



PLAN DE MEJORA EN AGUA Y SANEAMIENTO

CASCO URBANO DEL MUNICIPIO NAHUALÁ

EL presente documento corresponde al Plan de Mejora en agua y Saneamiento del casco Urbano de Nahualá el cual presenta el estado actual de los servicios de agua y saneamiento en el casco urbano, y las respectivas mejoras categorizadas a corto, mediano y largo plazo.

PROYECTO RUK'U X'YA'

CRÉDITOS

Edición



Texto y contenido:

Responsables Técnicos del Programa RUK'U'X YA', HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala.

Diseño y diagramación:

Ana Isabel Mendoza
Coordinadora de Comunicación y Relaciones Públicas.
HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala.

Asesoría y Revisión Equipo Programa RUK'U'X YA'

Rene Estuardo Barreno
Coordinador General, Programa RUK'U'X YA'.
Acción contra el Hambre.

Silvia María Castillo Arana
Coordinadora Técnica, Programa RUK'U'X YA'.
HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala.

Giezy Joezer Sánchez Orozco
Responsable Técnico en Gestión del Agua, Programa RUK'U'X YA'.
HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala.

Fotografías:

Ing. Amilcar Bernardino Racancoj Alonzo /Consultor técnico

Municipalidad de Nahualá:

Manuel Guarchaj Tzep
Alcalde Municipal.

Eduardo Pascual
Oficina Municipal Medio Ambiente

“Esta publicación cuenta con la colaboración del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS) de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID). El contenido de la misma es responsabilidad exclusiva del Programa RUK'U'X YA' y no refleja, necesariamente, la postura de la AECID”.



Contenido

Ficha Técnica.....	1
Resumen ejecutivo.....	3
Resumen del estado actual del sistema de agua y saneamiento, las mejoras que se deben implementar	5
Estado del sistema de agua	5
Estado de saneamiento	9
Localización de la zona de estudio.....	14
Datos generales del casco urbano	16
Objetivos del plan.....	18
Objetivo General.....	18
Objetivos Específicos.....	18
Información del sistema de agua y saneamiento	19
Sistema de Agua potable	19
Sistema de alcantarillado municipal.....	20
Sistema de manejo de residuos sólidos.....	20
Caracterización del sistema de agua	21
Administración operación y mantenimiento del sistema.....	29
Diagrama de flujo del sistema de agua evaluado	32
Análisis de saneamiento en la comunidad.....	33
Análisis de la disposición de aguas residuales	33
Manejo de Excretas	33
Manejo de aguas grises.....	34
Red de alcantarillado sanitario	35
Descargas identificadas de aguas residuales	38
Composición de aguas residuales.....	40
Caudal de descarga.....	40
Características del Agua residual domestica	40
Tipo de tratamiento existente.....	42
Estado actual de la planta de tratamiento	44



Análisis de la disposición de residuos sólidos	47
Manejo de residuos sólidos domiciliario	49
Identificación de basureros clandestinos	50
Composición de desechos sólidos generados en el casco urbano	54
Residuos sólidos domiciliarios	54
Residuos sólidos comerciales generados el día de plaza	55
Residuos sólidos institucionales	56
Tipo de tratamiento existente.....	57
Determinación de los peligros y eventos peligrosos y evaluación de los riesgos	61
Eventos peligrosos en el sistema municipal de agua potable del casco urbano de Nahualá....	61
Determinación de peligros típicos que pueden afectar a las fuentes.	61
Determinación de peligros típicos que pueden afectar a tratamiento/desinfección.	64
Determinación de peligros típicos que pueden afectar a red de distribución	65
Determinación de peligros típicos que pueden afectar los puntos de consumo	69
Eventos peligrosos en el sistema municipal alcantarillado del casco urbano de Nahualá.....	70
Eventos peligrosos en el sistema de aseo y disposición de residuos sólidos del casco urbano de Nahualá.....	72
Estado de enfermedades de origen hídrico.....	73
Análisis de la oferta	74
Análisis de la demanda	76
Análisis de la capacidad de almacenamiento.....	78
Análisis de la oferta demanda.....	79
Principales mejoras identificadas del sistema de agua.....	81
Mejoras en el sistema de agua a corto plazo	81
Mejoras en el sistema de agua a mediano plazo	83
Mejoras en el sistema de agua a largo plazo	84
Mejoras identificadas del sistema de agua que pueden ser implementadas por la municipalidad	84
Principales mejoras identificadas de saneamiento.....	86
Mejoras en el sistema de saneamiento a corto plazo	86



Mejoras en el sistema de saneamiento a mediano plazo	87
Mejoras en el sistema de saneamiento a largo plazo	88
Principales mejoras identificadas de residuos sólidos	88
Mejoras en el sistema de manejo y recolección de residuos sólidos a corto plazo	88
Mejoras en el sistema de manejo y recolección de residuos sólidos a mediano plazo	89
Mejoras en el sistema de manejo y recolección de residuos sólidos a largo plazo.....	89
Hoja de ruta para la gestión de mejoras.....	92
Ruta para gestión de mejoras a corto plazo	92
Ruta para gestión de mejoras a mediano y largo plazo.....	93
Análisis de sostenibilidad.....	94
Técnica.....	94
Ambiental	98
Manual de operación y mantenimiento sistema de agua potable municipal	100
Operación:.....	100
Mantenimiento	106
Manual de operación y mantenimiento sistema de alcantarillado municipal	114
Operación:.....	114
Mantenimiento:.....	118
Cronograma de operación y mantenimiento.....	126
Operación y mantenimiento del sistema de agua potable municipal	126
Operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado municipal	128
Resultados de la calidad de agua	129
Medición de cloro residual.....	130
Medición de potencial de Hidrogeno	132
Control de la calidad de agua	136
Anexo 1: Análisis de sostenibilidad técnica:.....	139
Anexo 2: Análisis de sostenibilidad ambiental:.....	141
Anexo 3: Esquema de proyecto JICA.....	145
Anexo 4: Caracterización de aguas residuales 2017	146
Anexo 5: Caracterización residuos sólidos 2017	150



Anexo 6: resultados de análisis bacteriológico	155
Anexo 7: Presupuesto de mejoras	157
Presupuesto integrado corto plazo	157
Presupuesto integrado mediano plazo	158
Presupuesto integrado largo plazo	158
Presupuesto desglosado a corto plazo	159
Sistema de agua potable municipal.....	159
Sistema de alcantarillado municipal	166
Sistema de manejo de residuos sólidos	174
Presupuesto desglosado a mediano plazo	176
Sistema de agua potable municipal.....	176
Sistema de alcantarillado municipal	183
Sistema de manejo de residuos sólidos	185
Especificaciones técnicas.....	186
Bibliografía.....	206
Planos	207

Índice de tablas

Tabla 1: Ficha técnica del sistema de agua y saneamiento abordado.....	2
Tabla 2: Estado del sistema de agua.....	9
Tabla 3: Estado de saneamiento.....	13
Tabla 4: Localización del estudio.....	14
Tabla 5: Datos generales	16
Tabla 6: Servicios básicos	17
Tabla 7: Información del sistema de agua	19
Tabla 8: Información del sistema de alcantarillado.....	20
Tabla 9: Información del sistema de manejo de residuos sólidos.....	20
Tabla 10. Caracterización de aguas residuales del casco urbano de Nahualá.....	41
Tabla 11. Parámetros de diseño de PTAR Nahualá año 2016.....	42
Tabla 12. Residuos sólidos domiciliarios.....	54
Tabla 13. Composición de desechos sólidos domiciliarios.....	54
Tabla 14. Residuos sólidos domiciliarios.....	55



Tabla 15. Composición de desechos sólidos domiciliars.....	55
Tabla 16. Residuos sólidos domiciliars.....	56
Tabla 17. Composición de desechos sólidos domiciliars	56
Tabla 18. Peligros típicos que pueden afectar a la fuente.....	61
Tabla 19. Peligros típicos que pueden afectar al sistema de desinfección	64
Tabla 20. Peligros típicos que pueden afectar a la red de distribución	65
Tabla 21. Peligros típicos que pueden afectar a los puntos de consumo	69
Tabla 22. Peligros típicos que pueden afectar al sistema de alcantarillado sanitario.....	70
Tabla 23. Peligros típicos que pueden afectar al sistema de recolección y tratamiento de desechos sólidos	72
Tabla 24. Oferta de agua para el sistema de agua municipal	74
Tabla 25. Volumen de agua bombeable y nivel de aguas subterráneas	75
Tabla 26. Valores de consumo de Schocklist.....	77
Tabla 27. Cálculo de dotación	77
Tabla 28. Cálculo de dotación	77
Tabla 29. Cálculo de dotación general.....	78
Tabla 30. Cálculo de dotación general.....	78
Tabla 31. Cálculo del almacenamiento	78
Tabla 32. Balance hídrico del sistema de agua potable municipal	80
Tabla 33. Evaluación de índices de sostenibilidad sistemas de agua potable	94
Tabla 34: Índice de sostenibilidad técnica del servicio de agua potable	95
Tabla 35. Evaluación de índices de sostenibilidad saneamiento colectivo	96
Tabla 36. Índice de sostenibilidad técnica del servicio de saneamiento colectivo	97
Tabla 37. Evaluación de índices de sostenibilidad ambiental	98
Tabla 38. Índice de sostenibilidad ambiental para el nacimiento Xolmanzán	99
Tabla 39. Índice de sostenibilidad ambiental para el nacimiento Papó	99
Tabla 40. Concentraciones de cloro en viviendas evaluadas.....	131
Tabla 41. Resultados de pH medidos en domicilios.....	133

Índice de fotografías

Fotografía 1. Situación de letrinas en el casco urbano.....	34
Fotografía 2. Manejo de aguas grises	35
Fotografía 3. Descargas ubicadas en el zanjón que atraviesa zonas 1 y 2.....	38
Fotografía 4. Descarga del cantón Chuisuc	38
Fotografía 5. Operación de PTAR Nahualá	44
Fotografía 6. Centros de transferencia identificados	48
Fotografía 7. Sistema de recolección domiciliar	48



Fotografía 8. Acopio de envases plásticos en viviendas	49
Fotografía 9. Basureros identificados.....	50
Fotografía 10. Basureros clandestinos de dimensión pequeña	51
Fotografía 11. Basureros dimensiones medianas	52
Fotografía 12. Planta de tratamiento de residuos sólidos de Nahualá	58
Fotografía 13. Peligros de la fuente de agua Xolmanzán.....	62
Fotografía 14. Peligros de la fuente de agua Xolmanzán.....	62
Fotografía 15. Peligros de la fuente de agua Papó.....	63
Fotografía 16. Peligros de la fuente de agua Papó.....	63
Fotografía 17. Sistemas de cloradores instalados en el tanque Xolmanzán y papó	64
Fotografía 18. Tuberías expuestas a la radiación solar	66
Fotografía 19. Válvulas en mal estado	66
Fotografía 20. Válvulas que poseen azolvamiento en su caja	67
Fotografía 21. Tanques sin circulación perimetral.....	67
Fotografía 22. Mezcla de agua cruda en caja rompe presión.....	68
Fotografía 23. Vivienda con presencia de materia orgánica vegetal en el agua suministrada	69
Fotografía 24. Pozos con presencia de azolvamiento.....	70
Fotografía 25. Ruptura de tubería	71
Fotografía 26. Planta de tratamiento de aguas residuales.....	71
Fotografía 27. Basureros clandestinos	72
Fotografía 28. Entorno de la fuente Xolmanzán	74
Fotografía 29. Proyecto de bombeo JICA en abandono.....	75
Fotografía 30. Numero de chorros existentes en una vivienda.....	76
Fotografía 31. Medición de cloro en domicilios.....	130
Fotografía 32. Medición de pH en Domicilios	132
Fotografía 33. Vivienda con presencia de sólidos orgánico vegetales.....	134
Fotografía 34. Mediciones de pH en tanques de distribución	135

Índice de Figuras

Figura 1. Manejo de Excretas.....	33
Figura 2. Manejo de aguas grises	34
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de tratamiento.....	43
Figura 4. Disposición de residuos sólidos.....	49
Figura 5. Manejo de residuos sólidos en el casco urbano de Nahualá	50
Figura 6. Composición de residuos sólidos domiciliarios	54



Figura 7. Composición de residuos sólidos comerciales.....	55
Figura 8. Composición de residuos sólidos comerciales.....	56
Figura 9. Diagrama de flujo de planta de tratamiento de residuos sólidos	57
Figura 10. Casos atendidos en centro de salud de Nahualá	73
Figura 11. Relación del almacenamiento actual vs. el necesario	79
Figura 12. Comportamiento de la oferta y demanda	80
Figura 13. Concentraciones de cloro en viviendas	131
Figura 14. Medición de cloro residual libre en los tanques de distribución.....	132
Figura 15. Valores de pH en viviendas	133

Índice de Mapas

Mapa 1. Ubicación del casco Urbano.....	15
Mapa 2. Mapa de ubicación del sistema de agua potable del casco Urbano de Nahualá	30
Mapa 3. Mapa de zonas de presión en el casco urbano de Nahualá.....	31
Mapa 4. Sistema de alcantarillado que cubre el casco Urbano	37
Mapa 5. Puntos de descargas identificadas en el casco urbano	39
Mapa 6. Basureros no autorizados presentes en el casco urbano.....	53



Lista de símbolos

INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
JICA	<i>Japanese International Cooperation Agency</i> (Agencia Japonesa de Cooperación Internacional).
m.c.a	Metros columna de agua (Unidad de presión).
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
mg/L	Miligramos en un litro.
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
LMA	Límite máximo aceptable.
LMP	Límite máximo permisible.
OMAS	Oficina municipal de agua y saneamiento.
pH	Potencial de hidrogeno.
PSI	Libra por pulgada cuadrada (Unidad de presión).
PTAR	Planta de tratamiento de aguas residuales.
PTDS	Planta de tratamiento de desechos sólidos.
SIGSA	Sistema de información gerencial de salud.

Glosario

Agua Cruda	Es aquella que no ha recibido ningún tratamiento y que no ha sido aún introducida en la red distribución.
Agua potable	Agua apta para el consumo humano, cumple con todos los requisitos físicos, químicos y microbiológicos establecidos por la norma guatemalteca COGUANOR NGO 29001.
Cloro	Producto químico relativamente barato y ampliamente disponible que, cuando se disuelve en agua limpia en cantidad suficiente, destruye la mayoría de los organismos causantes de enfermedades.
Cloro Residual Libre	Cloro que queda en el agua después de un tiempo de su aplicación y acción bacteriana.
COGUANOR NTG 29001	Norma Técnica Guatemalteca que rige la calidad del agua de consumo humano.
Límite Máximo Aceptable	Es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba de la cual estas características son percibidas por los consumidores desde el punto de vista sensorial, pero sin que implique un daño a la salud del consumidor.
Límite Máximo Permisible	Es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba de la cual el agua no es adecuada para consumo humano.



Ficha Técnica



Objetivo:	Determinar las inversiones prioritarias para asegurar la provisión del servicio de agua apta para consumo humano y saneamiento asignando los recursos humanos, financieros y materiales necesarios	
Alcance Geográfico:	Casco Urbano del Municipio de Nahualá	
Institución implementadora:	Municipalidad de Nahualá mediante la Oficina Municipal de Medioambiente en Coordinación con la OMAS	
Componentes:	Técnico y Ambiental	
Beneficiarios:	Aumentar la calidad, cantidad y cobertura de agua en el área urbana del municipio para 4,350 personas, este dato incluye a algunas viviendas de las comunidades cercanas al casco urbano que por su cercanía han adquirido servicios tanto de agua como de saneamiento.	
Opciones de Financiamiento:	Fondos Propios, Presupuesto municipal, fondos del Consejos de Desarrollo, INFOM, cooperación internacional (BID, AECID, etc.)	
Periodo de ejecución:	5 años	
Acciones estratégicas:	Aprobación del Plan por parte del Concejo Municipal para darle legitimidad y carácter de oficial, apoyar la institucionalización del servicio fortaleciendo la DAS	
	Sensibilizar al área urbana, dar a conocer los costos de operación y mantenimiento del servicio, implementar acciones para mejorar la sostenibilidad	
	Fomentar la transparencia en la administración y operación del sistema, involucrando actores del sector (MSPAS, MARN, INFOM, entre otros)	
	Actualizar el reglamento del servicio	
	Realizar censo para actualizar usuarios e identificar conexiones ilícitas	
Inversiones priorizadas	Mejoras en Captaciones	Q. 3,357.90
	Mejoras en líneas de conducción	Q. 2,062.45
	Mejoras en Tanques de distribución	Q. 10,413.00
	Mejoras en sistema de desinfección	Q. 7,752.47
	Mejoras en Sistema de distribución	Q. 9,924.20
	Implementas Plan de Operación y Mantenimiento	Q. 4,446.00
	Operativizar un plan de control de calidad del agua	Q. 4,420.00
	Fortalecer las capacidades técnicas de las OMAS	Q. 5,330.00
	Identificación de usuarios e Inventario de sistemas	Q. 20,150.00
	Mantenimiento de pozos de visita	Q. 4,846.40
Cambio y reparaciones de tubería de alcantarillado	Q. 23,007.40	



Inversiones priorizadas	Actualización de manual de Operación y Mantenimiento PTAR	Q. 4,550.00
	Estudio Técnico de Aguas Residuales	Q. 18,200.00
	Promover el fin de la defecación al aire libre	Q. 15,730.00
	Contratación de personal para PTDS	Q. 210,000.00
	Compra de rodillos compactadores	Q. 7,280.00
	Programa de limpieza y recuperación del zanjón que atraviesa la zona 1 y 2	Q. 14,755.00
	Implementar y dar seguimiento a la aplicación del plan de operación y mantenimiento existente de la Planta de desechos sólidos municipales.	Q. 7,020.00

Tabla 1: Ficha técnica del sistema de agua y saneamiento abordado



Resumen ejecutivo



El casco Urbano de Nahualá se encuentra dividido en 4 zonas con una cobertura del 63% de agua, debido a que existen otros sistemas y una cobertura del 88 % de saneamiento, para realizar este plan de mejora se tomó como referencia la información proporcionada por la Oficina de Medio ambiente, la Dirección de Área de Salud y la Dirección Municipal de Planificación. Se evaluaron un total de 40 viviendas de un total de 725 viviendas que poseen el servicio de agua municipal.

Actualmente no se cuenta con un plan de mejora dentro de la municipalidad que proporcione información del acceso, calidad y asequibilidad de los servicios de agua y saneamiento, de igual manera que oriente las intervenciones que puedan realizarse a corto, mediano y largo plazo; por lo tanto el presente plan da a conocer la descripción y estado actual del sistema de abastecimiento de agua así como el estado de saneamiento básico con enfoque de eliminación de excretas, determinación de peligros y evaluación de riesgos en cuanto a la calidad de agua, propiciando la determinación de mejoras para mejorar la prestación de estos servicios, también se presenta la sostenibilidad técnica de agua y saneamiento así como ambiental.

El sistema de abastecimiento de agua tiene más de 50 años de haberse construido, durante este periodo se han implementado algunas mejoras, principalmente la sectorización del sistema en el año 1999, con la ayuda del proyecto de desarrollo de las aguas subterráneas en el altiplano central financiado por la Agencia de Cooperación Internacional de Japón JICA en coordinación con el Instituto de Fomento Municipal de la republica de Guatemala INFOM. Los principales problemas identificados en el sistema son baja operación, no se evidencia mantenimiento, además que es necesario hacer un inventario de los diferentes sistemas de agua potable existentes en casco urbano debido existen más de 3 proyectos diferentes de agua, por lo que hay viviendas que poseen hasta 4 chorros diferentes lo cual afecta la inspección, operación y mantenimiento del sistema en mención. Cabe mencionar que actualmente se tiene cobertura, pero el servicio no se encuentra funcionando en al menos 2 conexiones domiciliarias, en cuanto a la continuidad es de 24 horas al día y 7 días a la semana, sin embargo, el funcionamiento es variado debido a la simultaneidad de uso del agua. El sistema cuenta con sistema de desinfección por medio de hipoclorito de calcio el cual funciona, pero no se logra cumplir con la normativa nacional COGUANOR NTG 29001.

Para proveer de un servicio adecuado y de calidad se plantean mejoras a corto plazo las cuales pueden ser implementadas por la municipalidad, enfatizando la calidad de agua y



propiciando el cumplimiento de las 5 c de la gestión del agua, (calidad, continuidad, cobertura, costo, cantidad). Tales mejoras consisten en el control y monitoreo de la calidad del agua, así como el mantenimiento preventivo y correctivo a llaves de compuerta, tanques de almacenamiento, Así como el fortalecimiento a las capacidades técnicas de las entidades municipales encargadas de prestar los servicios de agua y saneamiento.

El casco urbano cuenta con un servicio colectivo para la disposición de excretas, sin embargo, no todas las viviendas se encuentran conectadas por lo que cuenta con descargas hacia un zanjón que atraviesa el casco urbano principalmente en la zona 1 y 2. También cuenta con rejillas para el manejo del agua pluvial. El casco urbano cuenta con sistema de recolección y disposición final de residuos sólidos, por lo cual las familias deben clasificar la basura, a pesar de esto se han identificado algunos basureros clandestinos. A la fecha del levantamiento de campo se evidencia que la planta de tratamiento de aguas residuales se encuentra sin funcionamiento, y la planta de desechos sólidos se encuentra con poca operación y mantenimiento, por lo que es necesario mejorar estos aspectos como la formación de las entidades municipales correspondientes y de los pobladores que hacen uso de ambos servicios, como de los que no, para aumentar la cobertura de ambos servicios. También es necesario propiciar el cumplimiento del acuerdo gubernativo 236-2006 sobre las descargas y reuso de las aguas residuales, por lo que es necesario contar con un estudio técnico de aguas residuales.

Resumen del estado actual del sistema de agua y saneamiento, las mejoras que se deben implementar

Estado del sistema de agua

Componente	Estado	Identificación de mejora	Presupuesto de mejora	Quien podría implementar la mejora	Recursos disponibles para mejora
Captación/Pozo	Bueno	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de las captaciones, interior y exterior; • Construcción de tapadera; • Instalación de ganchos y candado; • Instalación de 3 pichachas; • Repello y alisado de interior de caja colectora. 	Q. 3,357.90	Fondos municipales	Si existen
		<ul style="list-style-type: none"> • Circulación del nacimiento Papó; • Barandas de seguridad en el nacimiento Xolmanzan; 	Q. 7,477.60	Fondos municipales	Si existen
Línea conducción	Bueno	<ul style="list-style-type: none"> • Lubricación de válvulas con aceite spray multiusos WD-40. • Eliminar tubería de ingreso a caja rompe presión • Reparar tapadera de 	Q. 2,062.45	Fondos municipales	Si existen

Componente	Estado	Identificación de mejora	Presupuesto de mejora	Quien podría implementar la mejora	Recursos disponibles para mejora
		caja de válvula de aire; • Enterrar tramos de tubería expuesta o cubrir con mezcla de concreto			
Tanques de distribución	Regular	<ul style="list-style-type: none"> • Reparar fuga en tanque plástico • Cubrir superficie de tanque plástico, con pintura látex; • Construir escaleras tipo marineró en el exterior del tanque plástico; • Compra de un candado resistente a la intemperie; • Colocar respiradero en tanque de concreto • Construir escaleras tipo marineró en interior de tanque de concreto; 	Q. 10,413.00	Fondos municipales	Si existen

Componente	Estado	Identificación de mejora	Presupuesto de mejora	Quien podría implementar la mejora	Recursos disponibles para mejora
		<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de alrededores del tanque; 			
		<ul style="list-style-type: none"> • Circulación de los 3 tanques, instalación de cunetas para drenaje pluvial; 	Q. 100,419.02	Fondos municipales Fondos Externos	No existen
Sistema de desinfección	Regular	<ul style="list-style-type: none"> • Control y monitoreo de la demanda de cloro 	Q.7,752.47	Fondos municipales Fondos Externos	No existen
Sistema de distribución	Regular	<ul style="list-style-type: none"> • Lubricación de válvulas con aceite spray multiusos WD-40; • Cambio de válvulas de compuerta; • Revestimiento de cajas de válvulas; • Limpieza de cajas de válvulas; • Construcción de dos tapaderas para caja de válvulas; 	Q. 9,924.20	Fondos municipales	Si existen
		<ul style="list-style-type: none"> • Construir pazo de zanjón; • Línea de conducción exclusiva para el sector Xepatuj 	Q. 80,011.15	Fondos municipales Fondos Externos	No existen

Componente	Estado	Identificación de mejora	Presupuesto de mejora	Quien podría implementar la mejora	Recursos disponibles para mejora
		Rabaric, y Chuisuc			
		<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de mercado • Sectorización de los ramales 	Q. 274,500.00	Fondos municipales Fondos Externos	No existen
Operación y Mantenimiento	Malo	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar y dar seguimiento a la aplicación del plan de operación y mantenimiento del sistema de agua. 	Q. 4,446.00	Fondos municipales Fondos Externos	No existen
Control de calidad del agua	Regular	<ul style="list-style-type: none"> • Operativizar un plan de control de calidad del agua 	Q. 4,420.00	Fondos municipales Fondos Externos	No existen
		<ul style="list-style-type: none"> • Proceso de certificación de sistema de agua 	Q. 7,500.00	Fondos municipales Fondos Externos	No existen
Gobernanza del agua	Deficiente	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecimiento a las capacidades técnicas de la OMAS 	Q. 5,330.00	Fondos municipales Fondos Externos	No existen
		<ul style="list-style-type: none"> • Actualización del reglamento 	Q. 6,890.00	Fondos municipales Fondos Externos	No existen
		<ul style="list-style-type: none"> • Balance hídrico de la parte alta de la cuenca del río Nahualate 	Q. 25,000.00	Fondos municipales Fondos Externos	No existen
		<ul style="list-style-type: none"> • Política hídrica Municipal 	Q. 20,000.00	Fondos municipales	No existen

Componente	Estado	Identificación de mejora	Presupuesto de mejora	Quien podría implementar la mejora	Recursos disponibles para mejora
				Fondos Externos	
Pozo	Abandono	•Estudio hidrogeológico	Q. 12,000.00	Fondos municipales	No existen
		•Rehabilitación de línea de impulsión	Q. 458,179.55	Fondos municipales Fondos Externos	No existen
Catastro de usuarios	Deficiente	Identificación de usuarios, Inventario de sistemas existentes en el casco urbano	Q. 20,150.00	Fondos municipales	Si existen

Tabla 2: Estado del sistema de agua

Estado de saneamiento

Componente	Estado	Identificación de mejora	Presupuesto de mejora	Quien podría implementar la mejora	Recursos disponibles para mejora
Pozos de visita	Regular	•Limpieza de pozos de visita de la zona 2; •Cambio de tapadera en calle principal	Q. 4,846.40	Fondos municipales	Si existen
		•Construcción de cajas conectoras en zona 4 y parte de la zona 3;	Q. 25,116.00	Fondos municipales Fondos Externos	No existen
Tubería	Bueno	• Cambio de un tramo de tubería de 8" en zona 1;	Q. 23,007.40	Fondos municipales	Si existen

Componente	Estado	Identificación de mejora	Presupuesto de mejora	Quien podría implementar la mejora	Recursos disponibles para mejora
		<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de tubería de 8" en zona 2 y conexión con tubería principal hacia PTAR. 			
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR	Fuera de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de escotilla para desarenador; • Construcción de toma muestras; • Construcción de bodega y estación de limpieza; • Instalación de red de agua potable. 	Q. 19,659.97	Fondos municipales Fondos Externos	No existen
		<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de cerco perimetral 	Q. 102,656.84	Fondos municipales Fondos Externos	No existen
Operación y Mantenimiento PTAR	Malo	<ul style="list-style-type: none"> • Arranque de PTAR; • Calibración de vertedero suto • Actualizar manual de Operación y mantenimiento 	Q. 4,550.00	Fondos municipales Fondos Externos	No existen
Manejo de aguas residuales municipales	Deficiente	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio técnico de aguas residuales 	Q. 18,200.00	Fondos municipales	Si existen

Componente	Estado	Identificación de mejora	Presupuesto de mejora	Quien podría implementar la mejora	Recursos disponibles para mejora
Comunidades FIDAL	Regular	• Implementación de metodología Santolic para promover el fin de la defecación al aire libre.	Q. 15,730.00	Fondos municipales Fondos Externos	No existen
Drenaje urbano	Deficiente	• Construcción de nuevo sistema de drenaje que abarque por completo la zona 2.	Q. 1,884,600.00	Fondos municipales Fondos Externos	No existen
Basureros clandestinos	Malo	• Programa de limpieza y recuperación del zanjón que atraviesa la zona 1 y 2	Q. 14,755.00	Fondos municipales Fondos Externos	No existen
Gestión municipal de los residuos sólidos	Deficiente	• Actualización de Reglamento para el manejo de residuos sólidos;	Q. 6,890.00	Fondos municipales Fondos Externos	No existen
		• Implementación de basureros específicos para el día plaza.	Q. 13,910.00	Fondos municipales	Si existen
		• Creación de centros de transferencia de basura en zonas de difícil acceso	Q. 60,000.00	Fondos municipales Fondos Externos	No existen
Operación y Mantenimiento PTDS	Malo	• Aumentar los operarios de acuerdo al	Q. 210,000.00	Fondos municipales	No existen

Componente	Estado	Identificación de mejora	Presupuesto de mejora	Quien podría implementar la mejora	Recursos disponibles para mejora
		manual de funciones. Costo Anual		Fondos Externos	
		•Implementar y dar seguimiento a la aplicación del plan de operación y mantenimiento existente de la Planta de desechos sólidos municipales;	Q. 7,020.00	Fondos municipales Fondos Externos	No existen
Planta de Tratamiento de Desechos Sólidos PTDS	Regular	•Comprar 2 rodillos compactadores manuales.	Q. 7,280.00	Fondos municipales	Si existen
		•Compra de mesas para separación de desechos en el área de clasificación.	Q10,400.00	Fondos municipales	Si existen
		•Aumentar el personal de trabajo de acuerdo al manual de funciones. Costo Anual	Q. 648,000.00	Fondos municipales Fondos Externos	No existen
Gestión domiciliar de basura	Deficiente	•Programas de educación ambiental para la población del casco urbano y comunidades	Q. 80,990.00	Fondos municipales Fondos Externos	No existen



Componente	Estado	Identificación de mejora	Presupuesto de mejora	Quien podría implementar la mejora	Recursos disponibles para mejora
		cercanas que utilicen el sistema de recolección municipal; • Compra de basureros para clasificación de basura.			

Tabla 3: Estado de saneamiento

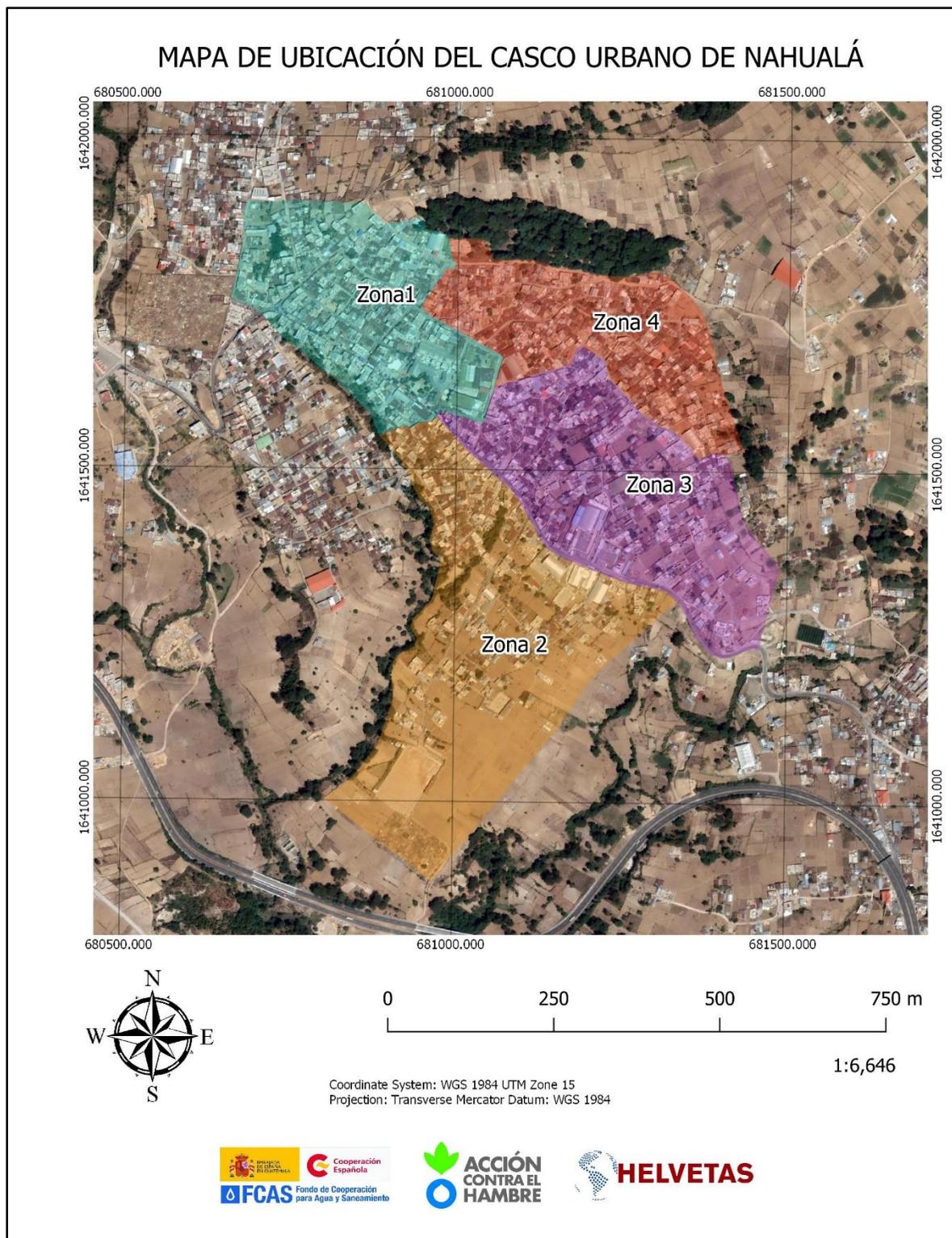
Localización de la zona de estudio



Identificación	
Cabecera Municipal	Nahualá
Colindancias	
Al norte	Cantón Xepatuj Rabaric
Al Sur	Cantón Patz'ij
Al Este	Barrio Chuisuc
Al Oeste	Cantón Chirijraxón
Coordenadas geográficas	
Latitud	14°50'33.90"N
Longitud	91°19'7.34"O
Altura	3,300 m.s.m
Extensión territorial	
Superficie	0.42 kilómetros cuadrados
Cuenca	Río Nahualate
Características particulares	
Clima	Semi-frío y templado
Rango de temperatura anual	18° C
Rango de precipitación media anual	400 mm hasta los 4,000 mm
Tipo de suelo	Andisoles
Uso de suelo y vegetación	El uso de la tierra se distribuye de la siguiente manera: 31.18% para bosques mixtos o de coníferas, 22.25% para granos básicos, 18.99% para café, 9.66% bosque latifoliado, 9.03% para arbustos, 5.37% para centros poblados, 3.44% para mashan. 0.005% para ríos y el 0.042% para caña de azúcar.

Tabla 4: Localización del estudio

Mapa 1. Ubicación del casco Urbano





Datos generales del casco urbano

DATOS GENERALES	
Nombre:	Casco Urbano de Nahualá
Población:	4415
Personas/viviendas con acceso a agua	682
Porcentaje de cobertura de agua	100 %
Personas/viviendas con acceso a saneamiento	68
Porcentaje de cobertura de saneamiento	90%
Costo de acceso a un servicio de abastecimiento de agua	Q 2500 Según el ingreso promedio un mes llevaría adquirir el servicio
Costo de acceso a un servicio de saneamiento letrina/drenaje	Q 3000 Según el ingreso promedio un mes llevaría adquirir el servicio si existe cobertura de alcantarillado en la zona del contrario utilizara un sistema individual, letrinas o fosa séptica.

Tabla 5: Datos generales

Fuente: Elaboración propia basado en el Formulario-SIGSA/SIVIAGUA/PROVIAGUA-SS1-1.0/01-2013, febrero 2021



SERVICIOS BÁSICOS	
Educación:	El casco urbano cuenta con 5 centros educativos entre los cuales se cubren los grados de primaria, básico y diversificado en la región.
Salud	El casco urbano cuenta con un centro de salud municipal, varias farmacias, así como clínicas privadas y sanatorios.
Energía Eléctrica	Existe una cobertura del 100 % de energía eléctrica además se cuenta con alumbrado público.
Principal actividad productiva	En el casco urbano existe la siguiente producción: maíz, frijol y algunas legumbres.

Tabla 6: Servicios básicos



Objetivos del plan



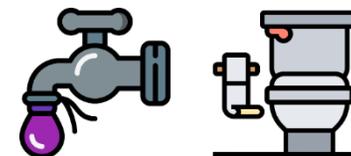
Objetivo General

Fortalecer las capacidades técnicas de las estructuras municipales prestadoras de los servicios de agua y saneamiento, en el casco urbano del municipio de Nahualá.

Objetivos Específicos

1. Evaluar y caracterizar un sistema de agua y uno de saneamiento del casco urbano del municipio de Nahualá, tomando en cuenta su funcionamiento para para determinar las mejoras que propicien la gestión de recursos para su buen funcionamiento garantizando el cumplimiento de los parámetros mínimos de garantía del derecho humano al agua y saneamiento.
2. Determinar las vulnerabilidades de la red de distribución de un sistema de abastecimiento de agua potable y uno de saneamiento en el casco urbano de Nahualá.
3. Elaborar el plan de mejora de un sistema de agua y uno de saneamiento del casco urbano de Nahualá estableciendo mejoras ejecutables a largo, mediano y largo plazo.

Información del sistema de agua y saneamiento



Sistema de Agua potable

Nombre del sistema	Administrado por	Categoría	Tipo de sistema	Conexión	Caudal que ingresa al sistema	Cuenta con sistema de cloración	El sistema está en funcionamiento	Fuentes de agua utilizadas			Comunidades que abastece			
								Nombre de las fuentes utilizadas	Tipo de fuentes	Coordenadas de las fuentes	Nombre de la comunidad	Municipio	Población beneficiada	Viviendas beneficiadas
Sistema de agua potable del casco urbano de Nahualá	Municipalidad de Nahualá	Urbano	Gravedad	Domiciliar	8.20l/s	Si	Si	Xolmanzán	Brote definido	Lat: 14°52'17.05" N Long: 91°19'0.00" O	Casco Urbano Zonas 1, 2, 3 y 4	Nahualá	4,350	725
											Chuisuc			
											Racantacaj			
								Papó	Brote definido	Lat: 14°51'44.68" N Long: 91°19'55.18" O	Quiacasigua n			
											Patzij			
											Xepatuj Rabaric			

Tabla 7: Información del sistema de agua



Sistema de alcantarillado municipal

Nombre del sistema	Administrado por	Categoría	Tipo de sistema	Conexión	Cuenta con sistema de tratamiento	Comunidades que abastece			
						Nombre de la comunidad	Municipio	Población beneficiada	Viviendas beneficiadas
Sistema de alcantarillado casco Urbano Nahualá	Municipalidad de Nahualá	Urbano	Separativo	Domiciliar	SI	Casco Urbano Zonas 1, 2, 3 y 4	Nahualá	6384	1064
						Chuisuc			
						Xepatuj Rabaric			

Tabla 8: Información del sistema de alcantarillado

Sistema de manejo de residuos sólidos

Nombre del sistema	Administrado por	Categoría	Tipo de sistema	Tipo de separación	Disposición	Comunidades que abastece			
						Nombre de la comunidad	Municipio	Población beneficiada	Viviendas beneficiadas
Sistema de manejo de residuos sólidos casco Urbano Nahualá	Municipalidad de Nahualá	Urbano	Recolección por puntos de convergencia	Domiciliar	Relleno sanitario Controlado	Casco Urbano Zonas 1, 2, 3 y 4	Nahualá	6384	1064
						Chuisuc			
						Xepatuj Rabaric			

Tabla 9: Información del sistema de manejo de residuos sólidos

Caracterización del sistema de agua

El sistema de agua del casco urbano de Nahualá es un sistema que funciona por gravedad, es suministrado por dos fuentes de brote definido, las cuales confluyen a dos taques que se encuentran conectados en paralelo con las cuales se suministra agua potable a los siguientes sectores: Cantón Racantacaj, Sector Quiacasiguan, Cantón Xepatuj Rabaric, Barrio Chuisuc, Zonas 1, 2, 3, del casco urbano. Actualmente se encuentra instalada una caja distribuidora de caudales la cual distribuye el caudal de la fuente Xolmanzán hacia un tanque de fibra de vidrio, el cual fue parte de un proyecto de bombeo impulsado por el proyecto: "Aguas subterráneas en el altiplano central" financiado JICA en coordinación INFOM, dicho proyecto se encuentra en abandono y se desconoce su tiempo de operación.



El sistema se encuentra compuesto por los siguientes elementos:



Nacimiento de agua Xolmanzán

El nacimiento de Xolmanzán es un nacimiento de agua tipo brote definido, su estructura de captación está construida a base de una estructura de concreto armado. Debido a que se encuentra a la par de una cascada de agua presenta humedad considerable en las paredes y en la tapadera. Los ganchos para colocar candados se encuentran con excesiva corrosión, la caja posee dos tapaderas, pero únicamente se abre una la cual no posee ganchos ni candado, solo se encuentra sobrepuesta. La fuente se incrustada en material rocoso por lo que no está expuesta a deslaves a causa de lluvia, únicamente existe riesgo de caídas por parte de los operarios tomando en cuenta la humedad presente en la estructura y la ubicación de la fuente, pues se encuentra al final de un camino llegando a la cascada de agua antes mencionada y el camino para pasar a ella es estrecho.

El sistema de conducción está equipado con una válvula de aire, antecedida por una válvula de compuerta, las válvulas evidencian un nulo mantenimiento, pero se encuentran en condiciones aceptables, la estructura que contiene las válvulas se encuentra en buen estado, únicamente una tapadera se encuentra en mal estado, ambas cajas de válvulas no presentan azolvamientos.



Válvula de aire y de compuerta, línea de conducción de la fuente Xolmanzán



Línea de Conducción

La línea de conducción del nacimiento Xolmanzán se encuentra en buen estado no presenta fugas, está compuesta por 300 metros de tubería HG de 4" y 2,350 metros de Línea de PVC de 3" y 4 ". Los anclajes de la tubería de HG se encuentran en buen estado y no presentan corrosión, En cuanto a la tubería PVC a penas se identificaron 2 tramos que se encuentran a la intemperie y su longitud oscila entre 2 a 3 metros.

La caja de distribuidora de caudales cumple la función de distribuir el caudal a los dos tanques, el primero es el tanque Xolmanzán y el segundo es el tanque plástico, tal como llaman el centro urbano al tanque de fibra de vidrio. Como estado general de la obra se puede decir que se encuentra construida de concreto armado, la estructura se encuentra en buen estado, no presenta fisuras, sus tapaderas se encuentran enteras con sus respectivos ganchos y candados. Se encuentra protegida por un muro de contención de piedra, dicha caja se encuentra precedida por una válvula de 2 ½" la cual se encuentra en buen estado.



Caja distribuidora de Caudales



Pasos de Zanjón

Los pasos de zanjón se encuentran en buen estado no son de longitudes considerables debido a que su longitud oscila de los 3 a 5 metros por lo que un tubo de HG es suficiente para salvarlos y únicamente se apoyan sobre anclajes de concreto los cuales no presentan fisuras ni asentamientos.

El sistema cuenta con una llave paso de 2", la cual deriva el agua de la conducción a una caja rompe presión de la línea de distribución dicha conexión es improvisada y se encuentra mezclando agua cruda con el agua que proviene del tanque la cual ya trae un proceso de desinfección, creando una dilución de la concentración de cloro.



Llave de paso



Tanque de distribución Xolmanzán

El tanque de distribución es un tanque de forma trapezoidal de 85 metros cúbicos aproximadamente. Su altura efectiva es de 2.80 metros, cuenta con una tapadera de ingreso, escaleras y un respiradero de tubería HG. Cuenta con un ingreso de agua proveniente del clorador y de la caja distribuidora de Xolmanzán. Cuenta con 3 salidas, una correspondiente al rebalse y dos que corresponden a los dos ramales que abastece.

