solicitó la legalización de aguas de las fuentes de uso público denominada “La Chorrera” y “La Pajosa”, ubicadas en el Municipio de San Lorenzo.⁶⁶

La resolución establece además, que se sugiere a que se instale un tratamiento de tipo convencional + desinfección permanente, garantizando su funcionamiento continuo. Estas fuentes abastecen actualmente el acueducto que surte de agua a la cabecera urbana.⁶⁷

7.2 ESTRUCTURA DE CAPTACION

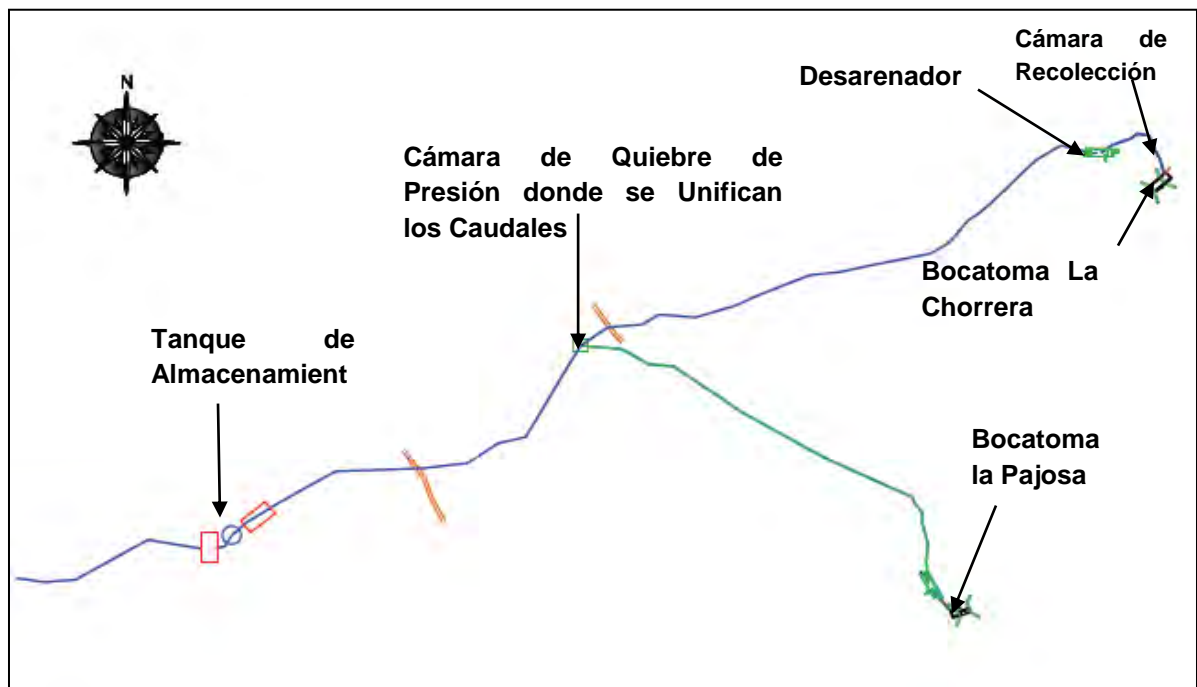
⁶⁶ Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua Municipio de San Lorenzo.

⁶⁷ Autorización Sanitaria 341 y 342, IDSN.

7.2.1 Bocatoma. El municipio de San Lorenzo cuenta con dos bocatomas y una estructura menor de captación. La primera bocatoma obtiene las aguas de la quebrada La Chorrera, ubicada a una altura de 1851,8 msnm, la cual tiene más de 50 años de servicio, no posee caja de derivación y las dimensiones efectivas de la rejilla son de 0,75 m x 0,15 m. Aproximadamente, 30 m aguas abajo de esta estructura se localiza una cámara en concreto donde se capta también agua de la fuente La chorrera. La segunda bocatoma obtiene aguas de la quebrada La Pajosa (también conocida como Marucha o Las Palmas), ubicada a una altura de 1833,36 msnm la cual también presenta más de 50 años de uso, posee una rejilla de dimensiones efectivas 0,75 m x 0,12 m, una cámara de derivación en mal estado de dimensiones 0,5 m x 0,5 m.⁶⁸

A continuación, se presenta la localización de la bocatoma de la quebrada La Chorrera y la bocatoma de la quebrada La Pajosa. (Figura 11, 12).

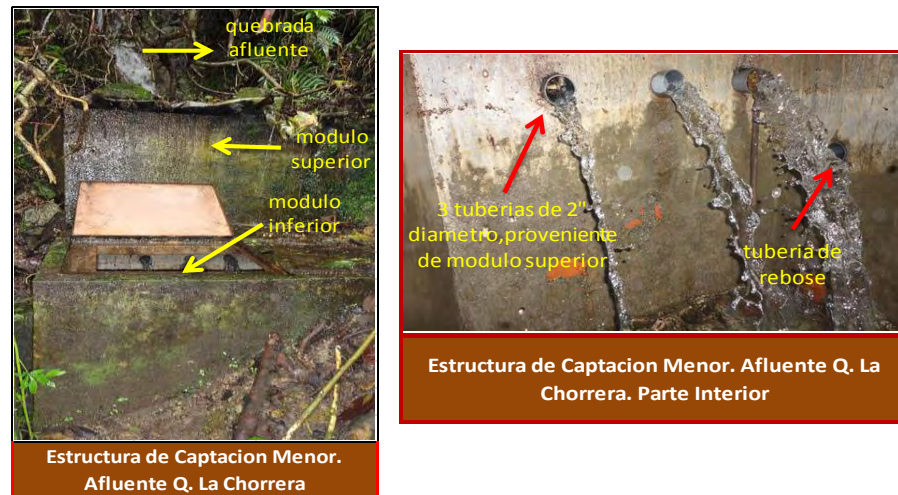
Figura 10. Localización de las bocatomas, q. La Chorrera y q. La Pajosa del acueducto de San Lorenzo



Fuente: Plano, "Optimización Acueducto Urbano San Lorenzo 2010".

⁶⁸ Levantamiento realizado por Personal Técnico de la Gerencia Asesora PDA Nariño.

Figura 11. Estructura de captación menor, afluente q. La Chorrera



Esta cámara se ubica 30 m aguas abajo de la bocatoma principal de la quebrada La Chorrera, en esencia es una cámara en concreto la cual está compuesta de 2 módulos. El agua ingresa al primer módulo el cual tiene por dimensiones 0,60m x 1,2m y entrega el caudal al segundo módulo por medio de 3 tuberías de Ø 2", las dimensiones de este módulo son: 1,20m X 1,50m X 1,05 m, posee dos tapas metálicas para mantenimiento y una tubería para rebose en la parte lateral derecha, entrega el agua mediante una tubería en PVC de Ø 2". El caudal captado es aproximadamente 2 l/s.⁶⁹

El caudal proveniente de la bocatoma principal de la quebrada La Chorrera y el caudal de la captación anterior se unen en un tramo de aducción antes de llegar a un desarenador por medio de una cámara de quiebre la cual se referenciará más adelante en su respectivo segmento.

Una vez que el proyecto se encuentre en operación, y durante todo el período de vida útil del proyecto deben verificarse los caudales, recomendándose para los niveles medio y medio alto de complejidad, medir el caudal a la entrada cada dos horas y guardar los registros con el fin de ser enviados, en caso de ser requeridos, a la SSPD (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios), condición que no se cumple, puesto que no se realizan aforos en ninguna de las bocatomas.⁷⁰

⁶⁹ Levantamiento realizado por Personal Técnico de la Gerencia Asesora PDA Nariño.

⁷⁰ (Literal B.4.6.1) del RAS 2000.

En cuanto a la calidad del agua de la fuente, con el fin de controlar la calidad del agua en la fuente durante todo el período de operación de las estructuras de la captación, 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 tomar acciones de control y prevención oportunas, requerimiento que tampoco se cumple en ninguna de las fuentes abastecedoras.⁷¹

A fin de prolongar la vida útil de estas estructuras, se recomienda recubrir los muros con morteros e impermeabilizarlos, además cada una de las rejillas se deben cambiar ya que las actuales presentan un estado lamentable. Específicamente en la bocatoma de La Pajosa se observa que la máxima capacidad de transporte del canal de derivación es de 5,35 l/s y el concesionado es de 8 l/s, limitando la capacidad de la bocatoma, en ese sentido, se hace necesario la optimización y aumento el diámetro de la tubería de manera que se capte el caudal concesionado; otra de las falencias encontradas corresponde al estado de la cámara de derivación, según las anotaciones del personal técnico de la gerencia asesora consorcio TZ-SANEAR esta estructura presenta fisuras y fugas que compromete la estructura ,por lo cual es preciso la construcción de una nueva.⁷²

En el siguiente cuadro se presenta el resultado obtenido del chequeo hidráulico realizado a la bocatoma, por el método de la velocidad especificada, según el literal B.4.4.5 del RAS 2000. (Cuadro 38).

⁷¹ (Literal B.4.6.2) del RAS 2000.

⁷² Evaluación realizada por Personal Técnico de la Gerencia Asesora PDA Nariño.

Cuadro 38. Evaluación capacidad instalada bocatomas

FICHA TECNICA - CAPTACIONES DE AGUA ACUEDUCTO URBANO DE SAN LORENZO		
VARIABLES	BOCATOMA No. 1	BOCATOMA No. 2
Tipo	Captación de Fondo	Captación de Fondo
Caudal de Captación (Qc)	$Qc=C \times At \times e \times Vp$	$Q=C \times At \times e \times Vp$
Velocidad de flujo en la rejilla - V (B.4.4.5.5 -RAS 2000)	V= 0,15 m/seg	V= 0,15 m/seg
Coefficiente de contracción de la vena líquida ©	C = 0,9	C = 0,9
Area Total de la Rejilla (At)	$At = L \times Lr = 0,75m \times 0,15m = 0,1125 m^2$	$At = L \times Lr = 0,75m \times 0,12m = 0,48 m^2$
Porcentaje útil de la rejilla €	$e = (eb)/(eb+\varnothing b) = 0,6122$	$e = (eb)/(eb+\varnothing b) = 0,4405$
Espaciamiento entre barrotes (eb)	0,015m	0,015 m
Longitud de la rejilla (L)	0,75 m	0,75 m
Ancho de la Reja (Lr)	0,15 m	0,12 m
Diámetro de Barras (Øb)	$\varnothing b = 3/8" = 0,0095 m$	$\varnothing b = 3/4" = 0,01905 m$
Capacidad Instalada	Caudal de Captación = Qc = 9,30 L/s	Caudal de Captación = Qc = 5,35 L/s
<p>ARCHIVO FOTOGRAFICO - BOCATOMAS EN FUNCIONAMIENTO ABASTECEDORAS DE ACUEDUCTO URBANOL - MUNICIPIO DE SAN LORENZO</p>		
	Bocatoma - Fuente La Chorrera	Bocatoma - Fuente La Pajosa - Las Palmas

Fuente: Evaluación del Personal Técnico Gerencia Asesora PDA Nariño.

7.3 LÍNEA DE ADUCCIÓN

Existen tres líneas de aducción, dos procedentes de cada una de las bocatomas y otra proveniente de la estructura de captación menor. A continuación se hace una breve descripción de cada una de las líneas.

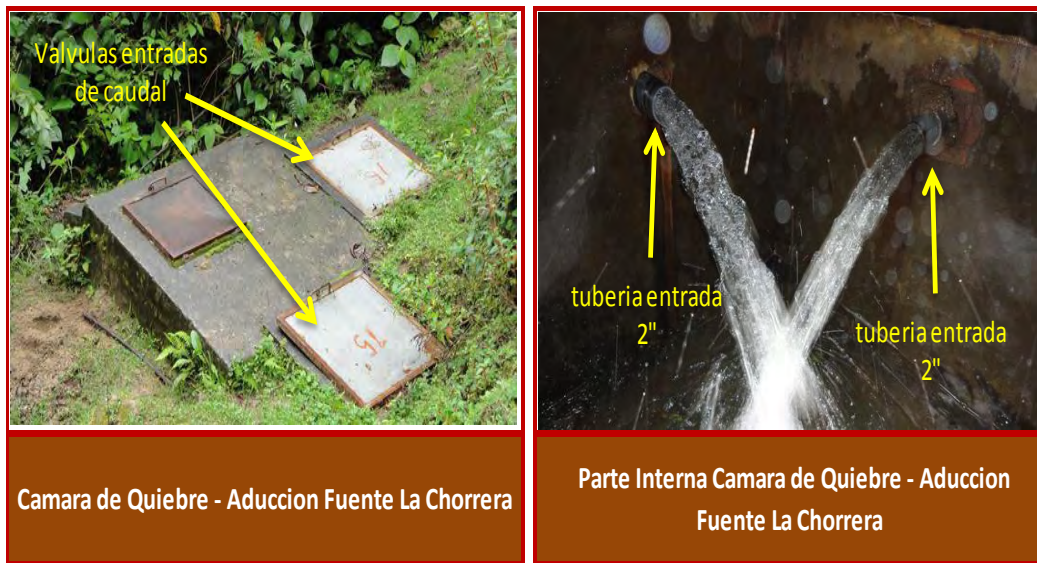
Aducción fuente Q. La Chorrera. Esta línea está constituida por diferentes tramos de tubería tal como se enuncia a continuación.

Inicia en la bocatoma con un primer tramo de aproximadamente 10 m en PVC diámetro Ø4", luego se reduce a un diámetro de Ø 2" con una longitud de 20 m en PVC el cual llega a una cámara de quiebre en donde se unen los caudales de la captación de la bocatoma principal la Chorrera y la estructura de captación menor (cámara de concreto). La Cámara de Quiebre de presión tiene la finalidad además de llevar la presión a ceros, unir los caudales provenientes de la bocatoma quebrada La Chorrera y la estructura de captación menor, dicha cámara está

construida en concreto y mampostería de 1,4m X 1,30m X 1,20m posee dos válvulas de entrada en sus laterales cada una con su módulo o estructura de protección de dimensiones 0,70m X 0,70 m X 0,25 m. La tubería de entrada es de Ø 2" y la de salida es tubería galvanizada Ø3", la tubería de aducción continua en este mismo diámetro y material hasta llegar el desarenador en aproximadamente 61 m. Cabe resaltar que el estado de este componente no es el mejor, debido que a lo largo del recorrido se presenta fugas y gran parte tubería está expuesta a la intemperie.

La línea de aducción proveniente de la estructura de Captación Menor, Afluente Q. La Chorrera es en tubería PVC Ø2" con una longitud aproximada de 80m, como se describió anteriormente dicha conducción llega a una cámara de quiebre, a ésta estructura le confluye la aducción de la bocatoma la chorrera (principal) ubicada aguas arriba.⁷³ (Figura 13).

Figura 12. Cámara de quiebre, aducción fuente La Chorrera



Fuente: Fotografías, visita de campo, personal técnico Gerencia Asesora, PDA Nariño

En el siguiente cuadro se presenta el resultado obtenido del chequeo hidráulico realizado a la línea de aducción. (Cuadro 3

⁷³ Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua Municipio de San Lorenzo

Cuadro 39. Capacidad instalada de la línea de aducción

FICHA TECNICA - ADUCCION ACUEDUCTO URBANO SAN LORENZO, FUENTE LA CHORRERA		
TRAMO 1		TRAMO 2
Cota inicial: 1851,79 msnm		Cota inicial: 1847,6 msnm
Cota final: 1847,6 msnm		Cota final: 1836,9 msnm
Longitud Tubería: 33,7 m		Longitud Tubería: 61,15m
Diámetro Tubería: 4" y 2"		Diámetro Tubería: 3" (0,0762m)
Material: PVC		Material: Hierro Galvanizado
Velocidad Utilizada: 0,39 - 1,58 m/s		Velocidad Utilizada: 1,14 m/s
Coefficiente Rugosidad: 140		Coefficiente Rugosidad: 125
Presion Dinamica:(2,67 - 2,84m)		Presion Dinamica:(2,11 - 9,6m)
Capacidad Utilizada: 3,2 L/S		Capacidad Utilizada: 5,2 L/S
Capacidad Instalada: 5,5 L/ºS		Capacidad Instalada: 14,5 L/S

La capacidad máxima de transporte de esta tubería de aducción se determinó teniendo en cuenta el parámetro de la velocidad que no debe ser menor a 0,6m/s y mayor a 6m/s, además que la presión dinámica no esté por debajo a 1 m.c.a, de esta manera se obtuvo un caudal máximo de transporte en el primer tramo que empieza en el K0+00 hasta la cámara de quiebre de presión de 5,5 l/s y para el tramo dos que parte desde esa cámara de quiebre hasta el desarenador de 14,5 l/s. Aunque la tubería tiene la capacidad para transportar el caudal concesionado su estado no es el mejor debido al desgaste que ha sufrido a lo largo de 50 años de servicio, por lo cual se recomienda la instalación de una tubería nueva que cumpla con las condiciones hidráulicas y con las especificaciones técnicas.

Aducción fuente Q. La Pajosa. Esta línea de aducción transporta el agua hasta una cámara de quiebre ubicada en K0+663.1 donde se unifica con las aguas provenientes del desarenador de la fuente La Chorrera. Está compuesta por dos líneas de tuberías en paralelo ambas en PVC y de Ø2", con una longitud aproximada de 494 m desde la bocatoma hasta la cámara de quiebre antes mencionada, presenta a lo largo de su trayecto 3 válvulas, dos de ellas ventosas y la restante válvula de purga.⁷⁴

La cámara de quiebre antes mencionada tiene la finalidad de unir los caudales provenientes del desarenador de la quebrada La Chorrera y el agua captada en la fuente La Pajosa, dicha cámara está construida en concreto y mampostería de

⁷⁴ Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua Municipio de San Lorenzo

dimensiones 1,4m largo X 1,2m ancho X 1,5 m profundidad a la cual recientemente se le adaptó una caseta de dimensiones 1,8m X 2,2m X 2,2 m en mampostería y concreto.⁷⁵ (Figura 14).

