



INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

**San José, Costa Rica
Apartado 1097-1200 – Teléfono: 2242-5378**

INFORME

**LÍNEA BASE DE REDES DE DISTRIBUCIÓN Y COBERTURA ACTUAL DEL SERVICIO DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
(PRE-2021-00773)**

Acueducto Municipal de Cervantes

CRISTINA
RAQUEL ARIAS
ROJAS (FIRMA)

Firmado digitalmente
por CRISTINA RAQUEL
ARIAS ROJAS (FIRMA)
Fecha: 2021.07.05
14:42:15 -06'00'

Encargado de remisión:

Cristina Arias Rojas

ZAIDA MARIA
ULATE
GUTIERREZ
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por ZAIDA MARIA
ULATE GUTIERREZ
(FIRMA)
Fecha: 2021.07.05
14:38:06 -06'00'

Autorizado por:

Zaida Ulate Gutiérrez

Unidad Técnica de los Servicios de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento (UTSAPS) - AyA

El documento que se adjunta es copia fiel del documento PRE-2021-00773 remitido Concejo Municipal de Distrito de Cervantes

Fecha: junio, 2021



INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

San José, Costa Rica

Apartado 1097-1200. 2242-5036 – presidencia@aya.go.cr

24 de junio del 2021
Al contestar refiérase al N°
PRE-2021-00773

Señor
Gustavo Castillo Morales
Intendente Consejo Municipal
Distrito de Cervantes

**Ref. Entrega de capas e informe de
cobertura de agua potable**

Estimado señor:

Reciba un cordial saludo de mi parte. Con gran satisfacción se hace entrega del documento “Línea base de redes de distribución y cobertura actual del servicio de abastecimiento de agua potable”, el cual es el resultado de la coordinación entre el enlace designado por el Consejo Municipal de Distrito (CMD) de Cervantes y la Unidad Técnica de los Servicios de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento (UTSAPS) del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA); lo anterior en atención a lo solicitado en el oficio PRE-2021-00014.

De esta forma, ha sido posible generar un instrumento que resulta esencial para la planificación del abastecimiento de agua potable hacia las comunidades que demandan el servicio, según las áreas de cobertura identificadas. En este proceso cabe resaltar la participación y colaboración del Ing. Atahualpa Pérez, quién ha contribuido de manera activa y constante en la generación de información, así como la posterior redacción del documento.

Este accionar en conjunto favorece la transferencia de conocimientos técnicos, permitiendo el establecimiento de una metodología validada bajo un concepto de información georreferenciada; el cual es un instrumento que apoya la toma de decisiones en materia de planificación del acueducto.

Con el objetivo de potenciar el uso de esta información y de mantener los datos actualizados, desde la UTSAPS se continuará de forma periódica generando acciones de manera articulada con el enlace designado, previa comunicación entre las partes.