El tanque de distribución se encuentra en buenas condiciones. No se observaron grietas o fisuras en el mismo, tampoco deformaciones o movimientos de suelo significativos. El tanque de distribución no posee circulación y a su alrededor se observan algunos sembradios.

El nacimiento Papó es un nacimiento de agua tipo brote definido, su estructura de captación es construida a base de una estructura de concreto armado, no se evidencia humedad en las paredes exteriores y tapadera, los ganchos presentan corrosión, pero no es excesiva, la estructura en general no posee agrietamientos ni deformaciones o asentamientos en el suelo, tanto dentro de la estructura como por fuera en la parte superior se encuentra material rocoso acomodado lo cual le proporciona agarre y protección contra deslizamientos. En su interior la estructura carece de pichacha.



Nacimiento Papó



Caja reunidora Papó

Esta caja se encuentra 3 metros abajo del nacimiento de papó y su función es reunir el agua del nacimiento con otra toma improvisada que se encuentra por el sector. Se encuentra construida de concreto armado, en dicha caja se evidencia humedad en un lado de las paredes, la estructura en general no posee agrietamientos ni deformaciones o asentamientos en el suelo al igual que en la captación posee a su alrededor suelo rocoso que le proporciona protección ante deslaves por erosión. En su interior no se evidencian pichachas pero si se evidencia desprendimiento de la capa impermeabilizante, por lo que se corre el riesgo de incrustaciones de concreto en el agua a conducir.

La línea de conducción del nacimiento Papó se encuentra en buen estado no presenta fugas, está compuesta por 115 metros de tubería HG de 4" y 1, 606 metros de línea de PVC de 4 ". Los anclajes de la tubería de HG se encuentran en buen estado y no presentan corrosión, En cuanto a la tubería PVC a penas se identificaron 3 tramos que se encuentran a la intemperie y su longitud no pasa de un metro.



Línea de conducción Papó



Tanque de distribución Papó

El tanque de distribución es un tanque de forma trapezoidal de 185 metros cúbicos aproximadamente. Su altura efectiva es de 2.50 metros, cuenta con cuatro tapaderas de ingreso, carece de escaleras y un respiradero. Cuenta con un ingreso de agua proveniente del clorador. Cuenta con dos salidas una hacia el tanque de Xolmanzán y otra correspondiente al rebalse.

El tanque de distribución se encuentra en buenas condiciones. No se observaron grietas o fisuras en el mismo, tampoco deformaciones o movimientos de suelo significativos. El tanque de distribución no posee circulación y a su alrededor se observan algunos sembradios.

La línea de conducción del tanque plástico, esta conformada por aproximadamente 1100 metros de tubería PVC de 4", a partir desde la caja distribuidora de caudales de Xolmanzán, actualmente se desconoce la certeza por donde pasa, unicamente se conocen puntos clave como pasos de zanjón debido a que utilizaron la misma ubicación por donde pasa el agua del proyecto de bombeo de JICA.



Línea de conducción tanque plástico



Tanque de fibra de vidrio

El tanque de distribución es un tanque de forma cuadrada de 177 metros cúbicos aproximadamente. Su altura efectiva es de 2.80 metros, cuenta con una tapadera de ingreso, posee de escaleras y cuatro respiraderos de PVC. Cuenta con un ingreso de agua proveniente del clorador. Cuenta con dos salidas una hacia la red de distribución y otra correspondiente al rebalse.

El tanque de distribución se encuentra sin mantenimiento. Se observaron fugas así como se evidencia vandalismo en su estructura, en relación a la estructura no se evidencian deformaciones o movimientos de suelo significativos. Al ser de fibra de vidrio por la acción del sol ha empezado a

desprenderse el recubrimiento de la parte de arriba por lo que causa comezon al subirse a inspeccionar. El tanque de distribución no posee circulación y a su alrededor se observan algunos sembradiós.

Previo a cada uno de los tanques de distribución se encuentra una caja con el sistema de cloración, dicho sistema es de contacto y funciona mediante el contacto del agua con pastillas de hipoclorito de calcio, la estructura se encuentra en buen estado. Las tapaderas, los candados, y los ganchos de la caja se encuentran en buen estado.



Clorador de pastillas



Linea de distribución 1

Esta línea de conducción suministra agua potable a dos comunidades cercanas al casco urbano las cuales son: Canton Racantacaj y Sector Quiacasiguan, Chuaniwalá. En el recorrido no se evidenciaron fugas, el ramal principal tiene una longitud aproximadamente de 1,123 metros la mayor parte de la tubería es de 1 1/4", en el transcurso del ramal se pueden encontrar 3 válvulas de compuerta, la primera es la que abre el ramal principal y se encuentra a 10 m del tanque de distribución de esta válvula se puede decir que se encuentra en buen estado unicamente requiere lubricación y limpieza. Las otras 2 se encuentran en el transcurso de la red, una de ellas requiere recubrimiento con sabieta pues la caja esta fabricada de una especie de adobe ademas requiere mantenimiento pues se encuentra azolvada; la segunda posee una tapadera deteriorada., ademas de requerir mantenimiento pues tambien se encuentra azolvada.

Esta línea de conducción suministra agua potable a dos comunidades cercanas al casco urbano las cuales son: Xepatuj Rabaric y Chuisuc, así como distribuye agua a las zonas 1 y 3 en la parte baja y la zona 2 por completo. En el recorrido no se evidenciaron fugas, el ramal principal tiene una longitud aproximadamente de 1,630 metros la mayor parte de la tubería es de 3", en el transcurso del ramal se pueden encontrar 4 válvulas de compuerta, la primera es la que abre el ramal principal y se encuentra a 70 m del tanque de distribución, seguidamente se encuentra una caja rompe presión a la cual deriva una derivación de la línea de conducción; de esta válvula se puede decir que es de 4" y presenta fugas por lo que hay que cambiarla. La caja rompe presión se encuentra en buen estado no presenta fisuras. Las otras 3 válvulas se encuentran en el transcurso de la red, una de ellas requiere recubrimiento con sabieta pues la caja presenta azolvamiento además de estar inundada. Además es posible que la válvula se encuentre en mal estado y necesite cambio; la segunda válvula también requiere mantenimiento y repello pues también se encuentra azolvada y se evidencia que es de un tipo de adobe. La última válvula requiere mantenimiento únicamente y reparación en la tapadera.



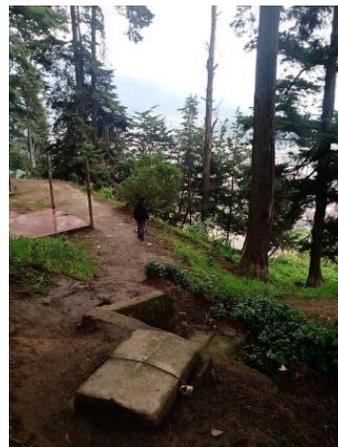
Línea de distribución 2



Sub Ramal

Adicionalmente a la línea de distribución 2 se encuentra una derivación de 877 metros de 3" la cual distribuye a las comunidades de Xepatuj Rabaric y Chuisuc, en dicho ramal la tubería no presenta fugas únicamente, la única válvula de compuerta de 3" presenta fugas por lo que la caja se encuentra azolvada e inundada.

La línea de distribución 3 corresponde al tanque plástico, el cual suministra a la zona 4 y parte alta de las zonas 1 y 3, mediante 1,196 metros de tubería de 2 " durante el recorrido no se evidencian fugas. Únicamente se evidencian dos cajas de válvulas, la primera es de compuerta y se encuentra con fugas, la fuga permite evidenciar que el sistema contiene aire por lo que es necesario considerar una válvula de aire automática después de esta válvula. La otra válvula no se pudo abrir.



Línea de distribución 3

Algunas conexiones domiciliarias presentan desperfectos comunes como fugas debido al mal estado de los chorros, únicamente en tres viviendas la presión no cumple los valores recomendados por INFOM de 6 m.c.a. (8.52 PSI) tal como se muestra en el mapa número 3 (zonas azules); en algunas viviendas la presión supera los 40 m.c.a (60 PSI) zonas naranja en el mapa, pudiendo llegar a los 63 m.c.a. (90 PSI) la norma de INFOM sugiere una presión máxima de servicio de 60 m.c.a. por lo tanto existen al menos 5 viviendas en las cuales la presión supera por 3 m.c.a. la presión de servicio, cabe mencionar que la presión medida es dinámica por lo que el valor registrado fue eventual variando después según el uso de otros usuarios, los usuarios de estos chorros no presentaron queja de rotura o deterioro de los chorros por lo que el sistema puede funcionar de esta manera. Por otra parte en los hogares es común ver al menos dos chorros de otros sistemas por lo que los usuarios disponen del agua del sistema municipal en ocasiones.



Conexiones domiciliarias

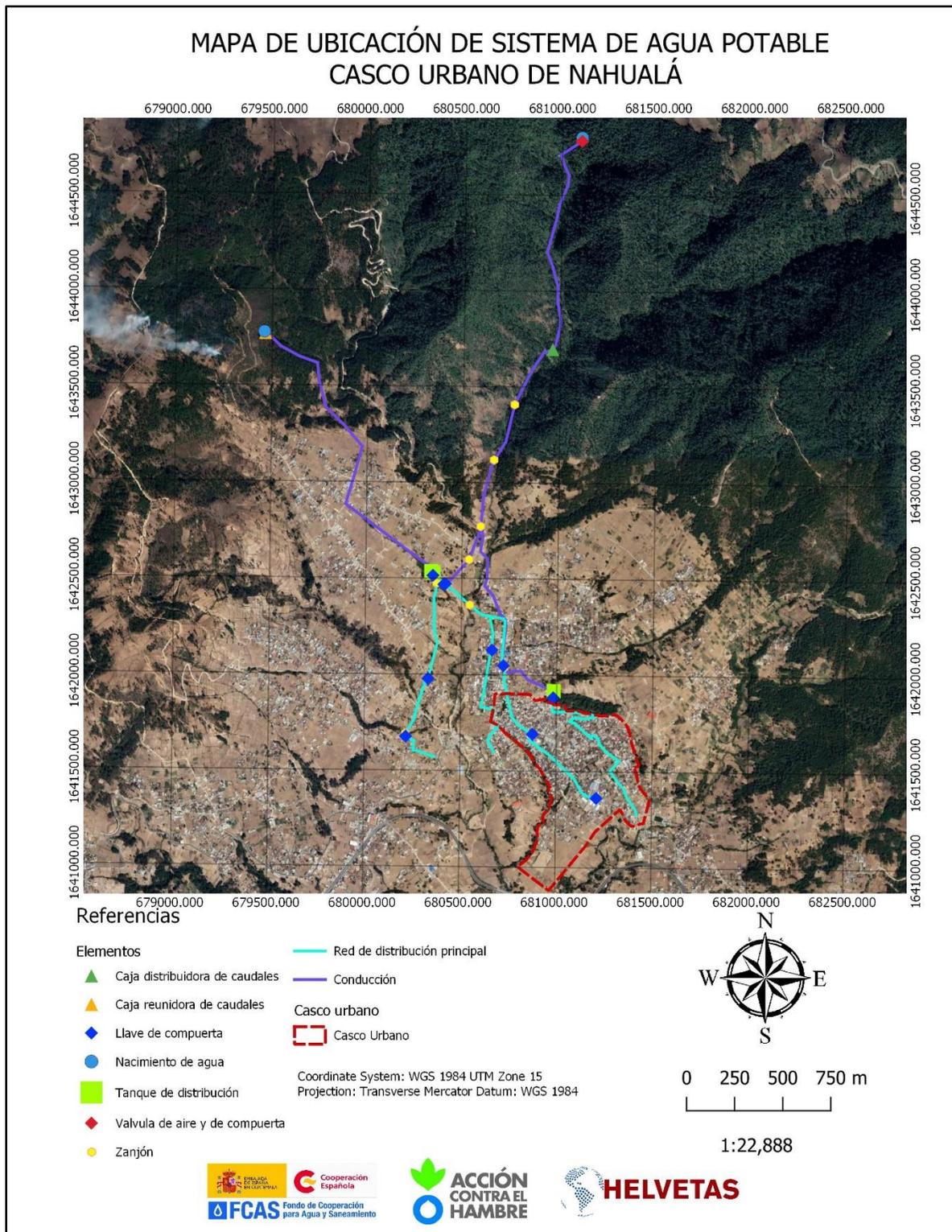


Administración operación y mantenimiento del sistema

El sistema de agua potable municipal se encuentra operado por parte de la Oficina Municipal de Medio Ambiente y Recursos Naturales, pero se está promoviendo la transición al modelo OMAS para poder administrar de mejor forma el sistema. El sistema no posee planos, la información del sistema se va transmitiendo y perdiendo de fontanero a fontanero según la conveniencia del fontanero anterior. No se realizan mantenimiento en las redes únicamente se vela por el cambio de pastillas en los cloradores, pero no existen estudios de demanda de cloro ni planes de control de calidad de agua que justifiquen la calibración de los cloradores y que sustenten la concentración de cloro alcanzada. No se cuenta con plan de operación y mantenimiento las veces que intervienen el sistema y se obtiene información de diámetros o estado de la tubería es al hacer reparaciones. El sistema no posee instrumentos de gestión aparte del reglamento de agua.



Mapa 2. Mapa de ubicación del sistema de agua potable del casco Urbano de Nahualá



Mapa 3. Mapa de zonas de presión en el casco urbano de Nahualá

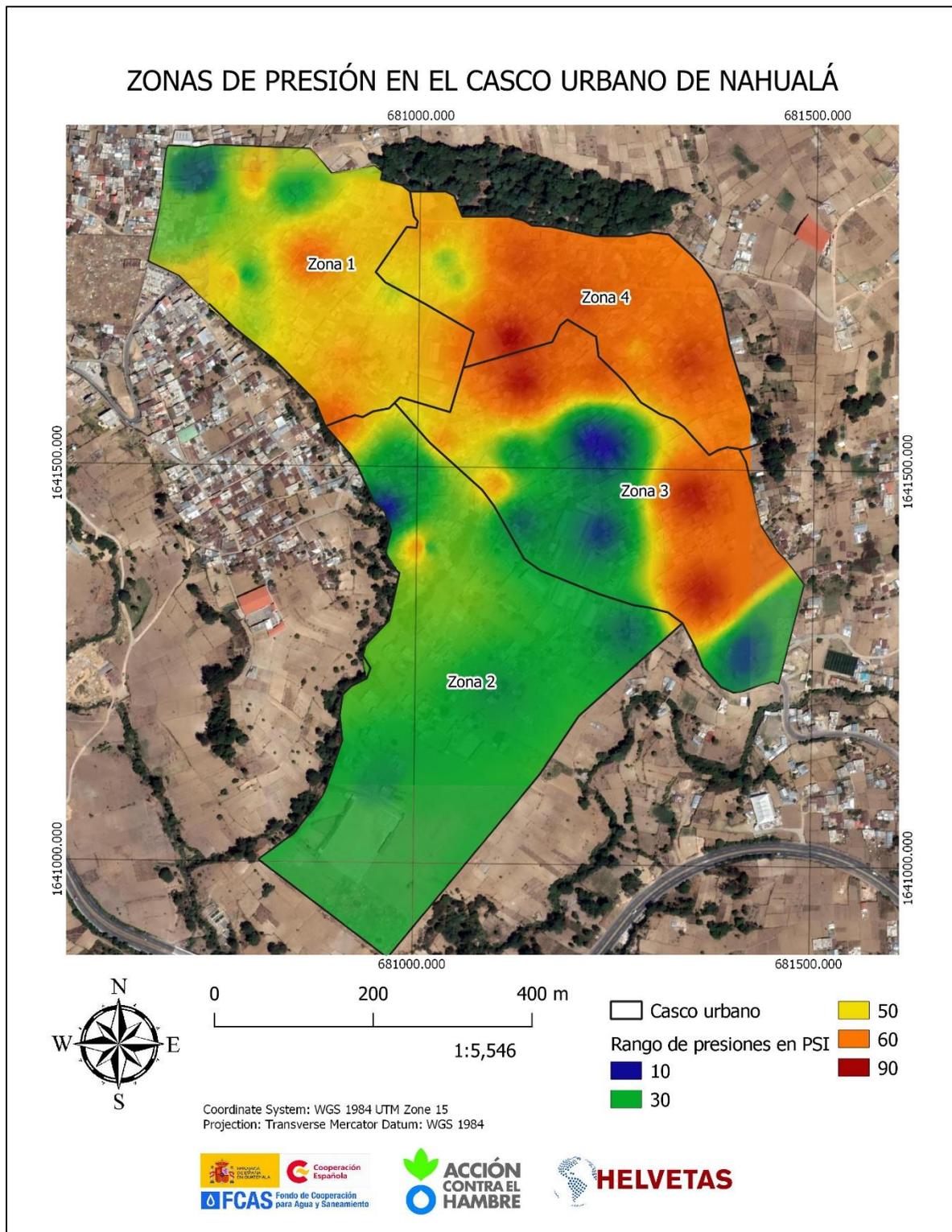
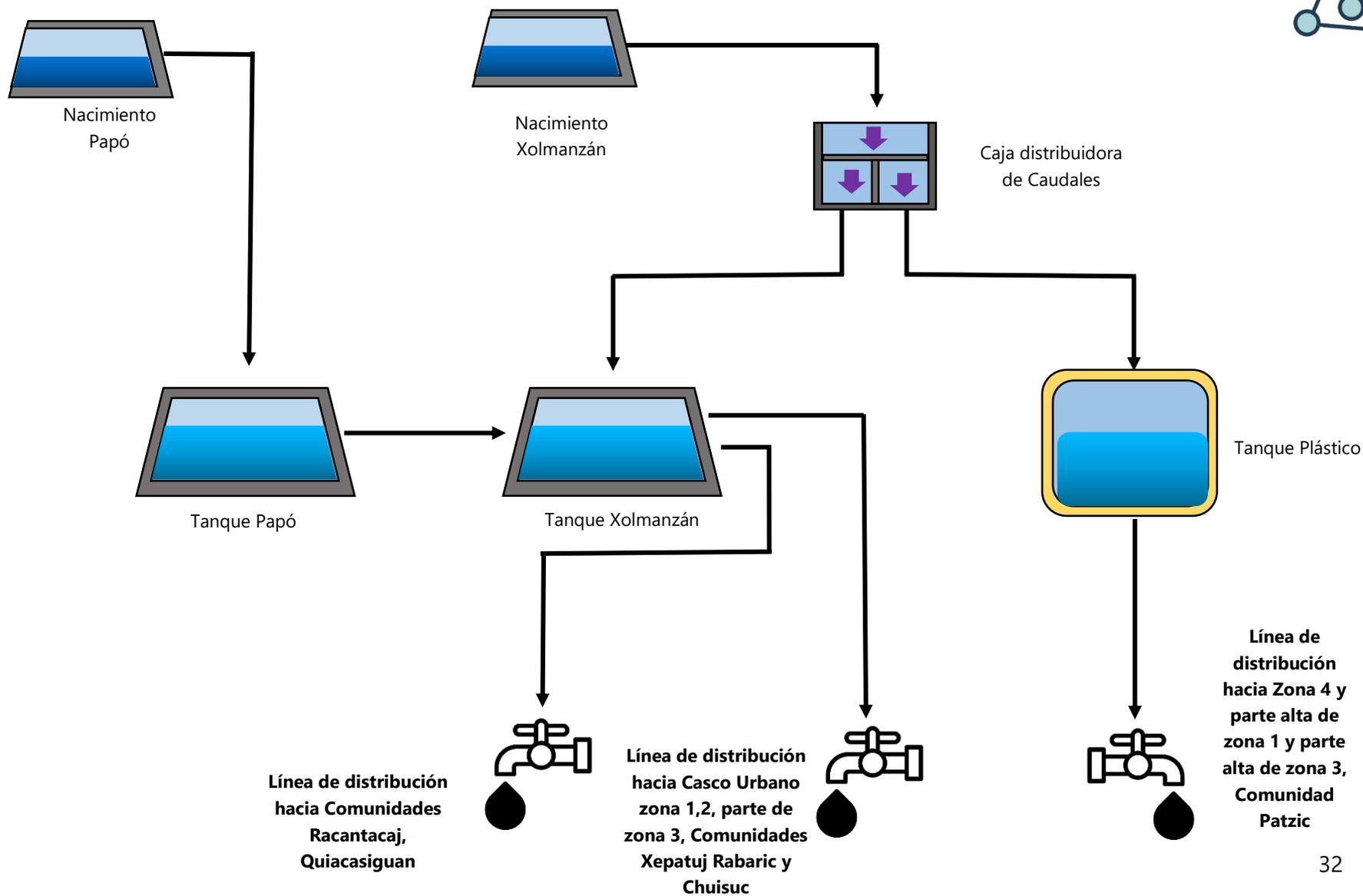




Diagrama de flujo del sistema de agua evaluado



Análisis de saneamiento en la comunidad

El casco urbano de Nahualá posee un sistema de recolección de aguas residuales de tipo separativo, pues se identifican algunas obras de captación de agua de lluvia como lo son rejillas las cuales buscan desfogar al zanjón que atraviesa la comunidad. El sistema de alcantarillado utiliza los colectores existentes para las aguas provenientes de los habitantes del casco urbano, cabe mencionar que al sistema se conecta el sistema de alcantarillado del Cantón Xepatuj Rabaric. La cobertura del drenaje es del 90% debido a que se han identificado algunas descargas y rasgos de materia fecal en el zanjón que atraviesa las zonas 1 y 2 del casco urbano. En cuanto al manejo de residuos sólidos la el casco urbano y sus comunidades de la periferia poseen sistema de recolección domiciliar el cual converge a una Planta de tratamiento de desechos sólidos.

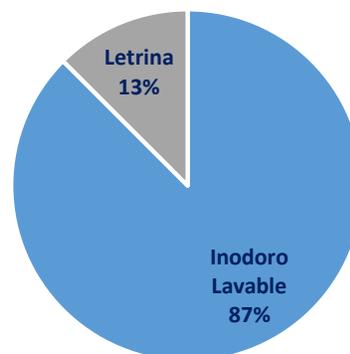


Análisis de la disposición de aguas residuales

Manejo de Excretas

En cuanto a la disposición de excretas de acuerdo a las viviendas evaluadas el 87% presenta un uso de inodoro lavable. Mientras que el 13% usa algún tipo de letrina, el uso de letrina se evidencia en las viviendas más alejadas, y de condiciones socioeconómicas bajas y medias tal como se evidencia en la fotografía 1, todo lo contrario, en las viviendas con mejor condición social donde se logran evidenciar hasta baterías de baños completas (Lavamanos, ducha, inodoro) y hasta 3 servicios sanitarios. Cabe mencionar que del 87% de viviendas que usan inodoro, el 82 % se encuentran conectadas a la red de alcantarillado sanitario, el 20 % desfoga hacia el zanjón que atraviesa la zona 1 y 2; las razones principales identificadas en los usuarios entrevistados es que la ubicación topográfica de sus viviendas no les permite conectarse a la red de alcantarillado, pues esta posee muy poca profundidad; otra razón es el modelo constructivo de las viviendas en el cual consideraron servicios sanitarios en sótanos lo que impide su conexión a la red que a su vez no ha considerado modelos constructivos con sótanos; la última razón sería la imposibilidad de costear la conexión a la red actual conjugado a la ubicación del zanjón lo que propicia la conexión directa con el mismo.

Figura 1. Manejo de Excretas



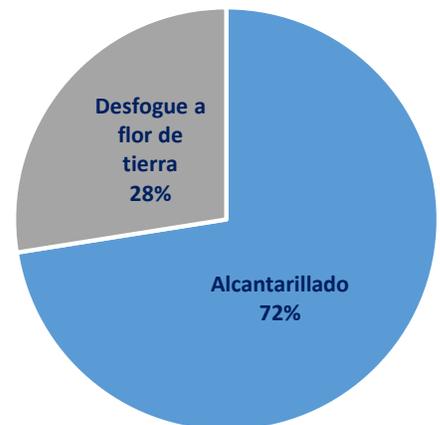
Fotografía 1. Situación de letrinas en el casco urbano



Manejo de aguas grises

En el manejo de aguas grises el 72 % de las viviendas utilizan colectores domiciliarios que combinan las aguas grises con las aguas negras y confluyen mediante la red de alcantarillado hacia la planta de tratamiento de aguas residuales. El restante 28% desfoga a flor de tierra pudiendo ser a sembradíos o al zanjón que atraviesa las zonas 1 y 2 del casco urbano. Las razones principales son la ubicación topográfica, el costo de la conexión, el modelo constructivo de las viviendas y para este caso en particular el aspecto cultural debido a que las personas le dan prioridad al manejo de excretas y las aguas grises tienden a descargarlas en la misma vivienda, sembradíos y zanjones, incluso en la misma calle tal como se aprecia en las fotografías siguientes donde a la izquierda se puede observar una vivienda con rastros de humedad proveniente de la descarga de aguas grises y a la derecha aguas grises que fluyen por las calles del casco urbano.

Figura 2. Manejo de aguas grises



Fotografía 2. Manejo de aguas grises



Red de alcantarillado sanitario

La red de alcantarillado está conformada por un ramal principal el cual está compuesto de tuberías de 18" y 15" que atraviesan la calle principal que conduce hacia la municipalidad tal como se evidencia en el mapa, las redes secundarias están formadas por tuberías de 10", 8" y 6" respectivamente. La cobertura de la red se evidencia en las zonas 1, 3, 4 siendo la zona 2 la que presenta cobertura parcial, en esta zona se puede evidenciar que por su cercanía con la comunidad de Chuisuc, comparte un tramo de la red la cual desfoga al zanjón que las divide en un punto bajo. En la zona 2 la poca cobertura que existe es gracias a un proyecto de colectores del INFOM los cuales deben confluir a la tubería de la PTAR, pero actualmente se encuentra desconectada de la red por rotura de la tubería en un pazo de zanjón. El sistema de alcantarillado se encuentra compuesto por los siguientes elementos:



Tipos de conexiones domiciliarias

En algunas viviendas se pueden evidenciar cajas domiciliarias de conexión las cuales fueron, donadas parte de un proyecto de INFOM, sin embargo, en la actualidad la mayoría de casas se conectan a red sin usar alguna candela domiciliar tal como se identifica en una de las fotografías.

La red de drenaje es separativa debido a que se evidencian sistemas de drenaje pluvial que drena hacia el zanjón que atraviesa el casco urbano, la red está compuesta por colectores principales de 18" y 15" los cuales se encuentran enterados ya que atraviesan la calle principal del municipio, sin embargo en las redes secundarias de 6" 8" y 10" se evidencia tubería descubierta e incluso aboyada, En la zona 3 y 4 no se evidencian pozos de visita o cajas conectoras intermedias por lo que los tramos de drenaje son muy largos. En la zona 4 los vecinos han mencionado que una tubería de 8" presenta fugas por lo que el agua fluye hacia la superficie.



Red de drenaje

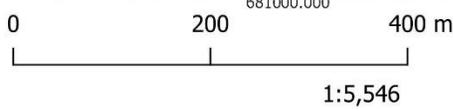
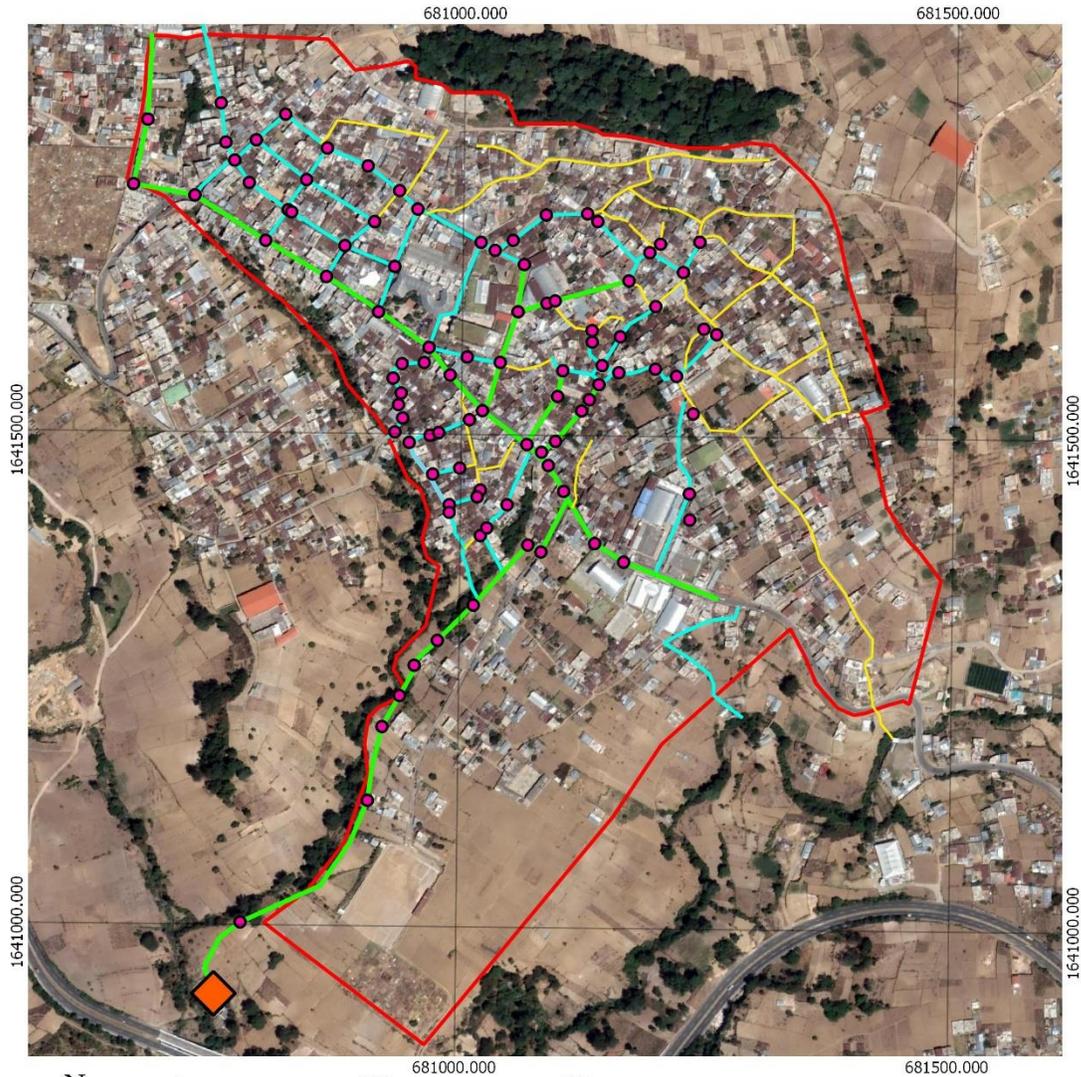


Pozos de Visita

En sistema de alcantarillado posee 89 pozos. En la zona 1 se encuentran 36 pozos las tapaderas se encuentran en buen estado y solo una requiere reparación, los pozos que se abrieron evidenciaron suciedad pero se encuentran libres de azolvamiento por lo que únicamente se deberá aplicar limpieza con agua para evitar que exista alguna descomposición biológica. En la zona 2 se encuentran 27 pozos de los cuales 2 evidencian azolvamiento con espesores de 10 y 30 centímetros respectivamente los cuales necesitaran un vaciado del material azolvado y la aplicación de agua para culminar la limpieza. También es necesaria la sustitución de una tapadera la cual se encuentra en la calle principal y por acción del tráfico se encuentra destruida. En la zona 3 se encuentran 19 pozos todos se encuentran en buen estado, no presentan azolvamientos, será necesario únicamente realizarles limpieza con agua, Sin embargo existen tramos muy largos de tubería en donde se deberán de construir cajas conectoras para inspeccionar el drenaje. Lo mismo sucede en la zona 4 donde se evidencian únicamente 7 pozos.

Mapa 4. Sistema de alcantarillado que cubre el casco Urbano

MAPA DE UBICACIÓN SISTEMA DE ALCANTARILLADO CASCO URBANO DE NAHUALÁ



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 15
Projection: Transverse Mercator Datum: WGS 1984

REFERENCIAS

- Casco urbano
- Red de alcantarillado
- PTAR
- Colector principal
- Colectores secundarios
- Redes domiciliarias
- Pozos de visita

Descargas identificadas de aguas residuales

De acuerdo al transecto realizado por el zanjón que atraviesa las zonas 1 y 2 se identificaron 80 tuberías que se presume que descargan aguas grises, negras y pluviales. En la fotografía 3 se pueden identificar algunas de las descargas encontradas en el zanjón, cabe mencionar que en el recorrido se identificó materia fecal disuelta y depositada por lo que se presume que algunas de estas descargas transportan excretas coincidiendo con las entrevistas donde algunos usuarios mencionan que desfogon al zanjón.

Fotografía 3. Descargas ubicadas en el zanjón que atraviesa zonas 1 y 2

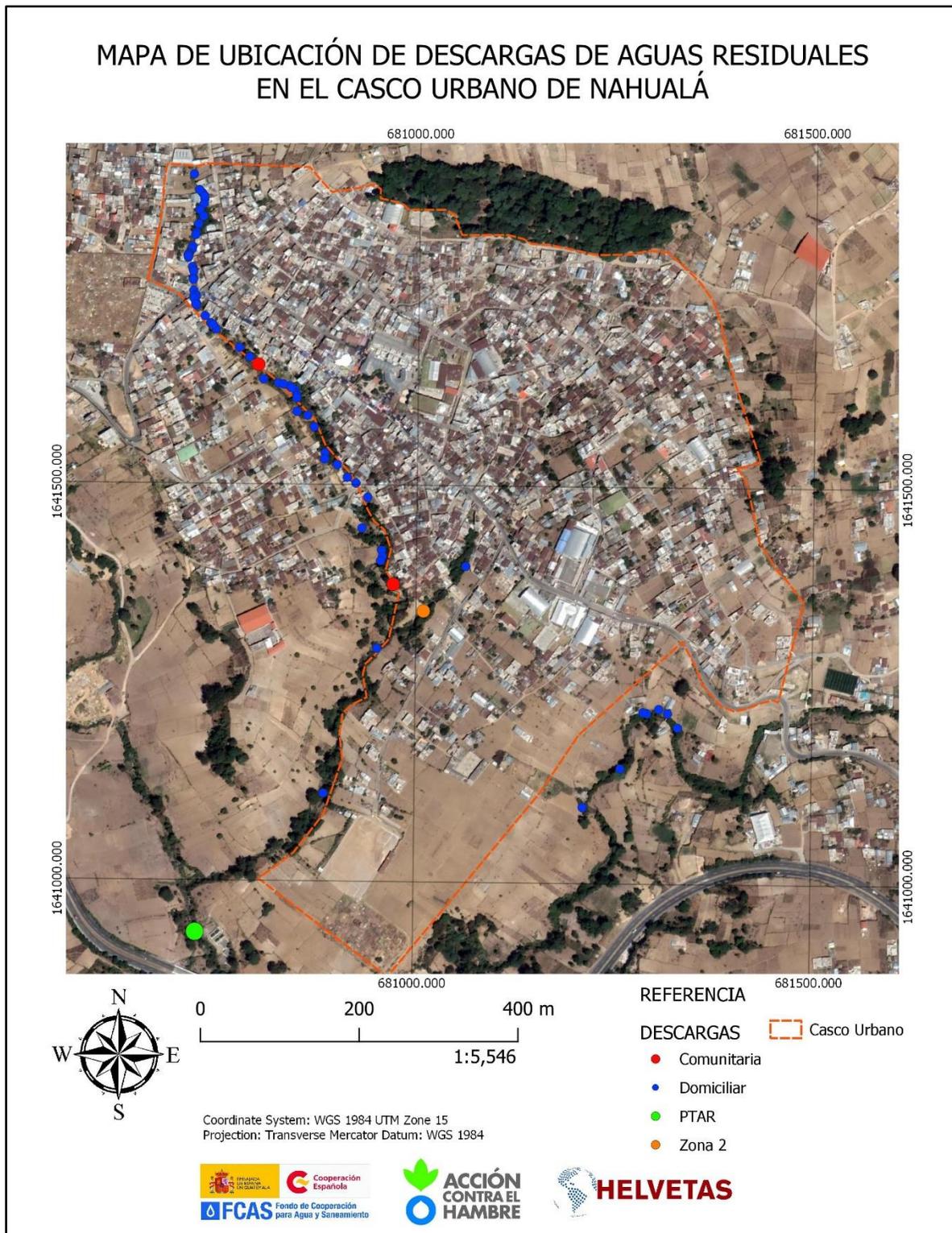


Entre las descargas se pudo evidenciar la descarga de Chuisuc una comunidad que está al otro lado del zanjón en donde se presume que también estén conectadas algunas casas de la zona 2 en la fotografía 4 se puede observar esta descarga que al no contar con un dissipador o cabezal de descarga tiende a caer de forma abrupta hacia el zanjón. En la misma serie de fotografías se puede observar a la izquierda la acumulación de grasas las cuales confirman la descarga de aguas grises y negras.

Fotografía 4. Descarga del cantón Chuisuc



Mapa 5. Puntos de descargas identificadas en el casco urbano





Composición de aguas residuales

La producción de aguas residuales parte como consecuencia de las actividades cotidianas y que consumen agua; estas actividades modifican las características y la calidad del agua, contaminándolas y poniendo en riesgo la salud pública y al medio ambiente, si no son dispuestas o tratadas de una forma correcta. Las actividades generadoras de aguas residuales que se pudieron identificar en las visitas domiciliarias fueron las siguientes: lavado de ropa, lavado de trastes, lavado de manos, higiene personal y uso de inodoro lavable, cabe mencionar que en el casco urbano no se identificaron industrias que modifiquen la calidad del agua, por lo que las aguas residuales generadas se tomarán como aguas residuales domésticas.

Las aguas residuales domésticas poseen ciertas características físicas, químicas, y bacteriológicas; además de poseer variaciones en el caudal debido al uso de cada domicilio. El caso Urbano de Nahualá pose una caracterización de aguas residuales que data del año 2017 del cual podemos describir la siguiente información:

Caudal de descarga

Dadas las características y variaciones en las diferentes descargas de aguas residuales, y la diferencia de costumbres en la comunidad aportante, el régimen de los caudales de aguas residuales, fluctúa de una hora a otra, cambian de un día a otro y oscilan ampliamente durante el año. En la caracterización del casco urbano de Nahualá contempla un caudal de 22.5 l/s sin embargo no se hace énfasis si es caudal medio o máximo, la evaluación de dicho caudal se dio en de las 7:00 am a 12:00 pm y estima una hora de producción de 18 horas. Las coordenadas del punto de evaluación fueron: Lat 14°50'11.15"N y 91°19'13.06"O.

Características del Agua residual domestica

Las aguas residuales poseen características variables que la hacen diferente del agua potable o de otros tipos de aguas, en función a la comunidad o actividad de donde provienen. Las aguas residuales se pueden distinguir por sus características físicas, químicas y biológicas; el resultado de la caracterización realizada en el 2017 se muestra a continuación:

Parámetros	Resultados	Límites máximos Etapa tres vigencias al 2-05-2024	Dimensionales
Temperatura	21	+/-7	°C
Grasas y aceites	15	10	mg/L
Materia flotante	Ausente	Ausente	Ausencia/presencia
Sólidos suspendidos	55	100	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	198	100	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	352	La normativa no contempla el análisis de la DQO únicamente su relación con la DBO	
Nitrógeno total	20.2	20	mg/L
Fósforo total	8.20	10	mg/L
pH	6.73	6 a 9	Unidades de pH
Coliformes fecales	1.55X10 ⁴	<1X10 ⁴	Número más probable en 100 ml
Arsénico	ND	0.1	mg/L
Cadmio	ND	0.1	mg/L
Cianuro total	ND	1	mg/L
Cobre	0.91	3	mg/L
Cromo hexavalente	0.058	0.1	mg/L
Mercurio	ND	0.001	mg/L
Níquel	1.65	2	mg/L
Plomo	0.088	0.4	mg/L
Zinc	2.9	10	mg/L
Color	611	500	Unidades platino cobalto

Tabla 10. Caracterización de aguas residuales del casco urbano de Nahualá

De dicha caracterización podemos concluir que los parámetros generados son característicos de aguas residuales domésticas en una concentración débil según Metcalf & Eddy. Ingeniería de aguas residuales, tomo 2. p. 125.

De mantenerse los resultados generados en el estudio del 2017 podemos observar que los parámetros subrayados en rojo no cumplen con la fecha actualizada que plantea el acuerdo Gubernativo 236-2006, sin embargo, estos parámetros pueden ser reducidos por la planta de tratamiento que actualmente se encuentra sin funcionamiento y también pueden variar por el cambio de costumbres de los habitantes del casco urbano. Por lo que será necesario actualizar la caracterización de aguas residuales, mediante un estudio técnico el cual incluye la caracterización de las aguas generadas y de la planta de tratamiento.



La relación DBO_5/DQO de un agua residual aporta información muy útil sobre su biodegradabilidad y, por tanto, sobre si es susceptible de ser tratada mediante la aplicación de procesos de naturaleza biológicos. Para Metcalf & Eddy normalmente, las aguas residuales urbanas crudas presentan valores de la relación DBO_5/DQO próximos a 0,4. Para valores de esta relación por debajo de 0,2 los tratamientos biológicos no son de aplicación.

Para el punto de descarga de aguas descrito en la caracterización de 2017 la relación DBO_5/DQO es:

$$\frac{DBO_5}{DQO} = \frac{198 \text{ mg/l}}{352 \text{ mg/l}} = 0.56$$

De los resultados se evidencia que las aguas muestreadas poseen buena biodegradabilidad, en nexos se presentan los resultados más importantes de la caracterización.

Tipo de tratamiento existente

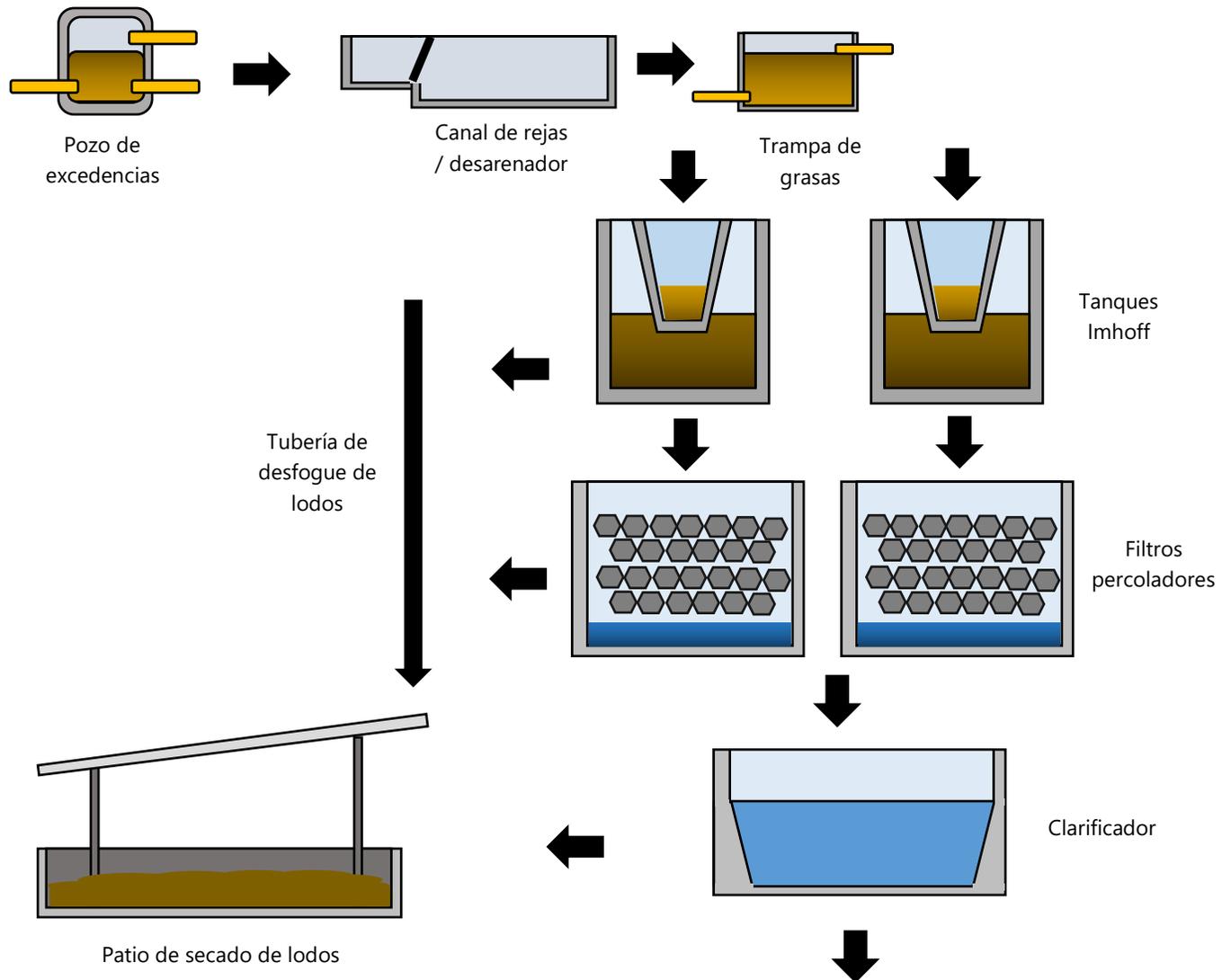
La planta de tratamiento de Nahualá es una planta del tipo anaerobio dicho tratamiento es una de las tecnologías más antiguas para estabilizar los residuos y aguas residuales principalmente de residuos domésticos, El principio de tratamiento anaerobio consiste en un proceso realizado por grupos bacterianos específicos que en ausencia de oxígeno transforman la materia orgánica en una mezcla de gases, fundamentalmente metano y CO_2 . Dichos principios de tratamiento son realizados por unidades específicas que, en conjunto con otras unidades, logra una eficiencia de tratamiento que logra cumplir con los límites de la normativa nacional vigente, Las unidades que componen la planta de tratamiento en la actualidad son las que se muestran en la figura 3.