Figura 13. Cámara de quiebre, conducción fuente La Chorrera y aducción fuente La Pajosa



Camara de Quiebre - Conduccion Fuente La Chorrera y Aduccion Fuente La Pajosa



Camara de Quiebre - Conduccion Fuente La Chorrera y Aduccion Fuente La Pajosa

Fuente: Fotografías, visita de campo, personal técnico Gerencia Asesora, PDA Nariño

Cuadro 40. Capacidad instalada de la línea de aducción

FICHA TECNICA - ADUCCION ACUEDUCTO DE SAN LORENZO. FUENTE LA PAJOSA	
ADUCCION 2	
Cota inicial: 1833,68 msnm	
Cota final: 1800,71 msnm	
Longitud Tubería: 494 m	
Diámetro Tubería: 2" (0,0508m)	
Material: PVC	
Velocidad Utilizada: 1,09 m/s	
Velocidad Max: 1,13 m/s	
Coefficiente Rugosidad: 140	
Capacidad Utilizada: 2,48 L/S X 2	
Capacidad Instalada: 2,45 L/S X 2	
LA CAPACIDAD INSTALADA TOTAL DE LA ADUCCIÓN ES DE 4,9 L/s	

En el anexo 3 se muestra el análisis hidráulico realizado a la línea de aducción fuente La Pajosa con los planos suministrados por la administración municipal y la

⁷⁵ Levantamiento realizado por Personal Técnico de la Gerencia Asesora PDA Nariño.

empresa de servicios públicos. Como son dos líneas de tubería idénticas de Ø2" se realizará el chequeo hidráulico para una sola línea.

Los resultados obtenidos permiten inferir que en el escenario actual la velocidad 1,22 l/s se encuentra dentro del rango estipulado en la norma RAS 2000, literal B.6.4.8.3. y B.6.4.8.4 (0,6 m/s,-6 m/s)., sin embargo, se observa que existen presiones inferiores a 1m.c.a siendo la capacidad máxima de transporte de 4,9 l/s inferior al que actualmente se está transportando que esta por el orden de 4,98 l/s, además si se compara el caudal que puede transportar la tubería con el caudal concesionado de 8 l/s de la fuente La Pajosa se evidencia que la capacidad de esta tubería es insuficiente. Por otra parte, de acuerdo con la información suministrada por El fontanero la tubería en sus primeros tramos se encuentra en muy mal estado y es común que se presente fugas, por tanto, se recomienda el cambio de la tubería.⁷⁶

7.4 DESARENADOR

El acueducto Urbano de San Lorenzo cuenta con un desarenador, ubicado en la línea proveniente de la bocatoma fuente La Chorrera. La otra línea de aducción de la fuente La Pajosa carece de este dispositivo, sin embargo, en el proyecto de optimización de los componentes del acueducto urbano y construcción de planta de tratamiento de agua potable se encuentra contemplado la construcción de un desarenador para esta fuente.⁷⁷

Desarenador fuente la chorrera. Se trata de una estructura en concreto, con dimensiones exteriores de 8,65 m de largo, 1,63 m de ancho y 2 m de altura; conformada por un módulo de sedimentación de las siguientes dimensiones: 7,05 m de largo, 1,13 m de ancho y 1,40 m de altura útil. Posee dos válvulas una de entrada (Ø 3") y otra de salida (Ø 6") con sus respectivas cámaras, además presenta cámaras de aquietamiento a la entrada y salida de este de aproximadamente de 0,70 m, cada una cuenta con un muro divisorio de 10 cm. La altura para almacenamiento de arenas es de 0,50 m.

Teniendo en cuenta que el caudal que entra al desarenador equivale a 5,2 l/s mayor al caudal que esta unidad está en capacidad de tratar de 5,02 l/s, es de

⁷⁶ Evaluación del Personal Técnico Gerencia Asesora PDA Nariño.

⁷⁷ PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL PARA EL CUATRIENIO 2.008 – 2.011 SAN LORENZO.

presumir que se logra una irregular remoción de partículas siendo ineficiente la respuesta de este componente.⁷⁸ En el siguiente cuadro se presenta el resultado obtenido del chequeo hidráulico realizado al desarenador. (Cuadro 41).

Cuadro 41. Revisión de la capacidad hidráulica del desarenador La Chorrera

FICHA TÉCNICA DESARENADOR DEL ACUEDUCTO URBANO DE SAN LORENZO FUENTE LA CHORRERA			
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:	
Temperatura del Agua, (T)	15°C	1	
Viscosidad Cinemática del Agua (μ)	0,01146 cm ² /s	Clasificación:	
Tamaño de Partícula (d) - según RAS	0,0075 cm	Malos deflectores o sin ellos	
Con tratamiento posterior		1	
Porcentaje de Remoción (%R)	87,5 %	Deflectores Buenos	
Aceleración de la Gravedad (g)	981 cm/s ²	2	
Peso Específico de la Arena - r_s	2,65 gr/cm ³	Muy Buenos Deflectores	
Peso Específico del Agua - r	1 gr/cm ³	3	
Con la ecuación de STOKES se calcula la velocidad de sedimentación		Desarenadores con buenos deflectores a / t	
$V_s = [g * (r_s - r) * d^2] / (18 * \mu)$	$V_s = 0,441$ cm/s	7	
2. Cálculo del tiempo de sedimentación, t		Tiempo de Retención Hidráulica, a	
Dimensiones del Desarenador		37 minutos	
Profundidad Útil (Hu)	1,4 m cumple	Eficiencia (rango de 75-87,5)	
Largo Útil (Lu)	7,05 m	87,5%	
Ancho Útil (Au)	1,13 m	4. Cálculo de la capacidad hidráulica del desarenador, Q	
Volumen del Desarenador (Vt)	11,15 m ³	Q = Volumen del Desarenador / Tiempo de Retención Hidráulica = Vt / a	
Profundidad para almacenamiento de arenas (Ha)	0,5 m	Q= 5,02 L/s	
Relación entre (Lu/Hu)	14,1 no cumple	Chequeo Número de Reynolds ($(\phi \text{ part} \times V_{sed}) / (\text{Viscosidad cinemática})$)	
Pendiente de fondo (%)		Reynolds=0,289	
Tiempo de Sedimentación, t = Hu/Vsp	317,18 s	5. Cálculo de la relación de la velocidad de sedimentación y la velocidad horizontal	
		Velocidad Horizontal $V_H = Q / \text{Área Transversal}$ ($V_H < 0,25$ m/s) RAS 2000	
		0,003 m/s OK	
		$R_v = \text{Velocidad Sedimentación} / \text{Velocidad Horizontal}$ ($R_v < 20$ RAS 2000)	
		Rv = 1,39 OK	
Para una remoción de partículas con diámetros mayores o iguales a 0,0075 cm, eficiencia del 87,5%, el desarenador se debe operar con caudales menores o iguales a 5,02 L/s.			

En ese sentido, se recomienda la construcción del otro desarenador para la otra línea proveniente de la bocatoma fuente La Pajosa, tal como se contempla en el proyecto “Optimización del Acueducto casco urbano y construcción Planta Tratamiento Agua Potable Municipio de San Lorenzo año 2010”. Además de la optimización del desarenador existente, de esta forma esta estructura solo trataría un caudal de 2l/s proveniente de la fuente La chorrera el cual es acorde al caudal concesionado.

⁷⁸ Levantamiento y Evaluación realizada por Personal Técnico de la Gerencia Asesora PDA Nariño.

7.5 LINEA DE CONDUCCIÓN

El sistema de conducción de este acueducto está compuesto por dos tramos de tubería. El primer tramo es de aproximadamente 590m comprende desde el desarenador de la línea fuente La Chorrera hasta una cámara de quiebre de presión donde se unifica con el caudal proveniente de la línea fuente La Pajosa que no posee desarenador, la gran mayoría de la tubería es en asbesto cemento de Ø 6" y aproximadamente 30m está en PVC-P producto de las reparaciones que se han realizado. A lo largo de la línea de conducción se presenta 2 válvulas ventosas y una válvula de purga. El segundo tramo parte de la cámara de quiebre de presión y termina en el tanque de almacenamiento es de aproximadamente 470 m, empieza con tubería en PVC de Ø4" y aproximadamente a unos 150 m reduce a tubería PVC de Ø3" hasta llegar al tanque de almacenamiento, presenta 3 válvulas de purga y 2 válvulas ventosas dentro de su recorrido.⁷⁹ En el proyecto de mejoramiento se contempla la sustitución de esta tubería por el tiempo de servicio ya superado. A continuación se muestra chequeo hidráulico. (Cuadro 42).

Cuadro 42. Línea de conducción municipio San Lorenzo

FICHA TECNICA - LINEA DE CONDUCCION SAN LORENZO				
TRAMO I			TRAMO II	
Longitud Tubería Conduccion	560,8 m		Longitud Tubería Conduccion	444 m
Cota de inicio del tramo	1836,14 msnm	Cota de inicio del tramo	1800,71 msnm	
Cota final del tramo	1800,71 msnm	Cota final del tramo	1761,01 msnm	
Diametro de la tubería	6"	Diametro de la tubería	4", 3"	
Material de la tubería	AC	Material de la tubería	PVC	
Velocidad Utilizada	0,29 m/s	Velocidad Utilizada	1,18 - 2,11 m/s	
Velocidad Maxima	2,25 m/s	Velocidad Maxima	2,11m/s	
Coefficiente de Rugosidad	100	Coefficiente de Rugosidad	140	
Temperatura	15°C	Temperatura	15°C	
Capacidad Utilizada	5,2 L/s	Capacidad Utilizada	10,18 L/s	
Capacidad Instalada	41L/s	Capacidad Instalada	13,4 L/s	
Caudal Q (m³/s)	0,04100	Caudal Q (m³/s)	0,01340	
Caudal Total de la Conducción	5,2 L/s	Caudal Total de la Conducción	10,18 L/s	

En el anexo 4 y 5 se muestra el análisis hidráulico realizado a la conducción en sus tramos 1 y 2 respectivamente.

⁷⁹ Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua Municipio de San Lorenzo

Considerando lo estipulado en la norma RAS 2000, literal B.6.4.8.3., la velocidad mínima en las tuberías de aducción o conducción, teniendo en cuenta que el agua que fluye a través de la tubería de aducción o conducción puede contener materiales sólidos en suspensión, debe ser mínimo de 0,6 m/s, cumpliéndose únicamente en el tramo II. Así mismo, en el literal B.6.4.8.4, se establece que la velocidad máxima deberá ser de 6 m/s, velocidad que se cumple en los chequeos hidráulicos a la tubería analizada. Respecto a la presión dinámica y estática se observa que existe un comportamiento normal sin presiones negativas, no obstante, se recomienda el cambio de esta línea dado a que presenta falla y fugas producto del desgaste que ha sufrido a lo largo de estos años de servicio.⁸⁰

7.6 PLANTA DE TRATAMIENTO

El municipio de San Lorenzo carece de una planta de tratamiento de agua potable, solo se realiza el proceso de desinfección, la calidad del agua no es la mejor, con relación a los resultados obtenidos por el IDSN arrojan un nivel de riesgo medio lo que data de agua que no es apta para consumo humano, requiriéndose la implementación de un tipo de tecnología apropiada para la potabilización del agua. Actualmente se encuentra la implementación del proyecto optimización del acueducto urbano y construcción de la planta de tratamiento agua potable del municipio de San Lorenzo del cual se tiene presupuestado construir un desarenador, líneas de conducción, planta de tratamiento tipo compacta y ampliación de tanque de almacenamiento y por el cual se solucionara la necesidad de este sistema en el tratamiento del agua de consumo.⁸¹

7.6.1 Caseta de operación y cloración. La caseta de operación se encuentra en buenas condiciones. En su interior se encuentra el canal de cloración donde se realiza la dosificación del cloro y además todos los dispositivos necesarios para este proceso como el dosificador denominado acuu-tab y la caneca donde se almacenan las pastillas de cloro

⁸⁰ (Literal B.6.4.8.3) y (B.6.4.8.4) RAS 2000.

⁸¹ Proyecto de optimización del Sistema de Acueducto Urbano y construcción de La Planta de Tratamiento de Agua Potable de San Lorenzo, Nariño

7.6.2 Caracterización del agua influente a la cloración. Debido a la carencia de equipos, materiales, elementos y reactivos de laboratorio, EMSANLORENZO S.A.S no se realiza caracterizaciones Fisicoquímicas y Microbiológicas de la mezcla de aguas crudas que llegan a la caseta de cloración, por otro lado, la ausencia de una planta de tratamiento hace que no se tenga ningún análisis; desatendiendo la exigencia normativa establecida en el Título C, del RAS 2000, que a la letra reza: “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.

El requisito normativo tiene como objetivo brindarle al prestador instrumentos para que disponga de información que permita rutinariamente conocer las características del recurso y saber con qué contaminantes lidiar, es decir, de antemano establecer si la infraestructura de tratamiento con que se cuenta es capaz para remover los contaminantes presentes en las aguas que serán destinadas a consumo humano.⁸²

Se deberá evaluar con base a las caracterizaciones de agua cruda, el tipo de tecnología que se requiere para el tipo de agua que está llegando al sistema; por lo cual, se recomienda que se implemente un sistema de control de calidad de agua a la entrada del sistema de tratamiento, que permita la toma de decisiones frente al sistema de tratamiento disponible (sólo desinfección) o el requerimiento de la construcción de una planta de tratamiento acorde a las características del agua influente.

7.6.3 Medición de caudales de entrada. Durante la visita de campo se realizaron aforos volumétricos por parte del personal técnico de la Gerencia Asesora del Plan Departamental de Agua de Nariño, Consorcio TZ - SANEAR en el tanque de almacenamiento del sistema de acueducto urbano, en el anexo 6 se especifica el aforo realizado al tanque de almacenamiento que dio como promedio un caudal de 10,18 l/s.

7.6.4 Dosificación de insumos químicos. Para el tratamiento del agua, el único insumo que se utiliza es el hipoclorito de calcio en tabletas por medio de un dispositivo clorador de marca Accu - Tab para el proceso de desinfección.

⁸² (Literal C.2.4), Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS 2000

7.6.5 Laboratorio de control de calidad. EMSANLORENZO S.A.S., E.S.P., no cuenta con un laboratorio para el control de la calidad tanto influente como efluente del proceso de tratamiento, de la misma forma, no se dispone de equipos, materiales y/o reactivos que permitan determinar parámetros de calidad del agua, ni adelantar ensayos para la determinación de las curvas de demanda de cloro.

7.6.6 Análisis de calidad de agua en desinfección. EMSANLORENZO S.A.S., E.S.P., no realiza análisis de calidad de agua cruda influente a la caseta de cloración con el fin de conocer sus características y en función de estas definir condiciones operativas, como tampoco después de recibir como único tratamiento el proceso de desinfección, lo cual permitiría evidenciar la eficiencia en el proceso, con el fin de garantizar un agua desde los tanques de almacenamiento acorde con las exigencias normativas establecidas en el Decreto 1575 de 2007 y la Resolución 2115 de 2007.

En este contexto, se debe tener en cuenta que los resultados del IDSN arrojan un concepto desfavorable para el acueducto urbano del municipio de San Lorenzo para el año 2011 clasifican el índice de riesgo de la calidad de agua como de riesgo **medio**, el cual no es apto para consumo humano, en esa medida para garantizar una buena calidad del agua, es necesaria la construcción de una Planta de tratamiento, asimismo, la instalación de un sistema de alarma, según lo establecido en el Artículo 33 del Decreto 1575 de 2007: "todo sistema de suministro de agua contará en la entrada a la planta de tratamiento y de ser posible en la captación, con un sistema de alarma que permita detectar desde un comienzo la posible contaminación tóxica en el agua y proceder a tomar las medidas pertinentes", requiriéndose dar cumplimiento a la exigencia normativa".⁸³

7.6.7 Pruebas de dosis óptimas. El prestador no realiza pruebas que permitan determinar las dosis óptimas, por lo tanto, es procedente que disponga de la infraestructura, equipos, materiales, reactivos, procedimientos analíticos y personal competente para elaborar las curvas de demanda del hipoclorito de calcio o el desinfectante que se vaya a aplicar, con el fin de determinar las dosis óptimas requeridas en función de la calidad del agua y del caudal a tratar. La dosificación se realiza, de manera empírica y es el operador quien define cuanto aplica ante las condiciones de agua, afectadas por las condiciones pluviométricas. (Ver Anexos).

⁸³ Decreto 1575 de 2007 y la Resolución 2115 de 2007

7.7 TANQUE DE ALMACENAMIENTO

El sistema posee un tanque construido en mampostería y concreto reforzado, de tipo semienterrado, con dimensiones totales de 7,95 m de largo x 6,60 m de ancho, 3m de altura y espesor de muros de 35 cm. Posee una tubería de bypass de diámetro 4", también una cámara de entrada donde se localiza la tubería de entrada proveniente de la cámara de quiebre en PVC y en diámetro 3" y una cámara de salida donde se sitúa la tubería de salida en HG y en diámetro 3". Debido a su tiempo de servicio alrededor de 50 años presenta deterioro en parte de su estructura y en general se encuentra en un mal estado. Se localiza después de la última cámara de quiebre que junta los dos caudales provenientes de las 2 estructuras de captación principales, aproximadamente a unos 450 m de esta cámara.⁸⁴

La distribución del tanque y su correspondiente volumen de almacenamiento se resumen en el siguiente cuadro. (Cuadro 43).

Cuadro 43. Distribución tanques de almacenamiento, capacidad y estado

LOCALIDAD	VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO (M ³)	ESTADO
San Lorenzo (cabecera)	109,8	Deficiente
CAPACIDAD REQUERIDA A 2011 (M3)		372
CAPACIDAD REQUERIDA A 2037 (M3)		294

De la tabla anterior, se concluye que el sistema no cuenta con la suficiente capacidad para atender la demanda actual ni mucho menos para cubrir con la demanda futura, de allí que es necesario proyectar una ampliación o la construcción de un tanque de almacenamiento.

El tanque cuenta con sus tuberías desagüe con sus correspondientes válvulas y la descarga de agua de lavado se hace a corrientes de agua.