Con toda consideración y estima,

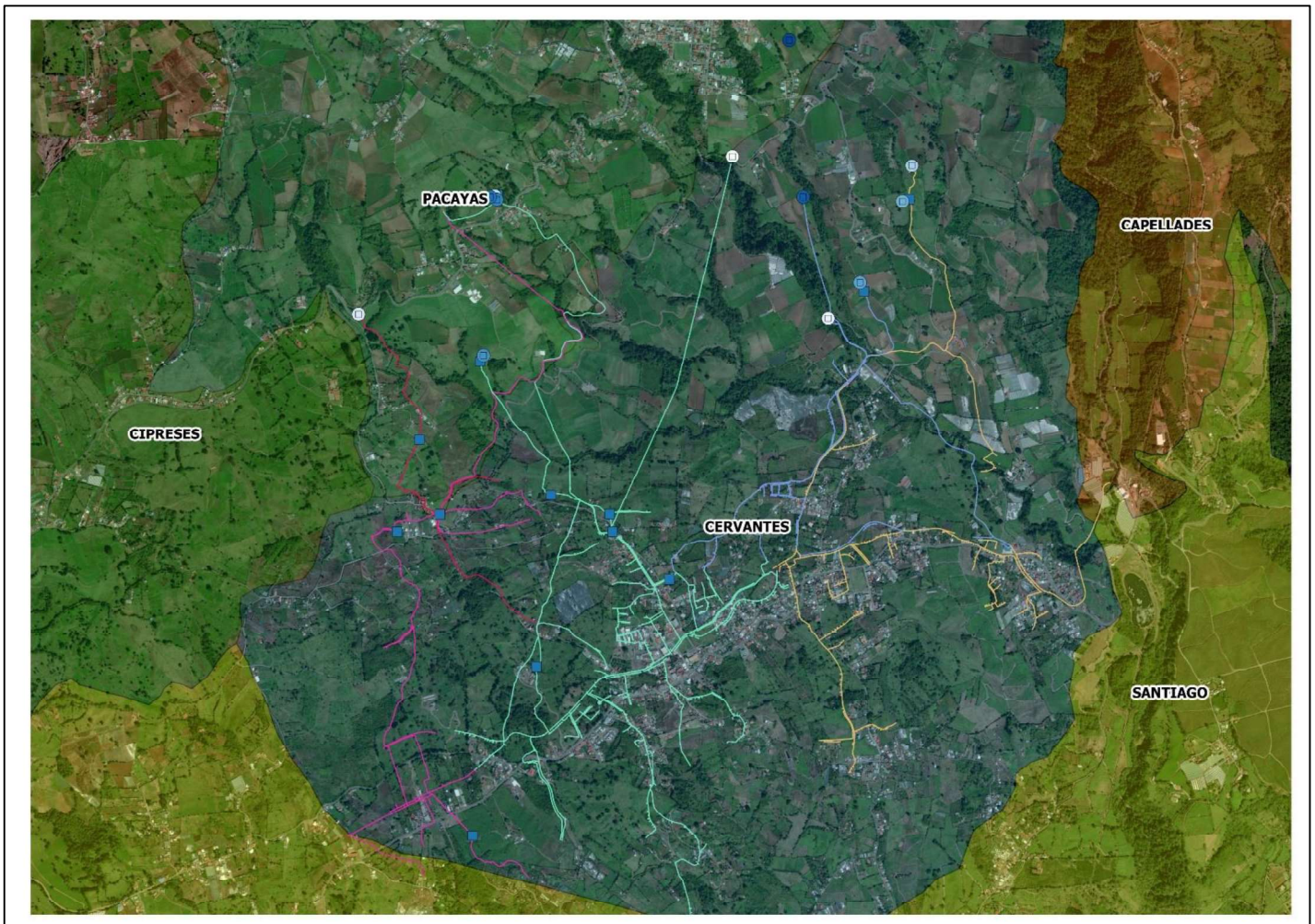
Firmado digitalmente por
TOMAS FRANCISCO MARTINEZ BALDARES (FIRMA)
Fecha y hora: 24/06/2021 05:12 PM

Tomás Martínez Baldares
Presidencia Ejecutiva

Anexos: Informe, capa de tuberías, capa de cobertura, esquemas.

C.	
Deivy Espinoza Villalobos	Presidencia Ejecutiva
Zaida Ulate Gutiérrez	Unidad Técnica de los Servicios de Abastecimiento de Agua Potable y de Saneamiento
Nestor Veas Ayala	Unidad Técnica de los Servicios de Abastecimiento de Agua Potable y de Saneamiento
Atahualpa Pérez Coto	Acueducto Consejo Distrital Cervantes
Archivo/michj	

Concejo Municipal de distrito de Cervantes



LÍNEA BASE DE REDES DE DISTRIBUCIÓN Y COBERTURA ACTUAL DEL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Acueducto Municipal de Cervantes