En cuanto a los parámetros de diseño de la planta en el año 2016 se utilizaron los siguientes:

Población 2016	12,500 hab
Tasa de crecimiento	3.5%
Periodo de diseño	20 años
Dotación	125 l/hab/día
Factor de Retorno	0.8
Factor de caudal mínimo	0.5
Factor de caudal máximo	2
Población Futura	24,872
Caudal min	14.40 l/s
Caudal medio	28.79 l/s
Caudal max	57.28 l/s

Tabla 11. Parámetros de diseño de PTAR Nahualá año 2016

Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de tratamiento



Cabe mencionar que esta configuración tiene un periodo de diseño de 10 años pues en la memoria de cálculo se planifico la planta para 20 años, pero el presupuesto y la construcción para 10 años por lo que la configuración a 20 años es incluir 2 Tanques Imhoff, 2 Filtros percoladores, 1 sedimentadores y 1 patio de secado de lodos a la configuración inicial.

Estado actual de la planta de tratamiento

La planta de tratamiento de aguas residuales actualmente se encuentra fuera de funcionamiento, actualmente cuenta con un operario el cual es el encargado de retirar algunos sólidos y ver que no se rebalse, tal como se evidencia en la fotografía 5:

Fotografía 5. Operación de PTAR Nahualá



La situación de cada elemento de la PTAR de Nahualá se describe a continuación:



Pozo de excedencias

Es la única unidad que se encuentra en funcionamiento, debido a que el mecanismo de rebalse funciona debido al taponamiento forzado que existe en la zona de tratamiento primario. Su estado estructural es bueno no posee ni fisuras.

Su función es detener los sólidos flotantes de tamaño considerable para que no obstruyan las tuberías del tratamiento, se suele combinar con un bypass el cual funciona cuando se supera el caudal medio para que no exista taponamiento hidráulico, o cuando se desea hacer operación y mantenimiento, en la actualidad ambas unidades se encuentran inundadas, y por lo mismo es difícil realizarles mantenimiento; su estado estructural es bueno, las rejillas no presentan corrosión.



Canal de Rejas



Desarenador

Su función principal es la de remover arena, el desarenador se encuentra fuera de funcionamiento, sus dos canales se encuentran rebalsados y el agua escurre por las paredes exteriores, se desconoce si existe compuerta para utilizar solo un canal, se identifican dos compuertas pero parecen ser los vertederos tipo sutro. Estructuralmente se encuentra bien, sin fisuras ni asentamientos.



Trampa de Grasas

Su función es remover las grasas que tienden a flotar y son perjudiciales para los procesos biológicos, esta unidad se encuentra ubicada después del desarenador; Estructuralmente se encuentra bien sin fisuras y sin asentamientos. Únicamente se requiere poner a funcionar la planta y darle su mantenimiento respectivo.



Tanques Imhoff

Es un tanque que realiza la sedimentación primaria y el proceso de digestión anaerobia, actualmente los dos tanques que componen el tren de tratamiento se encuentran fuera de funcionamiento, pues el agua presenta una coloración verdosa que no es característica de estos tanques, lo que indica que puede estar almacenando agua de lluvia, esto se pudo comprobar al abrir la válvula de extracción de lodos, y evidenciar que fue poca la cantidad de lodos producidos. Estructuralmente se encuentran en buen estado no presenta agrietamientos o asentamientos en el suelo; las válvulas se encuentran nuevas.

En los filtros percoladores el agua recibe un proceso biológico gracias a la acción de los microorganismos que crecen en el lecho filtrante, actualmente no se evidencia la formación de microorganismos en lecho filtrante lo que evidencia que la planta no se encuentra en funcionamiento. Estructuralmente las dos unidades se encuentran bien sin presencia de asentamiento en el suelo, sin agrietamientos, la tubería se encuentra en buenas condiciones y no presentan óxido, las válvulas se encuentran nuevas.



Filtros Percoladores



Clarificador

En esta unidad se terminan de sedimentar las partículas que no han logrado hacerlo en el transcurso del tren de tratamiento, las cuales son depositadas en el fondo, el agua presente en esta unidad presenta un color verdoso, característica del agua empozada, el vertedero de salida se encuentra lleno de materia vegetal proveniente de los árboles que se encuentran a la par; estructuralmente se encuentra bien no presenta asentamientos en el suelo ni grietas en la estructura, esta unidad posee una salida hacia el punto de descarga de la PTAR.



Aca es donde se depositan los lodos provenientes de los tanques Imhoff durante un tiempo determinado por la acción del sol los lodos tienden a perder su contenido líquido por lo que pueden ser retirados utilizandolos como fertilizantes o acondicionadores de suelos. La estructura se encuentra en buen estado la estructura metalica no presenta corrosion, unicamente se evidencia que no ha tenido uso por lo que empieza a crecer materia vegetal.



Patio de Secado de lodos

En general la planta de tratamiento se encuentra fuera de funcionamiento, carece de circulación y las cajas se encuentran sin candados adicionalmente carece de toma muestras, bodega, estación de limpieza, para los operarios, carece de servicio de agua potable, para realizar limpiezas rutinarias. Se encuentra operada por una persona, posee manual de operación y mantenimiento, el cual es necesario readecuarlo al tener arrancada la planta.

Análisis de la disposición de residuos sólidos

El casco urbano de Nahualá se encuentra cubierto por un sistema de recolección de basura por medio de centros de transferencia en algunas partes y domiciliar en lugares donde puede pasar el camión; las personas tienden a clasificar la basura en sus hogares y el tren de recolección recoge de una manera separativa los desechos. El servicio de recolección de basura se encuentra sectorizado y también cubre el Cantón Xepatuj Rabaric y Chuisuc.



La fotografía siguiente se puede observar un centro de transferencia el cual no posee contenedores físicos, pero ahí convergen las personas a dejar la basura ya clasificada para que los operarios la recojan, esto realiza únicamente el día que pasara el camión de basura por el sector.

Fotografía 6. Centros de transferencia identificados



Por otra parte, para el servicio de recolección municipal domiciliar las personas sacan a su puerta la basura la cual es depositada en los vehículos correspondientes. En la fotografía siguiente se observa cómo en una vivienda se encuentra clasificada la basura previa a ser entregada al camión de basura.

Fotografía 7. Sistema de recolección domiciliar



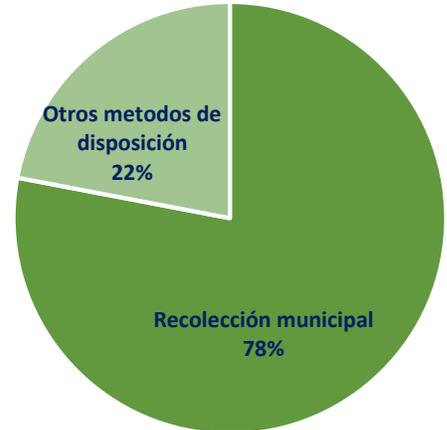
El modo de pago es el siguiente al pasar el camión se cobra el costo de 1 quetzal por costal, al instante se le otorga a la persona su recibo de pago, en función a la cantidad de costales entregados.

Manejo de residuos sólidos domiciliar

En relación a la evaluación domiciliar se evidencia que el 78% de los hogares visitados utilizan el sistema de recolección municipal, mientras que el 22% restante utiliza métodos de disposición propios como quemar basura, depositarla en barrancos o depositar la basura orgánico en sus cultivos.

Al hablar de manejo interno se ha evidenciado que a pesar de usar el sistema de recolección domiciliar las personas suelen quemar las bolsas, enterrar lo orgánico en sus cultivos, se ha podido evidenciar viviendas que practican el reciclaje tal cómo se evidencia en la fotografía 8, el reciclaje se efectúa principalmente en envases plásticos.

Figura 4. Disposición de residuos sólidos

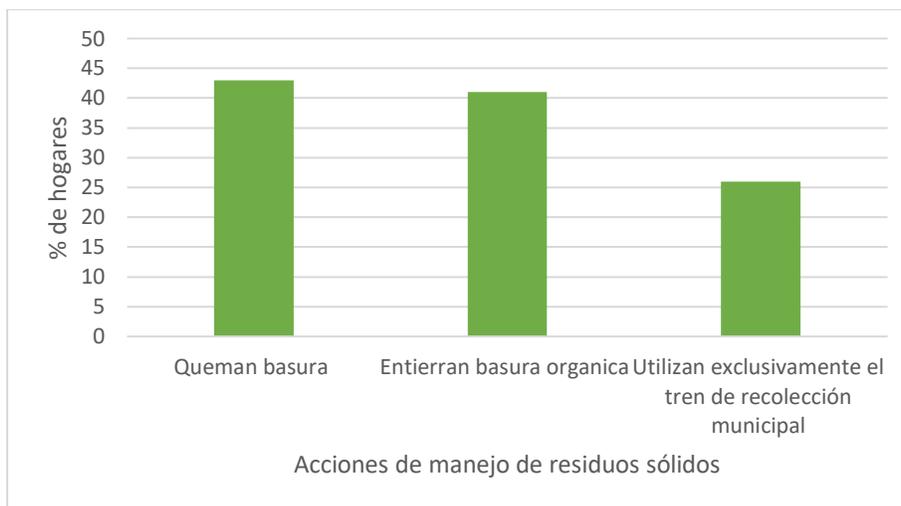


Fotografía 8. Acopio de envases plásticos en viviendas



Tomando datos de la evaluación domiciliar un 87% de las personas practican acciones de reciclaje entre las que predominan la separación de residuos orgánicos y separación de residuos plásticos los cuales son entregados al tren de recolección municipal, el restante se reparte en personas que a veces practican estas acciones y otras que en ocasiones lo realizan. Después de la separación de basura un 43% practica la quema de basura principalmente las bolsas y un 41% de hogares depositan la basura orgánica en terrenos propios, estas acciones se dan, aunque utilicen el servicio de recolección municipal, debido a que únicamente un 26% utilizan únicamente el tren de recolección municipal como su alternativa al manejo de residuos sólidos.

Figura 5. Manejo de residuos sólidos en el casco urbano de Nahualá

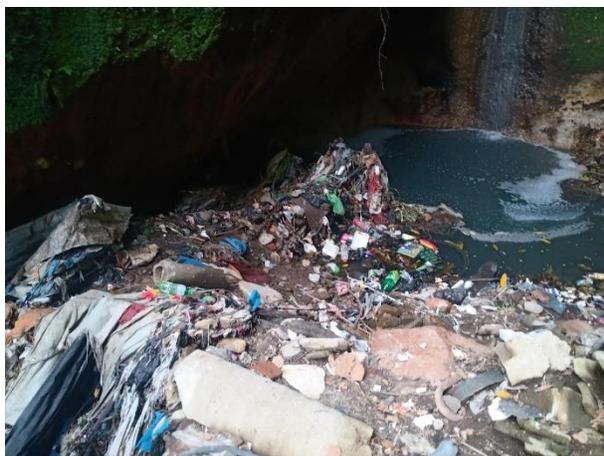


Delos hogares que queman basura el 55 % utilizan el servicio de recolección municipal como alternativa a aquellos residuos que no pueden manejar al igual de los que entierran basura pues un 66% utiliza también el servicio de recolección municipal.

Identificación de basureros clandestinos

En el casco urbano se han identificado varios basureros clandestinos principalmente en el zanjón que atraviesa las zonas 1 y 2 donde por la cercanía a las viviendas estas depositan los residuos sólidos generados, el mapa muestra los basureros clandestinos identificados en el municipio. De estos basureros clandestinos algunos se han formado por el arrastre de la basura por medio de la corriente en tiempos de lluvia los cuales son acumulados en cambios de dirección en rocas u obstáculos en el transcurso de la corriente, tal como se muestra en la fotografía 9.

Fotografía 9. Basureros identificados



Por otra parte, se encuentran los basureros pequeños los cuales se empiezan a formar porque determinadas personas botan basura en ese lugar por estar bajo su vivienda o cerca como se evidencia en la fotografía 10, estos basureros corren peligro de ir creciendo con el tiempo al mantenerse lo hábitos de las personas e ir incentivando a otras a botar sus desechos.

En el transecto del casco urbano se pudo identificar un único basurero de proporciones medianas encontrado en la zona 2 donde se puede evidenciar una cantidad considerable cantidad de basura depositada en el sitio, como se evidencia en la fotografía 11.

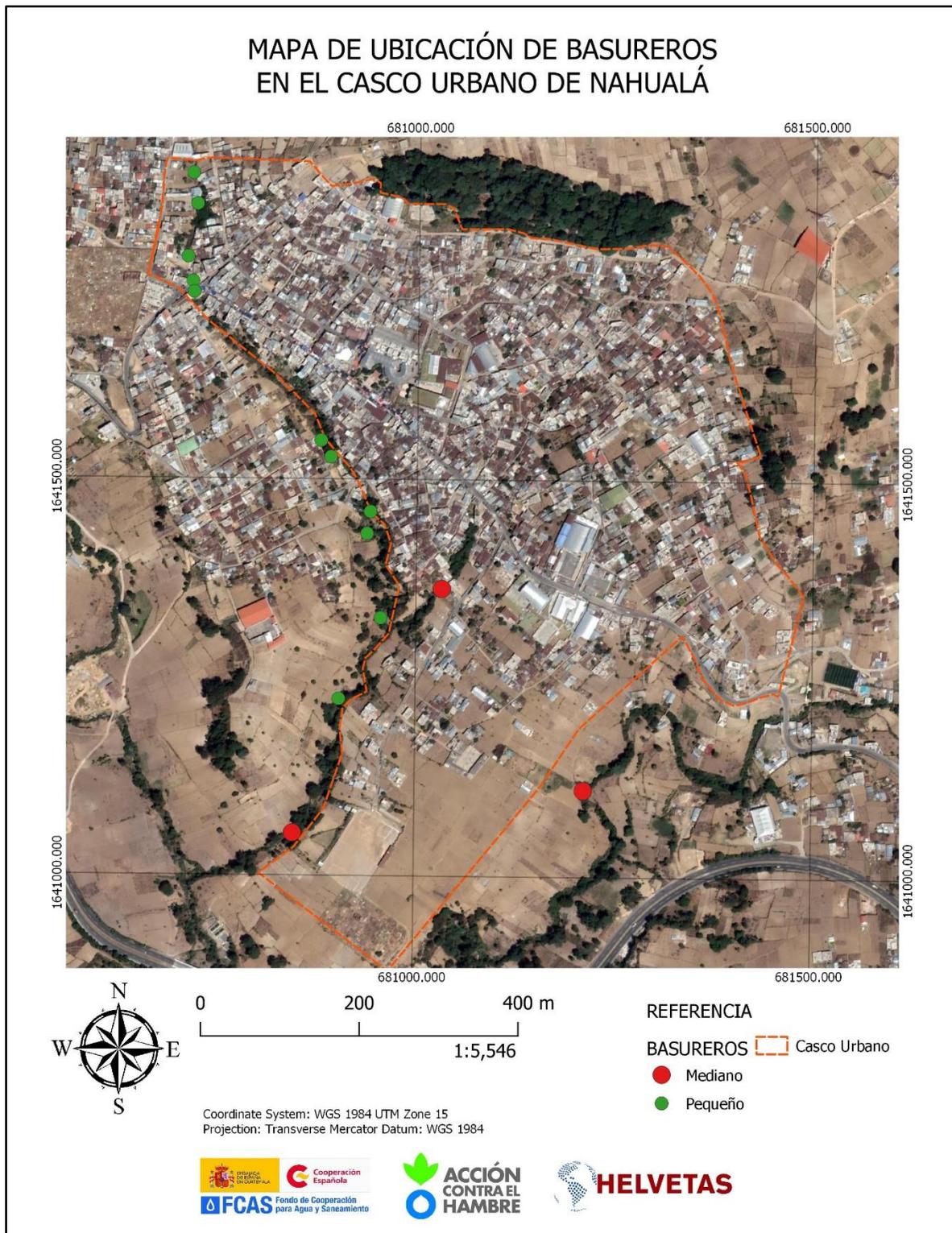
Fotografía 10. Basureros clandestinos de dimensión pequeña



Fotografía 11. Basureros dimensiones medianas



Mapa 6. Basureros no autorizados presentes en el casco urbano



Composición de desechos sólidos generados en el casco urbano

La composición de los residuos sólidos generados por el casco urbano forma parte del estudio de prefactibilidad de la planta de tratamiento de residuos sólidos, y se describe a continuación:

Residuos sólidos domiciliarios

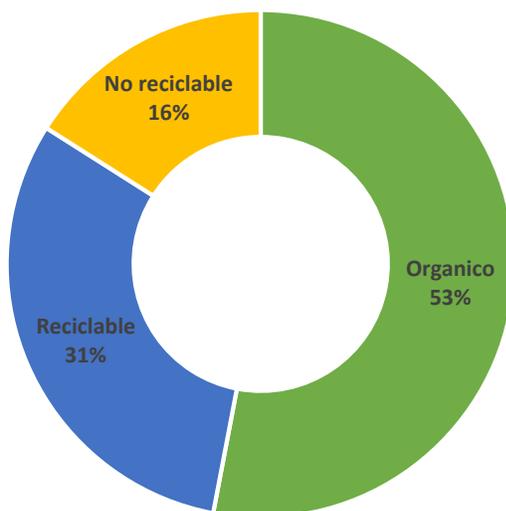
Residuos sólidos domiciliarios				
Clasificación	Kg/día	Kg/semana	m ³ /día	m ³ /semana
Orgánico	0.2585	1.8095	0.001476	0.010329863
Reciclable	0.15262	1.06834	0.001689	0.01182206
No reciclable	0.07908	0.55356	0.000597	0.004179
Total	0.4902	3.4314	0.003762	0.026330923

Tabla 12. Residuos sólidos domiciliarios

Clasificación	% de Composición	Peso específico Kg/m ³
Orgánico	53	175.17
Reciclable	31	90.37
No reciclable	16	132.46
Total	100	398
Promedio		132.67

Tabla 13. Composición de desechos sólidos domiciliarios

Figura 6. Composición de residuos sólidos domiciliarios



De la sección anterior según la caracterización del 2017 la composición de los residuos sólidos en Nahualá se compone principalmente de residuos orgánicos con más del 50% de producción sin embargo del porcentaje restante el mayor porcentaje se reparte entre los residuos reciclables con un 31% lo cual es de aprovechar si se tiene una infraestructura para desechos sólidos.

Residuos sólidos comerciales generados el día de plaza

Residuos sólidos comerciales				
Clasificación	Kg/día	Kg/semana	m ³ /día	m ³ /semana
Orgánico	1627	1627	4.53	4.53
Reciclable	368.7	368.7	2.78	2.78
No reciclable	269.2	269.2	0.91	0.91
Total	2265.5	2265.5	8.22	8.22

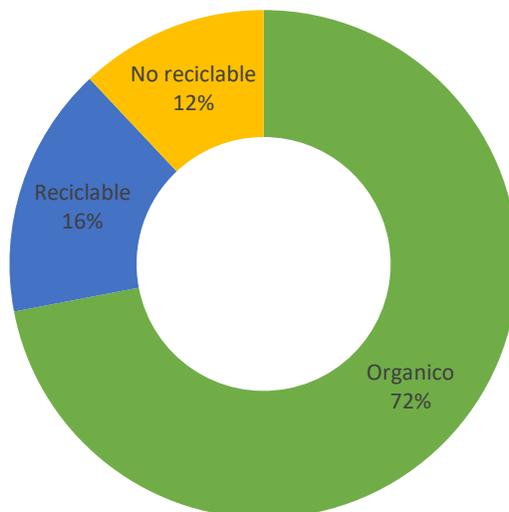
Tabla 14. Residuos sólidos domiciliarios

De la tabla anterior los valores semanales son iguales tanto en semana como diarios debido a que se analizó el día de plaza el cual es el jueves.

Clasificación	% de Composición	Peso específico Kg/m ³
Orgánico	72	359.29
Reciclable	16	132.63
No reciclable	12	295.82
Total	100%	787.74
Promedio		262.58

Tabla 15. Composición de desechos sólidos domiciliarios

Figura 7. Composición de residuos sólidos comerciales



De la información proporcionada por la caracterización del 2017 la composición de los residuos sólidos en el casco urbano de Nahualá específicamente el día de plaza se compone principalmente de residuos orgánicos con el 72 % de producción debido a la comercialización de productos orgánicos en la plaza; del porcentaje restante se puede decir que apenas se alcanza un 16 % de material reciclable debido que a la practicidad de los materiales no reciclables como duroport y bolsas estos acaparan un porcentaje similar al del material reciclable con un 12%.

Residuos sólidos institucionales

Residuos sólidos comerciales				
Clasificación	Kg/día	Kg/semana	m ³ /día	m ³ /semana
Orgánico	2.38	16.66	0.014410	0.10087
Reciclable	3.17	22.19	0.030750	0.21525
No reciclable	12.57	87.99	0.105500	0.7385
Total	18.12	126.84	0.150660	1.05462

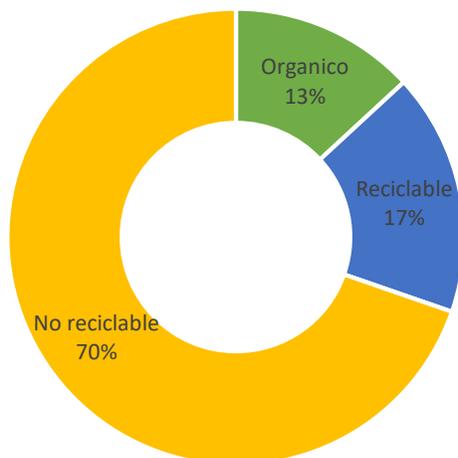
Tabla 16. Residuos sólidos domiciliarios

De la tabla anterior los valores semanales son iguales tanto en semana como diarios debido a que se analizó el día de plaza el cual es el jueves.

Clasificación	% de Composición	Peso específico Kg/m ³
Orgánico	13	165.16
Reciclable	17	103.09
No reciclable	69	119.15
Total	100%	387.40
Promedio		129.13

Tabla 17. Composición de desechos sólidos domiciliarios

Figura 8. Composición de residuos sólidos comerciales

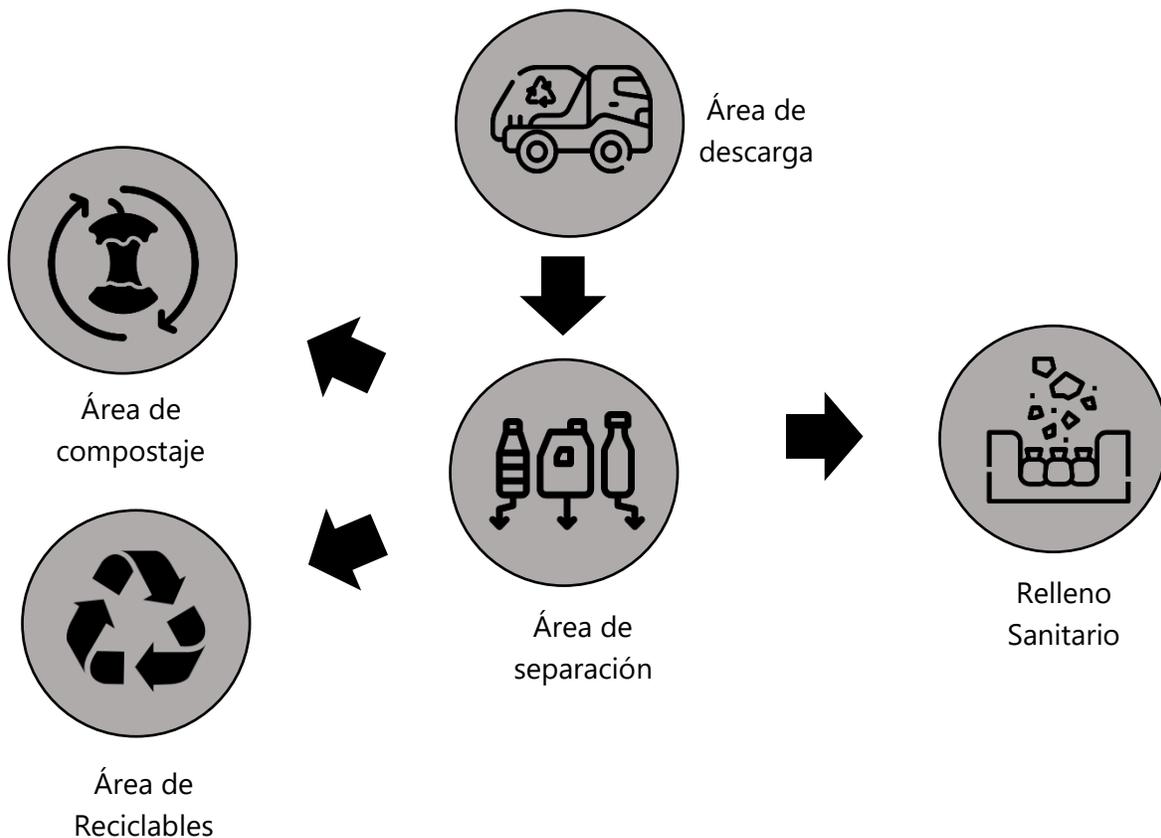


Para la producción de residuos sólidos institucionales la producción de residuos sólidos no reciclables predomina con un 70 % debido a las actividades de las instituciones principalmente las instituciones bancarías que se encuentran instaladas en el casco urbano la basura orgánica es la que no se evidencia apenas con un 13 % mientras que de material reciclable únicamente el restante 17 %.

Tipo de tratamiento existente

El casco urbano de Nahualá posee una planta de tratamiento de desechos sólidos, la cual se encuentra en funcionamiento con únicamente tres operarios los encargados de separar los residuos que no han sido separados y agruparlos en los distintos espacios para los reciclables, la planta de tratamiento de desechos sólidos contempla las siguientes componentes.

Figura 9. Diagrama de flujo de planta de tratamiento de residuos sólidos



Fotografía 12. Planta de tratamiento de residuos sólidos de Nahualá



En general la planta de tratamiento se encuentra en buen estado cuenta con cerco perimetral, oficina administrativa, vestidores, servicios sanitarios con biodigestor autolimpiante en cuanto al estado de las componentes principales se describen a continuación:

En esta area los camiones de basura depositan la basura que han recolectado en una jornada. El area de descarga se encuentra en buen estado unicamente se evidencia que los tres operarios no se dan abasto para el trabajo de selección de basura.



Area de descarga



Area de separación

En esta area los trabajadores separan todos los residuos reciclados que puedan tener un valor económico. Actualmente no se encuentra con un area de separación definida pero en un serctor se evidencia la separación y compactación de los residuos, pues recientemente la mancomunidad Mactzolojya y ONGAWA donaron una compactadora de basura la cual es usada para compactar la basura o material reciclable. No se evidencian mesas de separación para los operarios. Encuanto a la infraestructura se encuentra en buen estado.

En esta area se almacenan los materiales que poseen un valor economico de reciclaje. El area de reciclables presenta poca acumulación de material reciclable esto se debe al poco rendimiento que tienen los tres operarios; La estructura metalica que cubre esta area se encuentra en buen estado.



Area de reciclables



Area de compostaje

Esta es el area donde se realiza el proceso de depuración de los residuos orgánicos previamente clasificados y reducidos, actualmente se evidencia poco uso de esta unidad debido al poco numero de operarios, el sistema de drenaje se encuentra en buen estado y evidencia poco uso.

El relleno sanitario tiene una capacidad de 980 m³ su función es la de contener los residuos que no tienen valor economico y así minimizar su impacto ambiental se encuentra cubierto por geomenbrana la cual se encuentra en buen estado, al igual que las tuberías de evacuación de gases. Actualmente se evidencia que se ha estado depositando basura sin control ni separación, no se evidencia la creación de trincheras, ni aplicación de coberturas de suelo por que todavía se evidencia el drenaje de lixiviados. Su estructura se encuentra en buen estado, el drenaje pluvial se encuentra en buen estado.



Relleno sanitario



En esta area se planifica la operación y mantenimiento y procesos administrativos de la planta de residuos sólidos. El area administrativa se encuentra en buen estado no presenta fisuras las puertas ventanas se encuentran libre de oxido, esta unidad cuenta con deposito de agua potable y un biodigestor autolimpiable para la disposición de las aguas residuales generadas por los empleados.



Area administrativa



Determinación de los peligros y eventos peligrosos y evaluación de los riesgos



En el siguiente apartado se analizan peligros, y riesgos a los que se exponen los sistemas de agua y saneamiento, a fin de fomentar la resiliencia en el casco urbano del municipio de Nahualá y sus comunidades en la periferia; se han determinado eventos puntuales o claves en los sistemas que por su impacto negativo afectarían consecuentemente a la población servida.

Eventos peligrosos en el sistema municipal de agua potable del casco urbano de Nahualá.

El sistema municipal de agua potable que cubre el casco urbano de Nahualá y algunas comunidades se encuentra expuesto a eventos peligrosos que pueden interrumpir su funcionamiento o en el peor de los casos causar efectos adversos a los usuarios, se presentan los eventos peligrosos más importantes para tomar acciones preventivas en el funcionamiento del sistema.

Determinación de peligros típicos que pueden afectar a las fuentes.

A continuación, se presentan los eventos más importantes a los que se encuentran expuestas las dos fuentes de agua del sistema municipal de agua potable.

Evento peligroso o Fuente de peligro	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Caída de operadores	Riesgo a caída, riesgo de operación, dificultad para hacer aforos, por parte de los operarios
Fenómenos meteorológicos y climáticos.	Inundación, cambios rápidos en la calidad el agua.
Vandalismo a la fuente dado que no se cuenta con circulación.	Destrucción componentes del sistema, contaminación del agua potable, interrupción del servicio.
Derrumbes	Daño a la infraestructura, interrupción del servicio.
Falta de control en el consumo de agua	Cantidad insuficiente, Sobreexplotación de los nacimientos.
Recubrimiento de la unidad de captación	Taponamientos por material en suspensión en la línea de condición.

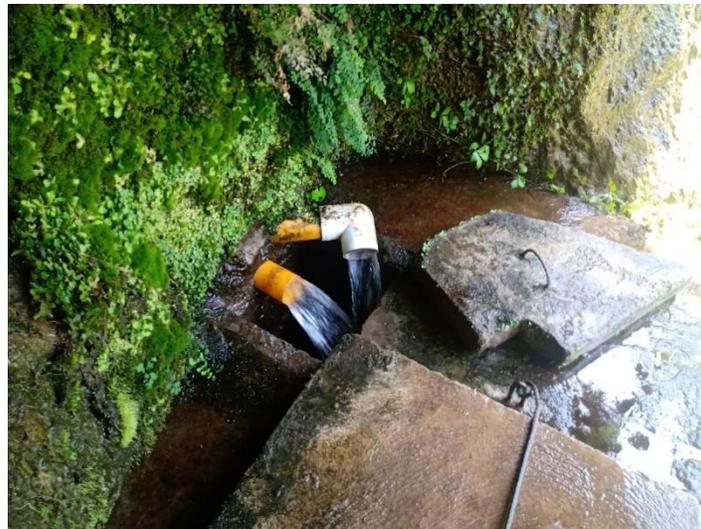
Tabla 18. Peligros típicos que pueden afectar a la fuente

Fotografía 13. Peligros de la fuente de agua Xolmanzán



En la fotografías anteriores se puede evidenciar que la estructura de captación de la fuente Xolmanzán se encuentra sobre una roca representando peligro de caída para los operadores, debido a que el paso a la fuente es estrecho, y por la humedad y materia vegetal presente es arriesgado el pazo hacia la fuente, por la ubicación de la fuente es complicado circularla por lo que la seguridad de la misma depende de las tapaderas de ingreso.

Fotografía 14. Peligros de la fuente de agua Xolmanzán.



En la fotografía anterior se evidencia que el nacimiento no posee una tapadera segura, pues no se existen ganchos o candados, únicamente se encuentra sobrepuesta la tapadera, presentando riesgo ante la presencia de desconocidos.

Fotografía 15. Peligros de la fuente de agua Papó.



La fotografía anterior evidencia que la unidad de captación del tanque Papó no se cuenta con pichacha, promoviendo que circulen sólidos orgánicos que en acción con el cloro puedan producir trihalometanos (compuestos cancerígenos).

Fotografía 16. Peligros de la fuente de agua Papó.



De la fotografía anterior se puede decir que quela caja colectora de caudales del nacimiento de Papó presenta desprendimiento de la capa de impermeabilización, lo cual presenta el riesgo de obstrucciones en la línea de conducción debido a que no se cuenta con pichachas.

Determinación de peligros típicos que pueden afectar a tratamiento/desinfección.

A continuación, se presentan los eventos más importantes a los que se encuentran expuestos los sistemas de cloración implementados en los tres tanques que posee el sistema de agua potable municipal.

Evento peligroso o Fuente de peligro	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Taponamientos	Inclusión de material pétreo, peligro de taponamientos en el sistema de cloración, el sistema no funciona adecuadamente.
Aumento en la dosis de cloro	Rechazo por parte de la comunidad, intoxicación, quemaduras químicas y deterioro de la ropa
Producción de trihalometanos	Agua con presencia de sólidos orgánicos, (turbiedad): peligro generación de trihalometanos (compuestos cancerígenos).
Dosis inadecuada de cloro	El agua suministrada no cumple la norma COGUANOR NTG 29001, y se corre el riesgo de promover las enfermedades diarreicas agudas en los usuarios.

Tabla 19. Peligros típicos que pueden afectar al sistema de desinfección

Fotografía 17. _Sistemas de cloradores instalados en el tanque Xolmanzán y papó



Los dos tanques conectados en serie poseen un clorador de pastillas cada uno lo que hace difícil el cálculo de la concentración de cloro esto se evidencia en las viviendas donde la dosis no cumple los parámetros mínimos de 0.5 mg/L como lo establece la Norma COGUANOR NTG 29001.



Determinación de peligros típicos que pueden afectar a red de distribución

En la tabla 20, se presentan los eventos peligrosos más importantes a los que se enfrentan las líneas de distribución que componen el sistema de agua potable municipal del casco urbano de Nahualá.

Evento peligroso o Fuente de peligro	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Rotura de tubería	Entrada de contaminación porque no existe un protocolo para identificar fallas, se da principalmente en tuberías expuestas al sol
Manejo de válvulas (Apertura / cierre)	Perturbación del suministro, debido a que las cajas de válvulas se encuentran en mal estado o no tienen mantenimiento.
Vandalismo	Destrucción de las unidades, riesgo a contaminación por agentes contaminantes.
Contaminación del agua suministrada	La falta de circulación y la cercanía de cultivos puede inducir la infiltración de aguas pluviales con diluciones de fertilizantes que modificaría la calidad del agua suministrada.
Contaminación microbiológica	La mezcla con agua cruda que no posea tratamiento (desinfección) vulnera la calidad del agua suministrada disminuyendo la concentración de cloro.
Producción de trihalometanos	Tanques que no poseen limpieza pueden añadir sólidos orgánicos al agua (turbiedad) pudiendo generar trihalometanos (compuestos cancerígenos).

Tabla 20. Peligros típicos que pueden afectar a la red de distribución

En la fotografía 18 se ve que muchas tuberías se encuentran expuestas a la intemperie lo que puede aumentar el riesgo a roturas y con ello también aumentar la contaminación del agua suministrada a los usuarios.

Fotografía 18. Tuberías expuestas a la radiación solar



En la fotografía 19 se evidencia una válvula con fugas lo cual afecta la distribución del sector suministrado, disminuyendo la presión de llegada creando intermitencia en el servicio, además las válvulas que no poseen caja fotografía 20 tienden a quedarse azolvadas lo que dificulta el mantenimiento y al dañarse pueden inducir la contaminación en parte de la red.

Fotografía 19. Válvulas en mal estado



Fotografía 20. Válvulas que poseen azolvamiento en su caja



La influencia de áreas de cultivos sobre los tanques de distribución puede vulnerar la calidad del agua suministrada por lo que estos no poseen circulación ni infraestructura para el manejo de las aguas pluviales, además que el carecer de protección deja expuesto el tanque a vandalismo tal como se evidencia en el tanque de fibra de vidrio o tanque plástico como le llaman los habitantes. En la fotografía 21 se evidencia esta situación

Fotografía 21. Tanques sin circulación perimetral





En la caja rompepresión de la línea de distribución se encuentra una tubería de la línea de conducción que se conecta directamente a la caja sin pasar por el sistema de desinfección lo que modifica la concentración de cloro suministrada a los usuarios, como se evidencia en la fotografía 22.

Fotografía 22. Mezcla de agua cruda en caja rompe presión



Determinación de peligros típicos que pueden afectar los puntos de consumo

En la siguiente tabla, se presentan los eventos peligrosos más importantes a los que se enfrentan los puntos de consumo que componen el sistema de agua potable municipal.

Evento peligroso o Fuente de peligro	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Conexiones no autorizadas	Las conexiones ilícitas afectan el punto de consumo y crean un desbalance en el suministro del servicio.
Contaminación del agua suministrada	Las malas prácticas constructivas en la instalación de los servicios pueden inducir a contaminación microbiológica del agua suministrada
Rechazo de cloración	La alta dosis de cloro presente en la red puede ocasionar rechazo por parte de los usuarios, pudiendo crear conflictos.
Enfermedades diarreicas agudas	La poca o nula presencia de cloro promueve las enfermedades diarreicas agudas

Tabla 21. Peligros típicos que pueden afectar a los puntos de consumo

Fotografía 23. Vivienda con presencia de materia orgánica vegetal en el agua suministrada



En la fotografía 23 se puede observar como aparece materia orgánica vegetal en una conexión domiciliar, sin embargo otra casa del mismo sistema de distribución no presenta estas características por lo que el problema es único de esa conexión, las posibles causas, eluso que le dan al chorro, pues en la casa poseen agua de otros sistemas, sin embargo la causa puede ser una fuga en la parte alta de la conexión lo que promueve la inclusión de materia orgánica vegetal.

Eventos peligrosos en el sistema municipal alcantarillado del casco urbano de Nahualá.

El sistema municipal de alcantarillado sanitario que cubre el casco urbano de Nahualá y algunas comunidades de la periferia; se encuentra expuesto a eventos peligrosos que pueden interrumpir su funcionamiento o en el peor de los casos causar efectos adversos a los usuarios, para ello se enlistan los eventos peligrosos más importantes para tomar acciones preventivas en el funcionamiento del sistema.

Evento peligroso o Fuente de peligro	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Taponamientos	Contaminación por afloramiento de aguas residuales, generación de focos infecciosos
Ruptura de tubería en pasos aéreos	Contaminación por vertimiento y esparcimiento de aguas residuales, generación de focos infecciosos
Aumento de caudal	Reducción de la capacidad biológica de depuración de los reactores anaeróbicos, al variar el caudal de diseño.
Vandalismo	Descontrol de los procesos biológicos de las unidades en la planta de tratamiento, Daño a la infraestructura de tratamiento.
Daños a la salud de operarios	Irritación de piel, Gastroenteritis

Tabla 22. Peligros típicos que pueden afectar al sistema de alcantarillado sanitario

Fotografía 24. Pozos con presencia de azolvamiento



En la fotografía 24 se ve un pozo con presencia de materia fecal y lodos azolvada, esta situación da lugar futuros atascos en la tubería, lo que propiciaría afloramiento de las aguas residuales creando focos infecciosos.

Fotografía 25. Ruptura de tubería



En la fotografía 25 se puede evidenciar una tubería de 8 "que presenta ruptura, esta tubería conduce el agua de uno de los sectores de la zona 2, este desfogue por ruptura propicia la creación de un foco infeccioso muy importante teniendo en cuenta la importancia de la tubería.

Fotografía 26. Planta de tratamiento de aguas residuales



En la fotografía 26 se puede evidenciar que la planta de tratamiento no cuenta con cerco perimetral, adicionado a esto las cajas de operación no poseen candados. La planta de tratamiento carece de bodega, estación de limpieza para el uso de los operarios.

Eventos peligrosos en el sistema de manejo y disposición de residuos sólidos del casco urbano de Nahualá.

El sistema municipal de recolección y manejo de desechos sólidos que cubre el casco urbano de Nahualá y las comunidades cercanas se encuentra expuesto a eventos peligrosos que pueden interrumpir su funcionamiento o en el peor de los casos causar efectos adversos a los usuarios para ello se ha determinado los eventos peligrosos más importantes para tomar acciones preventivas en el funcionamiento del sistema.

Evento peligroso o Fuente de peligro	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Contaminación ambiental	Generación de focos infecciosos
Daños a la salud de operarios	Irritación de piel, Gastroenteritis

Tabla 23. Peligros típicos que pueden afectar al sistema de recolección y tratamiento de desechos sólidos

Fotografía 27. Basureros clandestinos



La existencia de basureros clandestinos promueve la abstinencia al uso del tren de aseo municipal, lo que dificulta la recaudación de ingresos de por manejo de basura, afectando la sostenibilidad de la planta de residuos sólidos, además genera focos de contaminación para los habitantes.

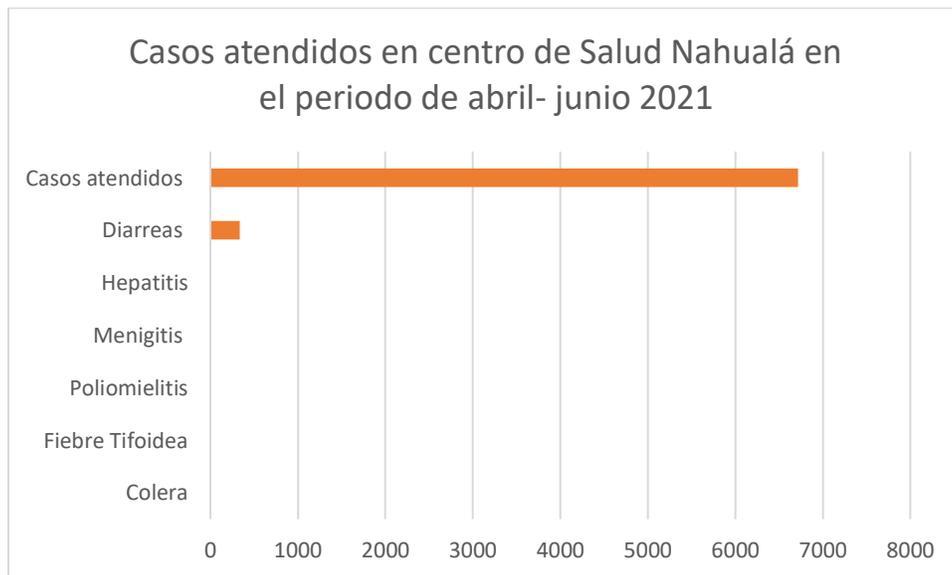


Estado de enfermedades de origen hídrico

En el año 2007, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social estableció que cinco de las primeras veinte causas de morbilidad general pueden responder a enfermedades de transmisión hídrica (diarrea aguda, parasitismo intestinal, amebiasis intestinal, dengue clásico, malaria clínica y malaria confirmada). Otras fuentes establecen que, en Guatemala, de las diez primeras causas de morbilidad el 50% están relacionadas con el agua y el saneamiento. Para el país la mortalidad infantil corresponde al 48,3 por mil nacidos vivos, correspondiendo el 30% de las causas a las enfermedades diarreicas; la desnutrición crónica infantil es del 45% y la inseguridad alimentaria afectan principalmente donde hay carencias de agua y saneamiento de calidad, convergiendo de nuevo en el área rural.