El lavado del tanque urbano según información del operador se realiza cada seis meses, según norma la cual obliga a un mantenimiento semestral incluyendo la actividad de desinfección de la estructura internamente, especificado en el Decreto 1575 de 2007, Art. 9, Responsabilidades de las Personas Prestadoras, Numeral 2, que a la letra dice: "Lavar y desinfectar antes de la puesta en funcionamiento y como mínimo dos (2) veces al año, los tanques de almacenamiento de aguas tratadas. Sin embargo, dada la ausencia de una planta de tratamiento el

⁸⁴ Levantamiento realizado por Personal Técnico de la Gerencia Asesora PDA Nariño.

mantenimiento debe ser continuo. La siguiente ficha técnica contiene la información específica del tanque de almacenamiento urbano.⁸⁵ (Cuadro 44).

Cuadro 44. Información técnica de tanque de almacenamiento urbano

FICHA TECNICA TANQUE DE ALMACENAMIENTO URBANO		
TANQUE DE ALMACENAMIENTO TAMINANGO		
Estado:	Regular	
No. de compartimientos	1	
Dimensiones del Tanque	Ancho (m):	5,90
	Largo (m):	7,25
	Altura total (m):	3,00
	Altura Útil (m):	2,55
Diametros de Tuberia PVC	Entrada (pulg):	3"
	Salida red distribución (pulg):	4"
	Rebose (pulg):	-
Válvulas por compartimento	Entrada (Apert y Cierre)	3" HD
	Salida (Apert y Cierre)	4" HD
	Desagüe (compuerta)	-
Capacidad Almacenamiento (m3):	109,08	
Zonas de Servicio:	Casco Urbano San Lorenzo	
Nota: Es de tipo semienterrado, construido aproximadamente hace 50 años, en mal estado		



7.7.1 Macromedición. El sistema no cuenta con macromedición en ningún punto del sistema de acueducto, desconociendo la empresa, 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.⁸⁶

7.8 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA

⁸⁵ Decreto 1575 de 2007, Art. 9, Responsabilidades de las Personas Prestadoras, Numeral 2.

⁸⁶ La Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios del Municipio de San Lorenzo, EMSANLORENZO S.A.S. E.S.P.,

7.8.1 Conducción de agua tratada. La línea de conducción de agua tratada proveniente del tanque de almacenamiento hasta la red de distribución es una tubería en PVC de Ø3” de diámetro de aproximadamente 225 m de longitud, la cual se encuentra en regular estado. En este punto, cabe denotarse que es imperante adelantar un catastro de redes que permita conocer el equipamiento del sistema de distribución, pertinente para planificación, ejecución de obras, capacidad del sistema, vida útil remanente, inversiones, operación y mantenimiento y de otra parte la valoración de los activos con que cuenta el municipio y la empresa prestadora para la prestación del servicio.⁸⁷

7.8.2 Redes de distribución. Con respecto a las redes de distribución, se pudo establecer que está conformada por tubería en PVC de Ø2” y Ø3”, con una longitud aproximada de 4.922 m en la cual predomina la de Ø2”. En la red existen 4 válvulas de control, insuficientes para realizar labores de reparación o mantenimiento sin afectar a la mayoría del casco urbano al cortar el suministro, no existe micromedición, ni registros de consumo. El inventario del sistema de distribución se relaciona en el siguiente cuadro, indicando las longitudes por diámetros de tubería.⁸⁸ (Cuadro 45).

Cuadro 45. Inventario del sistema de distribución

SECTOR	MATERIAL	DIAMETRO	LONGITUD	ESTADO
Casco Urbano	PVC	2	1.722	Regular
Municipio San	PVC	3	3.200	Regular
Total	4.922 ml			

Para disponer de información confiable, debe realizarse el estudio del catastro de redes del sistema de acueducto.

7.8.2.1 Catastro de redes. *No se cuenta con un catastro de redes, de allí la limitada información que se presenta para evaluar sus condiciones de funcionamiento. Sin embargo se suministró alguna información de identificación de las redes existentes en los estudios previos a la realización del proyecto de optimización del acueducto urbano de San Lorenzo y la construcción de la PTAP pero no se dispone de esta información.*

⁸⁷ Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua Municipio de San Lorenzo.

⁸⁸ Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua Municipio de San Lorenzo.

7.8.2.2 Puntos de toma de muestras. EMSANLORENZO E.S.P., reporta dos puntos de toma de muestras que se localizan en Plaza Suarez y Centro Educativo Santo Tomas. Algunas de las muestras son tomadas en ciertas viviendas, debido a que los otros puntos de muestreo no están debidamente adecuados.⁸⁹

7.9 CONEXIONES DOMICILIARIAS.

Las acometidas domiciliarias están construidas en tubería PVC de 1/2" a 3/4", poseen cajas de inspección en concreto y tapa en hierro fundido, encontrándose un 90% en buen estado; los registros de corte según informe de los funcionarios en su mayoría se encuentran en mal estado generando filtraciones con la consecuente pérdida de agua.

7.10 PLANOS DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO.

Se cuenta con planos topográficos desde la bocatoma de la quebrada La Chorrera y su respectiva aducción, Desarenador, conducción (también planos de perfiles), también planos de algunos componentes suministrados por la gobernación y que datan del año 1976 y otros planos actuales del sistema de acueducto y redes de distribución realizados debido al proyecto de optimización del acueducto y construcción de la PTAP.⁹⁰

7.11 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

A continuación, se describen las principales actividades de operación y mantenimiento en los distintos componentes del sistema de acueducto de San Lorenzo, mismas que se relacionan en el siguiente cuadro. (Cuadro 47).

Cuadro 46. Frecuencia de las actividades de mantenimiento en los componentes del sistema de acueducto de San Lorenzo

ESTRUCTURA	ACTIVIDAD	FRECUENCIA DE MTO. SEGÚN EPOCA	
		INVIERNO	VERANO
BOCATOMAS	Limpieza de hojas, tierra y otros residuos sólidos	1 veces al día	1 veces al día
DESARENADOR	Limpieza de la unidad, extracción de arenas, limos, material vegetal, etc.	1 vez al día	1 vez al día
CONDUCCION	Mantenimiento y engrase de purgas y ventosas	Cada año	
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	Como lo estipula el Manual de Operación	Cada seis meses	

Fuente: Operadores EMSANLORENZO S.A.S. E.S.P

⁸⁹ La Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios del Municipio de San Lorenzo, EMSANLORENZO S.A.S. E.S.P.,

⁹⁰ Planos Proyecto "Optimización del Acueducto Urbano Mpio de San Lorenzo 2010".

8. DIAGNOSTICO TECNICO DEL ALCANTARILLADO URBANO

8.1 ASPECTOS TECNICOS DEL ALCANTARILLADO EXISTENTE

El sistema de Alcantarillado es del tipo combinado en la mayor parte de sus tramos, presentado descargas inadecuadas porque se realiza de forma directa sobre las fuentes de agua por parte de viviendas ubicadas cercanas a las riveras de estas cuencas.

En general, el servicio de alcantarillado es deficiente, ya que La red de alcantarillado del casco urbano ha sobrepasado su período de diseño (construido hace aproximadamente 75 años), la cobertura no es total, los sistemas no son los óptimos, las velocidades de evacuación son bajas produciendo estancamiento de desechos los cuales generan focos de vectores y malos olores.⁹¹

8.2 COMPONENTES DEL SISTEMA

En este ítem se hace una descripción del sistema de alcantarillado y los componentes que lo integran de forma global. Está compuesto por pozos de inspección, sumideros, redes secundarias, redes principales y colectores finales, a los cuales se les hace mantenimiento únicamente cuando se presentan daños en las redes o taponamientos de la tubería en época de invierno. Esta información es suministrada por documentos tales como PSMV municipio de San Lorenzo, Diagnostico del Sistema de Alcantarillado 2010 Gobernación de Nariño y la página oficial de este municipio.

8.2.1 Redes de recolección, colectores y emisario final. Las redes de alcantarillado son de tipo combinado que en la mayor parte de su longitud está construida en tubería de concreto de 6" a 10" de diámetro, también existen tramos de tubería en PVC de tipo Novafort de 6" y 8" de diámetro, en algunos barrios se observó, tramos con bóvedas hechas en piedra en las viviendas que no están conectadas a la línea principal del alcantarillado generando malos olores y la proliferación de vectores.⁹²

⁹¹ Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV del Municipio de San Lorenzo.

⁹² Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV del Municipio de San Lorenzo.

8.2.2 Vertimientos. Las aguas residuales generadas en San Lorenzo no tienen ningún tipo de tratamiento y son descargadas mediante seis (6) puntos de vertimientos a la Quebrada “Santa Lucia”. Ubicados en los siguientes puntos. (Cuadro 48).

Cuadro 47. Puntos de vertimiento municipio de San Lorenzo

Puntos de Vertimiento	Quebraqda Receptora	Diametro [pul]	Ubicacio Coordenadas	
			X	Y
Vertimiento N° 1	Q. Santa Lucia	6	985564	658486
Vertimiento N° 2	Q. Santa Lucia	6	985700	658383
Vertimiento N° 3	Q. Santa Lucia	6	985722	658383
Vertimiento N° 4	Q. Santa Lucia	8	985766	658200
Vertimiento N° 5	Q. Santa Lucia	10	985801	658161
Vertimiento N° 6	Q. Santa Lucia	6	985853	658158

Fuente: PSMV municipio de San Lorenzo.

8.2.3 Cámaras de inspección. Los pozos es su gran mayoría están contruidos en mampostería los cuales poseen tapas circulares de concreto. El Sistema de alcantarillado de tipo combinado cuenta con 84 pozos de inspección circulares con promedio de 1.6 m de diámetro. En términos generales el estado de los pozos es regular, se encuentran cámaras que requieren ser realizadas pues han sido cubiertas en su totalidad por el pavimento o vías destapadas. Otros están ubicados dentro de predios privados (Lotes) o demasiado cerca del margen de la vía y requieren reubicación.⁹³

8.2.4 Sumideros. Existe 44 sumideros provistos con su respectiva cámara en mampostería y rejillas metálicas, los cuales recolectan las aguas de tipo pluvial, se encuentran en condiciones regulares requiriéndose de actividades de mantenimiento y limpieza continua y todos están intercomunicados al sistema de acueducto del municipio.

Se presentan problemas de taponamientos por lodos en los sumideros ubicados entre las calles 1ra y 3ra debido a las condiciones de pendiente y arrastre de lodos desde las quebradas Los Robles y La Peña que se presentan muy a menudo.

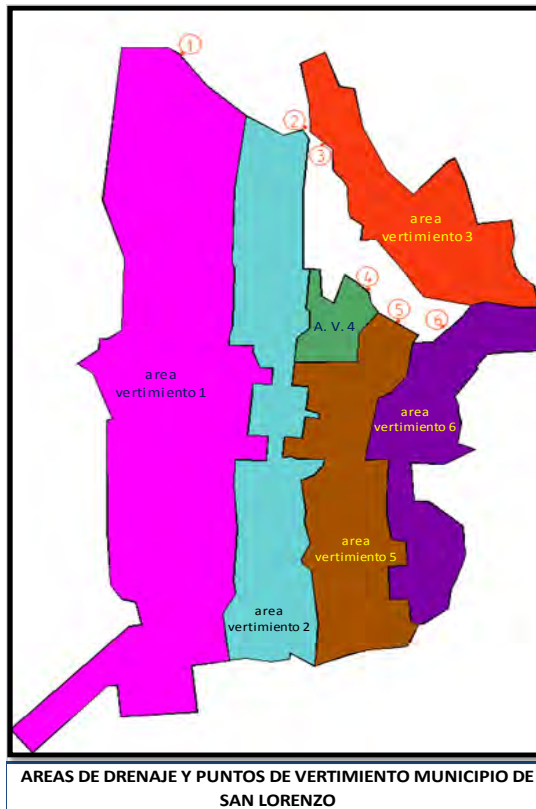
⁹³ Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV del Municipio de San Lorenzo

8.3 PUNTOS DE VERTIMIENTO

El cuerpo receptor de las aguas residuales de la cabecera urbana del municipio de San Lorenzo de acuerdo a la visita técnica realizada por personal técnico de la gerencia asesora y por información otorgada por operarios de la empresa prestadora es la Quebrada Santa Lucia o El Bado, a la cual llegan seis (6) puntos de vertimiento.

En el siguiente cuadro, se relaciona la información de áreas de drenaje. (Figura 15).

Figura 14. Puntos de vertimiento sistema de alcantarillado



Fuente: PSMV Municipio San Lorenzo (2008 – 2011)

8.3.1 Descargas de aguas residuales del alcantarillado. Las aguas residuales generadas en el área urbana de San Lorenzo, son descargadas mediante seis (6) puntos de vertimientos a la Quebrada Santa Lucia o El Bado.

8.3.2 Descarga de subproductos de tratamiento de la PTAP. Este municipio no cuenta con planta de tratamiento para agua potable.

8.4 ASPECTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La operación y mantenimiento se centra en actividades de destaponamiento de tuberías cuando sufren colmatación o taponamiento. Así mismo, realizan la limpieza de sumideros, mediante el retiro de los sólidos retenidos.

8.5 PLANOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Existen planos del sistema de alcantarillado los cuales fueron suministrados por la empresa prestadora de servicios y por la administración. (Figura 16).

Figura 15. Planta general – alcantarillado San Lorenzo



Fuente: *Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios del Municipio de San Lorenzo, EMSANLORENZO S.A.S. E.S.P.*

9. DIAGNOSTICO TECNICO DEL SERVICIO DE ASEO

El servicio de saneamiento básico es prestado por EMSANLORENZO S.A.S., E.S.P., el cual atiende el 100% del casco urbano y algunos usuarios de las cabeceras corregimentales de Santa Marta, Santa Cecilia y El Carmen reportando por parte de esta empresa con corte a Abril de 2012, 661 usuarios.⁹⁴

9.1 CARACTERIZACION Y PRODUCCION DE RESIDUOS SOLIDOS

Los residuos sólidos producidos en el Municipio San Lorenzo, presentan la siguiente caracterización física. (Cuadro 49).

Cuadro 48. Caracterización de los residuos sólidos

TIPO DE MATERIAL	% EN PESO	Residuos Sólidos Producidos por Componente (Kg/mes)
· Orgánicos fácilmente biodegradables		
Escombros y ceniza	0,2%	65
Materia Organica	70%	22.651
Otros	0%	0
· Subtotal (RSO)	70,2%	22.715
· Inorgánicos		
Papel y Cartón	7,20%	2.330
Vidrio	1,76%	570
Plástico	4,90%	1.586
Metales	1,32%	427
Textiles y Cuero	0,62%	201
· Subtotal(RSI)	15.1%	5.113
· No aprovechables	14%	4.530
· TOTAL	100%	32.358
Esperado	100%	31.038

Fuente: PGIRS (2005), Municipio de San Lorenzo

En cuanto a la producción de residuos sólidos en el municipio, se tiene la siguiente caracterización. (Cuadro 50).

Cuadro 49. Producción mensual de residuos por tipo de usuario

Tipo de usuario	Producción Unitaria (kg/usuario-mes)
Domiciliares	12,9
Estrato 1	12,9
Estrato 2	12,9
Comerciales	26,1
Industriales	26,1
Oficiales	26,1
Especiales	0,9

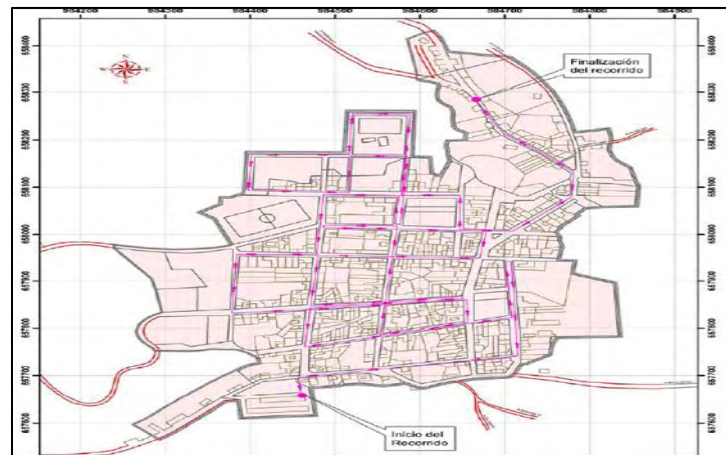
Fuente: PGIRS (2005), Municipio de San Lorenzo

⁹⁴ EMSANLORENZO S.A.S., E.S.P.

9.2 RUTAS Y FRECUENCIA DE RECOLECCION

Se han establecido 2 macro-rutas para el sistema de aseo, una que se realiza el día martes y otra el día viernes. La disposición de las micro-rutas se muestra en la siguiente figura. (Figura 17).

Figura 16. Macro-ruta 1 municipio de San Lorenzo



Fuente: PGIRS (2005), Municipio de San Lorenzo

Esta es la macro-ruta de la cabecera urbana del municipio de San Lorenzo que se adopta el día martes. (Figura 18).

Figura 17. Macro-ruta 2 municipio de San Lorenzo



Fuente: PGIRS (2005), Municipio de San Lorenzo

Esta es la macro-ruta de la cabecera urbana del municipio de San Lorenzo que se adopta el día viernes. (Cuadro 51).

Cuadro 50. Recorrido de recolección y transporte a corte del año 2005

Macro-rutas	Tipo de Usuario	No. de Usuarios	Frecuencia Semanal	Frecuencia Anual (días)
1	Domiciliario	545	1	48
2	Domiciliario	545	1	48

Fuente: PGIRS (2005), Municipio de San Lorenzo

La prestación general del servicio se realiza mediante las macro-rutas que tienen una cobertura del 100% del casco urbano, con frecuencia de recolección de dos días por semana.