Elaborado por: Atahualpa Pérez Coto

**Leonardo
Atahualpa
Pérez Coto**

Firmado digitalmente
por Leonardo Atahualpa
Pérez Coto
Fecha: 2021.06.17
13:28:45 -06'00'

Con colaboración y revisión: Nestor Veas

**NESTOR
MAURICIO VEAS
AYALA (FIRMA)**

Firmado digitalmente por
NESTOR MAURICIO VEAS
AYALA (FIRMA)
Fecha: 2021.06.21
10:32:06 -06'00'

Departamento de acueducto Municipal

Geógrafo UTSAPS-AyA

Junio, 2021

Oficina de Servicios Municipales

Contenido

Introducción	3
Antecedentes	3
Objetivo General	4
Objetivos específicos.....	4
Línea Base espacial según la información de las tuberías del acueducto (Fase 1)	5
Área de cobertura actual mediante fotografía aérea (Fase 2).....	6
Ajuste final de área de cobertura mediante criterio de experto (Fase 3).....	8
Llenado de las tablas de atributos	9
Resultados: Línea Base de tuberías del acueducto operado por el CMD Cervantes	9
Área de cobertura de abastecimiento de agua potable a partir de las redes de distribución.	11
Cobertura Potencial	14
Lecciones aprendidas	14
Conclusiones y recomendaciones	15
Anexos	1

Introducción

El presente informe del Concejo Municipal de distrito de Cervantes (CMD Cervantes), es generado por el acueducto del distrito, en respuesta a la solicitud del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) según oficio PRE-2021-00014, respondiendo a las iniciativas estratégicas 1 y 2 del objetivo estratégico “PPI-13 Organizar a los operadores de la prestación de los servicios públicos de agua potable y saneamiento”, de conformidad con el Plan Estratégico del AyA 2016-2021; siendo esencial la construcción de la línea base de información de las redes de distribución del servicio de abastecimiento de agua potable como preámbulo para determinar la delimitación del operador en la prestación de esos servicios públicos.

Tomando como insumo esencial la información que el CMD Cervantes ha levantado desde 2019 gracias al esfuerzo del acueducto municipal por contratar el Catastro de red y usuarios de todo el sistema de distribución. Catastro que se mantiene actualizado a partir de cada modificación producto de la operación rutinario del mismo.

Adicionalmente, se incluye en este documento la metodología que se aplicó en la obtención de los productos, para que posteriormente sea replicada por el operador para futuras actualizaciones de su área de cobertura. La capa de redes de distribución, conformarán la cobertura del servicio de agua potable al año 2021, lo cual posteriormente deberá mantenerse actualizado, ojalá al menos una vez por año.

Este producto ha sido generado por el CMD Cervantes con un acompañamiento de parte la Unidad Técnica de Abastecimiento de Servicios de Agua Potable y de Saneamiento (UTSAPS) en aspectos de coordinación y de contenido de las capas. El presente informe contiene datos que podrán ser utilizados para el planeamiento, cálculos, valoraciones y cualquier análisis basado en la información de cobertura, lo cual permite obtener una visión integrada del sistema de abastecimiento de agua potable.

Antecedentes

Las actividades que se han ejecutado y que se describen en el presente informe están directamente vinculadas con las iniciativas estratégicas, que se contemplan en el objetivo estratégico PPI-13 “Organizar a los operadores de la prestación de los servicios públicos de agua potable y saneamiento”; el cual forma parte del Plan Estratégico Institucional 2016-2021 del AyA, a saber:

- Identificar las áreas de prestación de servicios públicos de abastecimiento de agua potable y de saneamiento, por operador, según límites geográficos actuales.
- Automatizar la información de los límites geográficos por operador y por tipo de servicio, en un sistema georreferenciado.
- Identificar por operador y por servicio, las zonas geográficas que se encuentran asignadas.
- Georreferenciar las zonas geográficas que deben ser objeto de asignación para la prestación de cada servicio.