Según los datos de la dirección de salud en el periodo de abril a junio del 5% de los casos atendidos corresponden a diarreas, sin embargo, no se presentan casos de otras enfermedades de origen hídrico; este porcentaje es tan bajo teniendo en cuenta que en el tiempo de desarrollo del estudio se han presentado casos de COVID-19 y enfermedades respiratorias agudas.

Figura 10. Casos atendidos en centro de salud de Nahualá

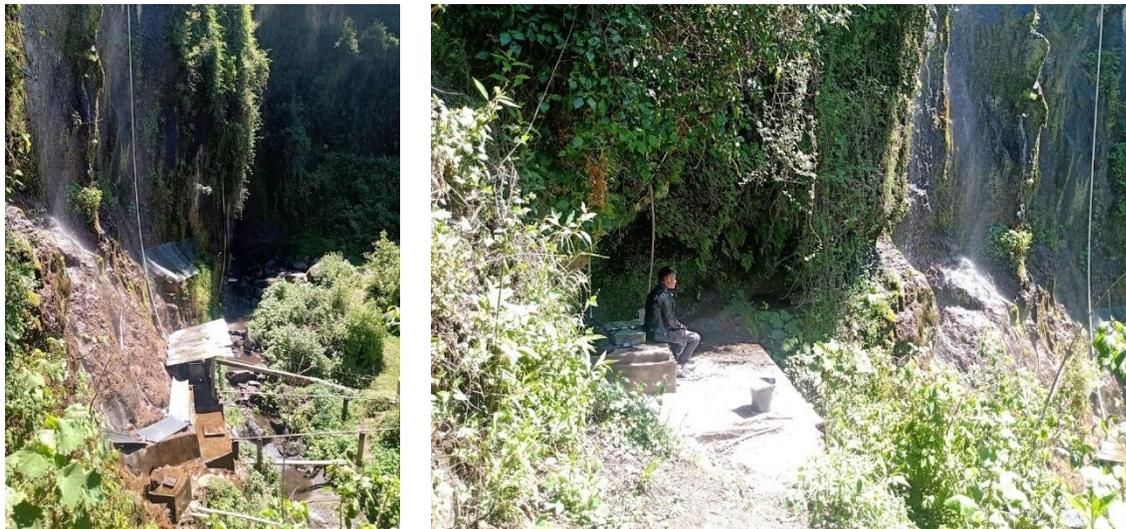


Análisis de la oferta

Actualmente el sistema de agua potable municipal que cubre el casco urbano y comunidades cercanas se encuentra suministrado mediante dos nacimientos los cuales se encuentran ubicados en lugares que no presentan deforestación, en el nacimiento de Xolmanzán se pueden evidenciar otros nacimientos de otros proyectos como agua que brota alrededor del nacimiento por lo que es común ver humedad alrededor de la zona. La fotografía 28 muestra que el área en donde se ubica el nacimiento Xolmanzán se encuentra rodeada de diferentes nacimientos.



Fotografía 28. Entorno de la fuente Xolmanzán



La fuente de Papó se encuentra cubierta por mucha vegetación y arboles sin embargo se desconoce si existe agua de otros nacimientos ya que en el recorrido de la línea de conducción no se evidencio tubería de otro sistema. El caudal producido por las dos fuentes se describe a continuación cabe mencionar que el aforo se realizó en el inicio de la época lluviosa por lo que ya habían ocurrido alguna lluvia en la región que aumentó el caudal suministrado.

Tabla 24. Oferta de agua para el sistema de agua municipal

Fuente	Coordenadas Geográficas	Caudal en L/s
Xolmanzán	Lat: 14°52'17.05"N Long: 91°19'0.00"O	4.74
Papó	Lat: 14°51'44.68"N Long: 91°19'55.18"O	3.46
Total		8.20

Al hablar de agua subterránea el proyecto de desarrollo de las aguas subterráneas en el altiplano central financiado por la Agencia de Cooperación Internacional de Japón JICA en coordinación con el Instituto de Fomento Municipal de la república de Guatemala INFOM, en 1997 plantearon un proyecto de suministro de agua mediante la perforación de un pozo, la tabla 25 muestra el caudal de bombeo producía este proyecto y también un nivel de agua estático y dinámico. Cabe mencionar que este proyecto quedó en el abandono tal como lo muestra la fotografía 29, su vida útil estaba calculada para el año 2010, se desconocen las causas del abandono, pero representa una oportunidad de abastecimiento si se quisiera invertir en su rehabilitación aumentando la demanda del recurso.

Nombre de municipio	Volumen adecuado de agua a bombear que se prevee (l/min)	Nivel de agua estática m (desde la superficie del suelo)	Nivel de agua dinámica m (desde la superficie del suelo)	Posición de instalación de la bomba m (desde la superficie de suelo)
San Juan Comalapa	680	40	110	130
Momostenango	680	60	100	120
Nahualá	570	70	120	140
San Carlos Sija	870	60	90	110
Cajolá	870	40	70	90

Tabla 25. Volumen de agua bombeable y nivel de aguas subterráneas

Fuente: Informe del estudio de diseño básico para el proyecto de desarrollo de las aguas subterráneas en el altiplano central de la república de Guatemala; JICA (1997)

Fotografía 29. Proyecto de bombeo JICA en abandono



Del estudio de JICA para la perforación del pozo se puede determinar que existen dos capas freáticas la superior pertenece al cuaternario con nivel de agua presente entre 3 a 16 metros y la otra capa freática interior está compuesta por rocas volcánicas del terciario de 30 a 80 metros respectivamente.

Análisis de la demanda

El casco urbano de Nahualá se ha convertido en un centro de desarrollo para el área comercial, es notable ver construcciones de más de 4 niveles con comercios incluidos, de la investigación de campo se han identificado 12 restaurantes 2 hoteles y 15 instituciones financieras, lo que demuestra un gran desarrollo para el casco urbano. La cercanía a la periferia del casco urbano de los cantones Xepatuj Rabaric, Chuisuc, Racantacaj, Quiacasiguan, Patzij ha propiciado el uso de los servicios municipales por dichas comunidades mencionadas y no solo al hablar de servicio de agua, sino de servicios de alcantarillado y de recolección de basura.



Actualmente se tiene un padrón de agua el cual equivale a 725 usuarios registrados, el sistema municipal del casco urbano carece de micro medición por lo que es difícil obtener los registros del consumo para determinar el consumo comercial de restaurantes y hoteles, aunado a que los arrendatarios de los establecimientos desconocen si se cuenta con sistema de agua potable municipal o de otros proyectos, pues en el casco urbano existen más de dos sistemas de agua que abastecen a los habitantes.

Fotografía 30. Numero de chorros existentes en una vivienda



En la fotografía anterior se puede observar más de un chorro lo evidenciando que en la vivienda existen dos sistemas de agua aparte del municipal, otro caso muy común de ver es que en lugares donde el servicio municipal es intermitente los usuarios utilizan el servicio de agua municipal para abastecer a la batería de baños, o únicamente poseen la instalación del chorro para usar el agua cuando requieran.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores es difícil determinar una dotación para las actividades domiciliarias y comerciales sin embargo para el presente estudio se determinará una



dotación en base a la normativa nacional y a las actividades identificadas en el casco urbano de Nahualá.

Para determinar el consumo doméstico inicial se ha utilizado la tabla de Schocklist

Bebida y cocina y lavado de platos	20-30 l/hab/día
Aseo personal (ducha)	20-75 l/hab/día
Lavado de ropa	10-15 l/hab/día
Inodoros	15-20 l/descarga

Tabla 26. Valores de consumo de Schocklist

Fuente: Acueductos Teoría y Diseño, Corcho romero (1993)

Se ha tomado en consideración el **consumo público** el cual está constituido por el agua que se utiliza para mantenimiento de zonas verdes públicas, lavado de calles, piletas, parques, rastro, centros de salud, el edificio municipal y otros servicios que estén ligados a la administración municipal; se tomará la información del Instituto de Fomento Municipal de Colombia INSFOPAL, el cual establece al consumo público entre 0 a 3% del consumo doméstico. Teniendo en cuenta la poca cantidad de parques que posee el casco urbano de Nahualá para este caso se utilizara un 2% del consumo doméstico.

También se han analizado el **consumo por pérdidas** considerando los dos tipos de perdidas **No físicas o comerciales**, las cuales comprenden al agua que es consumida pero que no se registra por micro medición (todos los servicios no mantienen registro). También se consideran las perdidas **físicas**, provocadas a causa de la mala hermeticidad de los componentes. Se utilizará el criterio del INSFOPAL el cual determina a estas pérdidas como un 20% del consumo doméstico.

Relacionando los consumos públicos y las perdidas en relación al caudal domiciliar se tiene una dotación para el sistema de agua potable municipal del casco urbano de Nahualá.

Tabla 27. Cálculo de dotación

Bebida y cocina y lavado de platos	25 l/hab/día
Aseo personal (ducha)	30 l/hab/día
Lavado de ropa	15 l/hab/día
Inodoros	15 l/hab/descarga
Total, de consumo domiciliar	85 l/hab/día

Tabla 28. Cálculo de dotación



Según el estudio de aguas subterráneas de JICA para el año 2010 en el casco Urbano de Nahualá se había establecido una dotación de 80L/hab/día. INFOM Y el MSPAS en sus guías de diseño establecen que para conexiones intradomiciliarias con opción a varios grifos por vivienda de 90 a 170 l/hab/día. En base a los datos anteriores se ha decidido utilizar la Dotación de 100 litros /hab/día.

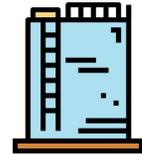
Tabla 29. Cálculo de dotación general

Unidades de medida	Litros/hab/día
Consumo Domiciliar	100
Consumo Público (2% consumo domiciliar)	2
Pérdidas (20% consumo domiciliar)	20
Demanda del sistema en l/hab/día	122

Tabla 30. Cálculo de dotación general

Análisis de la capacidad de almacenamiento

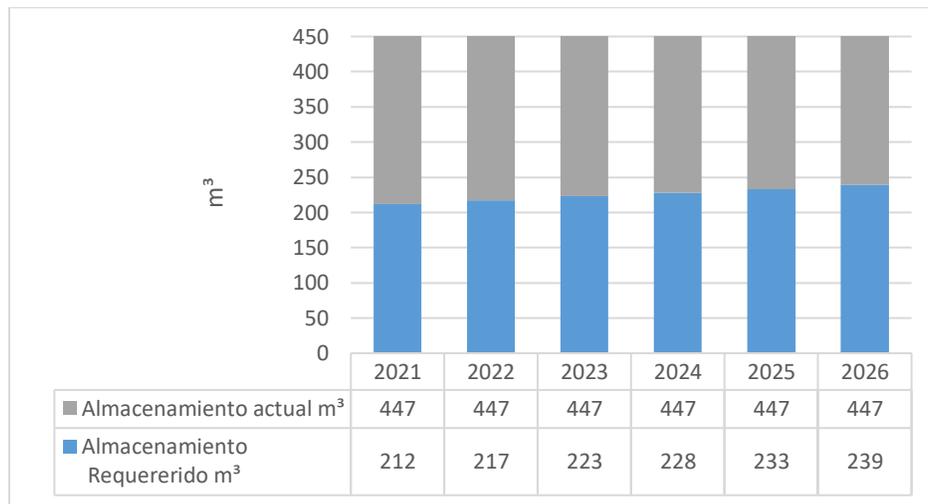
Actualmente el sistema del casco urbano de Nahualá posee 3 tanques de almacenamiento de 185, 85 y 177 metros cúbicos, teniendo un total de disponibilidad de almacenamiento de 447 metros cúbicos. Para conocer si es suficiente la capacidad de almacenamiento en la actualidad y en un lapso de 5 años se utilizará un modelo poblacional geométrico, una tasa de crecimiento de 2.38 %, la población base será el padrón de usuarios multiplicado por un factor de 6 habitantes por servicio.



Año	Usuarios	Dotación l/hab/día	Q med l/s	Consumo diario por usuarios l/día	Almacenamiento m ³
2021	4350	122	6.142	530700.00	212
2022	4454	122	6.289	543330.66	217
2023	4560	122	6.438	556261.93	223
2024	4668	122	6.591	569500.96	228
2025	4779	122	6.748	583055.09	233
2026	4893	122	6.909	596931.80	239

Tabla 31. Cálculo del almacenamiento

Figura 11. Relación del almacenamiento actual vs. el necesario



De la grafica anterior podemos decir que durante 5 años los tanques de almacenamiento lograrán cubrir la necesidad de los usuarios del sistema de aguapotable municipal que cubre el casco urbano de Nahualá.

Análisis de la oferta demanda

A partir de los resultados de las secciones anteriores se procede a calcular el balance hídrico del sistema de agua potable municipal que cubre el casco urbano de Nahualá.



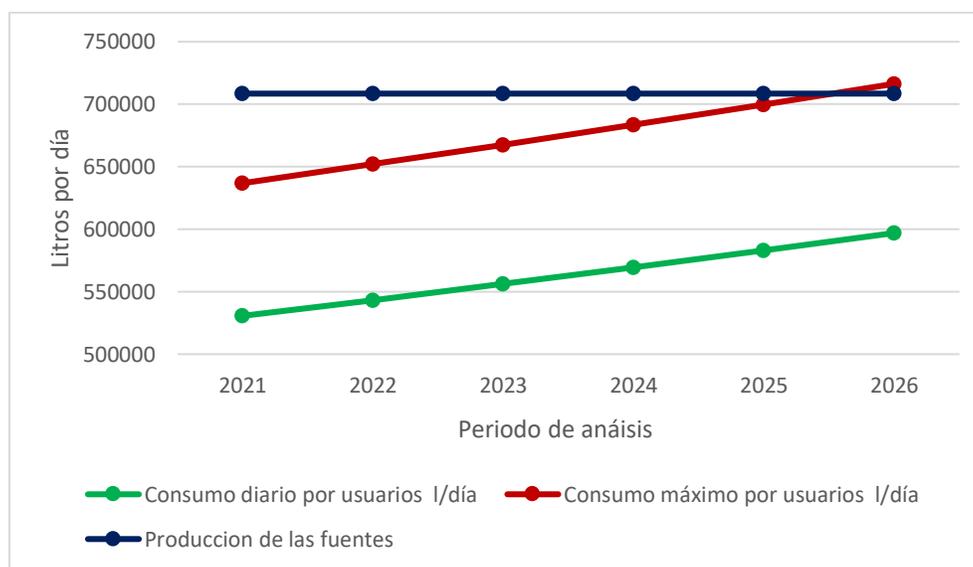
Datos de entrada:

Población Inicial	4350	habitantes
Densidad habitacional	6	hab/vivienda
Servicios registrados en la municipalidad	725	Servicios
Tasa de crecimiento	2.38	%
Factor de día máximo	1.2	
Factor de hora máximo	2	

Año	Usuarios	Dotación l/hab/día	Q med l/s	Q día max l/s	Q hora max l/s	DEMANDA		OFERTA	DISPONIBILIDAD	
						Consumo diario por usuarios l/día	Consumo máximo por usuarios l/día	Producción de las fuentes l/día	Superávit o Déficit l/día	
2021	4350	122	6.14	7.37	12.28	530700.00	636840.00	708480	71640.00	Superávit
2022	4454	122	6.29	7.55	12.58	543330.66	651996.79	708480	56483.21	Superávit
2023	4560	122	6.44	7.73	12.88	556261.93	667514.32	708480	40965.68	Superávit
2024	4668	122	6.59	7.91	13.18	569500.96	683401.16	708480	25078.84	Superávit
2025	4779	122	6.75	8.10	13.50	583055.09	699666.10	708480	8813.90	Superávit
2026	4893	122	6.91	8.29	13.82	596931.80	716318.16	708480	-7838.16	Déficit

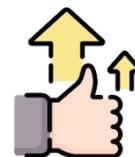
Tabla 32. Balance hídrico del sistema de agua potable municipal

Figura 12. Comportamiento de la oferta y demanda



Del análisis anterior la combinación de fuentes (Papó- Xolmanzán) logra cubrir la demanda de agua desde el año 2021 hasta el año 2025, cabe mencionar que este análisis se hizo para el caudal máximo (línea roja en la gráfica) que define como el posible aumento del caudal, es decir su variación en un día promedio; del análisis con el caudal máximo se determina que para el año 2026 no se logrará cubrir la demanda faltando 7,838.16 litros para abastecer por completo a los usuarios. Por otra parte, el caudal medio (línea verde en la gráfica) si logra ser cubierto por el caudal producido de la fuente.

Principales mejoras identificadas del sistema de agua



Dadas las condiciones actuales del sistema de agua evaluado se han propuesto diferentes mejoras en diferentes escenarios, además estas mejoras están compuestas por **medidas estructurales** que son obras físicas o arreglos a obras físicas que permiten mejorar la calidad en la prestación de los servicios de agua potable. También se proponen medidas **no estructurales** que no precisan la construcción de infraestructura, pero están planteadas para las mejoras en administración operación y mantenimiento, orientadas en una sostenibilidad ambiental, eficiencia económica y equidad social. La combinación de estas medidas busca una gestión progresiva por parte de los actores clave municipales e institucionales para mejorar la calidad de prestación de los servicios de agua y saneamiento y con ello mejorar las condiciones de vida de los habitantes del casco urbano y de comunidades en la periferia.

Mejoras en el sistema de agua a corto plazo

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Captación/Pozo	Bueno	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de las captaciones, interior y exterior; • Construcción de tapadera; • Instalación de ganchos y candado; • Instalación de 3 pichachas; • Repello y alisado de interior de caja colectora. 	Q. 3,357.90
Línea conducción	Bueno	<ul style="list-style-type: none"> • Lubricación de válvulas con aceite spray multiusos WD-40. • Eliminar tubería de ingreso a caja rompe presión • Reparar tapadera de caja de válvula de aire; • Enterrar tramos de tubería expuesta o cubrir con mezcla de concreto 	Q. 2,062.45

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Tanques de distribución	Regular	<ul style="list-style-type: none"> • Reparar fuga en tanque plástico • Cubrir superficie de tanque plástico, con pintura látex; • Construir escaleras tipo marinero en el exterior del tanque plástico; • Compra de un candado resistente a la intemperie; • Colocar respiradero en tanque de concreto • Construir escaleras tipo marinero en interior de tanque de concreto; • Limpieza de alrededores del tanque. 	Q. 10,413.00
Sistema de desinfección	Regular	<ul style="list-style-type: none"> • Control y monitoreo de la demanda de cloro 	Q. 7,752.47
Sistema de distribución	Regular	<ul style="list-style-type: none"> • Lubricación de válvulas con aceite spray multiusos WD-40; • Cambio de válvulas de compuerta; • Revestimiento de cajas de válvulas; • Limpieza de cajas de válvulas; • Construcción de dos tapaderas para caja de válvulas; 	Q. 9,924.20
Operación y Mantenimiento	Malo	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar y dar seguimiento a la aplicación del plan 	Q. 4,446.00

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
		de operación y mantenimiento del sistema de agua.	
Control de calidad del agua	Regular	•Operativizar un plan de control de calidad del agua	Q. 4,420.00
Gobernanza del agua	Deficiente	•Fortalecimiento a las capacidades técnicas de la OMAS	Q5,330.00

Mejoras en el sistema de agua a mediano plazo

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Captación/Pozo	Bueno	•Circulación del nacimiento Papó; • Barandas de seguridad en el nacimiento Xolmanzan;	Q. 7,477.60
Tanques de distribución	Regular	• Circulación de los 3 tanques.	Q. 100,419.02
Sistema de distribución	Regular	• Construir pazo de zanjón; •Línea de conducción exclusiva para el sector Xepatuj Rabaric, y Chuisuc	Q. 80,011.15
Catastro de usuarios	Deficiente	Identificación de usuarios, Inventario de sistemas existentes en el casco urbano	Q. 20,150.00
Gobernanza del agua	Deficiente	Actualización del reglamento	Q. 6,890.00

Mejoras en el sistema de agua a largo plazo

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Pozo	Abandono	• Estudio hidrogeológico	Q. 12,000.00
		• Rehabilitación de línea de impulsión	Q. 458,179.55
Sistema de distribución	Regular	• Estudio de mercado	Q. 8,000.00
		• Sectorización de los ramales	Q. 266,500.00
Gobernanza del agua	Deficiente	• Balance hídrico de la parte alta de la cuenca del río Nahualate	Q. 25,000.00
		• Política hídrica Municipal	Q. 20,000.00
Control de calidad del agua	Regular	• Proceso de certificación de sistema de agua	Q. 7,500.00

Mejoras identificadas del sistema de agua que pueden ser implementadas por la municipalidad



Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Captación/Pozo	Bueno	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de las captaciones, interior y exterior; • Construcción de tapadera; • Instalación de 3 pichachas; • Repello y alisado de interior de caja colectora; • Instalación de ganchos y candado. 	Q. 3,357.90

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Línea conducción	Bueno	<ul style="list-style-type: none"> • Lubricación de válvulas con aceite spray multiusos WD-40; • Eliminar tubería de ingreso a caja rompe presión; • Reparar tapadera de caja de válvula de aire • Enterrar tramos de tubería expuesta o cubrir con mezcla de concreto. 	Q. 2,062.45
Tanques de distribución	Regular	<ul style="list-style-type: none"> • Reparar fuga en tanque plástico • Cubrir superficie de tanque plástico, con pintura látex; • Construir escaleras tipo marineró en el exterior del tanque plástico; • Compra de un candado resistente a la intemperie; • Colocar respiradero en tanque de concreto; • Construir escaleras tipo marineró en interior de tanque de concreto; • Limpieza de alrededores del tanque; 	Q. 10,413.00
Sistema de desinfección	Bueno	<ul style="list-style-type: none"> • Control y monitoreo de la demanda de cloro; 	Q. 7,752.47
Sistema de distribución	Regular	<ul style="list-style-type: none"> • Lubricación de válvulas con aceite 	Q. 9,924.20

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
		spray multiusos WD-40; • Cambio de válvulas de compuerta; • Revestimiento de cajas de válvulas • Limpieza de cajas de válvulas; • Construcción de dos tapaderas para caja de válvulas.	
Catastro de usuarios	Deficiente	• Identificación de usuarios e inventario de sistemas existentes en el casco urbano.	Q. 20,150.00

Principales mejoras identificadas de saneamiento

Al igual que en el sistema de agua potable se han planteado mejoras al sistema de alcantarillado y sistema de tratamiento, para mejorar la calidad del servicio prestado, estas mejoras constan de medidas estructurales y no estructurales.



Mejoras en el sistema de saneamiento a corto plazo

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Pozos de visita	Regular	• Limpieza de pozos de visita de la zona 2; • Cambio de tapadera en calle principal	Q. 4,846.40
Tubería	Bueno	• Cambio de un tramo de tubería de 8" en zona 1; • Cambio de tubería de 8" en zona 2 y conexión con tubería principal hacia PTAR.	Q. 23,007.40

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR	Fuera de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de escotilla para desarenador; • Construcción de toma muestras; • Construcción de bodega y estación de limpieza; • Instalación de red de agua potable. 	Q. 19,659.97
Operación y Mantenimiento PTAR	Malo	<ul style="list-style-type: none"> • Arranque de PTAR; • Calibración de vertedero sutro; • Actualizar manual de Operación y mantenimiento 	Q. 4,550.00
Comunidades FIDAL	Regular	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de metodología Santolic para promover el fin de la defecación al aire libre. 	Q. 15,730.00

Mejoras en el sistema de saneamiento a mediano plazo

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Pozos de visita	Regular	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de cajas conectoras en zona 4 y parte de la zona 3; 	Q. 25,116.00
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	Fuera de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de cerco perimetral 	Q. 102,656.84
Manejo de aguas residuales municipales	Deficiente	<ul style="list-style-type: none"> • Actualización de Estudio técnico de aguas residuales. 	Q. 18,200.00

Mejoras en el sistema de saneamiento a largo plazo

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Drenaje urbano	Deficiente	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de nuevo sistema de drenaje que abarque por completo la zona 2. 	Q. 1,884,600.00

Principales mejoras identificadas de residuos sólidos



Para las mejoras al sistema de recolección de residuos sólidos también se han considerado medidas estructurales y no estructurales que permiten mejorar la prestación del servicio de recolección y disposición de residuos sólidos. Para las medidas estructurales se han considerado la compra de maquinaria y equipo, para mejorar la construcción del relleno sanitario.

Mejoras en el sistema de manejo y recolección de residuos sólidos a corto plazo

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Basureros clandestinos	Malo	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de limpieza y recuperación del zanjón que atraviesa la zona 1 y 2; 	Q. 14,755.00
Planta de Tratamiento de Desechos Sólidos PTDS	Regular	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar el personal operativo de relleno sanitario de acuerdo al manual de funciones. Costo Anual 	Q. 210,000.00
Operación y Mantenimiento PTDS	Malo	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar y dar seguimiento a la aplicación del plan de operación y mantenimiento existente de la Planta de desechos sólidos municipales; 	Q. 7,020.00
Planta de Tratamiento de Desechos Sólidos	Regular	<ul style="list-style-type: none"> • Comprar 2 rodillos compactadores manuales. 	Q. 7,280.00

Mejoras en el sistema de manejo y recolección de residuos sólidos a mediano plazo

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Gestión domiciliar de basura	Deficiente	<ul style="list-style-type: none"> •Programas piloto de educación ambiental para la población del casco urbano y comunidades cercanas que utilicen el sistema de recolección municipal; • Compra de basureros para clasificación de basura. 	Q. 80,990.00
Gestión municipal de los residuos sólidos	Deficiente	<ul style="list-style-type: none"> •Actualización de Reglamento para el manejo de residuos sólidos; 	Q. 6,890.00
Gestión de municipal de los residuos sólidos	Deficiente	<ul style="list-style-type: none"> •Implementación de basureros específicos para el día plaza. 	Q. 13,910.00
Planta de Tratamiento de Desechos Sólidos	Regular	<ul style="list-style-type: none"> •Compra de mesas para separación de desechos en el área de clasificación. 	Q. 10,400.00

Mejoras en el sistema de manejo y recolección de residuos sólidos a largo plazo

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Gestión de municipal de los residuos sólidos	Regular	<ul style="list-style-type: none"> •Creación de plan de rutas 	Q. 3,000.00
Gestión de municipal de los residuos sólidos	Regular	<ul style="list-style-type: none"> •Creación de centros de transferencia de basura en zonas de difícil acceso 	Q. 60,000.00

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Planta de Tratamiento de Desechos Sólidos	Regular	•Aumentar el personal de trabajo de acuerdo al manual de funciones. Costo Anual	Q. 648,000.00

Mejoras identificadas saneamiento que pueden ser implementadas por la municipalidad



Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Pozos de visita	Regular	•Limpieza de pozos de visita de la zona 2; •Cambio de tapadera en calle principal	Q. 4,846.40
Operación y Mantenimiento PTAR	Malo	•Arranque de PTAR; •Calibración de vertedero sutro; •Actualizar manual de Operación y mantenimiento	Q. 4,550.00
Planta de Tratamiento de Desechos Sólidos PTDS	Regular	•Aumentar el personal operativo de relleno sanitario de acuerdo al manual de funciones. Costo Anual	Q. 210,000.00
Operación y Mantenimiento PTDS	Malo	•Implementar y dar seguimiento a la aplicación del plan de operación y mantenimiento existente de la	Q. 7,020.00



Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
		Planta de desechos sólidos municipales;	
Planta de Tratamiento de Desechos Sólidos	Regular	•Comprar 2 rodillos compactadores manuales.	Q. 7,280.00

Hoja de ruta para la gestión de mejoras

Ruta para gestión de mejoras a corto plazo



ACTORES CLAVE IDENTIFICADOS	
OMAS (Oficina Municipal de Agua y Saneamiento, Oficina de ambiente)	
DMP (Dirección Municipal de Planificación)	
Auditor Municipal	
Honorable Consejo Municipal	
Fontanero o Personal municipal de albañilería	

Ruta para gestión de mejoras a mediano y largo plazo



ACTORES CLAVE IDENTIFICADOS	
OMAS (Oficina Municipal de Agua y Saneamiento, Oficina de ambiente)	
ONG's Nacionales e Internacionales	
DMP (Dirección Municipal de Planificación)	
Honorable Concejo Municipal	
Junta de cotización o licitación	
Fontanero o Personal municipal de albañilería	
Personal municipal de albañilería o empresa contratada	

Análisis de sostenibilidad

Para Abrams y Lockwood and Smits, la sostenibilidad está definida como “el mantenimiento de un cierto nivel de beneficio de una inversión, después de que se cumpla su etapa de implementación y debe ser interpretada en un periodo de tiempo sin límites”.¹



Técnica

La sostenibilidad técnica está orientada en principios de calidad, cantidad, continuidad, cobertura; por lo tanto, tendrá en cuenta los siguientes aspectos:

1. Operación y mantenimiento
2. Gestión administrativa del sistema construido
3. Provisiones de materiales

Para establecer los indicadores de sostenibilidad técnica para el sistema de agua potable se tomará la tabla número 34, y se concluirá de la siguiente manera según el valor de su índice de sostenibilidad.

ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD	CONCLUSIÓN
1.5-2	Sostenible: el sistema funciona bien
1-<1.5	Fácilmente sostenible: el sistema se encuentra en buenas condiciones, pero requiere mantenimiento
0.5-<1	Recuperable: el sistema funciona, pero presenta deficiencias físicas y de gestión, además se requieren obras menores
0<-0.5	Difícilmente Sostenible: El estado físico del sistema está mal y no funciona. La mayoría de obras complementarias requieren reconstrucción.

Tabla 33. Evaluación de índices de sostenibilidad sistemas de agua potable

¹Guía de la AECID para la Sostenibilidad y Modelos de Gestión de los Sistemas Rurales de Agua Potable; Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID, 2015)

No.	INDICADORES	VALORACIÓN		
		1	0.5	0
1	El sistema en su conjunto funciona correctamente conforme a los criterios establecidos en el diseño del proyecto ejecutivo	El sistema funciona correctamente y todos sus componentes están en buen estado	Sistema con funcionamiento bajo. Necesidad de reponer algún componente que falla	El sistema no funciona
2	El sistema de agua funciona al menos 6 horas diarias continuadas para garantizar que el 100% de los usuarios tomados en cuenta en el proyecto se beneficien de agua potable	El sistema llega al 100% de los usuarios funcionando al menos 6 horas diarias continuas	El sistema llega al 100% de los usuarios pero no a todas las horas el día. Es un funcionamiento que se interrumpe	El sistema no llega al 100% de los usuarios
3	El sistema de agua arroja un caudal diario suficiente para abastecer a todos los usuarios, teniendo en cuenta la estacionalidad de las fuentes. (Cantidad de agua disponible)	El sistema, aun en estaciones de escasez es capaz de suministrar agua potable al 100% de los usuarios	El sistema ofrece agua potable al 100% de los usuarios excepto en periodos de sequía	El sistema no tiene el caudal suficiente para abastecer al 100% de los usuarios
4	El caudal que llega a los usuarios es igual o mayor a 50 litros/persona/día (Cantidad de agua de consumo)	La cantidad de agua que reciben los usuarios es de más de 50 l/persona/día	La cantidad de agua que reciben los usuarios es entre 20-50 l/persona/día	La cantidad de agua que reciben los usuarios es menos de 20 l/persona/día
5	Se han llevado a cabo capacitaciones técnicas para la prestación de los servicios de agua	Se han llevado a cabo las suficientes capacitaciones técnicas dentro de las organizaciones comunitarias	Se han llevado a cabo capacitaciones pero no suficientes	No ha habido ninguna capacitación
6	Existen técnicos/fontaneros trabajando en el mantenimiento y funcionamiento del sistema de agua, cubriendo el 100% del sistema	Los sistemas de agua están vigilados y operados por personas con la capacidad adecuada a su labor	Existen técnicos especialistas pero no cubren el 100% del mantenimiento del sistema	Existen técnicos especialistas pero no cubren el 100% del mantenimiento del sistema
7	Se realizan actividades de operación y mantenimiento en base a los Planes de O&M elaborados	El mantenimiento del sistema se hace correctamente en base a una planificación previa y a las instrucciones de los planes O&M redactados	El sistema está parcialmente mantenido sobre una planificación de los planes de O&M	No se hace ningún mantenimiento o no existen planes de O&M
8	Se han elaborado Planes de O&M y están al alcance de todas personas interesadas o implicadas en el sistema	Existen manuales de mantenimiento que son adecuados a la comprensión de la población	Existen manuales de mantenimiento pero no son comprensibles por la mayoría de la población	No existen manuales ni ninguna información sobre el mantenimiento de los sistemas de agua
9	La tecnología implantada y decidida en conjunto con la población beneficiaria es la más asequible y la más apropiada para las condiciones locales estudiadas	La tecnología implantada es la más adecuada para el contexto de la comunidad rural (aspectos físicos, m.a. culturales y sociales)	La tecnología implantada es la más adecuada para el contexto físico de la comunidad rural, pero no coincide con los aspectos sociales	Se ha construido el sistema sin tener en cuenta las condiciones físicas ni sociales de la población beneficiaria
10	El sistema de agua se encuentra a una distancia máxima de 500m-30min desde la vivienda al punto donde se toma el agua	Los usuarios de agua se encuentran a menos de 500m o de 30min del punto de agua más cercano	El 50% de los usuarios se encuentra a menos de 500m o de 30min del punto de agua más cercano	Solo el 20% de los usuarios se encuentra a menos de 500m o 30min del punto de agua más cercano.
11	Existen suministros, repuestos y servicios disponibles accesibles a la comunidad y es conocida por los responsables del mantenimiento del sistema	Existen suministros, repuestos y servicios disponibles a nivel local y/o regional y accesibles a la comunidad	Existe la disponibilidad de suministros, repuestos y servicios pero no están al alcance de la población o los responsables del mantenimiento	No existen suministros, repuestos y servicios de reparación disponibles al alcance de la comunidad beneficiaria ni de los responsables del mantenimiento
12	El prestador de servicios tiene capacidad suficiente y adecuada para disponer de personal en la diferentes actividades de operación y mantenimiento	Hay continuamente presencia de personas encargadas de actividades de operación y mantenimiento en el tiempo que se necesite	Existe personal suficiente para hacer las actividades rutinarias pero no tiene capacidad en caso de necesidades mayores	No hay personal suficiente para llevar a cabo las actividades de operación y mantenimiento del sistema
13	El prestador de servicios tiene toda la documentación técnica del sistema (planos, diseños...) además de manuales y guías de mantenimiento y operación	El prestador tiene toda la documentación técnica del sistema	El prestador tiene documentación pero no la tiene completa	El prestador de servicios no tiene la documentación técnica del sistema
SUB TOTAL		7	0.5	0
Factor de ponderación sobre 2 unidades enteras.		Puntuación máxima	Puntuación obtenida	
0.153846154		13	7.5	
1.15				
Índice de sostenibilidad de agua.				

Tabla 34: Índice de sostenibilidad técnica del servicio de agua potable

Conclusión: El sistema de agua potable que cubre el casco urbano de Nahuálá y algunas comunidades en la periferia es **Fácilmente sostenible** el sistema se encuentra en buenas condiciones, pero requiere mantenimiento, además no precisa la construcción de obras de infraestructura para mejorar el servicio, Únicamente se requiere fortalecer las capacidades de la Oficina Municipal de Agua y Saneamiento mediante la creación e implementación de un manual



de operación y mantenimiento, Además de fortalecer las capacidades técnicas de los fontaneros y personal municipal a cargo de la operación del servicio.

De igual forma para establecer los indicadores de sostenibilidad técnica para el sistema de saneamiento se tomará la tabla número 36, y se concluirá de la siguiente manera según el valor de su índice de sostenibilidad.

ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD	CONCLUSIÓN
1.5-2	Sostenible: el sistema funciona bien, posee PTAR y cubre el casco urbano
1-<1.5	Fácilmente sostenible: el sistema se encuentra en buenas condiciones, pero requiere mantenimiento y la PTAR no cumple con normativa vigente.
0.5-<1	Recuperable: el sistema funciona, pero presenta deficiencias físicas, de gestión, y ampliación de cobertura, además se requiere construcción de PTAR.
0<-0.5	Difícilmente Sostenible: El estado físico del sistema está mal y no funciona. La mayoría de obras complementarias existentes requieren reconstrucción además la cobertura es poca en relación al casco urbano, requiere construcción de PTAR.

Tabla 35. Evaluación de índices de sostenibilidad saneamiento colectivo

No.	INDICADORES	VALORACIÓN		
		1	0.5	0
1	Años de vida útil disponibles del sistema de alcantarillado considerando el crecimiento poblacional de diseño.	15-20 años o más	5-14 años	0-4 años
2	Cantidad de tuberías de desfogue de aguas residuales sin conectarse al sistema existentes.	Ninguna	Muy pocas	Bastantes
3	Forma en la que se realiza la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado.	Correcta	Cercano a lo correcta	Incorrecta
4	Existe y es útil el manual de OyM del alcantarillado sanitario.	Si existe y es útil	Existe pero no es útil	No existe.
5	Años de vida útil disponibles de la PTAR considerando el crecimiento poblacional de diseño.	15-20 años o más	5-14 años	0-4 años
6	La PTAR cumple con la normativa vigente en cuanto a los parámetros de descarga del agua tratada.	Si cumple	No cumple por mala OyM	No cumple por no contar con las unidades necesarias
7	Existe y es útil el manual de OyM de la PTAR.	Si existe y es útil	Existe pero no es útil	No existe.
8	Que tanta presencia se considera que existe en el municipio de ríos o cuperos de aguas negras.	Ninguna	Muy poca	Bastante
9	% de familias asociadas al sistema que cuentan con un dispositivo para la disposición de excretas, (letrina o baño).	90-100%	50-89%	0-49%
10	Que tan frecuente es encontrar defecación o fuentes de contaminación fecal al aire libre en el municipio.	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente
11	Que tan frecuente es encontrar pañales desechables cuya disposición final es no adecuada, dentro del municipio por lo que no son una fuente de contaminación fecal al aire libre.	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente
12	La forma de disposición final de los residuos sólidos generados en el municipio es técnica y ambientalmente sostenible.	SI	Con avances	NO
SUB TOTAL		1	4.5	0
Factor de ponderación sobre 2 unidades enteras.		Puntuación máxima	Puntuación obtenida	
0.166666667		12	5.5	
0.92				
Índice de sostenibilidad de saneamiento.				

Tabla 36. Índice de sostenibilidad técnica del servicio de saneamiento colectivo

Conclusión: El sistema de saneamiento colectivo que cubre el casco urbano de Nahualá y algunas comunidades en la periferia es **Recuperable:** el sistema funciona, pero presenta deficiencias físicas, de gestión y ampliación de cobertura, además se requiere la puesta en marcha de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales como fortalecer las capacidades de la Oficina de Medio



ambiente mediante la creación e implementación de un manual de operación y mantenimiento, como elaborar el Estudio Técnico de aguas residuales municipales. Además de fortalecer las capacidades técnicas de los fontaneros y personal municipal a cargo de la operación del servicio.

Ambiental

Otro aspecto a considerar es la sostenibilidad ambiental que implica garantizar la seguridad hídrica en la población, por lo tanto, incluye las diversas intervenciones en agua en un contexto más amplio del medio ambiente y se orienta en el Enfoque de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos.



Para establecer los criterios de sostenibilidad ambiental se tomará la tabla número 38 correspondiente al nacimiento Xolmanzán y 39 correspondiente al nacimiento Papó; y a partir de las dos tablas se podrán tomar las siguientes conclusiones:

ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD	CONCLUSIÓN
1.5-2	Sostenible: las fuentes de agua se encuentran cercadas y protegidas, no se evidencia contaminación, ni amenazas de riesgos.
1-<1.5	Fácilmente sostenible: las fuentes de agua se encuentran protegidas, pero no se evidencia mantenimiento.
0.5-<1	Recuperable: No existe protección en las fuentes de agua y no se evidencia mantenimiento, se evidencia deforestación en las áreas cercanas.
0<-0.5	Difícilmente Sostenible: la fuente de agua se encuentra sin protección, se encuentra en zona de riesgo, no se evidencia mantenimiento, y el área circundante se encuentra deforestada.

Tabla 37. Evaluación de índices de sostenibilidad ambiental

No.	INDICADORES	VALORACIÓN		
		1	0.5	0
1	Existencia de áreas verdes o bosque alrededor de la fuente /toma de agua	Si	NA	No
2	Existencia de contaminación causada por basuras de hogares o por aguas servidas alrededor de la toma de agua(presencia de letrinas, animales, viviendas, basura doméstica etc).O se presentan indicios o riesgo de contaminación causada por productos químicos o residuos alrededor de la toma de agua con origen en actividades industriales, agrícolas, artesanales, etc.	No	NA	Si
		Leve	Moderada	Alta
3	Tipo de erosión presente en la zona	Laminar	Surcos , zanjas	Cárcavas, deslaves, algun evento de remoción de suelo o material geológico.
4	Nivel de vulnerabilidad a riesgos	Pendientes (0-15%)y sin antecedentes de eventos	Pendientes (16-50%)y sin antecedentes de eventos	Pendientes (>50%)y sin antecedentes de eventos
SUB TOTAL		3	0	0
	Factor de ponderación sobre 2 unidades enteras.	Puntuación máxima	Puntuación obtenida	
	0.5	4	3	
	1.50			
	Índice de sostenibilidad de ambiente			

Tabla 38. Índice de sostenibilidad ambiental para el nacimiento Xolmanzán

No.	INDICADORES	VALORACIÓN		
		1	0.5	0
1	Existencia de áreas verdes o bosque alrededor de la fuente /toma de agua	Si	NA	No
2	Existencia de contaminación causada por basuras de hogares o por aguas servidas alrededor de la toma de agua(presencia de letrinas, animales, viviendas, basura doméstica etc).O se presentan indicios o riesgo de contaminación causada por productos químicos o residuos alrededor de la toma de agua con origen en actividades industriales, agrícolas, artesanales, etc.	No	NA	Si
		Leve	Moderada	Alta
3	Tipo de erosión presente en la zona	Laminar	Surcos , zanjas	Cárcavas, deslaves, algun evento de remoción de suelo o material geológico.
4	Nivel de vulnerabilidad a riesgos	Pendientes (0-15%)y sin antecedentes de eventos	Pendientes (16-50%)y sin antecedentes de eventos	Pendientes (>50%)y sin antecedentes de eventos
SUB TOTAL		3	0.5	0
	Factor de ponderación sobre 2 unidades enteras.	Puntuación máxima	Puntuación obtenida	
	0.5	4	3.5	
	1.75			
	Índice de sostenibilidad ambiental			

Tabla 39. Índice de sostenibilidad ambiental para el nacimiento Papó



Conclusión: de acuerdo a la tabla de indicadores la Fuente de Xolmanzán es **Fácilmente sostenible** desde el punto de vista ambiental, pues las fuentes se encuentran protegidas de contaminantes, pero es necesario realizar acciones de mantenimiento para prevenir riesgos. La fuente Papó es **Sostenible**, pues no se evidencian riesgos de contaminación ni actividades a su alrededor aun así es recomendable circularla.

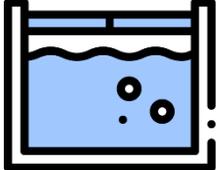
Manual de operación y mantenimiento sistema de agua potable municipal

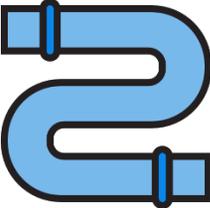
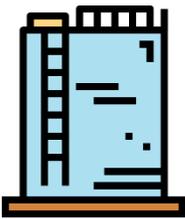
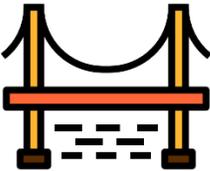


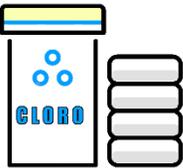
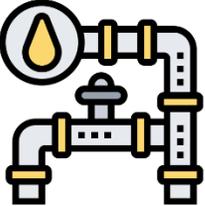
Operación:

Son las actividades que se llevan a cabo en los diferentes componentes del sistema, y que permiten su funcionamiento, por lo regular son coordinadas por OMAS o unidad administradora del servicio, quienes planifican las acciones las cuales son materializadas por los fontaneros o técnicos correspondientes. En general estas acciones pueden ser:

1. Operar y mantener adecuadamente el sistema de agua potable.
2. Inspeccionar periódicamente cada componente del sistema.
3. Informar mensualmente a la OMAS sobre el estado de conservación y funcionamiento del sistema de agua potable.
4. Llevar los registros y control de las actividades de operación en bitácoras.
5. Establecer en conjunto con la OMAS la compra de herramientas, equipo de protección personal, repuestos e insumos.
6. Operar las válvulas de control del sistema de agua potable.