9.3 BARRIDO DE VIAS Y DE AREAS PUBLICAS

Se presta el servicio de barrido y limpieza en el sector urbano, únicamente en el estadio, el parque, la plaza y las zonas públicas semanalmente por personal contratado por la alcaldía. El barrido de las calles se hace por cada uno de los propietarios de las viviendas con el tramo que se encuentra frente a sus casas, los días que se realiza la recolección de residuos.⁹⁵

9.4 RECOLECCION, TRANSPORTE Y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS

9.4.1 Disposición de residuos sólidos. La disposición final de los residuos sólidos ordinarios se realiza en el relleno sanitario de Antanas con vigencia hasta 31 de diciembre de 2012 por medio de convenio celebrado por Municipio de San Lorenzo y EMAS S.A. E.S.P., pero antes de esa fecha se realizaba en un lote propiedad del Municipio ubicado en la vereda de Santa Cruz, sector El Terrero, este lote está ubicado a 15 kilómetros del casco urbano de San Lorenzo. Debido a que el relleno sanitario de Antanas es uno de los principales en el Departamento de Nariño se realizan procesos de cobertura frecuente y aprovechamiento de los mismos. Se hace proceso de manejo de gases y los lixiviados se evaporan. No hay presencia de recicladores ni animales.⁹⁶

⁹⁵ PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, Municipio de San Lorenzo (2005).

⁹⁶ La Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios del Municipio de San Lorenzo, EMSANLORENZO S.A.S. E.S.P.,

9.5 RELLENO SANITARIO

La disposición final de los residuos sólidos ordinarios se hace en el relleno sanitario Antanas administrado por la empresa metropolitana de aseo de pasto EMAS S.A. E.S.P., por parte de Municipio de San Lorenzo y EMAS S.A E.S.P.

9.6 RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS

Los residuos hospitalarios son recolectados en forma diaria por el personal de aseo del Centro de Salud en bolsas de diferentes colores de acuerdo a las normas existentes para el manejo de estos residuos, y almacenados hasta el día en que pasa el vehículo recolector, para posteriormente ser enviados a la ciudad de Pasto en donde se realiza el proceso de cremación.

La Empresa Prestadora, también se encarga de recoger basuras y desechos de sumideros, fumigándolos antes y después de su disposición final, estos lodos se recolectan en un coche de caballos y son depositados en el caño que transportan las aguas negras que se generan en el casco urbano. En total son 36 sumideros los cuales son limpiados mediante la modalidad de contrato por obra.⁹⁷

10. CONCLUSIONES

En base a los objetivos trazados en la pasantía se describe las conclusiones de los sistemas en los municipios de Taminango y San Lorenzo.

APOYO TECNICO EN LA CONSULTORIA PARA LA GERENCIA ASESORA DEL PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUA DE NARIÑO PARA LOS MUNICIPIOS DE TAMINANGO.

En términos generales, puede concluirse que cada uno de los componentes del sistema de Acueducto del municipio de Taminango presentan algún tipo de problema o necesidad, que deben resolverse o suplirse, para garantizar la funcionalidad y eficiencia del sistema, a fin de garantizar una vida útil remanente de cada estructura. A Continuación, se relaciona los principales aspectos de acuerdo a la evaluación realizada a estos sistemas.

⁹⁷ La Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios del Municipio de San Lorenzo, EMSANLORENZO S.A.S. E.S.P.,

Acueducto

- Uno de los aspectos importantes, enmarcado dentro de los mínimos ambientales, es la autorización que expide la Corporación Autónoma Regional de Nariño, CORPONARIÑO, para el uso de los caudales de las fuentes de agua de uso público, a través de las concesiones de agua, concesión que en el caso específico de Taminango sobre la fuente El Molino, se encuentra vigente.
- Atendiendo la normatividad vigente, es evidente la necesidad que tiene el prestador de implementar un programa de control de calidad de agua que le permita conocer desde la fuente la calidad o características del recurso hídrico, con el fin de direccionar sus acciones operativas y controlar la calidad del influente en cada etapa del proceso de tratamiento hasta su entrega al consumidor, contando para ello con la infraestructura física (laboratorio y bodega de reactivos), los equipos, materiales y reactivos, los procedimientos y técnicas analíticas, el personal competente, demostrando adicionalmente la competencia del laboratorio a través de la participación en pruebas de desempeño (Programa Interlaboratorios de Control de Calidad de Agua Potable - PICCAP) que permiten evidenciar la confiabilidad de los resultados de los análisis y habilita legalmente al laboratorio para realizar los análisis de calidad de agua.
- El balance de caudales y volúmenes captados, tratados, de consumo interno y suministrados, solamente es posible, si se cuenta con elementos de medida que pueden ser estructuras hidráulicas o instrumentos o equipos para medición de caudales (macromedición) a la entrada a la planta, en cada unidad de proceso y a la salida de los tanques de almacenamiento, con el fin de establecer las pérdidas que se estén generando en el sistema y consecuentemente adelantar las acciones para su reducción obteniendo adicionalmente la disminución en costos de producción y minimización de la presión que se ejerce sobre la cuenca en cuanto al requerimiento de mayores caudales para la satisfacción de la demanda.
- En cuanto a la conducción de la línea principal del acueducto regional de Taminango es necesario ubicar un dispositivo de macromedición en el punto en el que esta distribuye el suministro de agua para la parte rural servida, con el fin de establecer exactamente el caudal repartido para estas zonas y detectar los puntos exactos que generan pérdidas técnicas significativamente altas en los dos sectores.

- La capacidad del sistema de acueducto se evalúa analizando la capacidad de cada uno de los componentes. El sistema de Acueducto de Taminango, está supeditada a la menor capacidad de dos de las unidades de proceso como es el FGD_i, con 12,0 l/s. y filtro ascendente en capas de 13,16 l/s, la capacidad analizada frente a la proyección de la población estaría limitando el sistema inclusive desde el año 2011, razón que obliga a la administración municipal adelantar la inversión en el corto plazo de la ampliación de las estructuras, a fin de obtener la capacidad hidráulica requerida para la población actual y futura del municipio de Taminango.
- En cuanto a los elementos de la planta tipo FIME como el filtro grueso dinámico y el filtro grueso ascendente la capacidad requerida actual supera la capacidad instalada, por ende hay problemas de sobrecarga en estos elementos ocasionando el deterioro apresurado de sus estructuras y la principal preocupación es que no cumple eficientemente con los porcentajes de remoción para las cuales fueron diseñadas, entregando agua de baja calidad al resto de dispositivos causando posteriores problemas. Por lo que es necesario encontrar alternativas para la solución de estos inconvenientes.
- Con el fin de prevenir el tratamiento de aguas con presencia de sustancias con reconocido efecto adverso sobre la salud, que probablemente no puedan ser removidas por la PTAP, todo sistema de suministro de agua deberá contar en la entrada a la planta de tratamiento y de ser posible en la captación, con un sistema de alarma que permita detectar desde un comienzo la posible contaminación tóxica en el agua y proceder a tomar las medidas pertinentes”, requiriéndose dar cumplimiento a la exigencia normativa.
- La dosificación de insumos químicos (Hipoclorito de Calcio, 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.
- Se debe realizar la curva de demanda de cloro para poder determinar las dosificaciones óptimas de hipoclorito. Además es imperante la dotación de

los equipos de laboratorio necesarios para determinar el grado de contaminación microbiológica del agua antes y después del tratamiento, a fin de establecer la necesidad de la aplicación del desinfectante como pretratamiento y pos tratamiento en dosis óptimas, así como su concentración en la red, mediante el análisis químico correspondiente.

- El Tanque de almacenamiento ubicado aproximadamente a 20 metros de la planta de tratamiento, se encuentra en estado aceptable, por lo que se debe seguir con el mantenimiento periódico para evitar más deterioro. La capacidad instalada de esta estructura es menor a la capacidad requerida tanto en el periodo actual y futuro, dado lo anterior, es imperante proyectar la ampliación o la construcción de otro sistema de almacenamiento que dé solución a esta problemática.

Debido a que los tanques no poseen un mecanismo para controlar los niveles de agua, es indispensable la instalación de válvulas controladoras de nivel para evitar pérdidas de agua tratada sobre todo en las noches.

- Es imperante el levantamiento del catastro de redes y de usuarios para determinar las características del sistema de distribución y poder realizar el respectivo chequeo hidráulico de las redes, que permitirán definir las alternativas técnicas de mejoramiento, así mismo, se requiere levantar el plano de presiones, inventario de puntos muertos en la red y determinar exactamente la ubicación de los puntos de toma de muestras.
- Es conveniente que se definan herramientas para el registro de información referente a las variables operativas, registro de actividades de mantenimientos rutinarios en todos los componentes del sistema, registro de tipo y número de daños en redes del sistema de distribución conjuntamente con información relativa a materiales empleados y costos asociados, información que permite conocer cómo funciona el sistema, como se opera, que debilidades se presentan y en qué sectores se concentran, información fundamental para la toma de decisiones.
- Es pertinente, que el prestador disponga de manuales de operación y mantenimiento en los sitios de trabajo.
- Debe formularse e implementarse el programa de mantenimiento anual de toda la infraestructura con informes periódicos de seguimiento y cumplimiento.

Alcantarillado

- En el momento se encuentra en ejecución proyectos que se están dispuestos en el Plan Maestro de Alcantarillado del municipio fase I como lo es la reposición de redes por antigüedad concreto a PVC. Calle 2, Calle 2B, Calle principal, también el proyecto denominado ajustes estudios de pre inversión para la construcción de alcantarillado del sector urbano de Taminango, así como su respectiva interventoría. En 2013 se implementará la fase II del Plan Maestro de Alcantarillado.
- De acuerdo a la documentación como PSMV y Plan de Desarrollo Municipio de Taminango también se tiene previsto la construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales, con el fin de priorizar la calidad de la corriente receptora y preservarla para distintos usos. La PTAR está proyectada para un periodo a largo plazo alrededor de 15 años.
- La caracterización de las aguas residuales en la actualidad, le permitirá al prestador presentar la autoliquidación de las tasas retributivas ajustadas a las condiciones específicas y reales del sistema y no sobre cargas presuntivas.

Aseo

- La Administración Municipal, ha establecido las macro rutas para la recolección de los residuos pero no cuenta con planos de ruteo suficientes y más detallados de las otras rutas de tipo rural. 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 disposición final de los residuos sólidos ordinarios se realiza mediante convenio de prestación de servicios en el relleno sanitario Antanas suscrito entre la Empresa Metropolitana de Aseo de Pasto S.A. E.S.P., y el Municipio de Taminango. A partir del 4 de junio de 2011.
- Anterior a este convenio el municipio realizaba la disposición de los residuos sólidos en un botadero de basura a cielo abierto; sin ningún tipo de control sobre los vertimientos de residuos depositados, ubicado en la

vereda el Manzano aproximadamente a 25 Km. desde la cabecera Municipal.

APOYO TECNICO EN LA CONSULTORIA PARA LA GERENCIA ASESORA DEL PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUA DE NARIÑO PARA LOS MUNICIPIOS DE SAN LORENZO.

Acueducto

- A fin de prolongar la vida útil de las estructuras de captación, se recomienda recubrir los muros con morteros e impermeabilizarlos, además cada una de las rejillas se deben cambiar ya que las actuales presentan un estado lamentable. Específicamente en la bocatoma de La Pajosa se observa que la máxima capacidad de transporte del canal de derivación es de 5,35 l/s y el concesionado es de 8 l/s, limitando la capacidad de la bocatoma, en ese sentido, se hace necesario la optimización y aumento el diámetro de la tubería de manera que se capte el caudal concesionado; otra de las fallencias encontradas corresponde al estado de la cámara de derivación, según las anotaciones del personal técnico de la gerencia asesora consorcio TZ-SANEAR esta estructura presenta fisuras y fugas que compromete la estructura ,por lo cual es preciso la construcción de una nueva.
- La dosificación de insumos químicos (Hipoclorito de Calcio, 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.
- Se necesita implementar el proyecto de optimización del acueducto de manera urgente y en el menor tiempo posible debido a que se ha sobrepasado el periodo de uso de los sistemas existentes (más de 40 años) y esto tiene un impacto muy negativo en la calidad del agua como lo indican los valores de IRCA de los últimos años emanado por el IDSN que se encuentran entre 37,5% y 17,5% parámetros que sustentan una calidad no recomendable para el agua de consumo.

- Se necesita implementar el proyecto de construcción de la nueva planta de tratamiento de agua potable de manera imperiosa y urgente ya que este proceso tendrá un gran impacto positivo en el mejoramiento de los niveles de calidad de agua suministrada para el consumo de la población servida.
- Es pertinente considerar la operación controlada del sistema de acueducto en forma integral, dado que para el año 2012, en las condiciones actuales con el nivel de pérdidas encontrado, la capacidad instalada del desarenador existente ha sido superada, generando condiciones de sobrecarga en esta unidad que concurren en aporte de agua de mala calidad a las demás unidades de proceso.
- Es necesario que la empresa implemente un programa encaminado a acercarse a los índices y pérdidas proyectadas, para alcanzar un mejor nivel en la prestación del servicio tanto de acueducto como de alcantarillado, y lograr una mayor sostenibilidad de la empresa.
- Con el fin de prevenir el tratamiento de aguas con presencia de sustancias con reconocido efecto adverso sobre la salud, que probablemente no puedan ser neutralizadas por el proceso de desinfección con cloro, el sistema de suministro de agua deberá contar en puntos estratégicos, de ser posible en la captación, con un sistema de alarma que permita detectar desde un comienzo la posible contaminación tóxica en el agua y proceder a tomar las medidas pertinentes, requiriéndose dar cumplimiento a la exigencia normativa.
- El sistema actual de aplicación de hipoclorito de calcio en capsula no garantiza una mezcla homogénea de la masa de agua con el desinfectante debido a que no asegura un tiempo de contacto óptimo, debiéndose incorporar al sistema de dosificación una estructura o equipo para garantizar la mezcla del desinfectante con el agua y capacitar al personal para adoptar un tiempo de contacto óptimo ya sea que se emplee cloro gaseoso o hipoclorito de calcio y adicionalmente mejorar las condiciones físicas y operativas del canal de cloración.
- Se debe realizar la curva de demanda de cloro para poder determinar las dosificaciones óptimas de hipoclorito. Además es imperante la dotación de los equipos de laboratorio necesarios para determinar el grado de contaminación microbiológica del agua antes y después del tratamiento, a

fin de establecer la necesidad de la aplicación del desinfectante como pretratamiento y pos tratamiento en dosis óptimas, así como su concentración en la red, mediante el análisis químico correspondiente.

- El Tanque de almacenamiento, está en mal estado, debido a que sobrepasa su periodo de diseño teniéndole que hacer varias reparaciones, además no posee la capacidad suficiente para satisfacer la demanda del acueducto urbano del municipio de San Lorenzo, por todo lo anterior en el proyecto a implementarse está presupuestado su completa demolición y construcción de uno totalmente nuevo que se compone por 2 unidades internas y que duplica la capacidad del existente.
- Es imperante el levantamiento del catastro de redes y de usuarios para determinar las características del sistema de distribución y poder realizar el respectivo chequeo hidráulico de las redes. Así mismo se requiere levantar el plano de presiones, inventario de puntos muertos en la red y determinar exactamente la ubicación de los puntos de toma de muestras. También se tiene presupuestado el cambio de los tramos de redes más críticos considerando a su periodo de uso y capacidad, implementación de tramos adicionales y redes proyectadas, para hacer más eficiente la respuesta de esta red.
- Se puede evidenciar de las figuras anteriores que las presiones obtenidas en las horas de máximo consumo y mínimo consumo están por encima de 10 m.c.a solo los nodos que están cerca al tanque de almacenamiento presenta condiciones inferiores, siendo normal que se de esta situación. En estas condiciones reales con un volumen requerido de 372 m³; por lo tanto se garantiza presión de servicio, continuidad y suministro las 24 horas del día, sin embargo, es menester que la empresa prestadora baje las pérdidas que la norma admite que están del orden de 25% en esas condiciones el volumen y el caudal requerido sería inferior demandando un volumen de almacenamiento más pequeño tal como se demostró en el ítems anteriores.

Alcantarillado

- Existen diferentes inconvenientes y necesidades con respecto al sistema de alcantarillado del municipio entre los que se encuentran la insuficiencia de diámetro en las redes que ocasionan que las tapas sean levantadas y se desborden las aguas residuales, asimismo este fenómeno se presenta en

algunas casas, generando focos de infecciones, malos olores y en general problemas para la calidad de vida de la comunidad.

- Existen viviendas que se encuentran en cotas inferiores al del sistema de alcantarillado y por esto realizan la descarga a bóvedas en piedra construidas hace más de 50 años los cuales no tienen identificado el punto de vertimiento, tampoco si están conectados al sistema principal de alcantarillado.
- Hay una seria deficiencia en cuanto se refiere a la falta de sistemas de evacuación de aguas lluvias.
- Es necesario aumentar la cobertura en este sistema debido a que se identifican sectores carentes de este servicio que realizan vertimientos de forma directa a la quebrada más cercana.
- Es necesario reemplazar algunos tramos de la red que tiene tubería en AC la cual se encuentra rota y permite infiltración de estas aguas residuales causando malos olores e interrupción del flujo hacia tramos posteriores.
- Existe una zona de deslizamiento cercana a la Cra 1ª la cual pone en zona de riesgo a varias viviendas debido a la falta de control de aguas de escorrentía.
- Las zonas de descole o vertimiento de aguas residuales generan focos de infecciones o enfermedades, malos olores y en general alta contaminación (por aguas residuales provenientes del matadero), inconvenientes que afectan la calidad de vida de los habitantes de estos sectores por esto se recomienda atender esta necesidad para evitar incomodidades a estos sectores.

Aseo

- La disposición final de los residuos sólidos ordinarios se realiza mediante convenio de prestación de servicios en el relleno sanitario Antanas suscrito entre la Empresa Metropolitana de Aseo de Pasto S.A. E.S.P., y EMSANLORENZO S.A.S., E.S.P., el cual tiene vigencia hasta 31 de diciembre de 2012.