ELEMENTO	OPERACIÓN	PERIODICIDAD	MEJORAS
 <p>CAPTACIÓN: Estructura cuya función es recolectar el agua del nacimiento, para luego llevarla al tanque de distribución por medio de la línea de conducción.</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Para poner en marcha la captación, después de cada mantenimiento, abrir la válvula de salida de compuerta cuando el agua ha llegado al nivel de rebalse. •Revisar si hay algún elemento que esté obstaculizando el paso del agua en el sistema de captación, especialmente en las tuberías de salida. •Revisar que las válvulas de paso estén correctamente abiertas, que no tengan alguna obstrucción que pueda perjudicar el desarrollo del sistema. •Revisar que las tapaderas de las captaciones y de la caja de válvulas estén en condiciones adecuadas. 	<p>Trimestralmente</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Mejora a la calidad del agua suministrada. •Mejora a la cantidad de agua suministrada
 <p>VÁLVULAS DE AIRE: Su función es liberar el aire que se encuentra en la línea de conducción. Principalmente cuando existe llenado de tubería.</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Revisión que la válvula esté funcionando de forma adecuada. •Graduar la válvula de aire para que pueda liberar las presiones que están atrapadas dentro del sistema de conducción. •Inspeccionar las cajas que contienen la válvula revisar que no estén azolvadas (presencia de tierra), inundadas, que las tapaderas se encuentren en buen estado y que la estructura no presente riego a deslizamientos. 	<p>Mensualmente</p>	<p>Mejora a la cantidad de agua suministrada</p>

ELEMENTO	OPERACIÓN	PERIODICIDAD	MEJORAS
 <p>VÁLVULAS DE COMPUERTA: son elementos que sirven para impedir o permitir el paso del agua, y sirven para operar ramales o elementos del sistema de agua potable.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar que las válvulas funcionen adecuadamente, abrir y cerrar completamente para evaluar si están en buen estado. • Inspeccionar las cajas que contienen la válvula revisar que no estén azolvadas (presencia de tierra), inundadas y que las tapaderas se encuentren en buen estado. 	Trimestralmente	Mejora a la cantidad y continuidad de agua suministrada.
 <p>LÍNEA DE CONDUCCIÓN: Tubería de agua que transporta el agua cruda desde la captación hasta el tanque de distribución.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Abrir la válvula de salida de la captación y caja reunidora de caudales para que el agua ingrese a la tubería de conducción. • Recorrer la línea de conducción identificando tuberías expuestas, anclajes oxidados, fugas o posibles derrumbes que pueden ocurrir. 	Trimestralmente	Mejora a la cantidad y continuidad de agua suministrada.
 <p>TANQUE DE ALMACENAMIENTO: Es una unidad que permite el almacenamiento de agua, con el fin de regular las variaciones horarias del consumo.</p>	Después de limpiar el tanque y habilitar de nuevo el sistema esperar a que el tanque este lleno a 2 metros de altura y proceder a abrir la válvula de paso hacia el sistema de distribución.	Semestralmente	Mejora a la cantidad y continuidad de agua suministrada.
 <p>PASO AÉREO O PASO DE ZANJÓN: Son estructuras que permiten el paso de la tubería de conducción o distribución</p>	Los pasos de zanjón identificados salvan distancias muy cortas, por lo que es necesario revisar los alrededores del paso, verificando que no se presenten hundimientos.	Trimestralmente	Mejora a la cantidad y continuidad de agua suministrada.

ELEMENTO	OPERACIÓN	PERIODICIDAD	MEJORAS
 <p>sobre ríos, zanjones o quebradas.</p> <p>SISTEMA DE CLORACIÓN DE PASTILLAS: Es un dispositivo encargado de suministrar la dosis de cloro requerida mediante pastillas que son desgastadas por el agua que pasa por el dispositivo que las contiene.</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Colocar las pastillas hasta llenar la cámara de carga, regular el caudal de dosificación según lo indicado por el análisis de la demanda de cloro, o de acuerdo a la configuración preestablecida; •Evaluar que esté pasando agua por el clorador y hacia el tanque además que no existan taponamientos; •Medir la concentración de cloro y que cumpla los requerimientos realizados en la prueba de demanda de cloro o que cumpla la dosis que permita el cumplimiento de la norma en los domicilios. 	Quincenalmente	Mejora a la calidad del agua suministrada
 <p>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN: Tubería de agua que transporta el agua potable desde la captación hasta el tanque de distribución.</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Después de cada mantenimiento abrir las diferentes válvulas de compuerta de los diferentes ramales; de ser necesario graduar la válvula de salida del tanque de acuerdo a la demanda requerida en los ramales; •Recorrer los diferentes ramales en busca de tuberías expuestas, fugas o problemas; •Abrir y cerrar las válvulas de compuerta cuando se requiera hacer mantenimiento o instalar conexiones nuevas. 	Trimestralmente	Mejora a la cantidad y continuidad del agua suministrada

ELEMENTO		OPERACIÓN	PERIODICIDAD	MEJORAS
	<p>ACOMETIDAS DOMICILIARES: Son instalaciones en las que converge el agua de la línea de distribución y el agua es distribuida para los distintos usos domiciliarios que le dan los usuarios (Pila, Inodoro, Lavamanos, regadera, temascal).</p>	<ul style="list-style-type: none"> Al instalar una nueva conexión se debe medir presión la cual debe de estar entre 15 PSI y 85 PSI, aunque se puede considerar presiones mínimas hasta de 8 PSI, para el cloro la concentración se debe encontrar entre 0.5 mg/L y 1.5 mg/L. 	<p>Quando se requieran nuevas conexiones</p>	<p>Mejora a la cantidad, continuidad y calidad del agua suministrada</p>
		<ul style="list-style-type: none"> Medir presión y cloro libre en diferentes puntos de la red. 	<p>Trimestralmente</p>	

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
	Equipo personal	Herramientas	Equipo especial
 <p>Herramientas utilizadas para la operación</p>	<ol style="list-style-type: none"> Guantes. Mascarillas. Botas de hule. Casco. Chaleco de identificación. Lentes de protección. Ropa exclusivamente para el trabajo. Portapapeles, lapiceros, etc. 	<ol style="list-style-type: none"> Bitácora de operación. Palas. Azadones. Cedazos. Carretas de mano. Rastrillo. Metro. Manguera. 	<ol style="list-style-type: none"> Medidor de cloro libre Medidor de pH Manómetro GPS Piseta Reactivos para medición de cloro



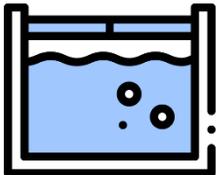
ELEMENTO		DESCRIPCIÓN		
		Equipo personal	Herramientas	Equipo especial
		9. Jabón desinfectante.	9. Escobas, cepillos plásticos y de alambre. 10. Machete 11. Tenazas 12. Desarmadores 13. Cangrejos 14. Llaves de tubo 15. Sierra para metal. 16. Cubetas plásticas.	



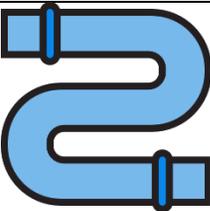
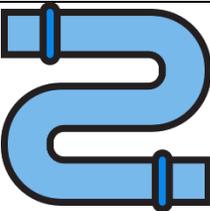
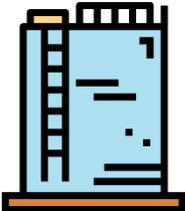
Mantenimiento

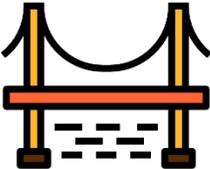
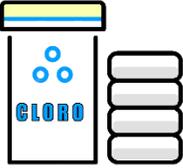
Es el conjunto de acciones que se realizan con la finalidad de prevenir y corregir daños que se producen en las instalaciones o componentes del sistema de agua dentro de estas acciones se pueden mencionar:

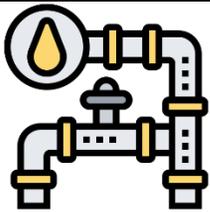
1. Limpieza y chapeo de las áreas cercanas a nacimientos, tanques y cajas a fin de evitar la proliferación de fauna nociva y contaminación por inclusión de material orgánico vegetal.
2. Informar y programar mensualmente en conjunto con la OMAS acciones de mantenimiento preventivo y correctivo.
3. Llevar los registros y control de las actividades mantenimiento en las bitácoras.
4. Construir y alimentar un documento As-Build para acciones correspondientes a reparaciones.
5. Establecer en conjunto con la OMAS la compra de herramientas, equipo de protección personal, repuestos e insumos.
6. Resanar obras de arte de concreto armado.
7. Limpiar y pintar elementos metálicos.

ELEMENTO	MANTENIMIENTO	PERIODICIDAD	MEJORAS
 <p>CAPTACIÓN: Estructura cuya función es recolectar el agua del nacimiento, para luego para llevarla al tanque de distribución por medio de la línea de conducción.</p>	<p>Externo:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Limpiar externamente las estructuras y sus Alrededores retirando malezas, piedras y objetos extraños. •Limpiar las veredas perimetrales de la estructura. •En caso de agrietamientos, fugas o tapaderas dañadas, resanar la parte dañada utilizando partes iguales de cemento y arena fina. •Aplicación de pintura anticorrosiva a ganchos de tapaderas y peldaños de hierro. <p>Interno:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Abrir la válvula de limpieza y esperar que salga el agua por la tubería. •Remover los sólidos que se encuentra en el fondo y limpiar, se recomienda que sea con escobilla la suciedad del piso, paredes y accesorios. •Enjuagar las paredes y piso de la cámara húmeda. •Dejar correr el gua para que elimine la suciedad. <p>Desinfección:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Preparar la solución para la desinfección, aplicando 6 cucharadas grandes de cloro en polvo al 30% en un balde con 10 litros de agua ò 3 cucharas soperas de cloro líquido de 70% en 10 litros de agua; disolver bien, removiendo cuidadosamente por espacio de 5 minutos. •Frotar paredes internas y piso de la captación. 	<p>Trimestralmente</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Mejora a la calidad del agua suministrada. •Mejora a la cantidad de agua suministrada

ELEMENTO	MANTENIMIENTO	PERIODICIDAD	MEJORAS
	<ul style="list-style-type: none"> •La solución sobrante guardar y utilizar en otras estructuras de nacimientos, caja reunidora, rompe presión, distribución, rompe presión, tanque de distribución. Usar máximo hasta 4 veces. <p>Ensayos Especiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Medir el caudal de ingreso en litros por segundo, y anotarlo en boleta de aforos previamente establecida en conjunto con la OMAS. 		
	<p>VÁLVULAS DE AIRE: Su función es liberar el aire que se encuentra en la línea de conducción. Principalmente cuando existe llenado de tubería.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Retirar maleza, basura, piedras o tierra que pueda estar perjudicando la caja donde se encuentra la válvula. •Lubricar candados y válvulas con Aceite Multiusos WD-40 •Limpiar la caja internamente retirando hierbas, piedras y todo material extraño. •Abrir la válvula y dejar que libere el aire contenido. •Limpiar con un cepillo y escobilla las paredes de la caja y tapadera. 	Trimestralmente	Mejora a la cantidad de agua suministrada
	<p>VÁLVULAS DE COMPUERTA: son elementos que sirven para impedir o permitir el paso del agua, y sirven para</p> <ul style="list-style-type: none"> •Retirar maleza, basura, piedras o tierra que pueda estar perjudicando la caja donde se encuentra la válvula. •Lubricar candados con Aceite Multiusos WD-40 •Limpiar la caja internamente retirando hierbas, piedras y todo material extraño. 	Trimestralmente	Mejora a la cantidad y continuidad de agua suministrada.

ELEMENTO	MANTENIMIENTO	PERIODICIDAD	MEJORAS
	<p>operar ramales o elementos del sistema de agua potable.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Abrir y cerrar la válvula mientras se lubrica con Aceite Multiusos WD-40 •Limpiar con un cepillo y escobilla las paredes de la caja y tapadera. 		
	<p>LÍNEA DE CONDUCCIÓN: Tubería de agua que transporta el agua cruda desde la captación hasta el tanque de distribución.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recorrer la línea de conducción limpiando de maleza todas las líneas que sobresalgan a la superficie. • La tubería que este expuesta deberá de enterrarse, cuando no sea posible por las condiciones del suelo deberá aplicárseles sabieta. 	Trimestralmente	Mejora a la cantidad y continuidad de agua suministrada.
	<p>TANQUE DE ALMACENAMIENTO: Es una unidad que permite el almacenamiento de agua, con el fin de regular las variaciones horarias del consumo.</p> <p>Externo:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Limpiar externamente las estructuras y sus alrededores retirando malezas, piedras y objetos extraños. •Limpiar las veredas perimetrales de la estructura. •En caso de agrietamientos, fugas o tapaderas dañadas, resanar la parte dañada utilizando partes iguales de cemento y arena fina. •Aplicación de pintura anticorrosiva a ganchos de tapaderas y peldaños de hierro. <p>Interno:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Abrir la válvula de limpieza y esperar que salga el agua por la tubería. •Remover los sólidos que se encuentra en el fondo y limpiar, se recomienda que sea con 	Semestralmente	Mejora a la cantidad y continuidad de agua suministrada.

ELEMENTO	MANTENIMIENTO	PERIODICIDAD	MEJORAS
	<p>escobilla la suciedad del piso, paredes y accesorios.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Enjuagar las paredes y piso del interior del tanque •Dejar correr el gua para que elimine la suciedad. <p>Desinfección:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Preparar la solución para la desinfección, aplicando 6 cucharadas grandes de cloro en polvo al 30% en un balde con 10 litros de agua ò 3 cucharas soperas de cloro líquido de 70% en 10 litros de agua; disolver bien, removiendo cuidadosamente por espacio de 5 minutos. •Frotar paredes internas y piso del tanque • Dejar reposar la solución durante 2 horas, para luego inyectarla a la línea de distribución. 		
	<p>PASO AÉREO O PASO DE ZANJÓN: Son estructuras que permiten el paso de la tubería de conducción o distribución sobre ríos, zanjones o quebradas.</p>	<p>Trimestralmente</p>	<p>Mejora a la cantidad y continuidad de agua suministrada.</p>
	<p>SISTEMA DE CLORACIÓN DE PASTILLAS: Es un dispositivo encargado de suministrar la dosis de cloro requerida mediante pastillas que son desgastadas</p>	<p>Trimestralmente</p>	<p>Mejora a la calidad del agua suministrada</p>

ELEMENTO	MANTENIMIENTO	PERIODICIDAD	MEJORAS
	<p>por el agua que pasa por el dispositivo que las contiene.</p>		
	<p>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN: Tubería de agua que transporta el agua potable desde la captación hasta el tanque de distribución.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recorrer la línea de distribución limpiando de maleza todas las líneas que sobresalgan a la superficie. • La tubería que este expuesta deberá de enterrarse, cuando no sea posible por las condiciones del suelo deberá aplicárseles sabieta. • Al realizar reparaciones se recomienda marcar con aerosol de un color establecido, la tubería de la línea de distribución municipal. <p>Desinfección:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utiliza la solución clorada que se dejó reposar en el tanque durante 2 horas. • Dejar circular la solución clorada por toda la red de tuberías, abriendo todas las válvulas de compuerta y cerrando las válvulas de limpieza que puedan existir. • Dejar durante 4 horas esta solución clorada en toda la red. • Dejar que el agua enjuague la red de tuberías antes de cerrar las válvulas de paso y los grifos hasta que no se perciba el olor 	<p>Trimestralmente</p>	<p>Mejora a la cantidad y continuidad del agua suministrada</p>

ELEMENTO	MANTENIMIENTO	PERIODICIDAD	MEJORAS
	<p>a cloro o cuando el cloro residual medido en el tanque no sea mayor a 1.00 mg/L.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Es recomendable el uso del sistema un día después de la desinfección. 		
 <p>ACOMETIDAS DOMICILIARES: Son instalaciones en las que converge el agua de la línea de distribución y el agua es distribuida para los distintos usos domiciliarios que le dan los usuarios (Pila, Inodoro, Lavamanos, regadera, temascal).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar en distintas partes de los ramales el cumplimiento de presión y cloro bajo los siguientes criterios: 15 PSI y 85 PSI, aunque se puede considerar presiones mínimas hasta de 8 PSI, para el cloro la concentración se debe encontrar entre 0.5 mg/L y 1.5 mg/L. • Verificar el funcionamiento de la llave de paso, grifos y accesorios. 	Trimestralmente	Mejora a la cantidad, continuidad y calidad del agua suministrada

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
	Equipo personal	Herramientas	Equipo especial
 <p>Herramientas utilizadas para el mantenimiento</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guantes. 2. Mascarillas. 3. Botas de hule. 4. Casco. 5. Chaleco de identificación. 6. Lentes de protección. 7. Ropa exclusivamente para el trabajo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bitácora de mantenimiento y boleta de aforos. 2. Palas. 3. Azadones. 4. Cuchara. 5. Cedazos. 6. Carretas de mano. 7. Rastrillo. 8. Metro. 9. Manguera. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Medidor de cloro libre 2. Medidor de pH 3. Manómetro 4. GPS 5. Piseta 6. Reactivos para medición de cloro



ELEMENTO		DESCRIPCIÓN		
		Equipo personal	Herramientas	Equipo especial
		8. Portapapeles, lapiceros, etc. 10. Jabón desinfectante.	10. Escobas, cepillos plásticos y de alambre. 11. Machete 12. Tenazas 13. Desarmadores 14. Cangrejos 15. Llaves de tubo 16. Sierra para metal. 17. Cubetas plásticas.	



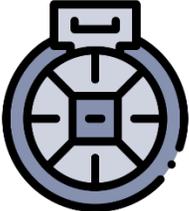
Manual de operación y mantenimiento sistema de alcantarillado municipal

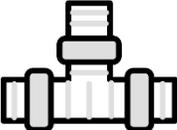


Operación:

Son las actividades que se llevan a cabo en los diferentes componentes del sistema, y que permiten su funcionamiento, por lo regular son coordinadas por OMAS, Oficina de Medio Ambiente o unidad administradora del servicio, quienes planifican las acciones las cuales son materializadas por los fontaneros o técnicos correspondientes. En general estas acciones pueden ser:

1. Operar y mantener adecuadamente el sistema de alcantarillado.
2. Inspeccionar periódicamente cada componente del sistema.
3. Informar mensualmente a la unidad responsable sobre el estado de conservación y funcionamiento de la red de alcantarillado.
4. Llevar los registros y control de las actividades de operación en bitácoras.
5. Establecer en conjunto con la unidad responsable la compra de herramientas, equipo de protección personal, repuestos e insumos.
6. Inspeccionar los pozos de visita y cajas conectoras existentes en la red.

ELEMENTO	OPERACIÓN	PERIODICIDAD	MEJORAS
 <p>POZOS DE VISITA O CAJAS CONECTORAS: son estructuras que se utilizan en sistemas de drenaje (sanitario y pluvial) para interconectar las líneas de tubería y permitir su inspección y mantenimiento. Se suelen usar al inicio de la red, cuando hay cambio de materiales o diámetro de tuberías, en cambios de direcciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Al culminar reparaciones o agregar tramos realizar una cualitativa revisando el enlucido, del aislamiento etc., comparando los materiales y procedimientos utilizados con lo especificado en las normas vigentes. • Antes de poner en funcionamiento los pozos o cajas conectoras nuevas, estas estructuras deben de ser limpiadas, eliminando los desperdicios y los residuos de concreto y yeso. • La inspección en los pozos de visita será en forma visual empleando linternas, espejos y el equipo de seguridad personal. Lo más recomendable para la ejecución de esta tarea, es que el colector se encuentre sin flujo o tenga el mínimo nivel de agua. Normalmente, tales condiciones se tienen entre la medianoche y las cinco horas de la mañana; sin embargo, en base al comportamiento local de la red podría tenerse otro horario más adecuado. En necesario revisar la existencia de taponamientos y su estado interno de conservación, si existe material azolvado o no. • Se debe verificar el estado de las tapas de los pozos de visita o cajas conectoras y de las cajas de los registros domiciliarios. 	<p>Trimestralmente</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora la cobertura de drenaje • Mejora la eficiencia de la Planta de tratamiento. • Evita la generación de focos infecciosos. • Mejora la calidad de vida de los habitantes.

ELEMENTO	OPERACIÓN	PERIODICIDAD	MEJORAS
 <p>Tubería de drenaje: en estas tuberías confluyen las aguas residuales provenientes de los domicilios y comercios que cuentan con un servicio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Al culminar reparaciones o agregar tramos realizar una cualitativa revisando las pendientes, del enlucido, del aislamiento, etc., comparando los materiales y procedimientos utilizados con lo especificado en las normas vigentes. • Antes de poner en funcionamiento las redes de alcantarillado nuevas o las reparadas éstas deberán ser limpiadas, eliminando los desperdicios y los residuos de concreto y yeso. <ul style="list-style-type: none"> • La tubería que sea inaccesible se inspecciona utilizando linternas y espejos. • Inspeccionar los diferentes ramales para conocer: <ul style="list-style-type: none"> ✓ La vejez o antigüedad de la tubería. ✓ El grado de corrosión interna o externa. ✓ La formación de depósitos en el fondo o infiltraciones o fugas anormales. ✓ La penetración de raíces en la tubería. <p>La limitación en la capacidad de transporte de las aguas residuales.</p>	<p>Semestralmente</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora la cobertura de drenaje • Mejora la eficiencia de la Planta de tratamiento. • Evita la generación de focos infecciosos. • Mejora la calidad de vida de los habitantes.

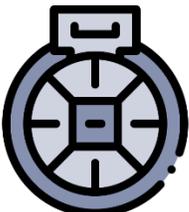
ELEMENTO		OPERACIÓN	PERIODICIDAD	MEJORAS
ELEMENTO		DESCRIPCIÓN		
		Equipo personal	Herramientas	Equipo especial
	<p>Herramientas utilizadas para el mantenimiento</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guantes. 2. Mascarillas. 3. Botas de hule. 4. Casco. 5. Chaleco de identificación. 6. Lentes de protección. 7. Ropa exclusivamente para el trabajo. 8. Portapapeles, lapiceros, etc. 11. Jabón desinfectante. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bitácora de mantenimiento y boleta de aforos. 2. Palas. 3. Azadones. 4. Cuchara. 5. Carretas de mano. 6. Rastrillo. 7. Metro. 8. Manguera. 9. Escobas, cepillos plásticos y de alambre. 10. Machete 11. Tenazas 12. Desarmadores 13. Llaves de tubo 14. Sierra para metal. 15. Cubetas plásticas. 16. Varillas de hierro 17. Escaleras 18. Cuerdas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Trikets de 2 ton 2. Linternas 3. Espejos

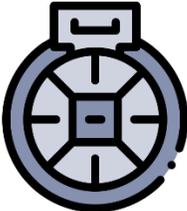


Mantenimiento:

Es el conjunto de acciones que se realizan con la finalidad de prevenir y corregir daños que se producen en las instalaciones o componentes del sistema de alcantarillado. Hay que tener presente que los fluidos contienen gérmenes patógenos y gases tóxicos, por lo que es fundamental que al operarlos se disponga de los elementos de protección requeridos para ingresar a las estructuras y evitar la contaminación. Entre las acciones más importantes para el mantenimiento se pueden mencionar:

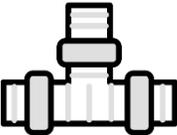
1. Limpieza y retiro de material azolvado de pozos de visita y cajas conectoras, limpieza de tuberías, retiro de material inerte que pueda ocasionar taponamientos.
2. Informar y programar mensualmente en conjunto con la OMAS acciones de mantenimiento preventivo y correctivo.
3. Llevar los registros y control de las actividades mantenimiento en las bitácoras.
4. Construir y alimentar un documento As-Build para acciones correspondientes a reparaciones y nuevos ramales.
5. Establecer en conjunto con la OMAS la compra de herramientas, equipo de protección personal, repuestos e insumos.
6. Resanar obras de arte de concreto armado como pozos de visita, cajas conectoras y tapaderas de concreto.

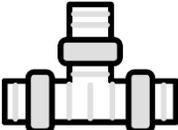
ELEMENTO	MANTENIMIENTO	PERIODICIDAD	MEJORAS
 <p>POZOS DE VISITA O CAJAS CONECTORAS: son estructuras que se utilizan en sistemas de drenaje (sanitario y pluvial) para interconectar las líneas de tubería y permitir su inspección y mantenimiento. Se suelen usar al inicio de la red, cuando hay cambio de materiales o diámetro de tuberías, en cambios de direcciones.</p>	<p>Mantenimiento preventivo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los pozos de visita y las candelas o conexiones domiciliarias deberán mantenerse libres de basura, piedras, tierra o escombros a fin de evitar taponamientos en el sistema. • Se deberá ejercer un estricto control para evitar que las conexiones de agua de lluvia, tanto las procedentes de patios o techos como las de las calles, sean conectadas por los vecinos a la red de drenaje. • Hacer conciencia en la población de no tirar a los lavaderos residuos de comida, papeles, plásticos, ni otro material que pudiera ocasionar taponamientos en la red; ni tirar en el inodoro papeles, toallas sanitarias, trapos, vidrios, aguas con grasas, ni otros objetos extraños al alcantarillado o drenaje. <p>• Las cajas de conectoras y pozos de visita ubicadas en los cambios de pendiente, diámetro y dirección se les retirará el material azolvado si hubiese seguidamente se limpiarán con abundante agua; previamente se deberán abrir las tapas de los buzones aguas abajo y aguas arriba del tramo afectado y</p>	<p>Trimestralmente</p> <p>Anualmente</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora la cobertura de drenaje • Mejora la eficiencia de la Planta de tratamiento. • Evita la generación de focos infecciosos. • Mejora la calidad de vida de los habitantes.

ELEMENTO	MANTENIMIENTO	PERIODICIDAD	MEJORAS
	<p>esperar 15 minutos antes de ingresar, para permitir una adecuada ventilación de los gases tóxicos que se producen en las alcantarillas.</p>		
	<p>POZOS DE VISITA O CAJAS CONECTORAS: son estructuras que se utilizan en sistemas de drenaje (sanitario y pluvial) para interconectar las líneas de tubería y permitir su inspección y mantenimiento. Se suelen usar al inicio de la red, cuando hay cambio de materiales o diámetro de tuberías, en cambios de direcciones.</p> <p>Mantenimiento correctivo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuando existan atoros se deberán utilizar mediante el empleo de varillas de hierro y a través de los pozos de visita o cajas de inspección. Se utilizará también agua a presión. • Al detectar deterioros en los pozos de visita o cajas conectoras se deberán realizar las reparaciones necesarias tomando en cuenta los siguiente: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Abrir las tapas de los pozos de visita aguas arriba y aguas abajo del pozo afectado por lo menos 15 minutos antes de ingresar a realizar los trabajos. ✓ Taponado de llegadas de tuberías al buzón. ✓ Desvío de las aguas servidas (si fuese necesario, el agua residual deberá bombearse aguas abajo). ✓ Limpieza del fondo del pozo. 		



ELEMENTO	MANTENIMIENTO	PERIODICIDAD	MEJORAS
	<p>De acuerdo al daño se deberán tomar los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Reconstrucción de media caña con mortero 1:2 ✓ Reconstrucción de cuerpo de buzón: <ol style="list-style-type: none"> 1) Mediante la demolición del cuerpo del buzón deteriorado. 2) Encofrado del cuerpo del buzón. 3) Reconstrucción del cuerpo del buzón con concreto ($f'c=175\text{kg/cm}^2$) 4) desencofrado. Después del fraguado, destaponado del colector. Eliminación de desmonte y limpieza de la zona de trabajo •Cuando sea necesario cambiar las tapaderas de los pozos se tomarán en cuenta las siguientes consideraciones. <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cambio de marco y tapa para buzón mediante: retiro del marco y/o tapa de deteriorados y/o instalación de marco de hierro fundido con concreto $F'c=210\text{ kg/cm}^2$ y/o colocación de tapa de concreto. ✓ Reposición de techo de buzón mediante: rotura del brocal de pozo deteriorado y/o instalación de brocal de pozo prefabricado. 		

ELEMENTO	MANTENIMIENTO	PERIODICIDAD	MEJORAS
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reposición del pavimento si lo hubiere. ✓ Eliminación de desmonte y limpieza de la zona de trabajo. ✓ Otras actividades. 		
	<p>Tubería de drenaje: en estas tuberías confluyen las aguas residuales provenientes de los domicilios y comercios que cuentan con un servicio.</p>	<p>Mantenimiento preventivo</p> <ul style="list-style-type: none"> •Se deberá realizar la limpieza manual de las alcantarillas, para lo cual podrán emplearse barras o varillas de acero de 3/8" a 1/2" de diámetro y de 1,0 m. de longitud. También pueden emplearse cables de acero de 12 mm de longitud variable. En ambos casos se pueden adaptar ciertos dispositivos como cortadores de raíces y cortadores expandibles con cuchillas adaptables al diámetro de la tubería; Se deberán abrir las tapas de los buzones aguas abajo y aguas arriba del tramo afectado y esperar 15 minutos antes de ingresar, para permitir una adecuada ventilación de los gases venenosos que se producen en las alcantarillas. 	<p>Anualmente</p> <ul style="list-style-type: none"> •Mejora la cobertura de drenaje •Mejora la eficiencia de la Planta de tratamiento. •Evita la generación de focos infecciosos. •Mejora la calidad de vida de los habitantes.

ELEMENTO	MANTENIMIENTO	PERIODICIDAD	MEJORAS
 <p>Tubería de drenaje: en estas tuberías confluyen las aguas residuales provenientes de los domicilios y comercios que cuentan con un servicio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando los atoros no se puedan trabajar mediante los pozos de visita y exista un colapso de la red; se procede a excavar hasta encontrar la tubería donde se efectuó el atoro; se corta la clave de la tubería en forma rectangular, para extraer el objeto obstruido; dependiendo de la importancia del tramo se puede considerar la apertura de un segundo corte para drenar el agua que transporta él tuvo procurando de no inundar la zanja en donde se trabaja. • Luego de efectuada la limpieza, se deberá realizar la evaluación del estado del colector, a fin de determinar la necesidad de su rehabilitación. • Para reparar las tuberías se sella primeramente las aberturas colocando tuberías de PVC (media luna), vaciando a continuación un dado de concreto con una resistencia de 140 Kg/cm² rellenando y compactando la zanja excavada y finalmente reponiendo el pavimento afectado. • Para reforzar las tuberías se utilizará Concreto (fe = 140 Kg/cm²), siendo necesario colocar un encofrado de madera o metálico que coincida con la campana de la tubería. Este refuerzo de concreto generalmente tiene un espesor de 7,5 cm. 		<ul style="list-style-type: none"> • Mejora la cobertura de drenaje • Mejora la eficiencia de la Planta de tratamiento. • Evita la generación de focos infecciosos. • Mejora la calidad de vida de los habitantes.



ELEMENTO	MANTENIMIENTO	PERIODICIDAD	MEJORAS
	<p>En algunas oportunidades la tubería presenta grietas en su parte superior, cubriéndolo con tubería de PVC (media luna) y vaciando luego con concreto. Los siguientes pasos son los mismos que en una renovación de colectores, se rellena y compacta para luego reponer el pavimento según sea el caso.</p> <p>•Para el cambio de tuberías se excavará la zanja y se reservará el material excavado que pueda ser reutilizado para el relleno. Se extrae el tubo deteriorado y se procederá al cambio. Una vez colocado se rellenará y compactará la zanja con material granular. El pavimento demolido deberá de ser repuesto, si es que pre-existía. El personal deberá de realizar la limpieza del área de trabajo y el retiro de los dispositivos de señalización y seguridad. Este mantenimiento se debe ejecutar en un periodo máximo de 24 horas, de tal modo que el servicio pueda ser restituido lo más pronto posible. En el caso de que el tramo comprometa conexiones domiciliarias, se efectuará el taponamiento temporal de dichas conexiones durante la ejecución del mantenimiento, de tal manera que los trabajos se lleven a cabo en seco.</p>		

ELEMENTO		DESCRIPCIÓN		
		Equipo personal	Herramientas	Equipo especial
	Herramientas utilizadas para el mantenimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guantes. 2. Mascarillas. 3. Botas de hule. 4. Casco. 5. Chaleco de identificación. 6. Lentes de protección. 7. Ropa exclusivamente para el trabajo. 8. Portapapeles, lapiceros, etc. 12. Jabón desinfectante. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bitácora de mantenimiento y boleta de aforos. 2. Palas. 3. Azadones. 4. Cuchara. 5. Carretas de mano. 6. Rastrillo. 7. Metro. 8. Manguera. 9. Escobas, cepillos plásticos y de alambre. 10. Machete 11. Tenazas 12. Desarmadores 13. Llaves de tubo 14. Sierra para metal. 15. Cubetas plásticas. 16. Varillas de hierro 17. Escaleras 18. Cuerdas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Trikets de 2 ton 2. Linternas 3. Espejos



Cronograma de operación y mantenimiento

Operación y mantenimiento del sistema de agua potable municipal

NO.	ELEMENTO	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
		s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4
1	CAPTACIÓN	Operación					Mantenimiento							Operación											
2	VÁLVULAS DE AIRE	Operación				Operación				Operación				Operación				Operación				Operación			
3	VÁLVULAS DE COMPUERTA	Operación					Mantenimiento							Operación											
4	LINEA DE CONDUCCIÓN	Operación						Mantenimiento						Operación											
5	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN																								Operación
6	PAZOS DE ZANJÓN	Operación						Mantenimiento						Operación											
7	DESINFECCIÓN DEL SISTEMA																								Mantenimiento
8	SISTEMA DE DESINFECCIÓN	Operación		Operación		Operación		Operación		Operación		Operación		Operación		Operación		Operación		Operación		Operación		Operación	
9	LINEA DE DISTRIBUCIÓN	Operación							Mantenimiento					Operación							Mantenimiento				
10	CONEXIONES DOMICILIARES	Operación												Operación					Mantenimiento						

Operación

Mantenimiento

NO.	ELEMENTO	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE							
		s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4				
1	CAPTACIÓN	Operación					Mantenimiento							Operación															
2	VÁLVULAS DE AIRE	Operación				Operación								Operación								Operación				Operación			
3	VÁLVULAS DE COMPUERTA	Operación					Mantenimiento							Operación								Mantenimiento							
4	LÍNEA DE CONDUCCIÓN	Operación						Mantenimiento						Operación										Mantenimiento					
5	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN																									Operación			
6	PAZOS DE ZANJÓN	Operación						Mantenimiento						Operación								Mantenimiento							
7	DESINFECCIÓN DEL SISTEMA																							Mantenimiento					
8	SISTEMA DE DESINFECCIÓN	Operación		Operación		Operación		Operación		Operación		Operación		Operación		Operación		Operación		Operación		Operación		Operación		Operación		Operación	
9	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	Operación										Mantenimiento		Operación										Mantenimiento					
10	CONEXIONES DOMICILIARES	Operación												Operación					Mantenimiento										



Operación



Mantenimiento



Operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado municipal

NO.	ELEMENTO	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
		s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4
1	POZOS DE VISITA O CAJAS CONECTORAS	Operación																							
						Mantenimiento									Mantenimiento	Mantenimiento	Mantenimiento		Mantenimiento						
2	TUBERÍA																								Operación

NO.	ELEMENTO	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				
		s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	
1	POZOS DE VISITA O CAJAS CONECTORAS	Operación																								
						Mantenimiento													Mantenimiento							
2	TUBERÍA																								Operación	
										Mantenimiento	Mantenimiento	Mantenimiento	Mantenimiento													



Operación



Mantenimiento



Resultados de la calidad de agua

Actualmente centro de atención permanente presta el servicio de monitoreo bacteriológico del agua suministrada por el sistema de agua, dicha unidad tiene clasificado el sistema de agua en dos: el conjunto de tanques Xolmanzán- Papó corresponden al sistema municipal 1 y el tanque plástico corresponde al sistema municipal 2.



Para el sistema municipal 1 el análisis para la fecha de enero 2021 demuestra en el tanque de distribución, la presencia de **0** Unidades Formadoras de Colonias de E-Coli, y también **0** Unidades Formadoras de Colonias de Coliformes totales. Para la una conexión domiciliar evaluada en la zona 1 también se presenta **0** Unidades Formadoras de Colonias de E-Coli, y también **0** Unidades Formadoras de Colonias de Coliformes totales. Ambos valores **cumplen** con la normativa de calidad de agua COGUANOR NTG 29001.

Para el sistema municipal 2 el análisis de enero 2021 demuestra que el tanque de distribución presenta **0** Unidades Formadoras de Colonias de E-Coli, y **3** Unidades Formadoras de Colonias de Coliformes totales. Para la una conexión domiciliar evaluada en la zona 1 también se presentan **12** Unidades Formadoras de Colonias de E-Coli, y también **19** Unidades Formadoras de Colonias de Coliformes totales. En el tanque de distribución para E-Coli el valor **cumplen** con la normativa de calidad de agua COGUANOR NTG 29001; sin embargo, para Coliformes totales y **no cumple** con dicha normativa; Para la conexión domiciliar de la zona 1 ambos valores no cumplen con la normativa antes mencionada.

La causa del incumplimiento se debe a que el tanque plástico nunca ha sido limpiado debido a la dificultad de acceso al no contar con escaleras y también por no contar con la llave del candado de la tapadera. Para la conexión domiciliar el hecho de que exista otro sistema de agua repercute en la falta de uso, del chorro por lo que la edad del agua es demasiada perdiendo el efecto residual. Otra causa es la falta de control del cloro lo que evita la acción residual del mismo en la red de distribución. La copia de los resultados proporcionados por el centro de atención permanente se presenta en anexos.

Medición de cloro residual

En el casco Urbano de Nahualá se aplica un método de cloración mediante la aplicación de hipoclorito de sodio en forma de pastillas, las cuales se encuentran en un dispositivo (clorador) en el cual pasa el agua proveniente del nacimiento, esta acción hace que el agua se mezcle con el cloro obteniendo una concentración y efecto desinfectante. Cada uno de los tanques del sistema de agua municipal está equipado con su sistema de clorador por pastillas, previo a la entrar al tanque.



En la tabla 38, se presentan los resultados de la medición de cloro residual, la cual se realizó mediante un medidor de cloro digital el cual utiliza un método de fotometría bajo la metodología Standar Method DPD, (Diethyl Parafenileno Diamina) la cual es una sustancia, que reacciona con el cloro del medio acuoso, formando un complejo de color rosado a fucsia y consecuentemente dando una señal colorimétrica positiva. En el mapa x se evidencia la ubicación de las viviendas evaluadas.

Fotografía 31. Medición de cloro en domicilios

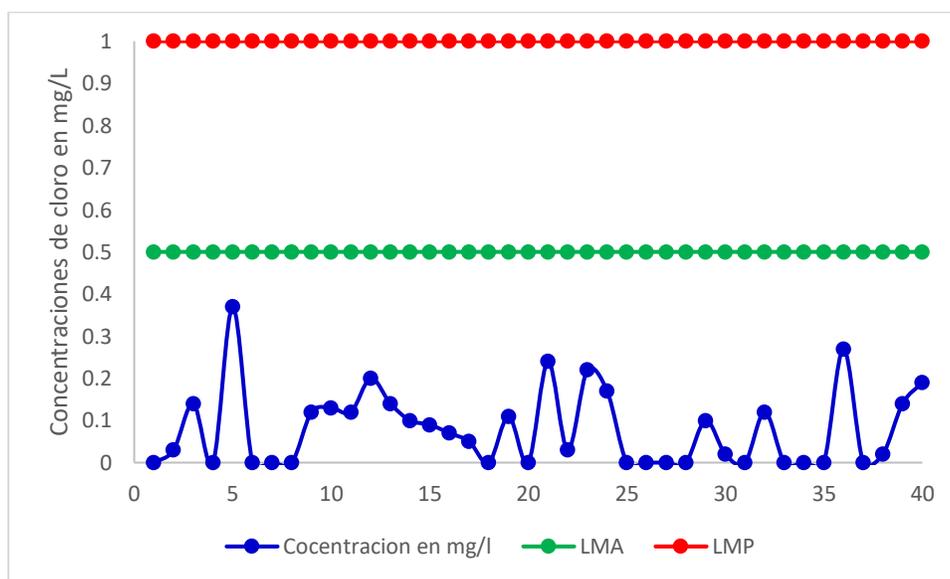


Viviendas	Concentración en mg/l	Viviendas	Concentración en mg/l
1	0.0	21	0.0
2	0.0	22	0.2
3	0.0	23	0.0
4	0.1	24	0.2
5	0.0	25	0.2
6	0.4	26	0.0

Viviendas	Concentración en mg/l	Viviendas	Concentración en mg/l
7	0.0	27	0.0
8	0.0	28	0.0
9	0.0	29	0.0
10	0.1	30	0.1
11	0.1	31	0.0
12	0.1	32	0.0
13	0.2	33	0.1
14	0.1	34	0.0
15	0.1	35	0.0
16	0.1	36	0.0
17	0.1	37	0.3
18	0.1	38	0.0
19	0.0	39	0.0
20	0.1	40	0.1
		41	0.19

Tabla 40. Concentraciones de cloro en viviendas evaluadas

Figura 13. Concentraciones de cloro en viviendas



De la figura 13 podemos observar que la concentración de cloro medidas en las viviendas no cumplen con el Límite Máximo Aceptable (Línea verde), de la norma COGUANOR NTG 29001, al realizar la medición en los tanques se pudo constatar que en el conjunto de tanques de Papó y Xolmanzán, poseen una dosis de 2 mg/L lo cual se evidencia que no es suficiente para el

cumplimiento de la normativa; cabe recordar que a la caja rompe presión de uno de los ramales evaluados llega una conexión de agua cruda proveniente del nacimiento, lo que diluye el agua clorada afectando la concentración. Para el tanque de fibra de vidrio la concentración fue 3 mg/L una concentración que tampoco es suficiente para el cumplimiento de las viviendas que abastece este tanque.

Figura 14. Medición de cloro residual libre en los tanques de distribución



Medición de potencial de Hidrogeno

De igual forma que con el cloro se procedió a medir el potencial de hidrogeno pH, el cual indica la acidez o la no acidez (basicidad o alcalinidad) del agua, la dilución de aguas residuales, materia orgánica vegetal u otras impurezas tienden a modificar el valor del pH en el agua; los resultados se muestran en tabla No. 39.



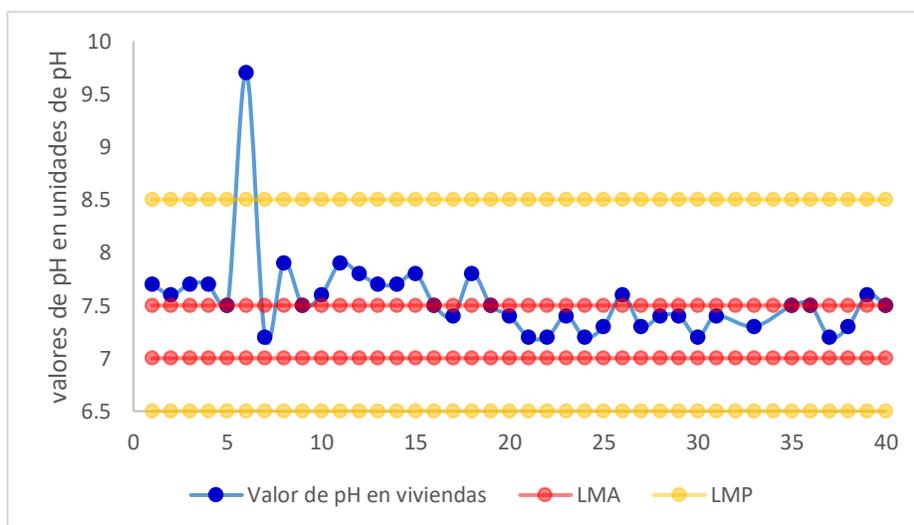
Fotografía 32. Medición de pH en Domicilios



Viviendas	Valor en unidades de pH	Viviendas	Valor en unidades de pH
1	7.7	21	7.2
2	7.6	22	7.2
3	7.7	23	7.4
4	7.7	24	7.2
5	7.5	25	7.3
6	9.7	26	7.6
7	7.2	27	7.3
8	7.9	28	7.4
9	7.5	29	7.4
10	7.6	30	7.2
11	7.9	31	7.4
12	7.8	32	0.00
13	7.7	33	7.3
14	7.7	34	0.00
15	7.8	35	7.5
16	7.5	36	7.5
17	7.4	37	7.2
18	7.8	38	7.3
19	7.5	39	7.6
20	7.4	40	7.5
		41	7.7

Tabla 41. Resultados de pH medidos en domicilios

Figura 15. Valores de pH en viviendas



De la figura 15 podemos decir que 23 viviendas se encuentran dentro del Límite Máximo Admisible (línea roja), mientras que 17 viviendas se encuentran dentro del Límite Máximo Permisible (línea amarilla) según la norma COGUANOR NTG 290001; únicamente una vivienda no cumple la normativa con un valor de 9.7 unidades de pH esto se debe a que los habitantes de ese domicilio no le dan mayor uso a ese chorro, sumado a la mala instalación domiciliar crea un sifón hidráulico el cual mantiene al agua estancada lo que crea condiciones sépticas lo que aumenta el pH y además permite el acumulamiento de sólidos orgánicos vegetales tal como se muestra en la fotografía 33 .

Fotografía 33. Vivienda con presencia de sólidos orgánico vegetales

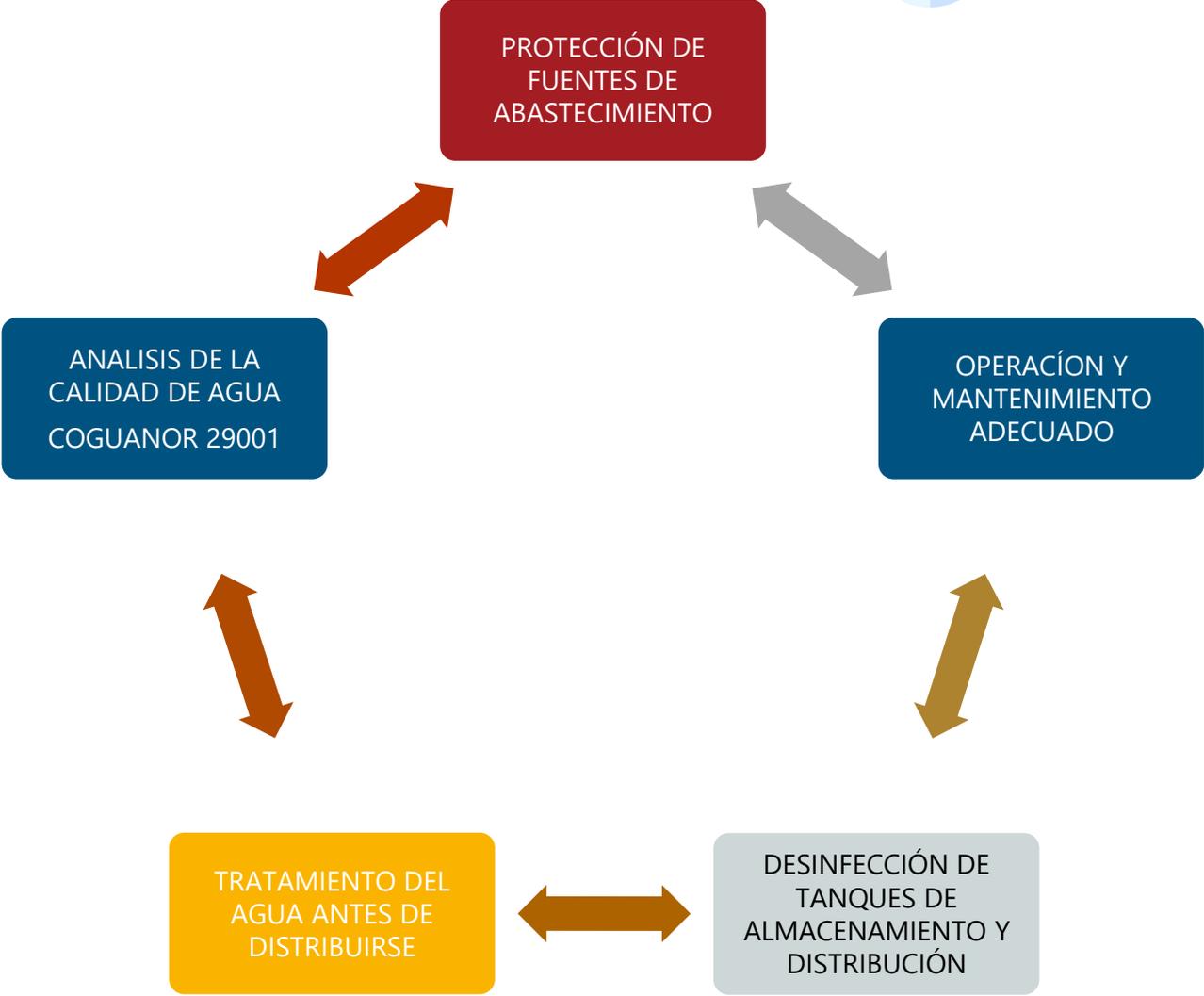


Al medir el pH en los tanques de almacenamiento para el conjunto de tanques Xolmanzán y Papo el valor de pH fue 7.8 y para el tanque de fibra de vidrio el valor de pH fue 7.1. Cabe mencionar para estos y los valores domiciliarios que el pH varía en función a la temperatura lo que se evidencia que los valores varíen en cada vivienda debido a la hora en la que se realizó la medición y la temperatura que había en ese momento.

Fotografía 34. Mediciones de pH en tanques de distribución



Control de la calidad de agua



**Medición de cloro residual/
*COGUANOR 29001***

Semanalmente

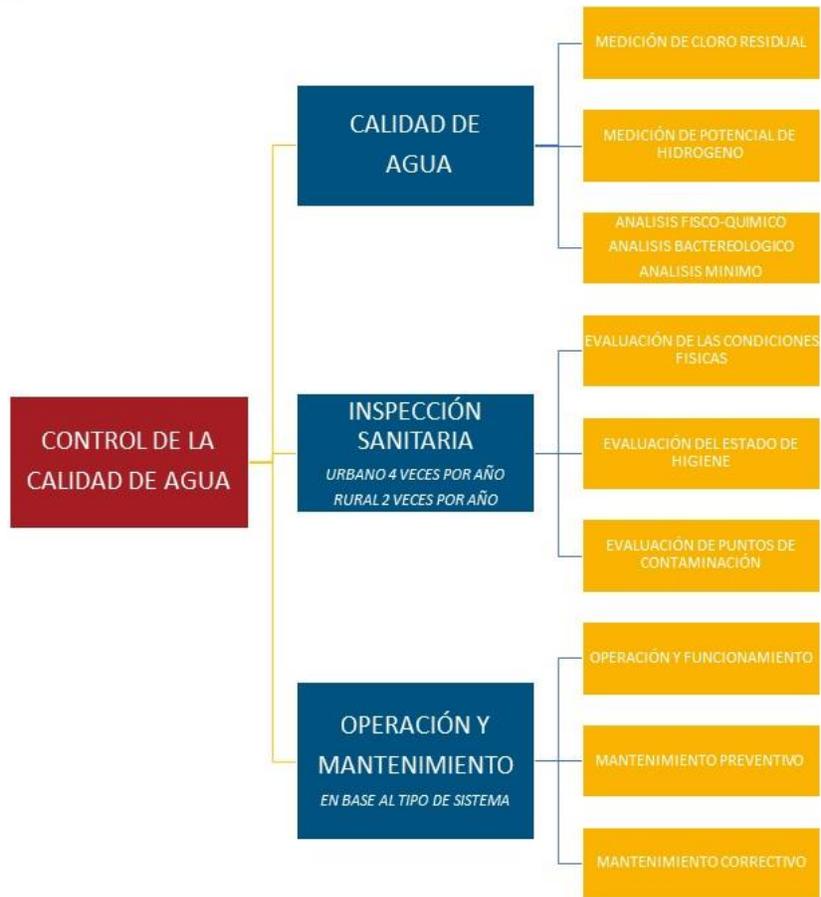
**Medición de potencial de
Hidrógeno/ *COGUANOR 29001***

Semanalmente

**Coliformes fecales/ Escherecha
Coli/ *COGUANOR 29001***

al menos una vez por año

**Análisis mínimo/ *COGUANOR
29001***



Anexo 1: Análisis de sostenibilidad técnica:

	Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	En caso que no funcione correctamente que se necesita implementar para su mejora:
	El sistema en su conjunto funciona correctamente	4350 personas con acceso a un sistema continuo de agua de calidad y cantidad aceptables	SIGSA /SIVIGUA MSPAS	0,5. Sistema con funcionamiento bajo. Necesidad de reponer algún componente que falla.	Necesita reposición de válvulas de compuerta, readecuación de tubería de conducción.
	El sistema de agua construido funciona al menos 6 horas diarias continuadas para garantizar que el 100% de los usuarios tomados en cuenta en el proyecto se beneficien de agua potable.	Continuidad 24 horas 7 días a la semana	Información verificada en campo	1. El sistema llega al 100% de los usuarios funcionando al menos 6 horas diarias continuas	
	El caudal es suficiente para todos los usuarios	Mas de 122 l/hab/día	Aforos, bases de diseño	1. La cantidad de agua que reciben los usuarios es de más de 50 l/persona/día 0,5.	
	Se han llevado a cabo capacitaciones técnicas entre las organizaciones comunitarias para la	0 capacitaciones han tenido sobre operación en el año 2020	*Material entregado en las capacitaciones	0. No ha habido ninguna capacitación	Implementar el modelo OMAS, y fortalecer las capacidades técnicas de su personal

	Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	En caso que no funcione correctamente que se necesita implementar para su mejora:
	prestación de los servicios de agua				
	6. Existen fontaneros asignados para el mantenimiento y funcionamiento del sistema de agua, cubriendo el 100% del sistema	1 fontanero	Información municipal	1. Los sistemas de agua están vigilados y operados por personas con la capacidad adecuada a su labor	
	Se realizan actividades de operación y mantenimiento	No existen reportes de O&M	*Documentos de Planes de Operación & Mantenimiento elaborados *Cronograma de actividades para llevar a cabo diariamente el Plan de O&M	0. No se hace ningún mantenimiento o no existen planes de O&M	Implementar el modelo OMAS, y fortalecer las capacidades técnicas de su personal, mediante el establecimiento de manuales de O&M, y su aplicación.
	Existen suministros, repuestos y servicios disponibles accesibles a la comunidad y es conocida por los responsables del mantenimiento del sistema	Existen distribuidores de materiales de construcción en el sector	Listado de ferreterías	1. Existen suministros, repuestos y servicios disponibles a nivel local y/o regional y accesibles a la comunidad"	

Anexo 2: Análisis de sostenibilidad ambiental:

Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	En caso que no funcione correctamente que se necesita implementar para su mejora:
El agua que se distribuye en los sistemas de agua contruidos o mejorados cumple con las normas de calidad de agua del país para su consumo humano COGUANOR 29001	0.1 mg /L es la concentración promedio de cloro en las viviendas	Muestras y análisis del agua para ver su grado de potabilización	0,5. Sistema con funcionamiento o bajo. Necesidad de reponer algún componente que falla.	En necesario implementar un programa de control de calidad de agua para evaluar las concentraciones de cloro libre en las viviendas y encontrar la demanda de cloro.
Se hacen análisis de agua mensuales para asegurar que la calidad del agua cumple con lo establecido en las normas de calidad de agua exigidas por el país	Análisis bacteriológico	Documentos que aporten información sobre el seguimiento de la calidad del agua potable	0,5. Se hacen análisis de agua cada 3-6 meses	
La toma de agua a la que pertenece la fuente de agua esta forestada, cercada y protegida	Observación directa	*Fotos *Documentos que validen la protección de la fuente	1. La toma de agua está forestada, cercada y protegida de contaminación	

Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	En caso que no funcione correctamente que se necesita implementar para su mejora:
de contaminación (*)				
Las aguas que entran y que posteriormente conduce el sistema no están contaminadas (Salinización, alteración de las propiedades fisicoquímicas del agua...)	0 análisis/análisis in situ	*Análisis del seguimiento de la calidad del agua	1. Las aguas del sistema no están contaminadas y si están, se han identificado los riesgos de contaminación del agua y definido medidas para mitigar dichos riesgos.	
Se realizan actividades para mantener las fuentes de agua protegidas y aisladas de posibles contaminaciones	En el 2020 no se han evidenciado actividades	Fotografías de actividades	0,5. Se realizan actividades esporádicas pero no suficientes para mantener las fuentes de agua protegidas.	
Todos los usuarios del sistema de agua al menos han sido capacitados una vez en educación ambiental	En el 2020 no se han evidenciado actividades	Contenidos de las capacitaciones/documentos de educación ambiental	0. No existe evidencia de capacitaciones de educación ambiental	Es necesario crear programas piloto de educación ambiental

Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	En caso que no funcione correctamente que se necesita implementar para su mejora:
Existencia de un análisis inicial de riesgos e identificación y puesta en marcha de medidas específicas de reducción del riesgo y en general medidas destinadas a reforzar la permanencia de la infraestructura y la continuidad del servicio. (*)	No existen	Documentación del análisis	0. No existe ningún tipo de análisis sobre los riesgos en la zona de intervención	Realizar una evaluación de riesgos de la infraestructura del sistema de agua y saneamiento urbano.
Existencia de planes de contingencia donde se establezcan procedimientos operativos para la respuesta conforme a los requisitos de recursos previstos y a la capacidad necesaria para determinados riesgos a nivel local, regional o	No existen	Copias de los planes de contingencia	0. No existen planes de contingencia	Crear planes de contingencia



	Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	En caso que no funcione correctamente que se necesita implementar para su mejora:
	nacional (Ej. desastres naturales y limitaciones de suministro)				
	Existe un plan de manejo de cuencas que se aplica a la cuenca a la que pertenece el sistema de agua	No existe	Copia del documento de la Gestión Integral del Agua en la cuenca hidrográfica	0. No existen planes de manejo de cuenca	Diseñar un plan de manejo de cuenca en conjunto con comunidades pertenecientes a la misma cuenca

Anexo 3: Esquema de proyecto JICA

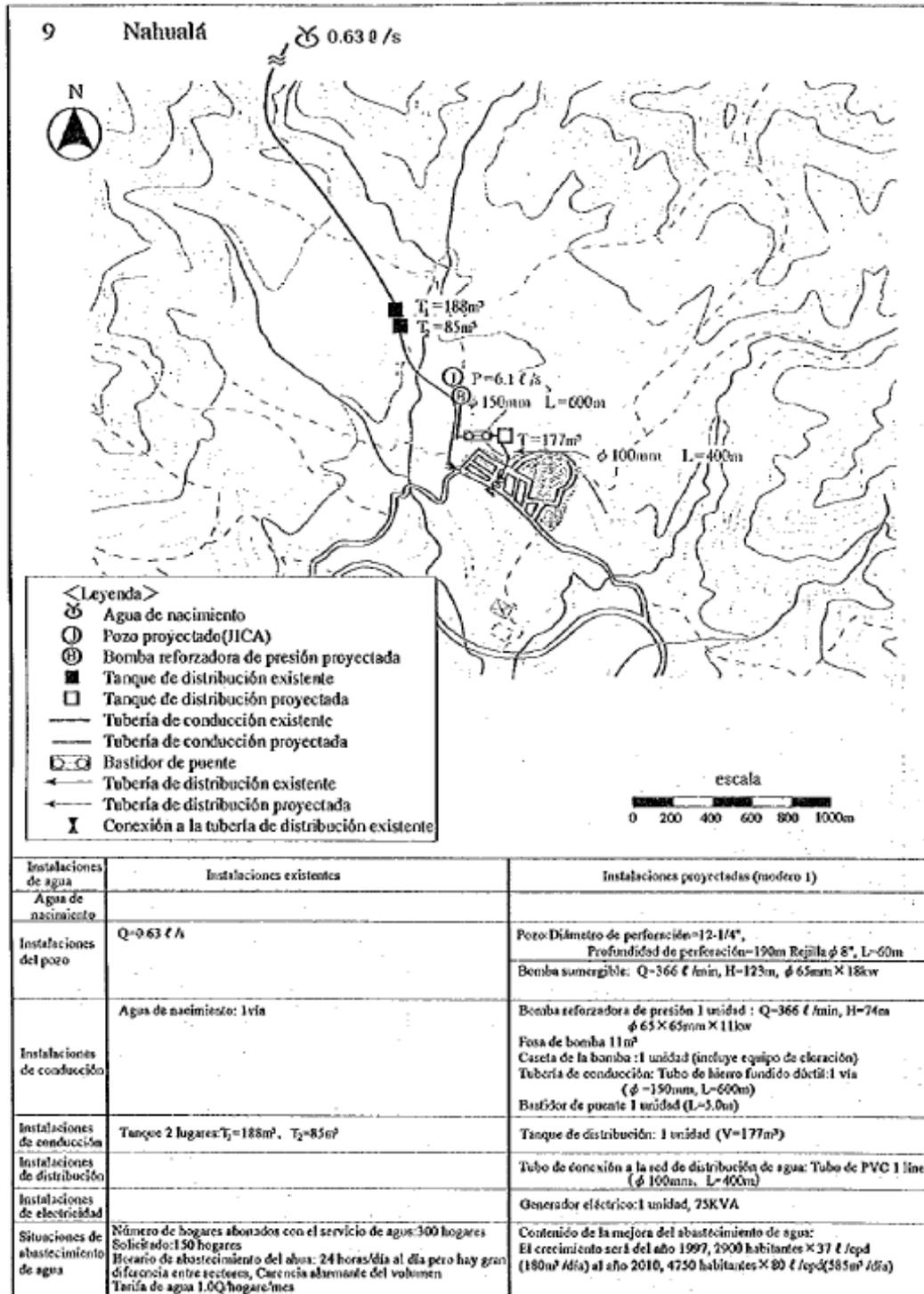


Figura 2(9) Concepto de las instalaciones

Anexo 4: Caracterización de aguas residuales 2017

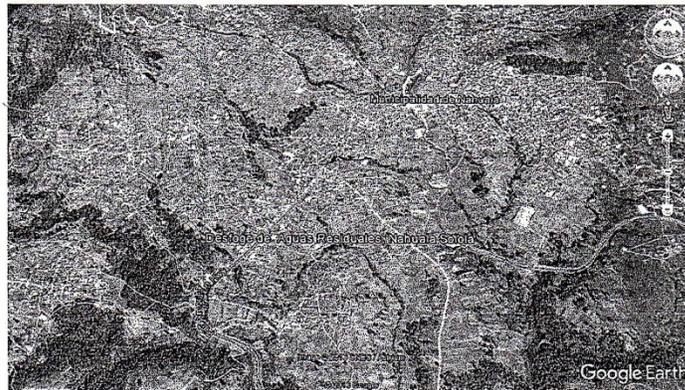
Caracterización De Aguas Residuales Cabecera Municipal, Nahuala, Solola.

Descripción La persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas, que vierten éstas en un cuerpo receptor o al alcantarillado público, deberá realizar la caracterización del afluente, así como del efluente de aguas residuales e incluir los resultados en el estudio técnico.

III. Información del Efluente o Descarga

Efluente descarga a: (alcantarillado público (decir de que municipalidad y número de autorización /río (nombre del río y si pertenece o no a una cuenca de lago), estero o lago)

No.	Coordenadas Geográficas Dispositivos de Muestra/Descarga	Días	Descripción	Horario	Número de horas	Caudal (l/s)	Tipo de Agua Residual		
							O	E	MA
1	14°50'11.15"N 91°19'13.06"O	14/04/17	Desfoga al río.	7:00 am A 12:00 pm.	18 Horas	22.5	X		



Caracterización De Aguas Residuales Cabecera Municipal, Nahuala, Solola.

X. CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES:

SELMA
ESTUDIO DE RECURSOS HÍDRICOS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE GUA
INGENIERÍA QUÍMICA, CIVIL Y ARQUITECTURA
CALLE RODOLFO ROBLES 24-15 ZONA 1
QUETZALTENANGO
TELÉFONOS: 77610185-42300052
otoniel-oo@hotmail.com

Interesado: NAHUALA SOLOLA	Fecha de Captación: 10/04/2017
Punto de Muestreo: DESFOQUE DE ALCANTARILLADO NAHUALA SOLOLA	Hora de Captación: 10:12
Proyecto:	Fecha Recepción: 10/04/2017
Municipio: NAHUALA	Hora de recepción: 12:30
Departamento: SOLOLA	Condiciones: Refrigeración
Responsable de captación: JONES R.	Fecha de Análisis: 10/04/17-15/04/17 Fecha de informe: 17/04/17

CODIGO010110042017NS

Características físicas, químicas y microbiológicas según norma 236-2006

Parámetros físicos y químicos	Unidades de medida	Etapa 1 (2 de mayo de 2011) Acuerdo 236-2006	Etapa 2 (2 de mayo de 2015) Acuerdo 236-2006	Resultado
PH (potencial de hidrogeno)	UNIDADES	5 a 9	5 a 9	6.73
Temperatura	°C	TCR ± 7	TCR ± 7	21
Aceites y grasas	mg/L	100	50	15
Materia flotante		Ausente	Ausente	Ausente
Demanda Química de Oxígeno DQO	mg/L O ₂	200	200	352
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	mg/L O ₂	200	200	198
Solidos suspendidos	mg/L	500	400	55
Solidos sedimentables	mL/L	No especificado	No especificado	<0.5
Nitrógeno total N ₂	mg/L	100	50	20.2
Fosforo total	mg/L	75	30	8.20
Arsénico As	mg/L	0.5	0.1	ND
Cadmio Cd	mg/L	0.4	0.1	ND
Cianuros CN	mg/L	3	1	N.D
Cobre Cu	mg/L	4	3	0.91
Cromo Hexavalente	mg/L	0.5	0.1	0.058
Mercurio Hg	mg/L	0.1	0.02	N.D
Níquel Ni	mg/L	4	2	1.65
Plomo Pb	mg/L	1	0.4	0.088
Zinc Zn	mg/L	10	10	2.9

Caracterización De Aguas Residuales Cabecera Municipal, Nahuala, Solola.

SELMA
ESTUDIO DE RECURSOS HÍDRICOS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA
INGENIERÍA QUÍMICA, CIVIL Y ARQUITECTURA
CALLE RODOLFO ROBLES 24-15 ZONA 1
QUETZALTENANGO
TELÉFONOS: 77610185-42300052
otoniel-oo@hotmail.com

Color Aparente	Unidades de Pt-Co	1300	1000	611
Color Verdadero	Unidades de Pt-Co	1300	1000	30
Coliformes Fecales	UFC/100mL	< 1 X 10 ⁵	< 1 X 10 ⁵	1.55 x 10 ⁴

CODIGO020110042037NS

Metodología basada en:

Standar Methods for the Examination of water and wastewater, APHA, AWWA, WEF. 21 ed. 2005 Association of official Analytical Chemists. AOAC. 16. Ed. 1995/Espectrofotométricos/Organic Reagents for Analysis. J.Fries/H Getrost. EPA 1664

Se trabajaron diluciones.

Técnica Microbiológica utilizada, Filtración por membranas; se utilizaron 100 mL de muestra en agar MFC, 100 mL de muestra en agar m-Endo agar, incubados durante 24 y 48 horas a 37°C y 44°C

ANÁLISIS ACREDITADO CONFORME LA NORMA COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005

N.D: no detectable

NSC (No se contempla en la Norma)



Ing. Químico Msc. Edwin Ottoniel Sac Escobar
Colegiado No. 1201

CONSTRUCTOR SELMA
LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO
Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA
TELÉFONO: 77610185 - 0185

Edwin Ottoniel Sac Escobar
Ingeniero Químico
Colegiado No. 1201

*Caracterización De Aguas Residuales Cabecera Municipal, Nahuala,
Solola.*

XI. INFORMACION DEL LABORATORIO:

Tiene informe de resultados: Si: No

Nombre del Laboratorio: **Constructora Selma Laboratorio Físicoquímico y
Bacteriológico de Aguas**

Nombre del Responsable que firma los resultados: **Edwin Ottoniel Sac Escobar**

Profesión y número de colegiado: **Ingeniero Químico Colegiado No. 1201.**

Nombre de la Persona que elaboró la Caracterización de las Aguas Residuales del
Ente Generador: **William José López López.**

Profesión: **Ingeniero Agrónomo y Especialista en Estudios Técnicos de
Aguas Residuales**

No. de Colegiado: **2154**

Fecha de Elaboración: **30/ 11/ 2016** Tel: **7765-1126 / 5710-9105**

Correo Electrónico: **williamlopez9@yahoo.com**


Ingeniero Agrónomo William José López López
Colegiado No. 2154
Registro MARN-No. 476

Anexo 5: Caracterización residuos sólidos 2017

Datos obtenidos en el muestreo de residuos sólidos:

Para realizar una propuesta se tomaron muestras de Instituciones, Comerciales día de plaza y domiciliarias. Se tienen los siguientes datos.

1) Residuos sólidos domiciliarias:

Residuos solidos domiciliarias		
Clasificación	Kg/día	Kg/Semana
Organico	0.2585	1.8095
Reciclable	0.15262	1.06834
No reciclable	0.07908	0.55356
Total	0.4902	3.4314

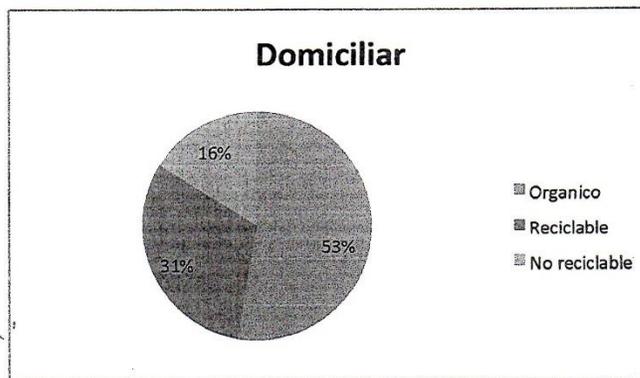
Clasificación	M3/día	M3/Semana
Organico	0.001476	0.010329863
Reciclable	0.001689	0.01182206
No reciclable	0.000597	0.004179
Total	0.003762	0.026330923

Clasificación	Peso Especifico Kg/m3
Organico	175.17
Reciclable	90.37
No reciclable	132.46
Total	398.00
Promedio	132.67

Luís Gilberto Escobar Alcantara
INGENIERO CIVIL
COLEGIADO No. 10735

229

Clasificación	Domiciliar
Organico	53%
Reciclable	31%
No reciclable	16%
Total	100%



2) Residuos sólidos comerciales generados el día de plaza (Jueves)

Residuos solidos comerciales		
Clasificación	Kg/día	Kg/Semana
Organico	1627.6	1627.6
Reciclable	368.7	368.7
No reciclable	269.2	269.2
Total	2,265.5000	2265.5

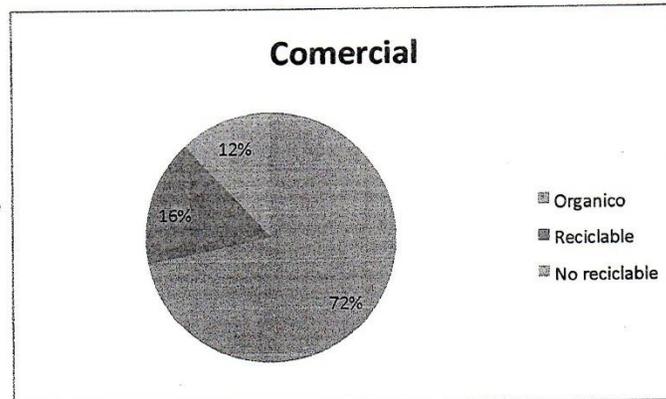
Clasificación	M3/día	M3/Semana
Organico	4.530000	4.53
Reciclable	2.780000	2.78
No reciclable	0.910000	0.91
Total	8.220000	8.22


Luis Gilberto Escobar Alencón
 INGENIERO CIVIL
 COLEGADO No. 13765

228

Clasificación	Peso Especifico Kg/m3
Organico	359.29
Reciclable	132.63
No reciclable	295.82
Total	787.74
Promedio	262.58

Clasificación	Comercial
Organico	72 %
Reciclable	16 %
No reciclable	12 %
Total	100%



3) Residuos sólidos institucionales:

Residuos solidos insitucionales		
Clasificación	Kg/dia	Kg/Semana
Organico	2.38	16.66
Reciclable	3.17	22.19
No reciclable	12.57	87.99


 Luis Gilberto Escobar
 INGENIERO CIVIL
 COLEGIADO No. 18735

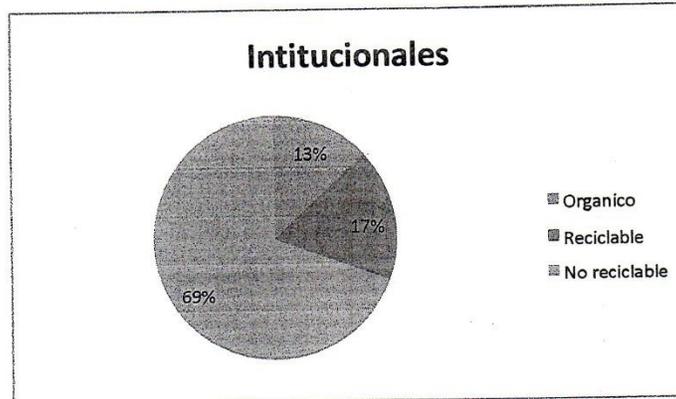
227

Total	18.1200	126.84
Clasificación	M3/día	M3/Semana
Organico	0.014410	0.10087
Reciclable	0.030750	0.21525
No reciclable	0.105500	0.7385
Total	0.150660	1.05462

Clasificación	Peso Especifico Kg/m3
Organico	165.16
Reciclable	103.09
No reciclable	119.15
Total	387.40
Promedio	129.13

Clasificación	Intitucionales
Organico	13 %
Reciclable	17 %
No reciclable	69 %
Total	100%

[Handwritten Signature]
Luis Gilberto Escobar Montaña
INGENIERO C.A.
C.C.P.C. No. 13795



Propuesta de disposición de residuos sólidos del día de plaza:

El municipio de Nahula tiene como día de plaza el día Jueves este día se genera un volumen de residuos sólidos alto por lo que la municipalidad debe realizar limpieza ala finalizar el día de plaza, debido a esto es necesario tomar en cuenta en el diseño la generación especifica de residuos sólidos del día de plaza en el diseño de la planta de tratamiento.

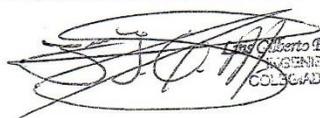
Diseño de las áreas específicas de la planta de tratamiento:

Para el diseño específico deberemos tomar en cuenta los volúmenes de residuos sólidos producidos semanalmente, mensualmente y anualmente. Se tomara en cuenta que estos volúmenes se reducen al momento de ser compactados, además el diseño se realizara en base al crecimiento de la población; estos datos se han generado en tablas para su fácil aplicación.

Para poder realizar un diseño adecuado necesitamos tomar en cuenta los volúmenes de producción de los domiciliareos y comerciales del día de plaza debido a que son los que generan mayor cantidad de residuos sólidos.

Tabla de datos de crecimiento poblacional:

No	Año	Población	Viviendas
1	2018	4,300	717
2	2019	4,408	735
3	2020	4,518	753
4	2021	4,631	772


 Ing. Alberto Escobar Alvarado
 INGENIERO CIVIL
 COLGADO No. 10795

225



Anexo 6: resultados de análisis bacteriológico



GOBIERNO de GUATEMALA
DR. ALEJANDRO GIAMMATTEI

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL

DIRECCION DE AREA DE SALUD DE SOLOLÁ
CENTRO DE ATENCION PERMANENTE (CAP) NAHUALÁ
SECCIÓN DE SANEAMIENTO AMBIENTAL

No. 09-2021

INFORME DE ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA.

DATOS GENERALES

Interesado: Municipalidad **Comunidad:** Casco Urbano **Nombre del Sistema:** Municipal 1
Municipio: Nahualá, **Departamento:** Sololá.
Persona encargada de la entrega de muestra: Heidi Marleny Coj Guachiac
Cargo: TSR

DATOS DE LA MUESTRA:

Condición de la muestra: Apropiaada Fecha de recepción: 19/01/2021
Tipo de Recipiente. Bolsas estériles Fecha de análisis: 20/01/2021
Condiciones de transporte: Refrigerado Fecha de Informe: 20/01/2021
Técnica Utilizada: Filtración

Resultados de análisis

No. de Registro de muestra	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO	ESCHERICH IA COLI	COLIFORMES TOTALES UFC/100 ML
014	CASCO URBANO	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	0	0
015	ZONA 1	CHORRO (JUANA MARGARITA GUACHIAC)	0	0

UFC/100 ml. Unidades Formadoras de Colonias en 100 mililitros de agua.
Mg/ lt: miligramos por litro.

Los resultados se refieren a las muestras tal como fueron entregadas y no necesariamente al lote entero de la cual fueron tomadas.

OBSERVACIONES:

MUESTRA (S) ACEPTABLE (S)

LAS MUESTRAS CUMPLEN CON LA NORMA TÉCNICA GUATEMALTECA COGUANOR NTG 29001 "AGUA PARA CONSUMO HUMANO (AGUA POTABLE). ESPECIFICACIONES



Nelson Marroquín
Inspector de Saneamiento Ambiental

Vo. Bo. Dra. Walkiria Bethzabé Ruano Paz
Médico Director Centro de Salud

Dirección: 1ra Avenida 10-21 Zona 3, Nahualá
Teléfono: 46 42 15 98
e-mail: centrodesaludnahuala@outlook.com



GOBIERNO de GUATEMALA
DR. ALEJANDRO GIAMMATTEI

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL

DIRECCION DE AREA DE SALUD DE SOLOLÁ
CENTRO DE ATENCION PERMANENTE (CAP) NAHUALÁ
SECCIÓN DE SANEAMIENTO AMBIENTAL

No. 10-2021

INFORME DE ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA.

DATOS GENERALES

Interesado: Municipalidad **Comunidad:** Casco Urbano **Nombre del Sistema:** Municipal 2
Municipio: Nahualá, **Departamento:** Sololá.
Persona encargada de la entrega de muestra: Heidy Marleny Coj Guachiac
Cargo: TSR

DATOS DE LA MUESTRA:

Condición de la muestra: Apropia da Fecha de recepción: 19/01/2021
Tipo de Recipiente. Bolsas estériles Fecha de análisis: 20/01/2021
Condiciones de transporte: Refrigerado Fecha de Informe: 20/01/2021
Técnica Utilizada: Filtración

Resultados de análisis

No. de Registro de muestra	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO	ESCHERICHIA COLI	COLIFORMES TOTALES UFC/100 ML
**016	Casco urbano	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	0	3
**017	ZONA 1	CHORRO (PARUQE MUNICIPAL)	12	19

UFC/100 ml. Unidades Formadoras de Colonias en 100 mililitros de agua.
Mg/ lt: miligramos por litro.

Los resultados se refieren a las muestras tal como fueron entregadas y no necesariamente al lote entero de la cual fueron tomadas.

OBSERVACIONES:

****MUESTRA (S) NO ACEPTABLE (S)**

REFERENCIA NORMATIVA: NORMA TÉCNICA GUATEMALTECA **COGUANOR NTG 29001 "AGUA PARA CONSUMO HUMANO (AGUA POTABLE). ESPECIFICACIONES"**. COLIFORMES TOTALES Y ESCHERICHIA COLI NO DEBEN SER DETECTABLES EN 100ml DE AGUA.



Nelson Marroquín
Inspector de Saneamiento Ambiental

Vo. Bo. Dra. Walkiria Bethzabé Ruano Paz
Médico Director Centro de Salud

Dirección: 1ra Avenida 10-21 Zona 3, Nahualá
Teléfono: 46 42 15 98
e-mail: centrodesaludnahuala@outlook.com



Anexo 7: Presupuesto de mejoras

Presupuesto integrado corto plazo

MEJORAS A CORTO PLAZO AGUA POTABLE					
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
1	MEJORAS EN CAPTACIONES	1	Unidad	Q 3,357.90	Q 3,357.90
2	MEJORAS EN TANQUES DE DISTRIBUCIÓN	1	Unidad	Q 10,413.00	Q 10,413.00
3	CONTROL Y MONITOREO DE CLORO	1	Unidad	Q 7,752.47	Q 7,752.47
4	MEJORAS A LÍNEA DE CONDUCCIÓN	1	Unidad	Q 2,062.45	Q 2,062.45
5	MEJORAS A LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	1	Unidad	Q 9,924.20	Q 9,924.20
6	IMPLEMENTAR Y DAR SEGUIMIENTO A LAS ACCIONES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	1	Unidad	Q 4,446.00	Q 4,446.00
7	IMPLEMENTAR Y DAR SEGUIMIENTO A UN PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA	1	Unidad	Q 4,420.00	Q 4,420.00
8	TALLERES DE FORTALECIMIENTO A LAS CAPACIDADES TÉCNICAS DE LA OMAS	1	Unidad	Q 5,330.00	Q 5,330.00
					Q 47,706.02

MEJORAS A CORTO PLAZO ALCANTARILLADO					
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
1	MEJORAS A POZOS DE VISITA	1	Unidad	Q 4,846.40	Q 4,846.40
2	MEJORAS A TUBERÍA	1	Unidad	Q 23,007.40	Q 23,007.40
3	MEJORAS A PTAR	1	Unidad	Q 19,659.97	Q 19,659.97
4	ACTUALIZAR MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	1	Unidad	Q 4,550.00	Q 4,550.00
5	COMUNIDADES FIDAL	1	Unidad	Q 15,730.00	Q 15,730.00
					Q 67,793.77

MEJORAS A CORTO PLAZO MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS					
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
1	LIMPIEZA DE BASUREROS CLANDESTINOS	1	Unidad	Q 14,755.00	Q 14,755.00
2	CONTRATACIÓN DE PERSONAL PARA PTDS	1	Unidad	Q 210,000.00	Q 210,000.00
3	IMPLEMENTAR PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO Y PLAN DE CONTINGENCIA DE PTDS	1	Unidad	Q 7,020.00	Q 7,020.00
4	COMPRA DE RODILLOS COMPACTADORES	2	Unidad	Q 3,640.00	Q 7,280.00
					Q 239,055.00



Presupuesto integrado mediano plazo

MEJORAS A MEDIANO PLAZO AGUA POTABLE					
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
1	CERCO PERIMETRAL DE PAPÓ	48	ml	Q 155.78	Q 7,477.60
2	CERCO PERIMETRAL PARA TANQUES DE DISTRIBUCIÓN	125	ml	Q 803.35	Q 100,419.02
3	PASO AÉREO 20 METROS	1	Unidad	Q 50,380.85	Q 50,380.85
4	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN INDEPENDIENTE	1	Unidad	Q 29,630.30	Q 29,630.30
5	CÁSTRO DE USUARIOS E INVENTARIO DE SISTEMAS DE AGUA EXISTENTES	1	Unidad	Q 20,150.00	Q 20,150.00
6	ACTUALIZACIÓN DE REGLAMENTO	1	Unidad	Q 6,890.00	Q 6,890.00
					Q 214,947.77

MEJORAS A MEDIANO PLAZO ALCANTARILLADO					
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
1	CAJAS CONECTORAS	15	Unidad	Q 1,674.40	Q 25,116.00
2	CERCO PERIMETRAL PTAR	130	ml	Q 789.67	Q 102,656.84
3	ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES	1	Unidad	Q 18,200.00	Q 18,200.00
					Q 127,772.84

MEJORAS A MEDIANO PLAZO MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS					
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
1	COMPRA DE BASUREROS PARA DÍA DE PLAZA	1	Unidad	Q 13,910.00	Q 13,910.00
2	ACTUALIZACIÓN DE REGLAMENTO	1	Unidad	Q 6,890.00	Q 6,890.00
3	PROGRAMAS PILOTO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL	1	Unidad	Q 80,990.00	Q 80,990.00
4	MESAS PARA CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS	2	Unidad	Q 5,200.00	Q 10,400.00
					Q 112,190.00

Presupuesto integrado largo plazo

MEJORAS A LARGO PLAZO AGUA POTABLE					
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
1	Estudio hidrogeológico	1	Unidad	Q 12,000.00	Q 12,000.00
2	Rehabilitación de línea de impulsión	1	Unidad	Q 458,179.55	Q 458,179.55
3	Estudio de mercado	1	Unidad	Q 8,000.00	Q 8,000.00
4	Sectorización de los ramales	1	Unidad	Q 266,500.00	Q 266,500.00
5	Balance hídrico de la parte alta de la cuenca del Río Nahualate	1	Unidad	Q 25,000.00	Q 25,000.00
6	Política hídrica municipal	1	Unidad	Q 20,000.00	Q 20,000.00
7	Proceso de certificación del sistema de agua municipal	1	Unidad	Q 7,500.00	Q 7,500.00
					Q 797,179.55

MEJORAS A LARGO PLAZO ALCANTARILLADO					
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
1	Drenaje en zona 2 (Incluye replanteo topográfico, conexiones domiciliarias)	2094	ml	Q 900.00	Q 1,884,600.00
					Q 1,884,600.00

MEJORAS A LARGO PLAZO MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS					
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
1	Elaboración de plan de rutas	1	Unidad	Q 3,000.00	Q 3,000.00
2	Implementación de centros de transferencia	5	Unidad	Q 12,000.00	Q 60,000.00
3	Contratación de personal de acuerdo al manual de operación y mantenimiento	1	Anual	Q 648,000.00	Q 648,000.00
					Q 711,000.00



Presupuesto desglosado a corto plazo

Sistema de agua potable municipal

1	REGLÓN	MEJORAS EN CAPTACIONES	
MEDIDA		1	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	3,357.90

1.1	REGLÓN	Captación Papó	
MEDIDA		1	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	1,596.40

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Pichacha Ø 4" hechiza	2	Unidad	Q 40.00	Q 80.00
Arena de río	0.5	m ³	Q 180.00	Q 90.00
Piedrín Ø 3/4-1"	0.5	m ³	Q 240.00	Q 120.00
Cemento UGC 4000 PSI	2	Saco	Q 84.00	Q 168.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 458.00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Limpieza en interior y exterior de las captación y caja reunidora	2	Jornal	Q 150.00	Q 300.00
Mano de obra en reparación es instalación de pichachas	1	Jornal	Q 150.00	Q 150.00
Repello y alisado en caja colectora (Albañil + ayudante)	1	Jornal	Q 230.00	Q 230.00
SUB TOTAL				Q 680.00

TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Transporte de Materiales (provenientes del casco urbano de Nahualá) 1 viaje	3.0	KM	Q 30.00	Q 90.00

TOTAL DIRECTO	Q 1,228.00
----------------------	-------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 368.40
------------------------	-----------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 1,596.40
-------------------------	-------------------



1.2	REGLÓN	Captación Xolmanzán	
MEDIDA		1	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	1,761.50

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Pichacha Ø 4" hechiza	1	Unidad	Q 40.00	Q 40.00
Arena de río	0.3	m ³	Q 180.00	Q 54.00
Piedrín Ø 3/4-1"	0.2	m ³	Q 240.00	Q 48.00
Cemento UGC 4000 PSI	2	Saco	Q 84.00	Q 168.00
Acero corrugado Ø 3/8 Grado 40 Tipo Original	2	Varilla	Q 35.00	Q 70.00
Acero corrugado Ø 1/2 Grado 40 Tipo Original	1	Varilla	Q 60.00	Q 60.00
Candado acerado 60 mm	1	Unidad	Q 175.00	Q 175.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 615.00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Acarreo de materiales	1	Jornal	Q 150.00	Q 150.00
Limpieza en interior y exterior de la captación	1	Jornal	Q 150.00	Q 150.00
Mano de obra en reparación es instalación de pichachas	1	Jornal	Q 150.00	Q 150.00
Construcción de tapaderas (Albañil + Ayudante)	1	Jornal	Q 230.00	Q 230.00
SUB TOTAL				Q 680.00

TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Transporte de Materiales (provenientes del casco urbano de Nahualá) 1 viaje	2.0	KM	Q 30.00	Q 60.00

TOTAL DIRECTO	Q 1,355.00
TOTAL INDIRECTO	Q 406.50
COSTO DEL REGLÓN	Q 1,761.50



2	REGLÓN	MEJORAS EN TANQUES DE DISTRIBUCIÓN	
MEDIDA		1	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	10,413.00

2.1	REGLÓN	Tanques de distribución de Fibra de vidrio	
MEDIDA		1	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	5,372.90