- EMSANLORENZO S.A.S., E.S.P para este año añadió a nuevos usuarios para prestarles el servicio de aseo entre los cuales se encuentran los habitantes de sus corregimientos Santa Marta, Santa Cecilia y El Carmen.
- Anterior a este convenio el municipio realizaba la disposición de los residuos sólidos en un botadero de basura a cielo abierto; sin ningún tipo de control sobre los vertimientos de residuos depositados, ubicado en la vereda Santa Cruz, sector El Terrero que se encuentra a 15 km de la cabecera Municipal.
- Este convenio de disposición final es muy favorable para el manejo de los residuos sólidos en el municipio de San Lorenzo debido a que la implementación, adecuación y mantenimiento periódico de un relleno sanitario que cumpla con todas las normas y parámetros de calidad tendría unos costos muy altos que serían insostenibles para la empresa prestadora de este servicio.

RECOMENDACIONES.

SISTEMAS DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DEL MUNICIPIO DE TAMINANGO.

Buscar en el caso de la fuente El Cucho – Peñas Blancas, la documentación pertinente a la concesión de aguas de esta fuente ya que el prestador no la suministro aduciendo no tenerla.

Implementar elementos de medida que pueden ser estructuras hidráulicas, instrumentos o equipos para medición de caudales (macromedición) a la entrada de la planta, en cada unidad de proceso y a la salida de los tanques de almacenamiento, con el fin de establecer las pérdidas reales que se estén generando en el sistema.

Implementar un programa de reducción de pérdidas, identificando las causas de este porcentaje tan alto, en relación a que este municipio cuenta con micromedición en el sector urbano y también realizar campañas de culturización y concientización ambiental para evitar el uso excesivo y exagerado de este recurso. Debido a que 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.

Implementar un sistema de alarma que permita detectar desde un comienzo la posible contaminación tóxica en el agua y proceder a tomar las medidas pertinentes”, requiriéndose dar cumplimiento a la exigencia normativa.

Proveer al sistema de un mecanismo de medición de caudales a la entrada de la PTAP, sobre todo, porque al excederse la capacidad del filtro dinámico y del filtro grueso ascendente éstos trabajarían sobrecargados siendo deficitaria sus respuestas en la remoción de partículas de gran tamaño.

Realizar la curva de demanda de cloro para poder determinar las dosificaciones óptimas de hipoclorito.

Realizar el levantamiento del catastro de redes y de usuarios para determinar las características del sistema de distribución y poder realizar el respectivo chequeo hidráulico de las redes, que permitirán definir las alternativas técnicas de mejoramiento.

Realizar la caracterización de las aguas residuales que le permitirá al prestador presentar la autoliquidación de las tasas retributivas ajustadas a las condiciones específicas y reales del sistema y no sobre cargas presuntivas.

Continuar con el convenio de disposición final de residuos sólidos debido a que la implementación de un relleno sanitario propio representa altos costos de funcionamiento.

SISTEMAS DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DEL MUNICIPIO DE SAN LORENZO.

Implementar a la mayor brevedad posible el proyecto presentado a las directivas del plan departamental de agua de Nariño que consiste en la optimización del sistema de acueducto, entre las cuales esta, construcción de desarenador faltante, optimización de redes de abastecimiento y distribución, construcción de planta de tratamiento tipo convencional y ampliación de tanque de almacenamiento. Con el fin de mejorar sustancialmente la calidad del agua suministrada resultándonos en un aumento de la calidad de vida de los usuarios del municipio de San Lorenzo.

Incorporar al sistema de dosificación una estructura o equipo para garantizar la mezcla del desinfectante con el agua y capacitar al personal para adoptar un tiempo de contacto óptimo ya sea que se emplee cloro gaseoso o hipoclorito de calcio y adicionalmente mejorar las condiciones físicas y operativas del canal de cloración.

Reemplazar algunos tramos de la red que tiene tubería en AC la cual se encuentra rota y permite infiltración de aguas residuales causando malos olores e interrupción del flujo hacia tramos posteriores.

Continuar con el convenio de disposición final de residuos sólidos debido a que la implementación de un relleno sanitario propio representa altos costos de funcionamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Proyecto “Optimización del Acueducto y Construcción de La Planta de Tratamiento de Agua Potable Municipio de San Lorenzo, Nariño”.

Caracterización Ambiental de Nariño. Plan Departamental de Aguas y Saneamiento Básico, Julio 2010. CORPONARIÑO.

Índice de Escases de Aguas Superficiales Cuenca del río Guátara, CORPONARIÑO – Año 2010.

Plan de Desarrollo Municipal de San Lorenzo., 2008 – 2011. Concejo Municipal de San Lorenzo.

Reglamento Técnico del Sector de agua Potable y Saneamiento Básico, RAS, 2000.

Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV - Municipio de San Lorenzo.

Plan de Uso Eficiente y Ahorro de Agua, PUEAA – año 2008. Municipio de San Lorenzo. Aprobado por CORPONARIÑO, bajo la resolución 987 del 18 - 12 - 08.

Gonzalo, H.; Domínguez, E.; Marín, R.; Venegas, R.; Metodología para el cálculo del índice de escasez de agua superficial. IDEAM. 2004. Bogotá, pp. 3-8.

Consolidado Agropecuario – Nariño 2008, Secretaria de Agricultura del Departamento – Nariño.

ANEXOS

Anexo 1. Actividades desarrolladas en las visitas de los municipios



Anexo 2. Chequeo hidráulico de la conducción línea principal acueducto regional de Taminango (fuente El Molino).

CHEQUEO DE CONDUCCIOON MUNICIPIO DE TAMINANGO												
TRAMO	Long Horizontal acumulada	COTA TERRENO		CAUDAL	MAT	Ø	VR	SR	HFR	Profundidad a la clave inf	PRESIÓN	
		SUP	INF	TRAMO							DINÁMICA (INF)	ESTÁTICA (INF)
SUP		[m]	[m]	[L/s]		[mm]	[m/s]	[m/m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1	24,59	1.980,04	1.980,04	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	0,200	2,00	2,28	2,48
2	89,20	1.976,75	1.976,75	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	0,524	2,00	5,05	5,77
3	135,04	1.976,42	1.976,42	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	0,371	2,00	5,00	6,10
4	173,61	1.973,83	1.973,83	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	0,313	2,00	7,28	8,69
5	203,77	1.972,23	1.972,23	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	0,245	2,00	8,64	10,29
6	339,63	1.969,17	1.969,17	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	1,101	2,00	10,60	13,35
7	386,47	1.965,74	1.965,74	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	0,380	2,00	13,65	16,78
8	422,22	1.962,84	1.962,84	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	0,291	2,00	16,26	19,68
9	492,74	1.959,27	1.959,27	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	0,572	2,00	19,25	23,25
10	610,13	1.940,63	1.940,63	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	0,963	2,00	36,93	41,89
11	748,04	1.937,95	1.937,95	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	1,117	2,00	38,49	44,57
12	1014,40	1.932,80	1.932,80	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	2,158	2,00	41,49	49,72
13	1126,99	1.908,90	1.908,90	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	0,932	2,00	64,45	73,62
14	1353,05	1.872,43	1.872,43	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	1,855	2,00	99,07	110,09
15	1467,90	1.865,05	1.865,05	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	0,932	2,00	105,52	117,47
16	1564,07	1.857,61	1.857,61	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	0,781	2,00	112,17	124,91
17	1987,06	1.849,32	1.849,32	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	3,427	2,00	117,04	133,20
18	2286,75	1.864,44	1.864,44	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	2,431	2,00	99,49	118,08
19	2465,93	1.844,98	1.844,98	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	1,460	2,00	117,49	137,54
20	2515,87	1.829,66	1.829,66	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	0,423	2,00	132,38	152,86
21	2541,74	1.833,35	1.833,35	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	0,212	2,00	128,48	149,17
22	2597,92	1.833,47	1.833,47	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	0,455	2,00	127,91	149,05
23	2857,26	1.848,58	1.848,58	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	2,104	2,00	110,69	133,94
24	2962,74	1.850,39	1.850,39	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	0,855	2,00	108,03	132,13
25	3471,16	1.852,51	1.852,51	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	4,118	2,00	101,79	130,01
26	3667,80	1.891,70	1.891,70	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	1,624	2,00	60,98	90,82
27	3741,83	1.891,82	1.891,82	45,00	PVC	200,0	1,43	0,0081	0,600	2,00	60,26	90,70
28	3897,17	1.870,23	1.870,23	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,270	2,00	81,58	82,45
29	4242,44	1.841,78	1.841,78	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,596	2,00	109,43	110,90
30	4594,60	1.781,97	1.781,97	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,615	2,00	168,62	170,71
31	4675,94	1.786,03	1.786,03	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,140	2,00	164,42	166,65
32	4950,83	1.803,19	1.803,19	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,474	2,00	146,79	149,49
33	5010,82	1.796,36	1.796,36	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,104	2,00	153,52	156,32
34	5049,20	1.798,30	1.798,30	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,066	2,00	151,51	154,38
35	5149,10	1.790,32	1.790,32	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,173	2,00	159,32	162,36
36	5394,06	1.772,26	1.772,26	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,423	2,00	176,95	180,42
37	5445,65	1.773,30	1.773,30	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,089	2,00	175,83	179,38
38	5597,96	1.763,08	1.763,08	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,263	2,00	185,78	189,60
39	5662,97	1.773,26	1.773,26	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,113	2,00	175,49	179,42
40	5825,07	1.762,91	1.762,91	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,280	2,00	185,56	189,77
41	6064,70	1.744,09	1.744,09	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,414	2,00	203,97	208,59
42	6218,04	1.745,68	1.745,68	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,264	2,00	202,11	207,00
43	6412,55	1.748,82	1.748,82	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,335	2,00	198,64	203,86
44	6618,24	1.760,37	1.760,37	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,355	2,00	186,73	192,31
45	6717,00	1.769,19	1.769,19	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,171	2,00	177,74	183,49

CHEQUEO DE CONDUCCION MUNICIPIO DE TAMINANGO												
TRAMO	Long Horizontal acumulada	COTA TERRENO		CAUDAL	MAT	Ø	VR	SR	HFR	Profundidad a la clave inf	PRESIÓN	
		SUP	INF	TRAMO							DINÁMICA (INF)	ESTÁTICA (INF)
SUP		[m]	[m]	[L/s]		[mm]	[m/s]	[m/m]	[m]	[m]	[m]	[m]
46	6767,16	1.752,37	1.752,37	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,091	2,00	194,47	200,31
47	6885,77	1.749,42	1.749,42	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,204	2,00	197,22	203,26
48	7229,07	1.680,87	1.680,87	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,603	2,00	265,16	271,81
49	7282,13	1.679,84	1.679,84	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,091	2,00	266,10	272,84
50	7417,10	1.671,71	1.671,71	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,233	2,00	274,00	280,97
51	7606,00	1.674,03	1.674,03	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,325	2,00	271,35	278,65
52	8164,69	1.538,26	1.538,26	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,990	2,00	406,13	414,42
53	8338,11	1.594,03	1.594,03	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,314	2,00	350,05	358,65
54	8590,40	1.567,40	1.567,40	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,437	2,00	376,24	385,28
55	8702,02	1.567,81	1.567,81	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,192	2,00	375,64	384,87
56	8843,26	1.579,18	1.579,18	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,244	2,00	364,03	373,50
57	9060,89	1.606,85	1.606,85	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,378	2,00	335,98	345,83
58	9168,27	1.599,32	1.599,32	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,185	2,00	343,33	353,36
59	9310,20	1.585,02	1.585,02	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,246	2,00	357,38	367,66
60	9553,00	1.611,26	1.611,26	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,420	2,00	330,72	341,42
61	9776,60	1.634,79	1.634,79	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,387	2,00	306,80	317,89
62	10104,60	1.660,57	1.660,57	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,566	2,00	280,46	292,11
63	10178,10	1.668,54	1.668,54	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,127	2,00	272,36	284,14
64	10370,30	1.688,28	1.688,28	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,333	2,00	252,29	264,40
65	10464,90	1.690,98	1.690,98	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,163	2,00	249,42	261,70
66	10613,52	1.650,34	1.650,34	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,265	2,00	289,80	302,34
67	10663,12	1.651,82	1.651,82	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,085	2,00	288,23	300,86
68	10744,12	1.639,38	1.639,38	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,141	2,00	300,53	313,30
69	10813,45	1.611,86	1.611,86	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,128	2,00	327,92	340,82
70	10949,54	1.594,15	1.594,15	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,236	2,00	345,40	358,53
71	11084,83	1.602,43	1.602,43	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,233	2,00	336,88	350,25
72	11356,60	1.643,02	1.643,02	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,473	2,00	295,82	309,66
73	11696,00	1.691,20	1.691,20	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,590	2,00	247,05	261,48
74	11906,50	1.685,42	1.685,42	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,363	2,00	252,47	267,26
75	12103,12	1.692,90	1.692,90	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,339	2,00	244,65	259,78
76	12271,39	1.734,32	1.734,32	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,298	2,00	202,93	218,36
77	12357,27	1.735,23	1.735,23	45,00	PVC	200,0	0,62	0,0017	0,148	2,00	201,87	217,45
78	13071,65	1.744,87	1.744,87	17,50	PVC	200,0	0,62	0,0017	1,230	2,00	191,00	207,81
79	13282,22	1.739,13	1.739,13	17,50	PVC	150,0	1,10	0,0070	1,472	2,00	195,22	213,50
80	13436,25	1.736,57	1.736,57	17,50	PVC	150,0	1,10	0,0070	1,077	2,00	196,70	216,06
81	13681,53	1.737,49	1.737,49	17,50	PVC	100,0	2,48	0,0504	12,352	2,00	183,38	215,09
82	13779,90	1.732,56	1.732,56	17,50	PVC	100,0	2,48	0,0504	4,960	2,00	183,35	220,02
83	13872,74	1.735,79	1.735,79	17,50	PVC	100,0	2,48	0,0504	4,678	2,00	175,44	216,79
84	13921,40	1.741,75	1.741,75	17,50	PVC	100,0	2,48	0,0504	2,469	2,00	167,01	210,83
85	14011,35	1.740,36	1.740,36	17,50	PVC	100,0	2,48	0,0504	4,530	2,00	163,87	212,22
86	14156,80	1.745,38	1.745,38	17,50	PVC	100,0	2,48	0,0504	7,329	2,00	151,53	207,20
87	14287,57	1.741,38	1.741,38	17,50	PVC	100,0	2,48	0,0504	6,588	2,00	148,94	211,20
88	14600,73	1.699,64	1.699,64	17,50	PVC	100,0	2,48	0,0504	15,910	2,00	174,77	252,94
89	14675,72	1.691,65	1.691,65	17,50	PVC	100,0	2,48	0,0504	3,798	2,00	178,96	260,93
90	14762,92	1.683,72	1.683,72	17,50	PVC	100,0	2,23	0,0412	3,609	2,00	183,28	268,86
91	14797,12	1.682,89	1.682,89	17,50	PVC	100,0	2,23	0,0412	1,410	2,00	182,70	269,69
92	15104,16	1.653,86	1.653,86	17,50	PVC	100,0	2,23	0,0412	12,711	2,00	199,02	213,14
93	15159,60	1.649,24	1.649,24	17,50	PVC	100,0	2,23	0,0412	2,293	2,00	201,35	217,76

Anexo 3. Calculo de caudal a partir de aforo en tanque de almacenamiento municipio de Taminango

Aforo Realizado en Tanque de Almacenamiento		
Area Tanque Almacenamiento (m2)	Altura Util (m)	Volumen Tanque Almacenamiento (m3)
42,775	2,55	109,07
Altura (m)	Tiempo(min)	Caudal (L/s)
1,3	0	7,13
1,29	1	10,69
1,275	2	10,69
1,26	3	10,69
1,245	4	10,69
1,23	5	10,69
1,215	6	10,69
1,2	7	-
Promedio		10,18

Anexo 1. Chequeo línea de aducción la pajosa

TRAMO	LONG	COTA TERRENO		CAUDAL ACUM	MAT	Ø	VR	SR	HFR	PRESIÓN		
		SUP	INF							DINÁMICA	ESTÁTICA	
DE	A	[m]	[m]	[m]	[l/s]	[pulg]	[m/s]	[m/m]	[m]	[m]	[m]	
BE	1	25,01	1833,68	1833,07	2,48	PVC	2	1,22	0,03	0,85	0,30	1,15
1	2	15,27	1833,07	1830,22	2,48	PVC	2	1,22	0,03	0,52	2,63	4,00
2	3	20,02	1830,22	1829,3	2,48	PVC	2	1,22	0,03	0,68	2,87	4,92
3	4	17,14	1829,3	1830,42	2,48	PVC	2	1,22	0,03	0,58	1,17	3,80
4	5	21,92	1830,42	1829,4	2,48	PVC	2	1,22	0,03	0,75	1,44	4,82
5	6	11,17	1829,4	1827,45	2,48	PVC	2	1,22	0,03	0,38	3,01	6,77
6	7	11,00	1827,45	1827,47	2,48	PVC	2	1,22	0,03	0,37	2,62	6,75
7	8	7,22	1827,47	1828,06	2,48	PVC	2	1,22	0,03	0,25	1,78	6,16
8	9	96,13	1828,06	1822,97	2,48	PVC	2	1,22	0,03	3,27	3,60	11,25
9	10	55,89	1822,97	1819,83	2,48	PVC	2	1,22	0,03	1,90	4,84	14,39
10	11	20,00	1819,83	1820,04	2,48	PVC	2	1,22	0,03	0,68	3,95	14,18
11	12	14,14	1820,04	1822,66	2,48	PVC	2	1,22	0,03	0,48	0,85	11,56
12	13	82,41	1822,66	1815,53	2,48	PVC	2	1,22	0,03	2,80	5,18	18,69
13	14	25,02	1815,53	1809,56	2,48	PVC	2	1,22	0,03	0,85	10,30	24,66
14	15	30,81	1809,56	1808,61	2,48	PVC	2	1,22	0,03	1,05	10,20	25,61
15	16	40,67	1808,61	1800,71	2,48	PVC	2	1,22	0,03	1,38	16,71	33,51

Anexo 2. Chequeo línea de conducción tramo I para el caudal de 5,2 l/s

TRAMO		LONG	LONG	COTA TERRENO		CAUDAL	MAT	Ø	VR	SR	HFR	PRESIÓN	
DE	A	[m]	ACUM	SUP	INF	TRAMO						[pulg]	[m/s]
				[m]	[m]	[l/s]						[m]	[m]
BE	1	31,20	31,20	1836,14	1833,31	5,20	AC	6	0,29	0,00119	0,04	2,89	2,93
1	2	6,00	37,20	1833,31	1833,18	5,20	AC	6	0,29	0,00119	0,01	3,02	3,06
2	3	22,80	60,00	1833,18	1830,97	5,20	AC	6	0,29	0,00119	0,03	5,20	5,27
3	4	61,30	121,30	1830,97	1818,33	5,20	AC	6	0,29	0,00119	0,07	17,77	17,91
4	5	14,70	136,00	1818,33	1821,14	5,20	AC	6	0,29	0,00119	0,02	14,94	15,10
5	6	14,30	150,30	1821,14	1824,37	5,20	AC	6	0,29	0,00119	0,02	11,69	11,87
6	7	29,70	180,00	1824,37	1818,64	5,20	AC	6	0,29	0,00119	0,04	17,39	17,60
7	8	200,00	200,00	1818,64	1819,69	5,20	AC	6	0,29	0,00119	0,02	16,31	16,55
8	9	92,80	292,80	1819,69	1810,74	5,20	AC	6	0,29	0,00119	0,11	25,15	25,50
9	10	27,20	320,00	1810,74	1807,32	5,20	AC	6	0,29	0,00119	0,03	28,54	28,92
10	11	49,90	369,90	1807,32	1786,9	5,20	AC	6	0,29	0,00119	0,06	48,90	49,34
11	12	30,10	400,00	1786,9	1803,63	5,20	AC	6	0,29	0,00119	0,04	32,14	32,61
12	13	40,00	440,00	1803,63	1802,11	5,20	AC	6	0,29	0,00119	0,05	33,61	34,13
13	14	36,20	476,20	1802,11	1801,98	5,20	AC	6	0,29	0,00119	0,04	33,70	34,26
14	15	17,70	493,90	1801,98	1796,96	5,20	AC	6	0,29	0,00119	0,02	38,69	39,28
15	16	34,60	528,50	1796,96	1798	5,20	AC	6	0,29	0,00119	0,04	37,61	38,24
16	17	32,30	560,80	1798	1800,71	5,20	AC	6	0,29	0,00119	0,04	34,87	35,53

Anexo 3. Chequeo línea de conducción tramo II para el caudal de 10,18 l/s

TRAMO		LONG	LONG	COTA TERRENO		CAUDAL	CAUDAL	MAT	Ø	VR	SR	HFR	PRESIÓN	
DE	A	[m]	ACUM	SUP	INF	TRAMO	ACUM						[pulg]	[m/s]
				[m]	[m]	[l/s]	[l/s]						[m]	[m]
BE	1	119,91	119,91	1800,71	1787,68	10,18	10,18	PVC	4	1,26	0,02	1,91	11,27	13,18
1	2	16,23	136,14	1787,68	1790,4	10,18	10,18	PVC	4	1,26	0,02	0,26	8,30	10,46
2	3	21,40	157,54	1790,4	1787,49	10,18	10,18	PVC	4	1,26	0,02	0,34	10,87	13,37
3	4	3,81	161,35	1787,49	1787,38	10,18	10,18	PVC	3	2,23	0,06	0,25	10,73	13,48
4	5	11,30	172,65	1787,38	1787,88	10,18	10,18	PVC	3	2,23	0,06	0,73	9,50	12,98
5	6	12,54	185,19	1787,88	1786,04	10,18	10,18	PVC	3	2,23	0,06	0,81	10,53	14,82
6	7	115,44	300,63	1786,04	1780,29	10,18	10,18	PVC	3	2,23	0,06	7,45	8,83	20,57
7	8	56,70	357,33	1780,29	1766,5	10,18	10,18	PVC	3	2,23	0,06	3,66	18,96	34,36
8	9	45,43	402,76	1766,5	1760,25	10,18	10,18	PVC	3	2,23	0,06	2,93	22,28	40,61
9	10	20,02	422,78	1760,25	1759,43	10,18	10,18	PVC	3	2,23	0,06	1,29	21,81	41,43
10	11	13,10	435,88	1759,43	1759,5	10,18	10,18	PVC	3	2,23	0,06	0,85	20,90	41,36
11	12	8,14	444,02	1759,5	1761,01	10,18	10,18	PVC	3	2,23	0,06	0,53	18,86	39,85

Anexo 4. Aforo de caudal en tanque de almacenamiento municipio de San Lorenzo

Aforo Realizado en Tanque de Almacenamiento		
Area Tanque Almacenamiento (m2)	Altura Util (m)	Volumen Tanque Almacenamiento (m3)
42,775	2,55	109,07
Altura (m)	Tiempo(min)	Caudal (L/s)
1,3	0	7,13
1,29	1	10,69
1,275	2	10,69
1,26	3	10,69
1,245	4	10,69
1,23	5	10,69
1,215	6	10,69
1,2	7	-
Promedio		10,18
volumen tanque almacenamiento (m3)		
109,07		
area tanque almacenamiento (m2)		
42,775		

Anexo 5. Dosificación de hipoclorito de calcio Taminango

En la planta de tratamiento para el proceso de desinfección emplean 1,45 Kg de hipoclorito de calcio que aplican en 250 litros de agua, después de tener la dosificación preparada es entregada al tanque de almacenamiento por medio de una tubería de Ø 1/2" al final de la tubería está instalado un grifo que sirve para la regular el caudal de dosificación. Cabe aclarar que la caseta de cloración se localiza en la parte superior del tanque de almacenamiento. El volumen de la disolución dura aproximadamente 6 horas, según información suministrada por el operario de la planta, con un consumo mensual de 43,5 Kg de hipoclorito de calcio granulado debido a que únicamente se realiza una solución y posterior descarga por día.

Los cálculos realizados permiten concluir que la dosificación del hipoclorito de Calcio granulado, para efectos de cumplir con lo establecido en el Decreto 1575 de 2007 y la Resolución 2115 de 2007, que establece que el residual de cloro en la red debe estar entre 2,0 y 0,3 mg/L de Cl, debe ser del orden de los 861 mL/min, con duración de la disolución de 4,84 horas aplicado durante las 24 horas.

La dosificación óptima debe validarse a través de curvas de demanda de cloro que el prestador debe realizar cumpliendo con las especificaciones y exigencias establecidas en el RAS 2000 – Título C – Potabilización. En el siguiente cuadro se detallan los cálculos efectuados para la determinación de las concentraciones y dosificaciones del desinfectante.

Cálculo de hipoclorito aplicado en agua filtrada


DIAGNÓSTICO TÉCNICO OPERATIVO DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO PARA EL MUNICIPIO DE TAMINANGO - DEPARTAMENTO DE NARIÑO			
DOSIFICACIÓN DE CLORO - HIPOCLORITO DE CALCIO			
 <p>Tanque para mezcla</p>	DOSIFICACIÓN CLORO GRANULADO		
	Caudal Tratado (L/s)	14,47	
	Cantidad utilizada de Hipoclorito de Calcio	1.450	
	Volumen Tanque para mezcla (L)	250	
	Cloro sólido (gr)	719,98	
	Pureza Cloro Granulado (%)	70	
 <p>aplicacion de disolucion con cloro a masa de agua</p>	Cloro Activo (gr)	503,99	
	Aplicación en Planta	Concentración Solución Cloro (mg/L)	2.015,95
		Concentración de Cloro Aplicado, al Caudal Tratado (mg/L)	1,61
		Caudal de dosificación (mL/min)	694,44
		Tiempo de duración (horas)	6,00
Aplicación requerida	Caudal de dosificación (mL/min)	861	
	Tiempo de duración (Horas)	4,84	

Anexo 6. Dosificación de hipoclorito de sodio San Lorenzo

Teniendo en cuenta las condiciones técnicas y económicas de la localidad, la empresa EMSANLORENZO S.A.S. E.S.P., utiliza actualmente cloro en capsulas. En caseta de cloración para el proceso de desinfección emplean 4 pastillas diarias de hipoclorito de calcio (cada una de 1 libra de peso aproximadamente) que aplican por medio del dispositivo de cloración Accu – Tab el cual se encuentra graduado en su sistema de marcación del aforador para 12 L.P.M. Cabe anotar que la dosificación óptima debe validarse a través de curvas de demanda de cloro

que el prestador debe realizar cumpliendo con las especificaciones y exigencias establecidas en el RAS 2000 – Título C – Potabilización. En el siguiente cuadro se detallan los cálculos efectuados para la determinación de las concentraciones y dosificaciones del desinfectante.⁹⁸(Cuadro 53).

Cálculo de hipoclorito aplicado en agua de conducción

FICHA TECNICA - DESINFECTANTE				
AÑO	VARIABLE	UND	VALOR	FIGURA
2012	Tipo		Sólido	
	Agente	-	Hipoclorito de Calcio	
	Formula	-	Ca (ClO) ₂	
	Pureza	%	68,00	
	Consumo	gr/h	83,33	
	Consumo Efectivo	gr/h	28,14	
	Caudal dosificado	L/min	12,00	
	Caudal Tanque	L/s	10,18	
	Conc. Masa de agua	mg/L	0,77	
	Tiempo aplicación	h/d	24	

Con base en la información consignada en el cuadro anterior y los que se presentan a continuación, se define la cantidad del insumo químico utilizado en la potabilización, específicamente en el proceso de desinfección con hipoclorito de calcio en pastillas, proyectando en función de la demanda de agua el consumo y costo del hipoclorito de calcio en capsulas.(Cuadro 54).

Consumo del hipoclorito de calcio capsulas

Consumo Mensual de Hipoclorito de Calcio	
Consumo mensual de Hipoclorito de Calcio en capsulas Condiciones en Planta (Kg)	60,00
Consumo Mensual de Hipoclorito de Calcio -Dosificación Óptima	
Consumo mensual de Hipoclorito de Calcio Condiciones Requeridas (Kg) - Optima	156

⁹⁸ Levantamiento realizado por Personal Técnico de la Gerencia Asesora PDA Nariño.

Los consumos y costos del desinfectante se proyectaron a partir de la línea base para el crecimiento poblacional, considerando la concentración óptima de cloro en planta, cubriendo todo el horizonte del proyecto hasta el año 2037.

Para el año 2014 se orienta a reemplazar este sistema por el de cloro gaseoso para efectos de mejorar las condiciones operativas, prevenir un riesgo por desabastecimiento y controlar técnicamente la dosificación continua (24 horas) sin alteraciones en la descarga de la disolución, dejando únicamente una cantidad de insumos de cloro granular (hipoclorito de calcio granular) que equivalgan a un día de operación al mes, con el fin de tener un sistema de contingencia en caso de alguna eventualidad en el sistema primario de cloro gaseoso o también para lavado y mantenimiento de la estructura de almacenamiento o disolución. En el cuadro siguiente se relaciona los costos y consumos para la demanda en función del crecimiento poblacional. (Cuadro 55).

Consumos y costos proyectados cloro capsulas y gaseoso

VARIABLE	UND	CAPSULAS			GASEOSO					
		2011	2012	2013	2013	2014	2026	2035	2036	2037
Consumo Efectivo	gr/h	28,14	73,30	44,10	44,10	45,08	86,65	140,53	179,53	220,17
Caudal PTAP	L/s	10,18	10,18	6,13	6,13	6,26	8,02	9,76	9,97	10,19
Conc. Masa de agua	mg/L	0,77	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00
Consumo Comercial	gr/d	2000,00	5210,27	3134,97	1058,44	1081,96	2079,61	3372,71	4308,63	5284,11
Consumo Anual	Kg/año	730	1902	1144	386	395	759	1231	1573	1929
Costo	\$/Kg	22.046	22.707	23.389	10.609	10.927	15.580	20.328	20.938	21.566
Costo Mensual	\$/mes	1.322.760	3.549.348	2.199.679	336.869	354.685	971.989	2.056.805	2.706.395	3.418.697

Frente a lo anteriormente expuesto, es imperante que la empresa realice la desinfección con cloro gaseoso por efectividad y bajos costos.⁹⁹

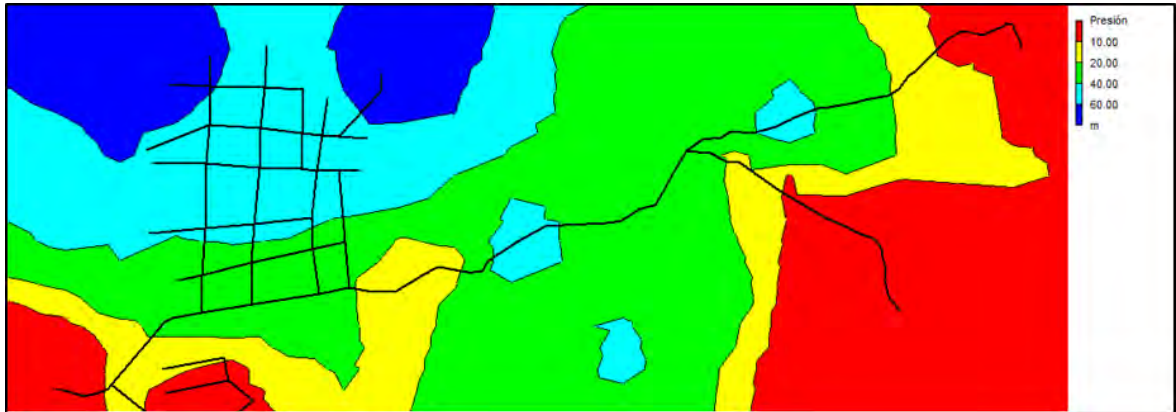
Anexo 7. Simulación red de acueducto municipio de San Lorenzo escenario actual

En los resultados de la simulación de las redes de acueducto realizada en Epanet se puede analizar que en el año base (2011) durante el transcurso del suministro del agua con el tanque de almacenamiento actual de 109m³ se presenta una variación de presiones, Aunque en la hora de máximo consumo de 12- 1pm como la mínima de 4-5 pm se observa que el comportamiento de los nodos es el esperado con presiones mayores a 10 m.c.a y algunos nodos se presentan

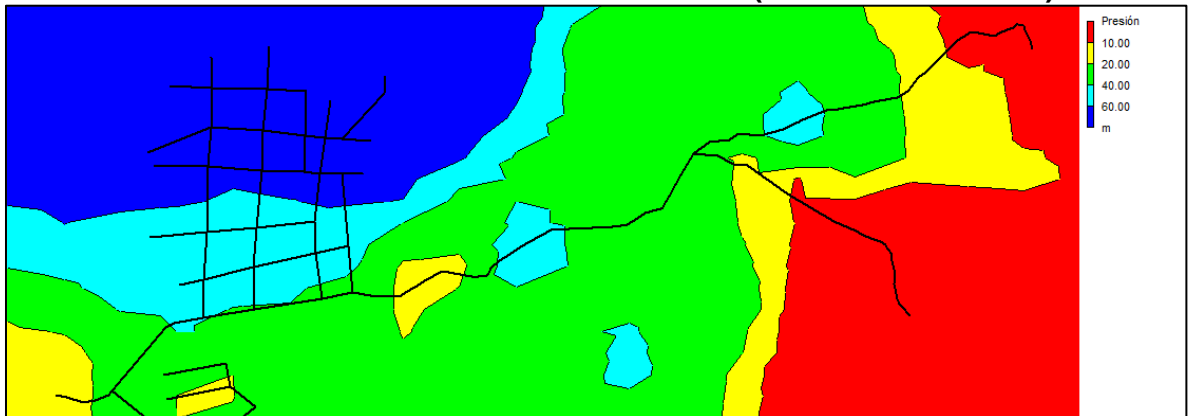
⁹⁹ Evaluación realizada por Personal Técnico de la Gerencia Asesora PDA Nariño.

presiones mayores de 60 m.c.a, el volumen producido es insuficiente para abastecer el caudal demandado por la población tal como se observa en la figura número 21. Para ilustrar este escenario se mostraran a continuación las presiones que se presentan a la hora de máximo consumo 12- 1 Pm y de mínimo consumo 4-5 Am en el año 2011.(Figura 19, 20).

Presiones a la hora de máximo consumo (12-1 p.m. –año 2011)

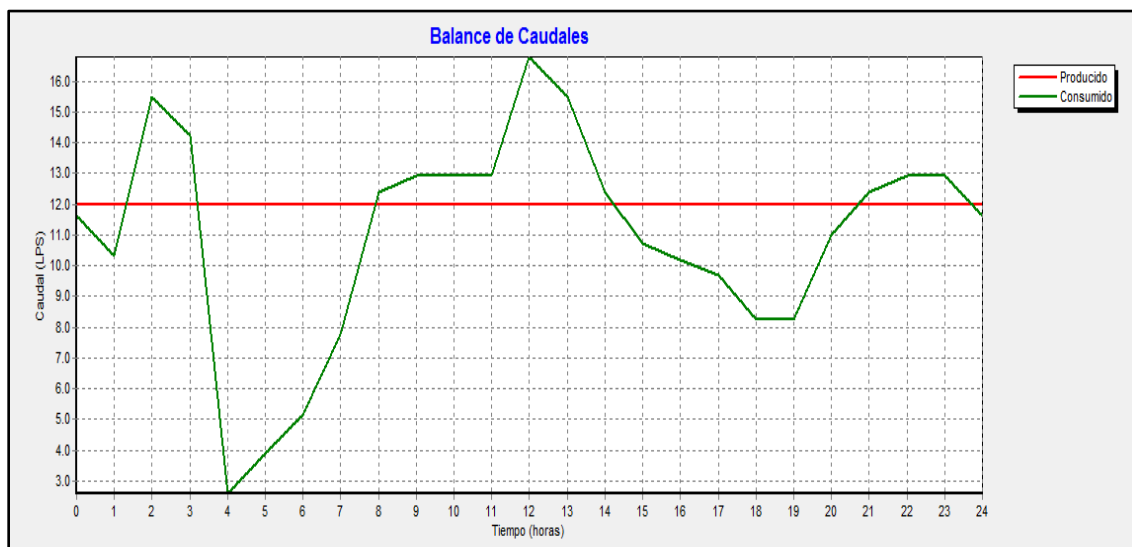


Presiones a la hora de mínimo consumo (4-5 a.m. –año 2011)



Se identifica en la simulación que el volumen del tanque de almacenamiento actual de 109 m³ es insuficiente para suministrar las 24 horas del día el agua que demanda la población, en ese sentido el volumen producido es inferior al consumido tal como se detalla en la siguiente figura.(Figura 21).