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
1 yarda de fibra de vidrio de 4"	1	Unidad	Q 40.00	Q 40.00
1/4 de galón de resina para fibra de vidrio	2	Unidad	Q 36.00	Q 72.00
Catalizador para fibra de vidrio 2 onz	3	Unidad	Q 12.00	Q 36.00
Lija de agua 3M 80	5	Pliego	Q 6.00	Q 30.00
Escaleras para exterior de hierro	1	Unidad	Q 1,500.00	Q 1,500.00
Candado acerado 60 mm	1	Unidad	Q 175.00	Q 175.00
Pintura anticorrosiva Gris	5	Galón	Q 130.00	Q 650.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 2,503.00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Reparación de fugas en tanque de fibra de vidrio	5	Jornal	Q 150.00	Q 750.00
Instalación de escaleras en exterior de tanque de fibra de vidrio (1 herrero + 2 ayudantes)	1	Jornal	Q 350.00	Q 350.00
Aplicación de pintura de Látex a superficie de tanque (Albañil + ayudante)	1	Jornal	Q 230.00	Q 230.00
Limpieza en interior y exterior del tanque	2	Jornal	Q 150.00	Q 300.00
SUB TOTAL				Q 1,630.00

TOTAL DIRECTO	Q 4,133.00
----------------------	-------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 1,239.90
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 5,372.90
-------------------------	-------------------



2.2	REGLÓN	Tanques de concreto	
MEDIDA		1	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	5,040.10

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Escaleras para interior de hierro	1	Unidad	Q 1,500.00	Q 1,500.00
Pegamento epoxico p/anclaje d/perno 1kg 31 hi mod gel 92865	1	Unidad	Q 160.00	Q 160.00
Candado acerado 60 mm	1	Unidad	Q 175.00	Q 175.00
Niple HG Ø 3" respiradero 0.25 mt +cedazo	2	Unidad	Q 97.00	Q 194.00
Codo 90° Ø 3" HG	2	Unidad	Q 105.00	Q 210.00
Arena triturada	0.2	m³	Q 180.00	Q 36.00
Piedrín Ø 3/4-1"	0.2	m³	Q 240.00	Q 48.00
Cemento UGC 4000 PSI	1	Saco	Q 84.00	Q 84.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 2,407.00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Instalación de respiradero en tanque de concreto (Albañil + Ayudante)	1	Jornal	Q 230.00	Q 230.00
Instalación de escaleras en exterior de tanque de fibra de vidrio (1 herrero + 2 ayudantes)	1	Jornal	Q 350.00	Q 350.00
Instalación de escaleras en interior de tanque de concreto (1 herrero + 3 ayudantes)	1	Jornal	Q 430.00	Q 430.00
Limpieza en interior y exterior de los 2 tanques (Albañil + Ayudante)	2	Jornal	Q 230.00	Q 460.00
SUB TOTAL				Q 1,470.00

TOTAL DIRECTO	Q 3,877.00
----------------------	-------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 1,163.10
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 5,040.10
-------------------------	-------------------



3	REGLÓN	CONTROL Y MONITOREO DE CLORO
MEDIDA		1 Unidad
COSTO UNITARIO		Q 7,752.47

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Reactivos de reemplazo del test kit para cloro libre, intervalo bajo y medio (200 pruebas) marca Hanna Instruments	1	Caja	Q 604.48	Q 604.48
1 galón de agua destilada	1	Unidad	Q 30.00	Q 30.00
Solución de calibración de pH 7.01, frasco 1 L	1	Litro	Q 255.04	Q 255.04
Solución técnica de calibración de pH 4.01, frasco 1L	1	Litro	Q 365.92	Q 365.92
Solución de almacenamiento para electrodo de pH (500mL)	1	1/2 litro	Q 208.00	Q 208.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 1,463.44

HONORARIOS				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
3 jornadas de medición de cloro libre residual, en tanques, domicilios, calibración y monitoreo de los cloradores.	3	Jornadas	Q 1,500.00	Q 4,500.00
SUB TOTAL				Q 4,500.00

TOTAL DIRECTO	Q 5,963.44
----------------------	-------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 1,789.03
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 7,752.47
-------------------------	-------------------

4	REGLÓN	MEJORAS A LÍNEA DE CONDUCCIÓN
MEDIDA		1 Unidad
COSTO UNITARIO		Q 2,062.45

TUBERÍA Y ACCESORIOS				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Aceite WD-40 9 onzas Flexy tapa 9 onz	2	Unidad	Q 55.00	Q 110.00
Tapón hembra Ø 4" PVC	1	Unidad	Q 42.50	Q 42.50
Arena triturada	0.5	m ³	Q 180.00	Q 90.00
Piedrín Ø 3/4-1"	0.5	m ³	Q 240.00	Q 120.00
Cemento UGC 4000 PSI	1	Saco	Q 84.00	Q 84.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 446.50

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Limpieza y mantenimiento de cajas de válvulas y válvulas	1	Jornal	Q 150.00	Q 150.00
Reparación de tramo de tubería de conducción	1	Jornal	Q 150.00	Q 150.00
Reparar tapadera de válvula de aire	1	Jornal	Q 150.00	Q 150.00
Relleno de tramos expuestos (Albañil + Ayudante)	3	Jornal	Q 230.00	Q 690.00
SUB TOTAL				Q 1,140.00

TOTAL DIRECTO	Q 1,586.50
----------------------	-------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 475.95
------------------------	-----------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 2,062.45
-------------------------	-------------------



5	REGLÓN	MEJORAS A LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	
MEDIDA		1	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	9,924.20

TUBERÍA Y ACCESORIOS				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Aceite WD-40 9 onzas Flexy tapa 9 onz	2	Unidad	Q 55.00	Q 110.00
Válvula compuerta Ø 4" Br.	1	Unidad	Q 1,189.00	Q 1,189.00
Válvula compuerta Ø 2 Br.	2	Unidad	Q 380.00	Q 760.00
Válvula de Aire Ø 2" de 40 Bar con bridas	1	Unidad	Q 2,800.00	Q 2,800.00
Flange Ø 2" PVC	1	Unidad	Q 190.00	Q 190.00
Tee Ø 2" PVC Campana Cementada	1	Unidad	Q 30.00	Q 30.00
Cemento Solvente para PVC 1/32 Gal.	1	Unidad	Q 40.00	Q 40.00
Arena de río	1	m ³	Q 180.00	Q 180.00
Piedrín Ø 3/4-1"	1	m ³	Q 240.00	Q 240.00
Acero corrugado Ø 3/8 Grado 40 Tipo Original	4	Varilla	Q 35.00	Q 140.00
Acero corrugado Ø 1/2 Grado 40 Tipo Original	2	Varilla	Q 60.00	Q 120.00
Candado acerado 60 mm	1	Unidad	Q 175.00	Q 175.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 5,974.00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Limpieza y mantenimiento de cajas de válvulas y válvulas	4	Jornal	Q 150.00	Q 600.00
Instalación de válvula de aire con caja	4	Jornal	Q 150.00	Q 600.00
Repello y alisado en cajas de válvulas (Albañil + ayudante)	2	Jornal	Q 230.00	Q 460.00
SUB TOTAL				Q 1,660.00

TOTAL DIRECTO	Q 7,634.00
----------------------	-------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 2,290.20
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 9,924.20
-------------------------	-------------------

6	REGLÓN	IMPLEMENTAR Y DAR SEGUIMIENTO A LAS ACCIONES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
MEDIDA		1	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	4,446.00

DESCRIPCIÓN				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Material didáctico (Bitácora de campo, impresiones y material de oficina)	1	Unidad	Q 300.00	Q 300.00
Equipo de seguridad personal (casco, guantes, lentes, chaleco)	2	Unidad	Q 160.00	Q 320.00
Honorarios del facilitador por sesiones de revisión, presentación, aplicación y seguimiento del manual de operación y mantenimiento	4	Sesión	Q 700.00	Q 2,800.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 3,420.00

TOTAL DIRECTO	Q 3,420.00
----------------------	-------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 1,026.00
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 4,446.00
-------------------------	-------------------



7	REGLÓN	IMPLEMENTAR Y DAR SEGUIMIENTO A UN PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA
MEDIDA		1 Unidad
COSTO UNITARIO		Q 4,420.00

DESCRIPCIÓN				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Material didáctico (Afiches, impresiones y material de oficina)	1	Unidad	Q 400.00	Q 400.00
Honorarios del facilitador por una sesión para establecer una agenda de cumplimiento de Normas COGUANOR, y dos sesiones practicas de control de calidad de agua.	3	Sesión	Q 500.00	Q 1,500.00
Toma de muestras y análisis fisico-químicos, Bacteriológicos	1	Jornada	Q 1,500.00	Q 1,500.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 3,400.00

TOTAL DIRECTO	Q 3,400.00
----------------------	-------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 1,020.00
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 4,420.00
-------------------------	-------------------

8	REGLÓN	TALLERES DE FORTALECIMIENTO A LAS CAPACIDADES TÉCNICAS DE LA OMAS
MEDIDA		1 Unidad
COSTO UNITARIO		Q 5,330.00

DESCRIPCIÓN				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Material didáctico (Impresiones y material de oficina)	1	Unidad	Q 200.00	Q 200.00
Honorarios del facilitador por talleres de formación y fortalecimiento a la estructura OMAS	3	Talleres	Q 1,200.00	Q 3,600.00
Alimentación para un 10 participantes	10	Participantes	Q 30.00	Q 300.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 4,100.00

TOTAL DIRECTO	Q 4,100.00
----------------------	-------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 1,230.00
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 5,330.00
-------------------------	-------------------



Sistema de alcantarillado municipal

1	REGLÓN	MEJORAS A POZOS DE VISITA
MEDIDA		1 Unidad
COSTO UNITARIO		Q 4,846.40

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Cal hidratada	5	Unidad	Q 50.00	Q 250.00
Acero corrugado Ø 3/8 Grado 40 Tipo Original	1	Varilla	Q 35.00	Q 35.00
Acero corrugado Ø 5/8 Grado 40 Tipo Original	1	Varilla	Q 93.00	Q 93.00
Acero corrugado Ø 1/2 Grado 40 Tipo Original	1	Varilla	Q 60.00	Q 60.00
Poliducto 5/8	1	m	Q 3.00	Q 3.00
Arena de río	0.2	m ³	Q 180.00	Q 36.00
Piedrín Triturado Ø 3/4"	0.3	m ³	Q 240.00	Q 72.00
Tabla 12" x 1" x 8" Rustica	1	Unidad	Q 29.00	Q 29.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 578.00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Limpieza de pozos de visita 5 personas	6	Día	Q 500.00	Q 3,000.00
Fundición de 1 tapadera	1	Jornal	Q 150.00	Q 150.00
SUB TOTAL				Q 3,150.00

TOTAL DIRECTO	Q 3,728.00
----------------------	-------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 1,118.40
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 4,846.40
-------------------------	-------------------



2	REGLÓN	MEJORAS A TUBERÍA	
MEDIDA		1	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	23,007.40

2.1	REGLÓN	Arreglo de paso aéreo	
MEDIDA		1	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	7,683.00

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Tubo para drenaje corrugado con empaque Norma ASTM F949	3	Unidad	Q 1,150.00	Q 3,450.00
Argollas de hierro plano de 1/8 X 1	6	Unidad	Q 40.00	Q 240.00
Cable de acero de Ø 3/8"	8	m	Q 75.00	Q 600.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 4,290.00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Colocación de tubería en paso aéreo 2 albañiles y 3 ayudantes	3	Jornal	Q 540.00	Q 1,620.00
SUB TOTAL				Q 1,620.00

TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Transporte de Materiales (provenientes del casco urbano de Nahualá) 1 viaje	3.0	KM	Q 30.00	Q 90.00

TOTAL DIRECTO	Q 5,910.00
----------------------	-------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 1,773.00
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 7,683.00
-------------------------	-------------------



2.2	REGLÓN	Cambio de tubería en zona 1	
MEDIDA		1	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	15,324.40

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Tubo para drenaje corrugado con empaque Norma ASTM F949	4	Unidad	Q 1,150.00	Q 4,600.00
Cemento UGC 4000 PSI	22	Saco	Q 84.00	Q 1,848.00
Selecto	1	m ³	Q 190.00	Q 190.00
Arena de río	2	m ³	Q 180.00	Q 360.00
Piedrín Triturado Ø 3/4"	2	m ³	Q 240.00	Q 480.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 7,478.00

MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Arrendamiento Martillo demoledor	1	día	Q 700.00	Q 700.00
Cortadora de concreto	1	día	Q 500.00	Q 500.00
Mezcladora de concreto	1	día	Q 300.00	Q 300.00
SUB TOTAL				Q 1,500.00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Remoción de pavimento 2 albañiles y 2 ayudantes	5	Jornal	Q 460.00	Q 2,300.00
Excavación 2 albañiles y 2 ayudantes	5	Jornal	Q 460.00	Q 2,300.00
Colocación de tubería 1 albañil + 1 ayudante	1	Jornal	Q 230.00	Q 230.00
Relleno y compactación 1 albañil + 1 ayudante	2	Jornal	Q 230.00	Q 460.00
Fundición de pavimento 2 albañiles y 3 ayudantes	2	Jornal	Q 540.00	Q 1,080.00
Limpieza final	1	Jornal	Q 150.00	Q 150.00
SUB TOTAL				Q 4,220.00

TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Transporte de Materiales (provenientes del casco urbano de Nahualá) 1 viaje	3.0	KM	Q 30.00	Q 90.00

TOTAL DIRECTO	Q 11,788.00
----------------------	--------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 3,536.40
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 15,324.40
-------------------------	--------------------



3	REGLÓN	MEJORAS A PTAR	
MEDIDA		1	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	19,659.97

3.1	REGLÓN	Pantalla de desarenador	
MEDIDA		1	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	1,274.00

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Pantalla de lámina 1/8"	1	Unidad	Q 750.00	Q 750.00
				Q 750.00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Instalación y limpieza de desarenador (Operador)	1	Jornal	Q 150.00	Q 150.00
Instalación y limpieza de desarenador (Ayudante)	1	Jornal	Q 80.00	Q 80.00
SUB TOTAL				Q 230.00

TOTAL DIRECTO	Q 980.00
----------------------	-----------------

TOTAL INDIRECTO	Q 294.00
------------------------	-----------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 1,274.00
-------------------------	-------------------



3.2	REGLÓN	Toma muestra	
MEDIDA		1	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	1,776.19

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL	
Cemento UGC 4000 PSI	2	Saco	Q 84.00	Q	168.00
Acero corrugado Ø 3/8 Grado 40 Tipo Original	5	Varilla	Q 35.00	Q	175.00
Block 0.14 x 0.19 x 0.39 Normado 25 Kg/cm ²	31	Unidad	Q 4.30	Q	133.30
Alambre de Amarre Cal. 16	1	Lb	Q 7.00	Q	7.00
Clavo Ø 3"	1	Lb	Q 7.00	Q	7.00
Arena de río	0.2	m ³	Q 180.00	Q	36.00
Piedrín Triturado Ø 3/4"	0.2	m ³	Q 240.00	Q	48.00
Madera para formaleta	2	Pt	Q 6.00	Q	12.00
					Q 586.30

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL	
Albañil	3	Jornal	Q 150.00	Q	450.00
Ayudante de Albañil	3	Jornal	Q 80.00	Q	240.00
SUB TOTAL					Q 690.00

TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL	
Transporte de Materiales (provenientes del casco urbano de Nahualá) 1 viaje	3.0	KM	Q 30.00	Q	90.00

TOTAL DIRECTO	Q 1,366.30
TOTAL INDIRECTO	Q 409.89
COSTO DEL REGLÓN	Q 1,776.19



3.3	REGLÓN	Bodega
MEDIDA		1 Unidad
COSTO UNITARIO		Q 11,301.88

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL	
Cemento UGC 4000 PSI	24	Saco	Q 84.00	Q	2,016.00
Acero corrugado Ø 3/8 Grado 40 Tipo Original	36	Varilla	Q 35.00	Q	1,260.00
Acero liso Ø 1/4 Grado 40 Tipo Original	11	Varilla	Q 15.00	Q	165.00
Block 0.14 x 0.19 x 0.39 m. 35 Kg/cm ²	125	Unidad	Q 5.15	Q	643.75
Alambre de Amarre Cal. 16	13	Lb	Q 7.00	Q	91.00
Clavo Ø 2 1/2"	6	Lb	Q 7.00	Q	42.00
Puerta Metálica (2.10 x 0.81 m)	1	Unidad	Q 1,600.00	Q	1,600.00
Piedrín Triturado Ø 3/4"	2	m ³	Q 240.00	Q	480.00
Arena de río	3	m ³	Q 180.00	Q	540.00
Madera para formaleta	36	pt	Q 6.00	Q	216.00
				Q	7,053.75

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL	
Albañil	5	Jornal	Q 150.00	Q	750.00
Ayudante de Albañil	10	Jornal	Q 80.00	Q	800.00
SUB TOTAL				Q	1,550.00

TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL	
Transporte de Materiales (provenientes del casco urbano de Nahualá) 1 viaje	3.0	KM	Q 30.00	Q	90.00

TOTAL DIRECTO	Q 8,693.75
----------------------	-------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 2,608.13
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 11,301.88
-------------------------	--------------------



3.4	REGLÓN	Red de agua potable	
MEDIDA		1	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	5,307.90

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Lavamanos para incrustar	1	Unidad	Q 375.00	Q 375.00
Sifón para lavamanos	1	Unidad	Q 35.00	Q 35.00
Tee Reductora lisa Ø 1" x Ø 1/2" PVC	1	Unidad	Q 12.00	Q 12.00
Tubo Ø 1/2" PVC 315 PSI	44	Unidad	Q 45.00	Q 1,980.00
Codo 90° Ø 1/2" PVC Campana Cementada	2	Unidad	Q 2.50	Q 5.00
Codo 90° Ø 1/2" HG Tipo Estándar	2	Unidad	Q 4.50	Q 9.00
Copla Ø 1/2" HG Tipo Estándar	2	Unidad	Q 18.00	Q 36.00
Niple Ø 1/2" HG Tipo Estándar (1.50 m) Chorro	2	Unidad	Q 30.00	Q 60.00
Niple Ø 1/2" HG Tipo Estándar (0.15 m) Chorro	2	Unidad	Q 25.00	Q 50.00
Válvula compuerta Ø 1/2" Br.	1	Unidad	Q 65.00	Q 65.00
Llave de Chorro 1/2" Br.	2	Unidad	Q 45.00	Q 90.00
Adaptador macho Ø 1/2" PVC	4	Unidad	Q 2.50	Q 10.00
Caja prefabricada para llave de paso	1	Unidad	Q 120.00	Q 120.00
Cemento Solvente para PVC 1/32 Gal.	1	Unidad	Q 40.00	Q 40.00
Cemento UGC 4000 PSI	1	Saco	Q 84.00	Q 84.00
Arena de río	0.8	m ³	Q 180.00	Q 144.00
Piedrín Triturado Ø 3/4"	1.2	m ³	Q 240.00	Q 288.00
				Q 3,403.00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Albañil	2	Jornal	Q 150.00	Q 300.00
Ayudante de Albañil	4	Jornal	Q 80.00	Q 320.00
SUB TOTAL				Q 620.00

TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Transporte de Materiales (provenientes del casco urbano de Nahualá) 1 viaje	2.0	KM	Q 30.00	Q 60.00

TOTAL DIRECTO	Q 4,083.00
----------------------	-------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 1,224.90
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 5,307.90
-------------------------	-------------------



4	REGLÓN	ACTUALIZAR MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
MEDIDA		1	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	4,550.00

DESCRIPCIÓN				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Honorarios profesionales por actualización de Manual de Operación y Mantenimiento de PTAR	1	Unidad	Q 3,000.00	Q 3,000.00
Una jornada de capacitación sobre la Operación y Mantenimiento de PTAR	1	Sesión	Q 500.00	Q 500.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 3,500.00

TOTAL DIRECTO	Q 3,500.00
----------------------	-------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 1,050.00
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 4,550.00
-------------------------	-------------------

5	REGLÓN	COMUNIDADES FIDAL	
MEDIDA		1	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	15,730.00

DESCRIPCIÓN				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Material didáctico e insumos para facilitador y para las etapas de la metodología (Incluye impresiones) :	1	Unidad	Q 500.00	Q 500.00
Insumos para la celebración FIDAL Alimentación:	1	Unidad	Q 1,800.00	Q 1,800.00
Rótulo FIDAL para la comunidad instalado:	1	Unidad	Q 1,300.00	Q 1,300.00
Costo del facilitador en función del tiempo que invierte y sus recursos:	1	Unidad	Q 2,000.00	Q 2,000.00
Estipendio (Alimentación y Transporte) para visita de verificación del comité FIDAL:	1	Unidad	Q 1,500.00	Q 1,500.00
Insumos para higiene bucodental y lavado de manos: (Varía por comunidad)	1	Unidad	Q 5,000.00	Q 5,000.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 12,100.00

TOTAL DIRECTO	Q 12,100.00
----------------------	--------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 3,630.00
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 15,730.00
-------------------------	--------------------



Sistema de manejo de residuos sólidos

1	REGLÓN	LIMPIEZA DE BASUREROS CLANDESTINOS
MEDIDA		1 Unidad
COSTO UNITARIO		Q 14,755.00

DESCRIPCIÓN				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Limpeza de basureros de 3 m ² aproximadamente de área (5 personas para limpieza a 130 la jornada	11	Basureros	Q 650.00	Q 7,150.00
Limpeza de basureros de 10 m ² aproximadamente de área (10 personas para limpieza a 130 la jornada	3	Basureros	Q 1,300.00	Q 3,900.00
Transporte de basura hacia Planta de tratamiento de desechos sólidos (5 viajes)	15	km	Q 20.00	Q 300.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 11,350.00

TOTAL DIRECTO	Q 11,350.00
----------------------	--------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 3,405.00
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 14,755.00
-------------------------	--------------------

2	REGLÓN	CONTRATACIÓN DE PERSONAL PARA PTDS
MEDIDA		1 Unidad
COSTO UNITARIO		Q 210,000.00

DESCRIPCIÓN				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Contratación de 5 operarios de acuerdo al manual de operación y mantenimiento	12	Mensual	Q 17,500.00	Q 210,000.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 210,000.00

TOTAL DIRECTO	Q 210,000.00
----------------------	---------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 210,000.00
-------------------------	---------------------

3	REGLÓN	IMPLEMENTAR PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO Y PLAN DE CONTINGENCIA DE PTDS
MEDIDA		1 Unidad
COSTO UNITARIO		Q 7,020.00

DESCRIPCIÓN				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Jornadas de capacitación sobre la Operación y Mantenimiento de PTDS y su plan de contingencia	3	Sesiones	Q 1,800.00	Q 5,400.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 5,400.00

TOTAL DIRECTO	Q 5,400.00
----------------------	-------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 1,620.00
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 7,020.00
-------------------------	-------------------



4	REGLÓN	COMPRA DE RODILLOS COMPACTADORES	
MEDIDA		2	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	3,640.00

DESCRIPCIÓN				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Rodillo compactador manual de 120 kg	2	Unidad	Q 2,800.00	Q 5,600.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 5,600.00

TOTAL DIRECTO	Q 5,600.00
----------------------	-------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 1,680.00
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 7,280.00
-------------------------	-------------------



Presupuesto desglosado a mediano plazo

Sistema de agua potable municipal

1	REGLÓN	CERCO PERIMETRAL DE PAPÓ	
MEDIDA		48	ml
COSTO UNITARIO		Q	155.78

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Cemento UGC 4000 PSI	1	Saco	Q 84.00	Q 84.00
Acero corrugado Ø 3/8 Grado 40 Tipo Original	2	Varilla	Q 35.00	Q 70.00
Acero liso Ø 1/4 Grado 40 Tipo Original	2	Varilla	Q 15.00	Q 30.00
Alambre de Amarre Cal. 16	1	Lb	Q 7.00	Q 7.00
Clavo Ø 2 1/2"	1	Lb	Q 7.00	Q 7.00
Postes de concreto de 2.40 m para cerco	26	Unidad	Q 80.00	Q 2,080.00
Alambre Espigado Ag	1	Rollo	Q 325.00	Q 325.00
Arena de río	0.1	m ³	Q 180.00	Q 18.00
Piedrín Triturado certificado Ø 3/4"	0.2	m ³	Q 240.00	Q 48.00
Tabla 12" x 1" x 8' Rustica	2	Unidad	Q 29.00	Q 58.00
Candado acerado 60 mm	1	Unidad	Q 175.00	Q 175.00
Puerta de malla	1	Unidad	Q 1,300.00	Q 1,300.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 4,202.00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Albañil	5	Jornal	Q 150.00	Q 750.00
Ayudante de Albañil	10	Jornal	Q 80.00	Q 800.00
SUB TOTAL				Q 1,550.00

TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Transporte de Materiales (provenientes del casco urbano de Nahualá) 1 viaje	2.0	KM	Q 30.00	Q 60.00

TOTAL DIRECTO	Q 5,752.00
----------------------	-------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 1,725.60
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 7,477.60
-------------------------	-------------------



2	REGLÓN	CERCO PERIMETRAL PARA TANQUES DE DISTRIBUCIÓN	
MEDIDA		125	ml
COSTO UNITARIO		Q	803.35

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Tubo de proceso 2"	25	Unidad	Q 350.00	Q 8,750.00
Malla galvanizada de 2"*2"*2 metros	125	ml	Q 65.00	Q 8,125.00
Alambre galvanizado	24	libra	Q 9.00	Q 216.00
Cemento UGC 4000 PSI	26	saco	Q 84.00	Q 2,184.00
Arena de río	2.5	m ³	Q 180.00	Q 450.00
Piedrín Triturado certificado Ø 3/4"	2.5	m ³	Q 240.00	Q 600.00
Tabla 12" x 1" x 8' Rustica	10	unidad	Q 50.00	Q 500.00
Clavo de 3"	15	Libras	Q 7.00	Q 105.00
Acero corrugado Ø 3/8 Grado 40 Tipo Original	175	varillas	Q 35.00	Q 6,125.00
Acero liso Ø 1/4 Grado 40 Tipo Original	135	varillas	Q 15.00	Q 2,025.00
Block 0.14*0.19*0.39 de 25 kg/cm ²	1556	Unidad	Q 4.30	Q 6,690.80
Block "U" 0.14*0.19*0.39 de 25 kg/cm ²	617	Unidad	Q 4.30	Q 2,653.10
Puerta de tubo galvanizado de 11/2" de malla de 0.90 *2m	2	Unidad	Q 1,500.00	Q 3,000.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 41,423.90

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Colocación de tubo	25	Unidad	Q 35.00	Q 875.00
Colocación de malla	125	ml	Q 60.00	Q 7,500.00
Fundición de concreto	2.70	m ³	Q 275.00	Q 742.50
Desencofrado	2.70	m ²	Q 20.00	Q 54.00
Levantado de Block	174.00	m ²	Q 75.00	Q 13,050.00
Armado de hierro	1115.00	ml	Q 8.00	Q 8,920.00
Armado de hierro	750.00	ml	Q 6.00	Q 4,500.00
SUB TOTAL				Q 35,641.50

TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Transporte de Materiales (provenientes del casco urbano de Nahualá) 2 viajes	6.0	KM	Q 30.00	Q 180.00

TOTAL DIRECTO	Q 77,245.40
----------------------	--------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 23,173.62
------------------------	--------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 100,419.02
-------------------------	---------------------



3	REGLÓN	PASO AÉREO 20 METROS
MEDIDA		1
COSTO UNITARIO		Unidad
		Q 50,380.85

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Unión Dreser 3"	6	Unidad	Q 250.00	Q 1,500.00
Cable de acero (6x19, 19 alambres por torón) de Ø 1/2"	35	m	Q 100.00	Q 3,500.00
Cable de acero de Ø 3/8"	60	m	Q 75.00	Q 4,500.00
Mordazas de Ø1/2"	18	Unidad	Q 6.25	Q 112.50
Mordazas de Ø 3/8"	60	Unidad	Q 7.50	Q 450.00
Guardacable de Ø 5/8"	12	Unidad	Q 20.00	Q 240.00
Tensor de Ø 5/8"	6	Unidad	Q 120.00	Q 720.00
Cadena 3/8"	3	Unidad	Q 20.00	Q 60.00
Polea de 4" + cojinete Ø 1 1/2"	2	Unidad	Q 520.00	Q 1,040.00
Perno de Anclaje (polea Ø 1/2" * 20"	8	Unidad	Q 25.00	Q 200.00
Candado acerado 60 mm	6	Unidad	Q 175.00	Q 1,050.00
Permatex Pomo 100 gramos	2	Unidad	Q 45.00	Q 90.00
Cemento UGC 4000 PSI	103	Saco	Q 84.00	Q 8,652.00
Acero corrugado Ø 1/2 Grado 40 Tipo Original	12	Varilla	Q 60.00	Q 720.00
Acero corrugado Ø 5/8 Grado 40 Tipo Original	20	Varilla	Q 93.00	Q 1,860.00
Acero corrugado Ø 3/8 Grado 40 Tipo Original	23	Varilla	Q 35.00	Q 805.00
Alambre de Amarre Cal. 16	17	Lb.	Q 7.00	Q 119.00
Clavo Ø 2 1/2"	8	Lb.	Q 7.00	Q 56.00
Madera para formaleta	200	Pt.	Q 6.00	Q 1,200.00
Arena de triturada certificada	5	m³	Q 180.00	Q 900.00
Piedrín Triturado Certificado Ø 3/4"	9	m³	Q 240.00	Q 2,160.00
Piedra bola 2 1/2"-3"	13	m³	Q 190.00	Q 2,470.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 32,404.50

TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Transporte de Materiales (provenientes del casco urbano de Nahualá) 1 viaje	5.0	KM	Q 30.00	Q 150.00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Calificada (Albañil)	20	Jornal	Q 150.00	Q 3,000.00
No Calificada (Ayudante de Albañil)	40	Jornal	Q 80.00	Q 3,200.00
SUB TOTAL				Q 6,200.00

TOTAL DIRECTO	Q 38,754.50
----------------------	--------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 11,626.35
------------------------	--------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 50,380.85
-------------------------	--------------------



4	REGLÓN	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN INDEPENDIENTE	
MEDIDA		1	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	29,630.30

4.1	REGLÓN	Línea de distribución	
MEDIDA		376	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	52.27

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Tubo Ø 2" PVC 160 PSI	64	Unidad	Q 180.00	Q 11,520.00
Tapón hembra Ø 4" PVC	1	Unidad	Q 42.50	Q 42.50
Unión Ø 2" PVC	1	Unidad	Q 12.00	Q 12.00
Thiner	4	Galón	Q 55.00	Q 220.00
Wype	3	Lb	Q 10.00	Q 30.00
Cemento Solvente para PVC 1/4 Gal.	1	Unidad	Q 118.00	Q 118.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 11,942.50

TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Transporte de Materiales (provenientes del casco urbano de Nahualá) 1 viaje	5.0	KM	Q 15.00	Q 75.00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Calificada (Albañil)	10	Jornal	Q 150.00	Q 1,500.00
No Calificada (Ayudante de Albañil)	20	Jornal	Q 80.00	Q 1,600.00
SUB TOTAL				Q 3,100.00

TOTAL DIRECTO	Q 15,117.50
----------------------	--------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 4,535.25
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 19,652.75
-------------------------	--------------------



4.2	REGLÓN	Paso de zanjón	
MEDIDA		1	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	4,134.05

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Codo 45° Ø 1" PVC Campana Cementada	4	Unidad	Q 8.80	Q 35.20
Codo 45° Ø 1" HG Tipo Estándar	4	Unidad	Q 13.00	Q 52.00
Unión Universal Ø 1" HG	4	Unidad	Q 31.46	Q 125.84
Abrazadera metálica de Ø 3/4"x1/4"x10"	4	Unidad	Q 5.00	Q 20.00
Varillas de 1/2x20"	8	Unidad	Q 14.00	Q 112.00
Tornillo con arandela de Ø 1/2"	8	Unidad	Q 5.00	Q 40.00
Adaptador hembra Ø 1" PVC	4	Unidad	Q 5.00	Q 20.00
Permatex Pomo 170 gramos	1	Unidad	Q 45.00	Q 45.00
Wype	1	Lb	Q 10.00	Q 10.00
Thiner	1	Galón	Q 55.00	Q 55.00
Niple HG Ø 1" de 0.90 mt Tipo Estándar	4	Unidad	Q 50.00	Q 200.00
Cemento UGC 4000 PSI	10	saco	Q 84.00	Q 840.00
Arena de río	1	M3	Q 180.00	Q 180.00
Piedrín Triturado Certificado Ø 3/4"	1	M3	Q 240.00	Q 240.00
Madera para formaleta	8	Pt	Q 6.00	Q 48.00
Clavo Ø 2 1/2"	1	Lb	Q 7.00	Q 7.00
Tubo Ø 2" HG TIPO ESTÁNDAR (Copla Incluida)	1	Unidad	Q 470.00	Q 470.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 2,500.04

TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Transporte de Materiales (provenientes del casco urbano de Nahualá) 1 viaje	2.0	KM	Q 30.00	Q 60.00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Calificada (Albañil)	2	Jornal	Q 150.00	Q 300.00
No Calificada (Ayudante de Albañil)	4	Jornal	Q 80.00	Q 320.00
SUB TOTAL				Q 620.00

TOTAL DIRECTO	Q 3,180.04
----------------------	-------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 954.01
------------------------	-----------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 4,134.05
-------------------------	-------------------



4.3	REGLÓN	Caja rompe presión con válvula de flote	
MEDIDA		1	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	5,843.50

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL	
Adaptador macho Ø 2" PVC	2	Unidad	Q 11.00	Q	22.00
Codo 90° Ø 2" PVC Campana Cementada	4	Unidad	Q 16.00	Q	64.00
Tee Ø 2" PVC Campana Cementada	1	Unidad	Q 23.00	Q	23.00
Válvula de pila de Bronce Ø 2"	1	Unidad	Q 75.00	Q	75.00
Válvula compuerta Ø 2" Br.	1	Unidad	Q 280.00	Q	280.00
Válvula de flote Helbert de Br. Ø 2"	1	Unidad	Q 650.00	Q	650.00
Pichacha PVC de 2"	1	Unidad	Q 15.00	Q	15.00
Cemento UGC 4000 PSI	10	saco	Q 84.00	Q	840.00
Piedra bola 2 1/2"-3"	1	m³	Q 190.00	Q	190.00
Arena de río	1	m³	Q 180.00	Q	180.00
Piedrín Triturado Certificado Ø 3/4"	0.25	m3	Q 240.00	Q	60.00
Paral de pino rustica de 3" x 3" x 10'	4	pt	Q 6.00	Q	24.00
Tabla de pino rustica de 1" x 12" x 10'	8	pt	Q 6.00	Q	48.00
Clavo Ø 2 1/2"	1	lb	Q 7.00	Q	7.00
Alambre de Amarre Cal. 16	1	lb	Q 7.00	Q	7.00
Acero corrugado Ø 3/8 Grado 40 Tipo Original	4	varilla	Q 35.00	Q	140.00
Acero corrugado Ø 1/2 Grado 40 Tipo Original	1	varilla	Q 60.00	Q	60.00
Candado acerado 60 mm	2	Unidad	Q 175.00	Q	350.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q	3,035.00

TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL	
Transporte de Materiales (provenientes del casco urbano de Nahualá) 1 viaje	2.0	KM	Q 30.00	Q	60.00

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL	
Calificada (Albañil)	4	Jornal	Q 150.00	Q	600.00
No Calificada (Ayudante de Albañil)	10	Jornal	Q 80.00	Q	800.00
SUB TOTAL				Q	1,400.00

TOTAL DIRECTO	Q 4,495.00
----------------------	-------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 1,348.50
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 5,843.50
-------------------------	-------------------



5	REGLÓN	CATASTRO DE USUARIOS E INVENTARIO DE SISTEMAS DE AGUA EXISTENTES	
MEDIDA		1	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	20,150.00

DESCRIPCIÓN				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Visitas domiciliarias, levantado de información domiciliar (5 personas, Q.100.00 *persona)	20	días	Q 500.00	Q 10,000.00
Honorarios profesionales para creación de base de datos georeferenciada	1	Unidad	Q 5,000.00	Q 5,000.00
1 sesión de presentación y discusión de resultados con actores clave	1	Sesión	Q 500.00	Q 500.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 15,500.00

TOTAL DIRECTO	Q 15,500.00
----------------------	--------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 4,650.00
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 20,150.00
-------------------------	--------------------

6	REGLÓN	ACTUALIZACIÓN DE REGLAMENTO	
MEDIDA		1	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	6,890.00

DESCRIPCIÓN				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Honorarios profesionales por revisión, y propuesta de reglamento del servicio de agua municipal	1	Unidad	Q 5,000.00	Q 5,000.00
1 sesión de presentación y discusión de resultados con actores clave	1	Sesión	Q 300.00	Q 300.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 5,300.00

TOTAL DIRECTO	Q 5,300.00
----------------------	-------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 1,590.00
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 6,890.00
-------------------------	-------------------



Sistema de alcantarillado municipal

1	REGLÓN	CAJAS CONECTORAS
MEDIDA		15 Unidad
COSTO UNITARIO		Q 1,674.40

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Ladrillo Tayuyo 0.065 x 0.11 x 0.26 m	1200	Unidad	Q 4.50	Q 5,400.00
Acero corrugado Ø 3/8 Grado 40 Tipo Original	60	Varillas	Q 35.00	Q 2,100.00
Cemento UGC 4000 PSI	30	Saco	Q 84.00	Q 2,520.00
Arena triturada certificada	4.5	m ³	Q 180.00	Q 810.00
Piedrín Triturado certificado Ø 3/4"	3	m ³	Q 240.00	Q 720.00
Tabla 12" x 1" x 8' Rustica	30	Unidad	Q 29.00	Q 870.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 12,420.00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Albañil	30	Jornal	Q 150.00	Q 4,500.00
Ayudante de albañil	30	Jornal	Q 80.00	Q 2,400.00
SUB TOTAL				Q 6,900.00

TOTAL DIRECTO	Q 19,320.00
----------------------	--------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 5,796.00
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 25,116.00
-------------------------	--------------------



2	REGLÓN	CERCO PERIMETRAL PTAR	
MEDIDA		130	ml
COSTO UNITARIO		Q	789.67

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Tubo de proceso 2"	26	Unidad	Q 350.00	Q 9,100.00
Malla galvanizada de 2"*2"*2 metros	130	ml	Q 65.00	Q 8,450.00
Alambre galvanizado	25	libra	Q 9.00	Q 225.00
Cemento UGC 4000 PSI	28	saco	Q 84.00	Q 2,352.00
Arena triturada certificada	2.52	m ³	Q 180.00	Q 453.60
Piedrín Triturado certificado Ø 3/4"	2.24	m ³	Q 240.00	Q 537.60
Tabla 12" x 1" x 8' Rustica	12	unidad	Q 50.00	Q 600.00
Clavo de 3"	15	Libras	Q 7.00	Q 105.00
Acero corrugado Ø 3/8 Grado 40 Tipo Original	184	varillas	Q 35.00	Q 6,440.00
Acero liso Ø 1/4 Grado 40 Tipo Original	147	varillas	Q 15.00	Q 2,205.00
Block 0.14*0.19*0.39 de 25 kg/cm ²	1610	Unidad	Q 4.30	Q 6,923.00
Block "U" 0.14*0.19*0.39 de 25 kg/cm ²	642	Unidad	Q 4.30	Q 2,760.60
Puerta de tubo galvanizado de 11/2" de malla de 0.90 *2m	1	Unidad	Q 1,500.00	Q 1,500.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 41,651.80

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Colocación de tubo	26	unidad	Q 35.00	Q 910.00
Colocación de malla	130	ml	Q 60.00	Q 7,800.00
Fundición de concreto	3.00	m ³	Q 275.00	Q 825.00
Desencofrado	3.00	m ²	Q 20.00	Q 60.00
Levantado de Block	180.00	m ²	Q 75.00	Q 13,500.00
Armado de hierro	1170.00	ml	Q 8.00	Q 9,360.00
Armado de hierro	780.00	ml	Q 6.00	Q 4,680.00
SUB TOTAL				Q 37,135.00

TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Transporte de Materiales (provenientes del casco urbano de Nahualá) 2 viajes	6.0	KM	Q 30.00	Q 180.00

TOTAL DIRECTO	Q 78,966.80
----------------------	--------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 23,690.04
------------------------	--------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 102,656.84
-------------------------	---------------------



Sistema de manejo de residuos sólidos

1	REGLÓN	COMPRA DE BASUREROS PARA DÍA DE PLAZA
MEDIDA		1 Unidad
COSTO UNITARIO		Q 13,910.00

DESCRIPCIÓN					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL	
Basureros de 135 litros con ruedas, con rótulos de identificación (Inorgánico no reciclable, inorgánico reciclable y orgánico).	24	Talleres	Q 350.00	Q	8,400.00
Mantas y afiches de sensibilización a los visitantes de la plaza	1	Unidad	Q 1,500.00	Q	1,500.00
Monitoreo y seguimiento los días de plaza	4	Días	Q 200.00	Q	800.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS					Q 10,700.00

TOTAL DIRECTO	Q 10,700.00
----------------------	--------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 3,210.00
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 13,910.00
-------------------------	--------------------

2	REGLÓN	ACTUALIZACIÓN DE REGLAMENTO
MEDIDA		1 Unidad
COSTO UNITARIO		Q 6,890.00

DESCRIPCIÓN					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL	
Honorarios profesionales por revisión, y propuesta de reglamento de manejo de residuos sólidos	1	Unidad	Q 5,000.00	Q	5,000.00
1 sesión de presentación y discusión de resultados con actores clave	1	Sesión	Q 300.00	Q	300.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS					Q 5,300.00

TOTAL DIRECTO	Q 5,300.00
----------------------	-------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 1,590.00
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 6,890.00
-------------------------	-------------------



3	REGLÓN	PROGRAMAS PILOTO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL	
MEDIDA		1	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	80,990.00

DESCRIPCIÓN				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Talleres de educación ambiental para los habitantes del casco urbano	4	Talleres	Q 1,200.00	Q 4,800.00
Material didáctico (Impresiones y material de oficina)	1	Unidad	Q 200.00	Q 200.00
Alimentación para participantes	160	Participantes	Q 30.00	Q 4,800.00
Kit de 3 basureros de 105 litros con rótulos de identificación (Inorgánico no reciclable, inorgánico reciclable y orgánico.	150	Kit	Q 350.00	Q 52,500.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 62,300.00

TOTAL DIRECTO	Q 62,300.00
----------------------	--------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 18,690.00
------------------------	--------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 80,990.00
-------------------------	--------------------

4	REGLÓN	MESAS PARA CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS	
MEDIDA		2	Unidad
COSTO UNITARIO		Q	5,200.00

DESCRIPCIÓN				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Mesa de tubo de proceso de 2" ; Dimensiones de 1m *2 m	2	Unidad	Q 4,000.00	Q 8,000.00
TOTAL TUBERÍA Y ACCESORIOS				Q 8,000.00

TOTAL DIRECTO	Q 8,000.00
----------------------	-------------------

TOTAL INDIRECTO	Q 2,400.00
------------------------	-------------------

COSTO DEL REGLÓN	Q 10,400.00
-------------------------	--------------------

Especificaciones técnicas

Objetivos

El objetivo de las presentes especificaciones técnicas; es definir la calidad de materiales, las normas técnicas de construcción, los métodos constructivos, las diferentes pruebas y evaluaciones, para la ejecución de mejoras a los sistemas de agua potable y saneamiento en el Casco urbano de Nahualá

Alcances

Las Especificaciones Técnicas integran el proyecto y complementan a los planos constructivos, memorias técnicas y rubros de trabajo. La unidad ejecutora está obligada a cumplir lo indicado en estas Especificaciones Técnicas, a menos que particularmente se señale lo contrario. También deberá suministrar materiales, mano de obra, equipo y herramienta de construcción, como prestar



servicios, dirección técnica, administración, control y vigilancia, así como la tramitación de permisos para la correcta y completa ejecución de las obras.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES

GENERALIDADES

Los materiales de construcción son los productos, subproductos y materias primas empleados en la fabricación de edificaciones y obras civiles. Sus características y propiedades son determinantes en la definición de las cualidades físicas de la construcción en sí, así como el método constructivo, equipos y mano de obra necesarios para desarrollarla.