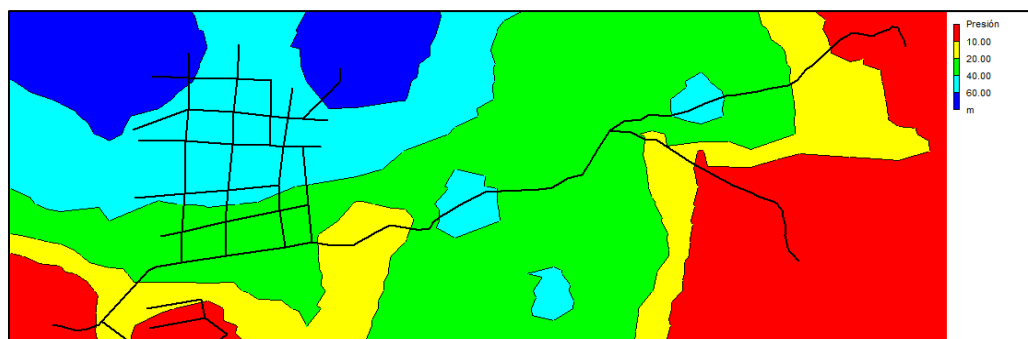
Balances de caudales en el tanque de almacenamiento



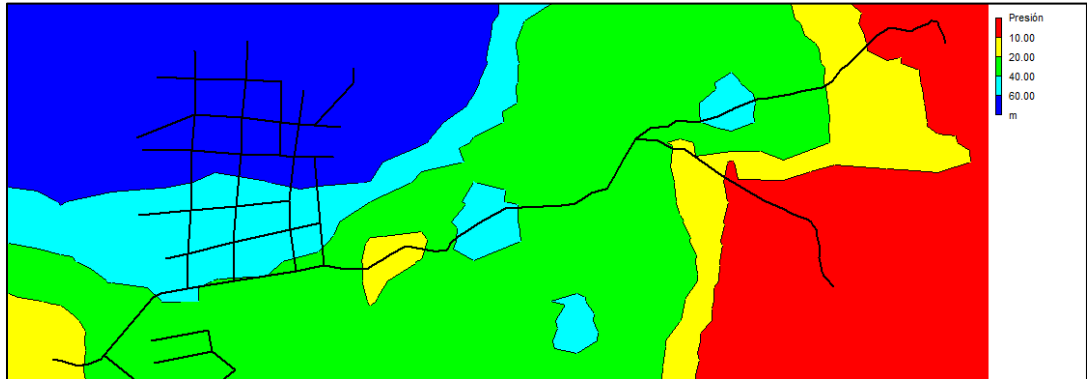
Para efecto de chequeo de la red de distribución actual con suministro de agua las 24 horas se realizó la simulación en Epanet bajo otro escenario, planteando unos supuestos que garantizaran de esta manera la cantidad y continuidad del suministro a la población del municipio de san Lorenzo. En este contexto se evaluó el escenario con las pérdidas reales del 71,14% tal como se demostró en ítems anteriores y con un QMD calculado de 12,92 l/s, además haciendo referencia a los caudales demandado por la población para el año 2011 se utilizó el almacenamiento requerido que está en el orden de 372 m³. (Ver anexos 11 y 12).

Para ilustrar la simulación en condiciones ideales se muestran a continuación las presiones que se presentan a la hora de máximo consumo (12-1 Pm) y a la hora de mínimo consumo (4-5 Am). (Figura 22, 23).

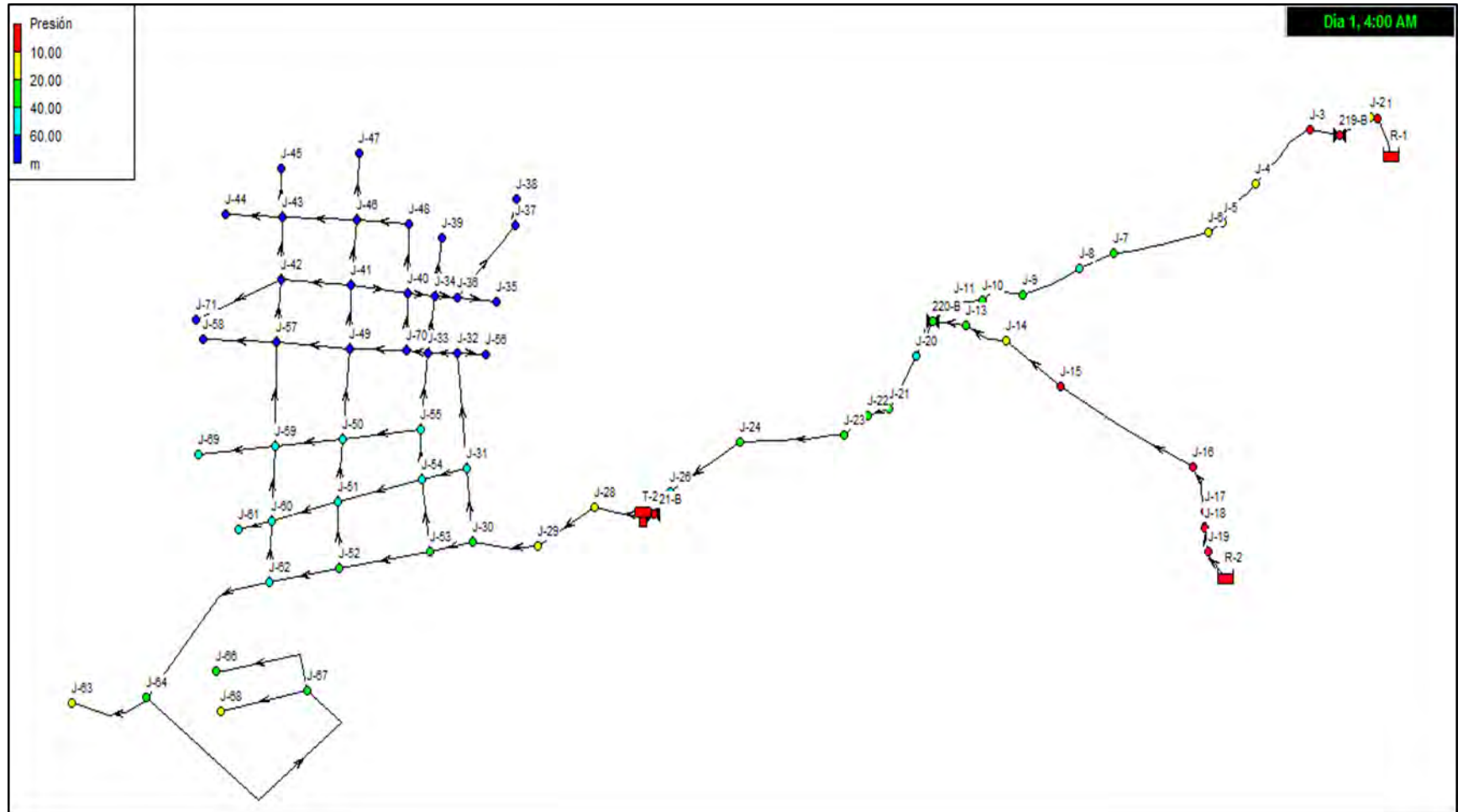
Presiones a la hora de máximo consumo (12-1 p.m. –año 2011)



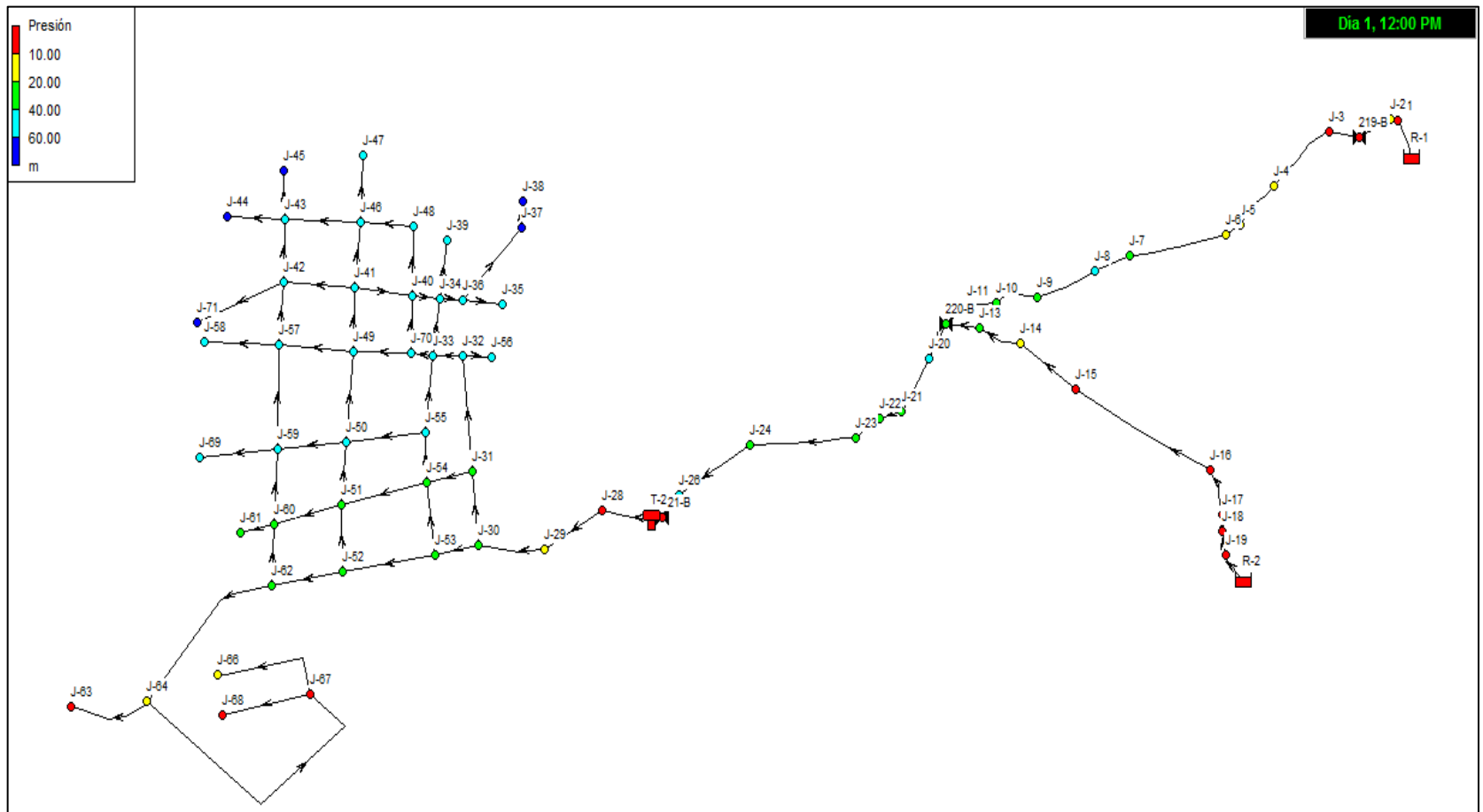
Presiones a la hora de mínimo consumo (4-5 a.m. –año 2011)



Anexo 8. Resultados de presión simulación con EPANET volumen requerido (condiciones actuales a la hora de mínimo consumo).



Anexo 9. Resultados de presión simulación con EPANET volumen requerido (condiciones actuales a la hora de máximo consumo)



Anexo 10. Ficha resumen del sistema de acueducto de Taminango

SISTEMA DE ACUEDUCTO - MUNICIPIO DE TAMINANGO - COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO					
1. IDENTIFICACIÓN FUENTES DE ABASTECIMIENTO		CAUDAL (LPS)			RESOLUCION DE CONCESIÓN DE AGUA
NOMBRE	TIPO	CONCEDIDO	CAPTADO	TOTAL CONCEDIDO	
QUEBRADA EL MOLINO	SUPERFICIAL	47,0	45,0	62,0	430
QUEBRADA EL CUCHO - PEÑAS BLANCAS	SUPERFICIAL	15			182
QUEBRADA PEÑAS LISAS	SUPERFICIAL	4,2			
2. INFRAESTRUCTURA					
BOCATOMA					
LOCALIZACIÓN	TIPO	AÑO CONSTRUCCIÓN	ESTADO	CAPACIDAD INSTALADA	CAPACIDAD UTILIZADA (L/s)
Q. EL MOLINO	FONDO	1995	BUENA	77,88	45
Q. EL CUCHO	FONDO	40 AÑOS	REGULAR	24,06	15
Q. PEÑAS LISAS	FONDO	-	MALA	-	-
DESARENADOR:					
LOCALIZACIÓN	AÑO CONSTRUCCIÓN	ESTADO	MATERIAL	CAPACIDAD INSTALADA (L/s)	CAPACIDAD UTILIZADA (L/s)
FUENTE EL MOLINO	1993	BUENA	CONCRETO	54,24	45
FUENTE EL CUCHO	40 AÑOS	REGULAR	CONCRETO	10,51	15
FUENTE PEÑAS - LISAS	50 AÑOS	MALA	CONCRETO	36,05	-
LINEAS DE ADUCCIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA					
TIPO	LONGITUD (km)	DIÁMETRO (Pulg.)	MATERIAL	RDE	CAPACIDAD (L/s)
ADUCCIÓN					
LINEA DE ADUCCION EL MOLINO	0,0239	10	PVC		96
LINEA DE ADUCCION EL CUCHO	0,01	6	AC		27,36
LINEA DE ADUCCION EL P. LISAS	0,0357	6	PVC		-
CONDUCCION					
LINEA DE CONDUCCION EL MOLINO	15,487	8, 6, 4	PVC	9, 11, 13, 17	47
LINEA DE CONDUCCION EL CUCHO	8,06	8, 6, 4	PVC		-
LINEA DE CONDUCCION EL P. LISAS	-	-	-		-

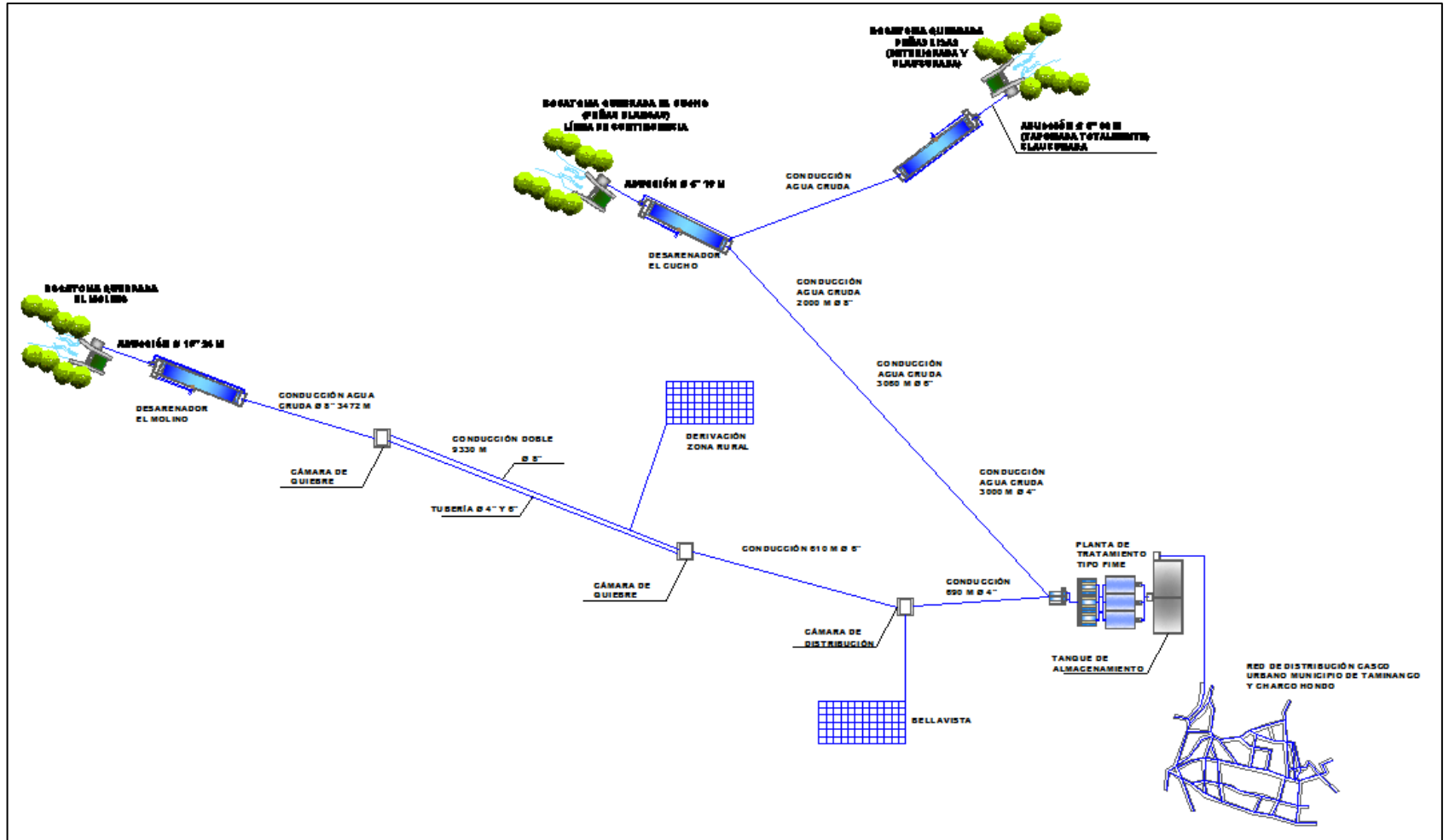
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE					
ESTRUCTURA DE OPERACIÓN	EXISTE	TIPO	ESTADO		
MACROMEDICIÓN	NO	-	-		
LABORATORIO	NO	-	-		
CASETA DE ALMACENAMIENTO DE ARENA	NO	-	-		
CASETA DE CLORACIÓN	SI	-	-		
DESINFECCIÓN	SI	CLORO GRANULAR	BUENO		
BODEGA	SI	-	-		
SISTEMA DE BOMBEO PARA DESINFECCIÓN	NO	-	-		
FIME					
UNIDADES DE PROCESO	ESTADO	No. UNIDADES	DIMENSIONES EFECTIVAS (m)		
			LARGO	ANCHO	ALTURA
FILTRO GRUESO DINAMICO-FGDi	REGULAR	2	6,1	1,19	-
FILTRO GRUESO ASCENDENTE	REGULAR	2	6,77	5	-
FILTRO LENTO	REGULAR	3	18	4,96	3
TANQUE DE CONTACTO	N.D	-	-	-	-
AREA (m)	CAPACIDAD INSTALADA (L/s)		CAPACIDAD UTILIZADA (L/s)	ZONA DE LAVADO (S/N)	VERTEDERO DE EXCESOS (S/N)
	MÍNIMA	MÁXIMA			
FGDi 14.4	8,00	12	14,47	S	S
FGAC 33,85	5,64	13,16		S	S
FLA 267,84	11,16	22,32		S	S
TANQUES DE ALMACENAMIENTO					
TIPO	No DE UNIDADES	ESTADO	MATERIAL	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	
ENTERRADO	1	REGULAR	CONCRETO	35 AÑOS	
CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO (m³)		DIMENSIONES EFECTIVAS (m)			
INSTALADA	UTILIZADA	LARGO	ANCHO	ALTURA	ALTURA TOTAL
220	489	11,4	7,5	2,55	3,00
CONDUCCION DE AGUA TRATADA					
	TRAMO	LONGITUD	DIAMETROS	MATERIAL	RDE
LINEA DE CONDUCCION	-	-	6", 4"	PVC	-