ALCANCES

Comprende la descripción de materiales orgánicos, pétreos, aglutinantes, metálicos, sintéticos y compuestos que sean necesarios para la ejecución de reparaciones y mejoras a los sistemas de agua potable y saneamiento.

MATERIALES SINTÉTICOS

Derivados principalmente del petróleo, se pueden sintetizar de otras materias, se trata fundamentalmente de plásticos y polímeros cuya ventaja en la construcción es la estabilidad e inalterabilidad. Entre otros, destacan diversos grupos de aglomerantes, impermeabilizantes, aislantes, pinturas, esmaltes, barnices y selladores de todo tipo.

Cemento solvente

Es un adhesivo especial para conseguir uniones resistentes y duraderas en tuberías, planchas y perfiles de PVC rígido. Adecuado para unir tuberías sometidas a presión. La elevada resistencia del cemento Solvente a utilizar deriva de su funcionamiento como soldadura química, ya que se aglomera con el PVC de los dos lados a unir. Cumple con las características de calidad según la norma ASTM D-2564.

Densidad: aprox. 0,96 g/ml · Viscosidad (Epprecht, a 23°C): 1800-3500 m Pa·s ·

Estructura: La estructura es la adecuada para evitar escurrimientos y así garantizar un recubrimiento uniforme de la tubería. ·

Resistencia química: La resistencia química es la propia del PVC. No se recomienda su uso para la conducción de ácidos fuertes. En cuanto a los ácidos débiles, la resistencia ofrecida por la unión depende de las tolerancias entre tuberías, de la presión de trabajo y de la temperatura y la concentración del ácido.

Resistencia a la temperatura: La resistencia a la temperatura es idéntica a la del PVC, lo que corresponde a un límite máximo de 60°C. Ofrece una resistencia óptima para una holgura entre tuberías externa e interna de hasta 0,6 mm. Es apto para holguras de hasta 1 mm.

Permatex



Está formulado para un curado de respuesta rápida en tuberías y conexiones roscadas. Este sellador es un compuesto pastoso color blanco con Teflón que controla la lubricidad para ayudar al apriete del ensamble. Sustituye la cinta de teflón o los selladores de tuberías base solvente. Cura rápidamente hasta soportar 10,000 libras/pulgada en 24 horas.

Evita daños y protege las partes roscadas unidas contra la oxidación y corrosión. El producto cura cuando se confina en la ausencia de aire entre dos superficies metálicas empatadas. Este producto puede no ser compatible con algunos materiales termoplásticos con registro de la NSF.

El curado obtenido con Tubería NPT 3/8, curada 24 horas @ 75°F Resistencia a la presión (psi) 10,000 Rango de temperatura (°C) -54 a +149 Torque de rompimiento, ISO 10964 (in-lb) 40.

Pintura anti corrosiva

Es una pintura formulada con pigmentos inhibidores de la corrosión y un vehículo apropiado, que, al ser usada como base de un sistema de pintura, actúa como protector e inhibidor de los efectos de la corrosión, en el acero, hierro y otros metales. El anticorrosivo Industrial es fabricado a base de resina alquídica de óptima calidad y de secamiento al aire.

Proporciona un mayor rendimiento del esmalte rápido y esmaltín por que actúa como base, debe cumplir con la norma ISO 8501 de protección anticorrosiva de estructuras de acero mediante pintura.

Rendimiento práctico aproximado (2 capas): 20 – 25 mt² /galón

Secamiento a 25°C y Humedad relativa del 60%: 6 horas

Segundas manos Para aplicar esmalte: 6-8 horas.

Tubería, accesorios

La tubería, accesorios deben cumplir con las siguientes normas:

- ASTM D 2241. Especificación estándar para tuberías con clasificación de presión de poli (cloruro de vinilo) (PVC) (serie SDR)
- ASTM D 2466. Especificación estándar para accesorios de tubería de plástico de poli (cloruro de vinilo) (PVC), cédula 40.
- ASTM F-2307. Especificación Estándar para tuberías y accesorios de PVC serie 10 de perfil cerrado por control de diámetro interno.
- ASTM D-3212. Especificación Estándar para tuberías flexibles de drenajes sanitarios usando sellos elastómeros flexibles.
- ASTM D-1784. Especificación Estándar para la resina de PVC utilizada para la fabricación de tuberías y accesorios termoplásticos.
- ASTM D-2122. Método de Ensayo Estándar para determinar las dimensiones de tuberías y accesorios termoplásticos.



Los accesorios de unión mecánica, que permiten una fácil, rápida y hermética instalación. Estos cumplen con la norma ASTM F949.

Se puede fabricar accesorios manuales a partir de tubería SDR 35 que cumpla con las especificaciones ASTM D 3034 o ASTM F 679. Por lo que todos los accesorios deben cumplir con lo establecido en norma ASTM F 949.

La norma ASTM F 949, es compatible con otras tuberías de PVC, producidas con otras normativas.

El solvente será recomendado por el fabricante de la tubería, los materiales serán almacenados en una forma que garantice la preservación de calidad y se colocarán de manera que permitan una fácil inspección. Se almacenarán bajo techo o a la intemperie protegidos de forma que no reciban directamente los rayos del sol.

Cinta de teflón

Cinta para juntas de tubería y accesorios de hierro galvanizado, en rollos de ¾" a 1" de ancho.

MATERIAL AGLUTINANTE

Son aquellos que poseen la propiedad de unir o adherirse a otros (generalmente de naturaleza pétreo), para formar masas más o menos plásticas que permite moldearlos y obtener otros productos. Se clasifican en aglutinantes aéreos, hidráulicos, e hidrocarbonatados. Otra clasificación de acuerdo a la naturaleza física o química de la unión los separa en aglomerantes o conglomerantes:

Cemento

El cemento que se usará será portland tipo I, nacional o importado y deberá llenar las especificaciones C-150 de la ASTM. El transportar el cemento en bolsas, éstas tendrán que estar perfectamente cerradas y sin humedad. Se rechazará el cemento que llegue a la obra en bolsas rotas. El cemento será acopiado en un almacén previsto en la obra, con ambiente seco y protegido contra la humedad; de tal forma que permita el fácil acceso y adecuada inspección e identificación de las remesas. Será colocado sobre plataformas de madera de pino levantadas 15 cm sobre el piso y protegido convenientemente de la acción del clima.

No se permitirá almacenar el cemento en estibas de más de ocho bolsas. No se permitirá el uso de cemento endurecido por almacenamiento o parcialmente fraguado; cualquier cemento que haya sido afectado por la humedad, o por otras causas, será retirado inmediatamente de la obra. El contratista queda obligado a entregar a la supervisión una copia de cada guía de expedición o suministro.

Cal

Cal hidratada cumpliendo con la norma COGUANOR NGO 41018.



Impermeabilizante

Aditivo en polvo que disminuye la permeabilidad de concretos y morteros, libre de cloruros, color gris, densidad aparente, 0,9 kg/l aprox.

MATERIAL PÉTREO

Son todos aquellos materiales de apariencia pétreo obtenidos de manera natural (rocas) o artificial (cerámicos y vidrios), utilizados mayoritariamente en forma de bloques, losetas, fragmentos y granos de distinto tamaño.

Agregado fino

Se entenderá por agregado fino la arena triturada correspondiente a aquella parte de los agregados que pasa la malla no 4 (4.76 mm) y es retenido en la malla no 200 (0.0074 mm) de graduación US Standard. La arena estará formada por partículas sanas, duras, exentas de polvo, grasas, sales, álcalis, sustancias orgánicas y otras perjudiciales para el concreto. Condiciones de uso. Los porcentajes en peso de sustancias perjudiciales en la arena triturada para su uso, en la fabricación del concreto, no excederán los valores indicados en la siguiente tabla:

Tabla 1. Porcentaje en peso de material para agregado fino

Tipo de Material.	% En Peso
Material que pasa el tamiz no 200 (ASTM C-117)	3%
arcillas (ASTM c-142)	1%
Total, otras partículas (álcali, mica, granos recubiertos, limo, etc.)	2%
Suma máxima de sustancias perjudiciales	6%

La arena triturada deberá almacenarse de manera tal que evite la contaminación. Además, la arena triturada utilizada para la mezcla del concreto será bien graduada y al probarse por medio de mallas estándar (ASTM C-135), deberá satisfacer los límites siguientes:

Tabla 2. Granulometría

Malla	% Que Pasa
3/8"	100
N° 4	90-100
N° 8	70-85
N° 16	50-85



N° 30	30-70
N° 50	10 a 45
N° 100	0-10

El módulo de fineza de la arena triturada está entre los valores de 2.5 a 2.90, sin embargo, la variación del módulo de fineza no excederá de 0.30.

Agregado grueso

El agregado grueso para el concreto consistirá de piedra triturada sin poros, proveniente de roca sana y compacta, libre de impurezas, la grava deberá ser roca dura y cristalina, libre de pizarra, laja o piezas en descomposición.

El agregado grueso a aquella parte de los agregados que no pasa la malla no 4 (4.76 mm). El tamaño máximo del agregado no deberá ser mayor de 1/5" de la dimensión menor entre los lados de los moldes de los miembros en el cual se va a usar el concreto, ni mayor de 3/4" de la separación mínima entre barras o paquetes de barras de refuerzo.

Condiciones de uso: Los porcentajes en peso de sustancias dañinas no excederán los valores siguientes:

Tabla 3. Valores de % de sustancias dañinas.

Tipo de Agregado Grueso	% En Peso
Material que pasa el tamiz no 200	(ASTM c-117) 0.5%
Materiales ligeros	(ASTM c-330) 2.0%
Terrones de arcillas	(ASTM c-124) 0.5%
Total, de otras sustancias dañinas	1.00%
Suma máxima de sustancias dañinas	3.00%

MATERIALES COMPUESTOS

Son el resultado de la combinación de dos o más materiales en un producto cuyas propiedades son mucho más completas o se ven drásticamente reforzadas.

Block entero y block solera U

Clasificación y uso: La clasificación se realiza por la resistencia a compresión y por el porcentaje de absorción máxima de humedad determinados como:



Clase A. Uso estructural con baja absorción de humedad: Para uso en muros exteriores o interiores que soportan carga por debajo o sobre el nivel del suelo. Muros de contención, muros de cimentación, muros de división que soportarán carga. Para edificaciones con áreas mayores de 100 metros cuadrados de construcción, de uno o dos niveles. Para edificaciones de más de dos niveles se debe cumplir con los requisitos de diseño estructural de la Norma AGIES NSE 7.4, Requisitos para edificaciones de mampostería estructural.

Los bloques pueden usarse con o sin recubrimiento protector contra las inclemencias del tiempo.

Clase B. Uso general con mediana absorción de humedad: Muros exteriores o interiores que soportan carga sobre el nivel del suelo, para edificaciones con un área máxima de 100 metros cuadrados de construcción y distribución simétrica, de uno o dos niveles. Los bloques externos o expuestos deben usarse con recubrimiento protector contra las inclemencias del tiempo.

Clase C. Uso no estructural con alta absorción de humedad: Muros exteriores o interiores sobre el nivel del suelo, que no soportan carga, o que la soportan en muros de edificaciones de un nivel, menores de 50 metros cuadrados (m^2) de construcción con distribución simétrica. También para muros colindantes entre terrenos. Si son muros exteriores debe aplicárseles un recubrimiento o acabado protector contra las inclemencias del tiempo.

Resistencia a la compresión:

De común acuerdo entre el fabricante y comprador, se podrán despachar bloques con resistencia de al menos el 80 % de la especificada en la Tabla, siempre que el fabricante o proveedor pueda demostrar mediante el control estadístico de sus lotes de fabricación, que el producto despachado alcanzará la resistencia nominal indicada.

Resistencia de tipos de blocks:

Tipo A: 133 kg/cm^2

Tipo B: 100 kg/cm^2

Tipo C: 66 kg/cm^2

El bloc debe cumplir con la norma COGUANOR NTG 41054

Repello

Material que se colocará en la parte externa e interna de las unidades que lo requieran, el cual se realizará con un mortero de sabieta con una proporción 1:2 de cemento y arena de río cernida.

Alisado

Material que se colocará en la impermeabilización interna de las unidades que lo requieran. El mortero que se utilizará será de cemento y arena de río cernida en una proporción 2:1.



Dosificación de morteros para levantado en block

El mortero se debe preparar en la proporción que indicada en planos o según el supervisor agua limpia exenta de sales y en la cantidad necesaria para formar un mortero de tal consistencia, que se pueda manejar y extender fácilmente en las superficies, de las uniones. Se acepta que la elaboración del mortero se pueda realizar con una mezcladora, el cemento y el agregado fino se deberán de mezclar en seco, en un recipiente sin fugas, hasta que la mixtura tenga un color uniforme, después de lo cual se le agregará el agua para producir el mortero de la consistencia deseada.

El mortero se debe de preparar en cantidades necesarias para uso inmediato, siendo 30 minutos el máximo de tiempo para emplearlo, no se permitirá en ningún caso El RETEMPLE DEL MORTERO. Las separaciones entre las hiladas del levantado de ladrillo, que den espacios mayores de los indicados anteriormente, deberán de ser llenados con fragmentos de ladrillo y mortero; no se permitirán porciones vacías en ninguna de las partes de las estructuras.

Inmediatamente después de la colocación de la mampostería, todas las superficies visibles de los ladrillos o bloques, se deben limpiar de las manchas de mortero, manteniéndose limpias hasta que la obra se encuentre completamente finalizada.

No se permitirá la aplicación de ninguna carga exterior, sobre o contra parte alguna de la estructura terminada, al menos durante 14 días, contados a partir de la fecha de finalizado la parte del trabajo. Si los planos de estructura indican que ciertas partes deberán de repellarse, los repellos alisados e impermeabilizados se tendrán que efectuar.

El mortero para la construcción de las estructuras de mampostería de ladrillo, debe de cumplir con los siguientes requisitos:

1. El mortero debe de estar formado por una parte de cemento Pórtland y por tres partes de agregado fino, proporción en peso.
2. El agregado fino debe cumplir con los requisitos de la norma AASHTO M-45 (ASTM C-44), su granulometría debe de ser la siguiente:

TAMICES AASHTO M - 92	PORCENTAJE QUE PASA:
No 4 (4.75 mm)	100
No 8 (2.36 mm)	95 A 100
No 100 (0.150 mm)	25 máximo
No 200 (0.075 mm)	10 máximo

Mortero para mampostería estructural

El mortero de pega para muros en bloque de concreto deberá cumplir con todas las especificaciones generales de morteros excepto en lo referente a uso del mortero y deberá cumplir con los siguientes requisitos. La resistencia a la compresión del mortero empleado, debe ser lo suficientemente buena para garantizar la transmisión de las cargas que resiste el muro durante la construcción y uso. Para alcanzar este objetivo las mezclas deben ser ricas en contenido de cemento. Los morteros para mampostería estructural se clasifican como M, S y N, dependiendo de las proporciones de los materiales empleados en la mezcla.

Tabla 4. Proporciones de mortero por volumen

PROPORCIONES DEL MORTERO POR VOLUMEN			
TIPO DE MORTERO	PARTES DE CEMENTO POR VOLUMEN	PARTES DE CAL POR VOLUMEN	RESISTENCIA (Mayor o igual)
M	1	1/4	175 kg/m ²
S	1	De 1/4 a 1/2	125 kg/m ²
N	1	De 1/2 a 1 1/4	50 kg/m ²

La proporción de arena no podrá ser mayor de tres veces ni menor de 2.25 veces la suma de los volúmenes de cemento y cal. La tabla anterior es una guía para la dosificación de los morteros de pega y su empleo no libera al constructor de su responsabilidad y de su obligación de obtener las resistencias especificadas por el calculista.

MATERIALES ORGÁNICOS

Son fundamentalmente productos de origen vegetal y algunos subproductos simples de estos.

Madera

La formaleta deberá diseñarse para producir un concreto endurecido que tenga la forma, los alineamientos y las dimensiones que se muestren en los planos. En consecuencia, la madera que se utilice para formaletas estará de acuerdo con este propósito y deberá cumplir con las normas ACI 347 y las condiciones adicionales que se dan a continuación.

La madera que se une en la construcción de las formaletas para las estructuras de concreto será laminada o deberá ser cepillada o machihembrada del lado de la superficie que haya de quedar expuesta. Deberá estar exenta de bombeos, abultamientos y nudos flojos, ser sana y de espesor uniforme. La madera sin ser cepillada de no más de 20 cm de anchura de bordes sanos y cuadrangulares, podrá usarse para respaldar superficies que no hayan de quedar expuestas al finalizar la obra. No se permitirá el uso de madera de menos de 2.5cm de espesor nominal, excepto cuando se la use como revestimiento de las formaletas. El contratista deberá utilizar



formaletas fabricadas con madera laminada, prensada o machihembrada cepillada, para las superficies que quedarán a la vista. Las formaletas para las superficies a la vista deberán ser colocadas de madera regular con la mayor dimensión de los paneles en el sentido vertical y todas las juntas alineadas. La formaleta no deberá producir superficies cóncavas o irregulares. La desviación máxima de la superficie plana no deberá exceder de 2 mm, por metro.

MATERIALES METÁLICOS

Son materiales de procedencia natural que requieren procesos especiales para su obtención y uso, así como sus aleaciones, y toda la gama de productos elaborados con estos.

Acero de refuerzo

El acero de refuerzo debe ser corrugado excepto en el caso de las varillas No. 2. Las varillas de acero de refuerzo a utilizarse serán grado 40 del tipo legítimo y bajo ninguna causa deberá almacenarse en el área prevista materiales no autorizados para uso del proyecto. Todo el acero de refuerzo a utilizarse en una obra deberá cumplir como mínimo con alguna de las siguientes especificaciones:

- Especificaciones para varillas corrugadas y lisas de acero de lingote para refuerzo del concreto (ASTM A615).
- Especificaciones para varillas corrugadas y lisas de acero de riel para refuerzo del concreto (ASTM A 616).
- Especificaciones para varillas corrugadas y lisas de acero eje para refuerzo del concreto (ASTM 617).
- Especificaciones para varillas corrugadas de acero de baja aleación para refuerzo del concreto (ASTM 706).
- En el uso de las varillas corrugadas de refuerzo, se deben observar las siguientes excepciones a las especificaciones de ASTM indicadas en el inciso anterior:
- Para las normas ASTM A 615, A 616 y A 617, la resistencia a la fluencia debe corresponder a la determinada por los resultados de pruebas de varillas de sección transversal completa.
- Para las normas ASTM A 615, A 616 y A 617, los requisitos para la prueba de doblado de todas las varillas; desde la No.3 hasta la No.11 deben hacerse en base a dobleces de 180°, en varillas de sección transversal completa, alrededor del gancho.

Ganchos estándar

El término Gancho estándar se emplea para designar:

- Un doblez de 180 grados más una extensión de por lo menos 4 diámetros de varilla, pero no menor de 65 mm en el extremo libre de esta.
- Un doblez de 90 grados más una extensión de por lo menos 12 diámetros de varilla en el extremo de esta.



- Para ganchos de estribos y anillos, un doblado de 90 grados o de 135 grados más una extensión de por lo menos 6 diámetros de varilla, pero no menor de 65 mm en el extremo de esta.

Doblado

Todo el acero de refuerzo debe doblarse en frío. Ningún elemento de acero de refuerzo parcialmente ahogado en el concreto, debe doblarse ya como parte fundamental del concreto armado de ese elemento, excepto cuando así se indique en planos.

Características de la superficie del refuerzo

Al fundir un elemento de concreto reforzado, el acero de refuerzo deberá estar libre de lodo, aceite o cualquier otro recubrimiento no metálico o perjudicial.

Espaciamientos mínimos

La separación libre entre varillas paralelas de una capa no debe ser menor, que el diámetro de la varilla ni menor de 2.5 cm. Cuando el refuerzo paralelo se coloque en dos o más capas, las varillas de las capas superiores deben colocarse arriba de las que están en las capas inferiores, con una distancia libre entre ambas no menor de 2.5 cm.

En aquellos casos en los que, por razones de cálculo sea necesario colocar paquetes de varillas paralelas, actuando estas como una unidad; la cantidad máxima de varillas por paquete será de cuatro varillas por paquete. Para el caso de vigas, no se permitirá el uso de varillas No.11 en paquetes.

Recubrimientos mínimos

Deberán proporcionarse los siguientes recubrimientos mínimos de concreto al acero de refuerzo.

Concreto en contacto con el suelo y permanentemente expuesto: 7.50 cm

Vigas y columnas; refuerzo principal, anillos, estribos espirales: 4.0 cm.

El recubrimiento mínimo para paquetes de varillas debe ser el correspondiente al diámetro equivalente del paquete. El recubrimiento máximo será de 5.00 cm.

Longitudes de desarrollo y traslapes

Se deberá proporcionar la longitud mínima necesaria para desarrollar la resistencia de diseño del acero de refuerzo en una sección crítica, para varillas sujetas a tensión. La longitud de desarrollo mínima será de 30.00 cm.

Para determinar la longitud de desarrollo de varillas individuales dentro de un paquete sujeto a tensión o compresión, se establece que esta sea igual a la longitud de desarrollo de la varilla



individual, más un 20% de la longitud, para paquetes de 3 varillas, y un 33% adicional para paquetes de 4 varillas.

Se puede obtener la longitud de desarrollo necesaria, por medio de ganchos estándar, considerando la longitud de anclaje equivalente a la de un gancho, de acuerdo a lo indicado en el inciso 12.5 del código ACI-318, (edición más actualizada).

La longitud de traslape en elementos sujetos a tensión, será conforme a los requisitos de empalmes clases A, B o C, descritos a continuación.

- EMPALME CLASE A 1.0Ld
- EMPALME CLASE B 1.3Ld
- EMPALME CLASE C 1.7Ld
- La longitud mínima de traslape será igual a 30.00 cm. Los traslapes de paquetes de varillas deberán basarse de igual forma en lo descrito en el inciso b de esta sección.
- La longitud mínima de un empalme para traslapes en elementos sometidos a compresión; no será menor de $0.007 \cdot F_y \cdot d_b$. Cuando f'_c sea menor de 210 K/cm², la longitud de empalme deberá incrementarse en 1/3.
- En elementos sujetos a flexión, cada una de las varillas de los paquetes que se cortan en el claro deben terminar en puntos distintos y separados, debe existir entre estas una longitud de traslape mínima de 40 veces el diámetro de la varilla.

Alambre y clavo

Se usarán clavos de albañilería de diferentes medidas que cumplan con norma DIN 1151 y el alambre de amarre deberá ser calibre 16.

Candados

Los candados deberán tener las siguientes características:

- Ser para intemperie con caja inoxidable.
- De 3" como mínimo.
- Tener un pasador de acero inoxidable de 3/8" de diámetro como mínimo y pintado con dos manos de anticorrosivo.
- Poseer el registro de tres seguros.
- El pasador deberá tener la capacidad de abrazar dos hierros redondos de 1/2" de diámetro.
- Deberán instalarse en todos los elementos del sistema que deben mantenerse cerrados, tapaderas, compuertas y similares.

Válvulas



Válvulas de compuerta

Son válvulas que funcionan mediante el descenso progresivo de una compuerta que regula el paso del agua. Constan de cuerpo, sección desmontable, compuerta, vástago y volante. Salvo indicación de otro tipo en los planos o en bases especiales, las válvulas de compuerta de hasta 4" serán de bronce, vástago ascendente, disco de cuña sencillo o doble y para una presión de 160 libras/pulg², excepto que se indique otra presión en los planos. El cuerpo, la sección desmontable y la compuerta deben ser de bronce, que llene los requisitos de norma ASTM B-62, relativas a la aleación UNSC 83600 (designación antigua 85-5-5). Las roscas deben estar hechas a perfección, sin orillas irregulares de acuerdo a especificaciones de la ASPT. El diseño de la compuerta debe ser simple y efectivo. Pueden ser vástago fijo o ascendente, debiendo operar satisfactoriamente a presión de trabajo de 10.5 Kg/cm² (160 lb/plg²). Las de diámetro no mayor de 100 mm. (4") serán de extremos roscados conforme especificaciones ASPT. Las de diámetro mayores a 4" serán de acople con brida plana roscada asegurada por pernos, con cuerpo de hierro fundido.

Válvulas de aire

Son válvulas cuya función es evacuar la acumulación de aire, por llenado y vaciado en la conducción, están diseñadas para operación automático. La válvula de aire debe ser de bronce, que se ajuste a norma ASTM B-62, relativa a la aleación UNS C 83600 (DESIGNACIÓN ANTIGUA 85-5-5-5). Deberá funcionar satisfactoriamente a presión de trabajo de 10.5 Kg/cm² (150 lb/plg²).

TRABAJOS A REALIZAR EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE MUNICIPAL

Limpieza y chapeo de nacimientos, tanque de distribución.

Su objeto es de eliminar toda clase de vegetación y material indeseable. Consiste en el chapeo, remoción y eliminación de toda clase de vegetación y desechos que estén dentro de los límites de las obras del sistema. Este trabajo también incluye la debida preservación de la vegetación que deba conservarse, a efecto y evitar daño en la obra y a la propiedad privada. Con el objeto de evitar daños a la propiedad privada, así como degradación ecológica se deberá disponer que vegetación se tendrá que respetarse, lo mismo que la preservación de árboles aun estando dentro del área de los trabajos no sea obstáculo para llevarlas a cabo. Cuando de la limpieza y chapeo se produzca material indeseable, se dispondrá de este en sitios adecuados, procediendo a su incineración o entierro. Cuando la alternativa sea incinerar los desechos, se deberá velar porque esta operación se efectúe en forma apropiada para evitar la propagación del fuego. Los sitios de disposición serán consultados a los propietarios de los terrenos donde se localicen las zonas de disposición, así como obtener la autorización respectiva de manera escrita. Se deberá tener especial cuidado en que la disposición de estos desechos se haga en zonas donde no ocasionen posteriormente contaminación.

Construcción y reparación de tapaderas



Todas las tapaderas tendrán un espesor de 0.10 m y deben tener un 1% de desnivel en la parte externa que permita un drenaje para el agua de lluvia y tendrán en sus bordes inferiores un diseño que propicie un sello sanitario; El concreto para las tapaderas y la losa tendrá la proporción 1:2:3 en volumen de cemento, arena de río y piedrín triturado respectivamente, debe tener al menos un $f'c = 210\text{Kg/cm}^2$ y estar reforzado con hierro No. 3 legítimo de $f'y = 2810\text{ Kg/cm}^2$. Deben contar con argollas de hierro No. 3 que permitan el uso de un candado de 50mm para garantizar la integridad de la válvula y sus accesorios.

Repello de cajas

Se colocará en la parte externa de todas las cajas, el cual se realizará con un mortero de sabieta con una proporción 1:2 de cemento y arena de río cernida.

Lubricación de válvulas

Las válvulas deben de ser lubricadas con aceite multiusos WD-40 en spray, se debe aplicar en el vástago y se debe maniobrar la válvula para que el aceite ingrese en el mecanismo.

Limpieza de caja de válvulas

Limpiar todo el material azolvado de la caja con una espátula, retirar el agua con una palangana si esta estuviera inundada, de ser necesario repellar las paredes, resanar la tapadera o sustituirla.

Repello y alisado de cajas colectoras

El repello se realizará con un mortero de sabieta con una proporción 1:2 de cemento y arena de río cernida. mientras que el alisado se colocará en la impermeabilización utilizando una proporción 2:1. de cemento y arena de río cernida.

Reparación de fugas en el tanque de fibra de vidrio

El tanque debe este vaciado por completo, se debe limpiar los alrededores del área de trabajo, proceder a lijar las partes a reparar utilizando lija numero 60; Cortar una pieza de fibra de vidrio lo suficientemente grande para cubrir la grieta. Incrementa gradualmente el tamaño de cada capa que coloque sobre el tanque hasta que la cubierta esté ligeramente más gruesa que el resto de las superficies del tanque, hay que retirar los excesos.

Colocar la resina en el recipiente. La cantidad de resina dependerá del tamaño de la reparación. Añadir el catalizador a la resina, asegurándote de que la mezcla tenga 19 partes de resina y 1 parte de catalizador. Demasiado catalizador hará que la mezcla se endurezca rápidamente y tal vez exista suficiente tiempo para terminar la reparación. Al no añadir suficiente catalizador, se llevará mucho tiempo para que la mezcla esté lista y no endurecerá lo suficiente.

Revolver la mezcla por al menos 30 segundos. Debe estar bien mezclada para estar lista. Verificar que el área de reparación esté libre de polvo y restos, Utilizar una brocha para humedecer el área a reparar con la mezcla de resinas.



Empezar a cubrir la grieta con una pequeña pieza de cubierta previamente cortada con la superficie de la grieta ya humedecida con la preparación de resina. Es necesario saturar la capa de la cubierta con la mezcla, utilizando la brocha. Coloca la siguiente pieza más grande de cubierta en el área y repetir el proceso de saturación y adición de capas hasta haber aplicado todas las piezas de la cubierta.

Esperar a que la reparación se endurezca y esté fría al contacto. Revisar el área reparada para buscar puntos débiles o delgados. Verificar que la reparación esté nivelada con el resto del tanque y no deprimida. Si encuentras puntos débiles o un área deprimida, añadir más capas y repetir el procedimiento hasta que obtengas el grosor deseado.

Aplicación de pintura anticorrosiva a la superficie del tanque de fibra de vidrio

Previamente a la aplicación de pintura anticorrosiva deberá limpiarse bien la superficie del tanque evitando el contacto de la piel con la superficie, la aplicación se realizará con rodillo, El color de la pintura será gris claro y por cada galón de pintura deberá diluirse $\frac{1}{4}$ de galón de thinner, deberán aplicarse tres manos de pintura, con un periodo de 1 hora entre aplicación de cada capa de pintura.

Instalación de escaleras tipo mariner

Se construirán y colocarán 2 escaleras tipo mariner en 2 de los tres tanques existentes, en el primer tanque se colocarán externamente e irán ancladas a las columnas metálicas que soportan el tanque. SU acople se realizará mediante tornillos con rosca, tal como se indica en los planos, después de la colocación de los tornillos estos deberán quedar cubiertos con dos manos de pintura anticorrosiva.

Para el segundo tanque será necesario, vaciar el tanque, para poder realizar los trabajos, la escalera quedará anclada a la superficie del tanque mediante pernos expansivos, tanto en la parte inferior como superior, respetando las indicaciones de los planos, después de realizados los trabajos, se deberá aplicar epóxico en los pernos para sellarlos al tanque.

Cambio de válvulas

Para su instalación deberá observarse lo indicado en los manuales de los fabricantes y su ubicación conforme los planos, deberá utilizarse teflón la rosca para minimizar las fugas.

Cerco perimetral para nacimiento

El predio en donde se encuentra el nacimiento de Papó, deberá ser circulado con un cerco perimetral, el cual será construido con postes de concreto de 0.10 x 0.10 x 2.50 m. El poste tendrá enterrado 0.50 m y en los 2.00 metros que quedan sobre el nivel del suelo se colocará alambre espigado con una separación de 0.30 m. La circulación contará con una puerta de ingreso que estará fabricada a base de malla galvanizada de 2" x 2" calibre 12, tubo galvanizado de 1" tipo



liviano y para su anclaje se construirán dos columnas de 0.15 x 0.15 x 3.00 m, con sus respectivas zapatas de 0.40 x 0.40 x 0.15 m. Para el armado de los mismos ver los detalles en planos.

Muro perimetral para tanques de distribución y PTAR

La ejecución de estos trabajos, abarcan las operaciones que refuerzan lo indicado en los planos y que a continuación se mencionan:

- Previo a la realización de los trabajos remover maleza y cualquier otra clase de residuos vegetales, hasta la profundidad que se indique en planos; extraer y eliminar raíces, troncos, hormigueros y cualquier otro elemento que pueda poner en peligro la estabilidad de los trabajos a realizar; Reunir todo el material producto del desmonte y desenraizado y acarrearlo hacia un lugar apropiado donde no represente foco de contaminación.
- La localización general, alineamientos y niveles de los diferentes elementos que componen la obra serán definidos y marcados en el campo de acuerdo a los planos del proyecto.
- El cimiento corrido será de concreto reforzado $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ de 0.60 X 0.20 m de sección, reforzado con 3 hierros corridos No.4 (1/2") + eslabones No. 3 (3/8") @ 0.15 m. Hierro Legítimo, grado 40. Que incluye todos los materiales y trabajos necesarios para su realización como excavación, compactación de la zanja, la fabricación y colocación de la armadura, fundición (fabricación, traslado y colocación) del concreto, fraguado y desencofrado y relleno de zanjas.
- La solera de humedad incluye todos los materiales e insumos necesarios para realizar la solera, cuya sección es de 0.20 X 0.15 m. de concreto reforzado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$; armada con 4 hierros No.3 y estribos de No. 2 @ 0.15 m.
- El levantado de muro se hará con Se block pómez de dimensiones y color uniformes, textura fina y aristas rectas. Este renglón también contempla el mortero para el levantado, proporción 1:3 (cemento, arena).
- La columna tipo A incluye todos los materiales e insumos necesarios para realizar la C-A, que es de concreto reforzado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$; tallada con una medida de 0.15 x 0.15 m., armada con 4 hierros No.3 y estribos de No.2 @ 0.15 m. Este renglón incluye todos los materiales y trabajos necesarios para su realización como formateado, la fabricación y colocación de la armadura, fundición (fabricación, traslado y colocación) del concreto, fraguado y desencofrado.
- La solera intermedia incluye todos los materiales e insumos necesarios para realizar la solera, que de concreto reforzado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$; armada con 4 hierros No.3 y estribos No. 2 @ 0.15 m. Además, a esta deberá ir anclada la malla calibre 12 que complementará la otra mitad del muro.



- Se deberá limpiar el área de trabajo. Se deben reunir, trasladar y disponer convenientemente todos los desperdicios de la construcción a manera de no contaminar el ambiente y dejar el lugar del proyecto libre de todo resto de material de construcción.

Paso aéreo

Para librar las irregularidades del terreno o atravesar arroyos, ríos o depresiones pronunciadas, se ha considerado la construcción de un paso aéreo el cual utilizará tubería de hierro galvanizado (HG) del diámetro y estación indicados en planos, soportada por cables, sujetas a dos columnas de concreto reforzado, con sus respectivos anclajes de concreto.

Nuevas líneas de distribución

Las nueva línea de distribución saldrá del tanque distribución y que distribuirá el agua a las viviendas de los beneficiarios de los sectores a cubrir para su ejecución será necesario :

Instalación de tubería: estas en su mayoría serán de PVC y estarán a una profundidad de 1.00 metro, o la que se indique en el detalle de zanja en los planos y con excavación de zanjas de 0.60 metros de ancho para la instalación y después de probada la tubería se tendrá que rellenar con el material extraído. En casos de suelos duros, se harán hasta 0.80 metros y en suelos de piedra se revestirá con mampostería de piedra.

Válvulas de compuerta: Será necesario colocar una válvula en la red de distribución, las cuales será de utilidad para aislar el ramal durante el proceso de mantenimiento, reparación de fugas o instalación de nuevas conexiones domiciliarias.

Caja de válvula: Esta estructura servirá para la protección de la válvula de compuerta y para las válvulas reguladoras de presión. Se hará de concreto armado con un espesor de 0.08 metros, la losa y tapadera de concreto reforzado. La válvula será de bronce, adaptada para tubería y accesorios de PVC. Esta obra se colocará siempre y cuando el diseño hidráulico lo indique.

TRABAJOS A REALIZAR EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO MUNICIPAL

Limpieza de pozos de visita

El trabajo de limpieza de POZOS DE VISITA corresponderá al retiro de desechos sólidos como basura, escombros y otro tipo de materiales en toda su sección garantizando la operación y funcionalidad de la red, a fin de evitar la formación de tapones que impidan el paso del caudal conducido que a su vez son causa de inundaciones y daños a las viviendas del sector.

Deberán utilizarse los recursos técnicos y humanos destinados a estos trabajos con el fin de garantizar el adecuado mantenimiento de dichas unidades.



Deberán tenerse en buenas condiciones los sistemas y equipos que garanticen la seguridad de los trabajadores y el buen desempeño en el retiro de los sólidos.

Los desechos extraídos de la bóveda deberán ser apilados en un punto de acopio o directamente a las carretas para luego ser acumulados en un área donde además se tenga acceso para el camión encargado de transportar los mismos y que no se corra el riesgo del arrastre de este material por las lluvias que puedan presentarse, garantizando la maniobrabilidad de los trabajadores, el libre paso peatonal y la libre locomoción vehicular.

Reposición de tapaderas

La reposición de tapaderas comprenderá el reemplazo de aquellas tapaderas que estén en mal estado y que dificulten la libre locomoción por el lugar. Para lo cual se cumplirán las siguientes especificaciones. La reposición de tapaderas ocupa aproximadamente de 0.05 metros cúbicos de fundición.

- Armado de tapaderas: El hierro debe quedar debidamente amarrado, con el fin de evitar posibles desplazamientos al momento de la fundición.
- Fundición de tapaderas: El mezclado a mano se debe hacer sobre plataformas limpias e impermeables, la arena y el cemento se mezclarán secos cuidadosamente por medio de palas hasta que la mezcla tenga un color uniforme. Con esta mezcla se formará un círculo con cráter en el centro, agregando el agua en la cantidad necesaria, para obtener un mortero de adecuada consistencia (uniforme), mezclando de las orillas hacia adentro. Se humedecerá el agregado grueso y se añadirá al mortero, dando vueltas y revolviendo toda la masa, hasta que toda la piedra esté cubierta de mortero y la mezcla sea de un color y apariencia uniforme. Antes de efectuar cualquier fundición, la formaleta o superficie sobre la que se haga debe estar pareja completamente limpia y húmeda. Se debe tener un vertido de concreto lento y uniforme con el fin de evitar segregación, las tapaderas se deben fundir en su totalidad.

Cambio de tubería de 8"

La tubería para drenajes de cloruro de polivinilo (PVC) de tipo corrugado con empaque, de $\text{Ø}=8''$ y se utilizará en los tramos indicadas en los planos de instalación de drenaje. Previamente se deberá inspeccionar que la tubería y accesorios no presenten fisuras, además, debe verificarse que los empaques en los extremos de campana ajusten en forma exacta dentro del receso para empaque, en tal forma que no se puedan caer durante la instalación.

Deberá terminarse primero la excavación de una longitud no mayor de 60 metros, la cual será debidamente supervisada para que la rasante del fondo del colector esté de acuerdo con las cotas del plano, y que se cumpla con el ancho establecido, para tubería de 8 m el ancho



recomendado es de 0.60 m. Se efectuará una minuciosa inspección de la tubería que, en una forma ordenada, ha sido puesta en la orilla de la zanja, con el fin de no bajar aquellas unidades que durante el transporte se hubiesen rajado o lastimado considerablemente, así como revisar que sus estructuras (campana-espiga y macho-hembra) estén libres de materias extrañas: mezcla seca, lodo, etc., que impidan hacer una buena junta.

La tubería se bajará por medio de cadenas o cuerdas, de ninguna manera se aceptará que sea arrojada desde el borde de la zanja, tratando de poner el tubo en tal forma que el flujo recorra al tubo de campana a espiga o de hembra a macho, comenzando la colocación a partir de la descarga. Para la tubería de PVC. la colocación se realizará a mano para diámetros pequeños. Se recomienda que no menos de 95 % de circunferencia del tubo este apoyada en el lecho de la zanja; el fondo de la zanja debe terminarse a mano, para darle la concavidad deseada, de manera que 1/3 del tubo este en tierra firme o en el lecho de arena, según el caso. A la hora de instalar la tubería deberá verificarse la alineación horizontal y vertical de la tubería de manera que ésta quede alineada conforme indican los planos. Ninguna tubería de aguas negras deberá pasar sobre otra de agua potable a distancia mínima de 0.20 metros de luz libre cuando se cruzan y 0.40 metros cuando son paralelas.

El relleno alrededor y debajo de la tubería, debe ser hecho de materiales aprobados, libres de fragmentos grandes de roca, en capas de 15 cm de material suelto apisonado únicamente a mano hasta llegar a 60 cm arriba del coronamiento del tubo; de este punto para arriba se podrá hacer el relleno en capas de 20 cm de grueso y ya se puede permitir el apisonado mecánico o si el Supervisor lo aprueba, por apisonamiento a mano con apisonadores pesados de hierro cuyas caras no sean menores de 150 cm cuadrados. Cuando se ha tenido que entibar durante la excavación, al rellenar deben sacarse cuidadosamente los párales y tabiques de madera y compactar en la mejor forma los espacios dejados. También en pozos de visita, tragantes y otras estructuras, deberán compactarse los espacios dejados por las formaletas o entibados con capas no mayores de 20 cm con un conveniente contenido de humedad. La compactación debe ser de 95% de su densidad máxima y como lo determina el método T 99'49 Método Standard de la AASHTO ó equivalente. No se permitirá que opere equipo pesado sobre una tubería, mientras el relleno haya sido correctamente hecho y hasta que dicha tubería esté cubierta por lo menos con 50 cms de material. Se permitirá la operación de equipo pesado sobre una tubería, hasta que el Supervisor lo autorice después de asegurarse que los rellenos están hechos correctamente y la capa de cubierta sobre la tubería sea de por lo menos 50 cm de espesor.

Construcción de toma muestras

La función de la toma muestra es facilitar la toma de muestras en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales, así como garantizar que la muestra no sea contaminada. La



estructura es mampostería de block reforzada, el armado de la losa de piso será el que se especifique en planos. Para el armado deberá usarse acero grado 40 (f_y de 2,810 kg/cm²). El concreto deberá de tener una resistencia a la compresión mínimo de 210 kg/cm² a los 28 días. Además, deberá ir sobre una base de material de relleno de 0.20 cm. Las paredes interiores, deben ir repelladas, alisadas e impermeabilizadas dejando todas las esquinas verticales y horizontales redondeadas.

Construcción de bodega y sistema de agua

La bodega deberá ser una caseta de bloques de concreto visto que cumpla con los requerimientos de bloques descritos en estas especificaciones, techo de lámina, y piso de concreto hidráulico. Deberá tener dos puertas metálicas con chapa metálica. La bodega deberá de ser de 5 m². La bodega estará dividida en dos secciones, en una funcionará como bodega y en la otra se instalará un lavamanos e inodoro. La puerta deberá estar pintada con el color que se seleccione se cubrirá con 2 manos de anticorrosivo y luego se aplicará la pintura de aceite, utilizando para el efecto soplete. El piso de la caseta deberá estar arriba del nivel del terreno natural a una cota mínima de 10 centímetros o la que se considera adecuada para evitar que ingrese agua de lluvia al interior de la misma. El block tendrá una resistencia mínima de 35 kilogramos por centímetro cuadrado. La ventana de la caseta estará protegida con un balcón metálico de 3/8" de diámetro y pintado del mismo color que la puerta. La caseta se construirá de block visto y pineada con hierro de 3/8" original, para detalles de instalación consultar el plano correspondiente.

Instalaciones especiales

La bodega deberá de ir acompañada de dos chorros los cuales deberán de ir anclados a dos muertos de concretos, las llaves de chorro, deben ser de 1/2" de diámetro de bronce con rosca para manguera, de preferencia se deberán comprar llaves que sean fabricadas en norte América o italianas.



Bibliografía

- Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo AECID; Guía de la AECID para la Sostenibilidad y Modelos de Gestión de los Sistemas Rurales de Agua Potable; 2015
- Corcho Romero F., Duque Serna, J; Acueductos teoría y diseño, Centro de investigaciones, Universidad de Medellín, Colombia, 1993
- Dirección Municipal de Planificación DMP; Expediente de planificación de Proyecto "Construcción sistema de tratamiento aguas residuales cabecera municipal, Nahualá, Sololá; NOG: 6678726,
- Dirección Municipal de Planificación DMP; Expediente de planificación de Proyecto "Construcción sistema de tratamiento de desechos sólidos, cabecera municipal, Nahualá, Sololá; NOG: 6655252,
- Formulario-SIGSA/SIVIAGUA/PROVIAGUA-SS1-1.0/01-2013, realizado en febrero del 2021.
- Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano, INFOM MSPAS, Guatemala, 2011.
- Kyowa Engineering Consultants CO LTD, Nihon Suido Consultants CO LTD; Informe del estudio de diseño básico para el proyecto de desarrollo de las aguas subterráneas en el altiplano central de la república de Guatemala; Agencia de cooperación internacional del Japón, Instituto Nacional de Fomento Municipal; 1997
- Segeplan Plan de Desarrollo Municipal Nahualá; MARN, Adaption Fund, PNUD; 2017



PLANOS