Anexo 11. Ficha resumen del sistema de acueducto de San Lorenzo

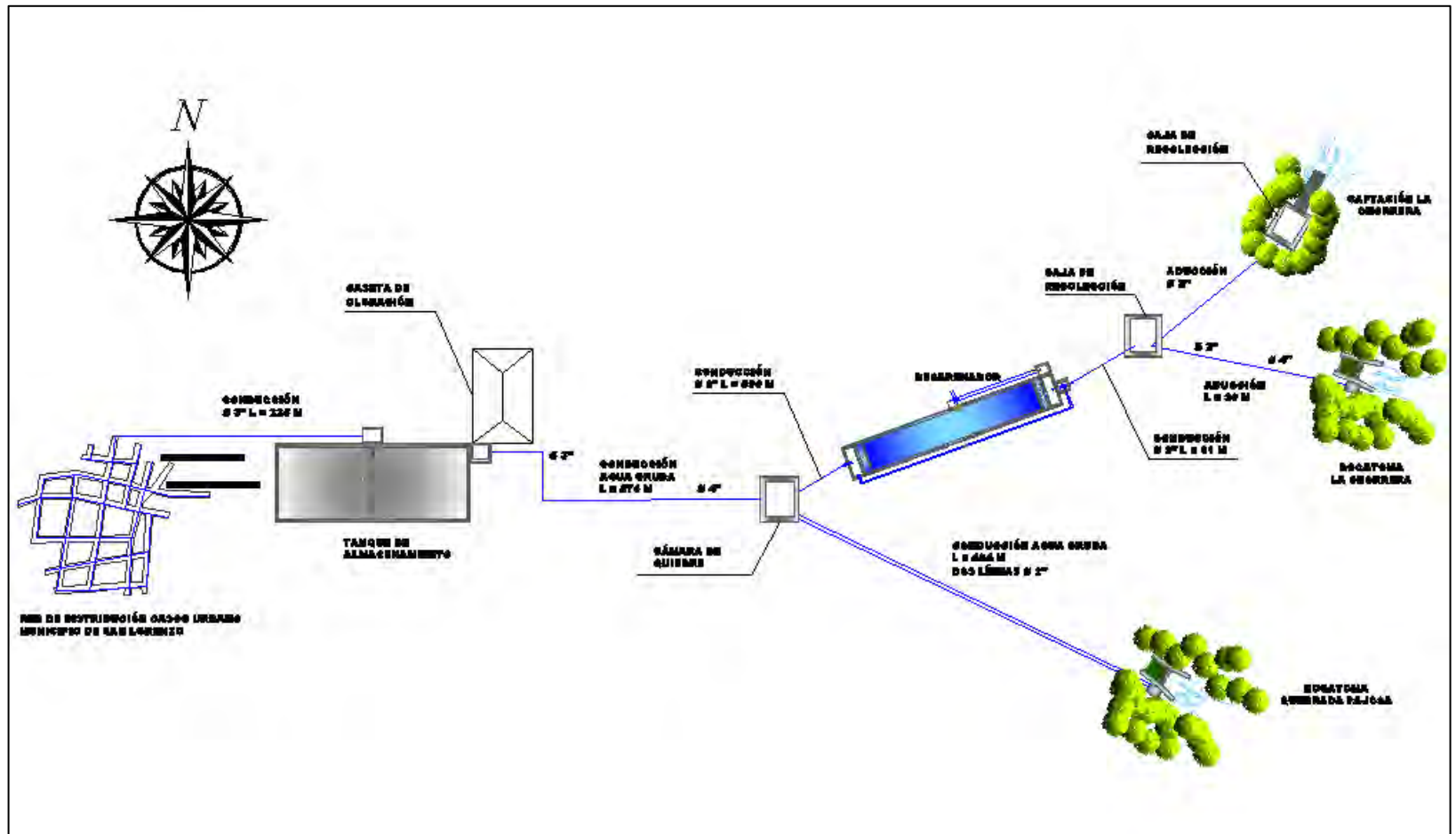
SISTEMA DE ACUEDUCTO - MUNICIPIO DE SAN LORENZO - COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO						
1. IDENTIFICACIÓN FUENTES DE ABASTECIMIENTO		CAUDAL (LPS)			RESOLUCION CONCESIÓN DE AGUA	
NOMBRE	TIPO	CAPTADO	TOTAL CONCEDIDO	TOTAL CAPTADO		
QUEBRADA LA CHORRERA	SUPERFICIAL	3,2	10,0	9,4	704	
AFLUENTE QUEBRADA LA CHORRERA	SUPERFICIAL	2,0				
QUEBRADA LA PAJOSA, PALMAS	SUPERFICIAL	4,2			705	
BOCATOMAS						
LOCALIZACIÓN	TIPO	ESTADO	CAPACIDAD INSTALADA (L/s)	CAPACIDAD UTILIZADA (L/s)	DIMENSIONES EFECTIVAS REJILLA (m)	
					LARGO (m)	ANCHO
Q. LA CHORRERA	FONDO	Regular	9,3	3,2	0,75	0,15
AFLUENTE LA CHORRERA	caja recolectora	Regular		2,0		
Q. LA PAJOSA	FONDO	Regular	5,35	4,4	0,75	0,12
DESARENADOR:						
LOCALIZACIÓN	ESTADO	MATERIAL	CAPACIDAD INSTALADA (L/s)	CAPACIDAD UTILIZADA (L/s)	DIMENSIONES EFECTIVAS ZONA DE SEDIMENTACIÓN (m)	
					LARGO	ANCHO
FUENTE LA CHORRERA	REGULAR	CONCRETO	5,02	5,2	7,05	1,13
LINEAS DE ADUCCIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA						
TIPO	TRAMO	LONGITUD (km)	DIÁMETRO (Pulg.)	MATERIAL	CAPACIDAD (L/s)	CAMARA DE QUIEBRE
						NÚMERO
ADUCCION FUENTE LA CHORRERA	1	0,0337	4 y 3	PVC	6,83	1
	2	0,06115	3	H.G.	15,13	
ADUCCION FUENTE LA PAJOSA, LAS PALMAS	1	0,494	2x2	PVC	4,56	1
CONDUCCION FUENTE LA CHORRERA	1	0,561	6	A.C.	40,35	1
CONDUCCION FUENTE LA CHORRERA Y LA PAJOSA, LAS PALMAS	2	0,445	3	PVC	9,54	

TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE						
ESTRUCTURA DE OPERACIÓN	EXISTE	TIPO	ESTADO			
MACROMEDICIÓN	NO	-	-			
LABORATORIO	NO	-	-			
CASETA DE ALMACENAMIENTO DE ARENA	NO	-	-			
CASETA DE CLORACIÓN	SI	-				
DESINFECCIÓN	SI	ACUU - TAB	REGULAR			
BODEGA	SI	-	-			
SISTEMA DE BOMBEO PARA DESINFECCIÓN	NO	-	-			
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE						
EN LA ACTUALIDAD NO POSEE PTAP						
DEACUERDO A EL PROYECTO DENOMINADO "Optimización del Acueducto y Construcción de La Planta de Tratamiento de Agua Potable Municipio de San Lorenzo, Nariño", SE CONSTRUIRA UNA PTAP TIPO COMPACTA A CORTO PLAZO.						
TANQUES DE ALMACENAMIENTO						
TIPO	No DE UNIDADES	ESTADO	MATERIAL	AÑO DE CONSTRUCC	CAPACIDAD (m³)	
					INSTALADA	REQUERIDA
SEMIENTERRADO	1	REGULAR	CONCRETO	50 AÑOS	110	316
DIMENSIONES EFECTIVAS (m)				MACROMEDICIÓN		
LARGO	ANCHO	ALTURA	ALTURA TOTAL	DIÁMETRO (Pulg.)	UBICACIÓN	
7,25	5,90	2,55	3,00	-	-	
CONDUCCION DE AGUA TRATADA						
	TRAMO	LONGITUD	DIAMETROS	MATERIAL	RDE	CAPACIDAD
LINEA DE CONDUCCION		0,225	3"	PVC		
REDES DE DISTRIBUCION - Catastro de Redes (2010)						
TRAMOS			LONGITUD	DIAMETROS	MATERIAL	RDE
CASCO URBANO T1			1.722 m	2"	PVC	
CASCO URBANO T2			3.200 m	3"	PVC	

Anexo 12. Esquema sistema de Acueducto de Taminango



Anexo 13. Esquema sistema de acueducto de San Lorenzo



Anexo 17. Control de calidad de agua de consumo en red municipio Taminango

Reportes de calidad de agua del prestador. La empresa de servicios públicos EMPOTAM E.S.P., no realiza caracterizaciones fisicoquímicas y microbiológicas del agua para consumo, desatendiendo lo establecido en la Resolución 2115 del 2007, artículos 21 y 22, que especifican que la empresa prestadora debe realizar los procesos básicos de control de calidad del agua para consumo humano, con una frecuencia y número de muestras de control de la calidad física, química y microbiológica como mínimo de tres muestras por mes.¹⁰⁰

EMPOTAM E.S.P., suministro un análisis de laboratorio fisicoquímico y microbiológico para control de calidad de agua tratada realizado el día 19 de Septiembre de 2011, tomada en el punto denominado punto # 3 B/ San Francisco, procedimiento elaborado por Laboratorios del Valle. (Figura 8)

Punto de toma de muestras de agua de consumo en la red de distribución



PUNTOS DE MUESTREO EN LA RED MUNICIPIO DE TAMINANGO

Fuente: Fotografías, visita de campo, personal técnico Gerencia Asesora, PDA Nariño

¹⁰⁰ Resolución 2115 del 2007, artículos 21 y 22, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL.

Reportes de calidad de agua del IDSN. Según el “Informe de Gestión Programa Calidad de Agua 2010 y 2011”, publicado por el IDSN, el porcentaje de cumplimiento en muestreo por parte de esta entidad en el control de calidad de agua del municipio de Taminango es del 92% para el 2010 y del 100% para el 2011, respecto al establecido normativamente especificado en el Artículo 24 de la Resolución 2115 que determina las frecuencias mínimas y el número mínimo de muestras que debe realizar la autoridad sanitaria a la calidad física y química del agua para consumo humano en la red de distribución.¹⁰¹

Índice de riesgo de la calidad de agua para consumo humano, IRCA. Con el fin de analizar información histórica sobre el comportamiento del Índice de Riesgo de la calidad de agua para consumo humano - IRCA, se consultó la información consignada en el documento de “Informe de Gestión Programa Calidad de Agua 2010 y 2011”, publicado por el IDSN encontrándose información de los IRCAs consolidados anuales, con los siguientes reportes correspondientes a EMPOTAM E.S.P.¹⁰² (Cuadro 24).

Reportes del IRCA Según IDSN para EMPOTAM E.S.P.

AÑO	IRCA (%)	NIVEL DE RIESGO
2009	36,5	Alto
2010	7,34	Bajo
2011	16,9	Medio

Fuente: Instituto Departamental de Salud de Nariño

Como se puede observar, de acuerdo a los registros históricos, existe riesgo en las muestras de agua tanto alto, bajo y medio sucesivamente, lo que demuestra una calidad del agua regular suministrada a la población de Taminango.

Índice de riesgo de abastecimiento de agua – IRABA. Es un indicador que tiene por objeto determinar el riesgo en salud humana por el suministro de agua a la población, cuyo cálculo se efectúa teniendo en cuenta las condiciones de infraestructura para tratamiento, distribución, calidad y continuidad del servicio público de acueducto.

¹⁰¹ “Informe de Gestión Programa Calidad de Agua 2010 y 2011.” (IDSN)

¹⁰² “Informe de Gestión Programa Calidad de Agua 2010 y 2011.” (IDSN)

Según el Formulario único de Acta de Inspección Sanitaria a los Sistemas de Suministro de Agua para Consumo Humano con fecha de visita del 12 de Mayo del 2011, el cálculo del índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano por parte de la persona prestadora (Art. 18, Res. 2115 de 2007 – Res. 000082 de 2009) arrojó como resultado un puntaje de 50.¹⁰³

De acuerdo con este resultado y con base en la clasificación del nivel de riesgo en salud, según el Artículo 19 de la Resolución 2115 de 2007, el riesgo por abastecimiento es **Alto** (41 - 70), estableciéndose para este nivel que la persona prestadora debe disminuir, mediante gestión directa, las deficiencias en el tratamiento y continuidad del servicio.

Anexo 18. Control de calidad de agua de consumo en red municipio de San Lorenzo

Reportes de calidad de agua del prestador. La empresa de servicios públicos EMSANLORENZO S.A.S., E.S.P., no realiza caracterizaciones fisicoquímicas y microbiológicas del agua para consumo, desatendiendo lo establecido en la Resolución 2115 del 2007, artículos 21 y 22, que especifican que la empresa prestadora debe realizar los procesos básicos de control de calidad del agua para consumo humano, con una frecuencia y número de muestras de control de la calidad física, química y microbiológica como mínimo de tres muestras por mes.

Reportes de calidad de agua del IDSN. Según el “Informe de Gestión Programa Calidad de Agua 2010 y 2011”, publicado por el IDSN, el porcentaje de cumplimiento en muestreo por parte de esta entidad en el control de calidad de agua del municipio de San Lorenzo es del 49% para el 2010 y del 100% para el 2011, respecto al establecido normativamente especificado en el Artículo 24 de la Resolución 2115 que determina las frecuencias mínimas y el número mínimo de muestras que debe realizar la autoridad sanitaria a la calidad física y química del agua para consumo humano en la red de distribución.

¹⁰³ “Inspección Sanitaria” IDSN (2011).

Índice de riesgo de la calidad de agua para consumo humano, IRCA. Con el fin de analizar información histórica sobre el comportamiento del Índice de Riesgo de la calidad de agua para consumo humano - IRCA, se consultó la información consignada en el documento de “Informe de Gestión Programa Calidad de Agua 2010 y 2011”, publicado por el IDSN encontrándose información de los IRCAs consolidados anuales, con los siguientes reportes correspondientes a EMSANLORENZO S.A.S., E.S.P.¹⁰⁴ (Cuadro 46).

Reportes del IRCA según IDSN para EMSANLORENZO E.S.P.

AÑO	IRCA (%)	NIVEL DE RIESGO
2009	60,2	Alto
2010	37,4	Alto
2011	17,9	Medio

Fuente: Instituto Departamental de Salud de Nariño

Como puede verse, de acuerdo a los registros históricos, existe riesgo en las muestras de agua tanto alto y medio sucesivamente, lo que demuestra una calidad del agua regular suministrada a la población de San Lorenzo.

Índice de riesgo de abastecimiento de agua – IRABA. Es un indicador que tiene por objeto determinar el riesgo en salud humana por el suministro de agua a la población, cuyo cálculo se efectúa teniendo en cuenta las condiciones de infraestructura para tratamiento, distribución, calidad y continuidad del servicio público de acueducto.

Según el Formulario único de Acta de Inspección Sanitaria a los Sistemas de Suministro de Agua para Consumo Humano con fecha de visita del 19 de Junio del 2009, el cálculo del índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano por parte de la persona prestadora (Art. 18, Res. 2115 de 2007 – Res. 000082 de 2009) arrojó como resultado un puntaje de 65.¹⁰⁵

¹⁰⁴ “Informe de Gestión Programa Calidad de Agua 2010 y 2011”.

¹⁰⁵ Acta de Inspección Sanitaria 2009 municipio de San Lorenzo por IDSN.

De acuerdo con este resultado y con base en la clasificación del nivel de riesgo en salud, según el Artículo 19 de la Resolución 2115 de 2007, el riesgo por abastecimiento es **Alto** (41 - 70), estableciéndose para este nivel que la persona prestadora debe disminuir, mediante gestión directa, las deficiencias en el tratamiento y continuidad del servicio.¹⁰⁶

¹⁰⁶ Artículo 19 de la Resolución 2115 de 2007.