Para la implementación de las iniciativas señaladas, desde la Presidencia Ejecutiva del AyA se solicitó al CMD Cervantes (con el PRE-2021-00014), el establecer un mecanismo de coordinación entre ambas instituciones con el objetivo de identificar las comunidades o sectores a los que este operador le brinda el servicio de abastecimiento de agua potable (condición actual), así como

aquellos que eventualmente podrían ampliar dicha cobertura (condición futura). Lo anterior al existir un interés institucional de construir con todos los operadores autorizados una planificación sectorial y de esta forma, maximizar la prestación de servicios dentro de todo el territorio nacional.

Desde el 2018 el acueducto municipal de Cervantes ha venido realizando cambios importantes en la forma de operar el sistema de distribución de agua potable. Un factor vital en este proceso de cambio ha sido el contar con un catastro georreferenciado de cada componente de acueducto. Este catastro se ha vuelto piedra angular en la toma de decisiones, administración y control operativo del servicio de abastecimiento de agua potable del distrito, mejorando la calidad del servicio brindado, considerablemente. Gracias al apoyo del AyA, esta herramienta tan importante para el CMD Cervantes sufre mejoras que vienen a potenciar el uso que ya se le da al SIG.

De parte del CMD Cervantes, se designó al Ing. Atahualpa Pérez Coto del acueducto municipal y de parte del AyA, los representantes de este proceso son el Geóg. Nestor Veas y la Ing.^a Zaida Ulate Gutiérrez de la UTSAPS.

Objetivo General

Entregar al AyA el presente informe, que incluye archivos correspondientes a la cobertura del servicio de abastecimiento de agua potable, así como las tuberías existentes a diciembre del 2020, del acueducto administrado por el CMD Cervantes.

Objetivos específicos

- Establecer una línea base de las redes de distribución y conducción para los 5 sistemas del acueducto.
- Determinar, a partir de la línea base de redes de distribución, el área de cobertura de abastecimiento de agua potable del acueducto (actual y futura).
- Estandarizar las tablas de atributos de la línea base de y de la cobertura, según las recomendaciones del AyA.
- Entregar la información espacial y bases de datos utilizada en la construcción de la línea base y la cobertura de los 5 sistemas del acueducto.

Metodología

A partir del oficio PRE-2021-00014, generado desde la UTSAPS del AyA, se establece un mecanismo de coordinación entre el AyA y el CMD Cervantes para que, a partir de la información georreferenciada generada por la segunda, se identifiquen las áreas de cobertura como insumo esencial para construir una planificación sectorial con todos los operadores autorizados del país. Para la coordinación con el AyA, el CMD Cervantes delegó en el acueducto municipal.

Para ello se realizaron 5 reuniones de coordinación para presentar, consultar, depurar y entregar las capas de información e informes requeridos. Para cada reunión se hizo la respectiva convocatoria, la cual fue convenida, confirmada y comunicada de previo por la UTSAPS y los enlaces municipales. Las reuniones fueron virtuales, y en cada sesión se hizo una explicación inicial, se realizaron posteriormente las dudas, comentarios, correcciones o explicaciones por parte de cada funcionario; siempre existió representación de ambas instituciones.

Se utilizó la Hoja de Ruta generada desde la UTSAPS (ver anexo 1), donde se detallan los pasos e insumos requeridos, incluida la validación y entrega de la información y el informe final.

Para generar la capa de cobertura de abastecimiento de agua potable se identificaron 3 fases que constituyen la guía metodológica para generar la cobertura actual, a saber:

- Fase 1: Línea Base espacial según la información de las tuberías del acueducto.
- Fase 2: Área de cobertura actual, estimada a partir de las redes de distribución, mediante fotografía aérea.
- Fase 3: Área de cobertura (actual y potencial) ajustada según criterio de experto

Línea Base espacial según la información de las tuberías del acueducto (Fase 1)

Para determinar la Línea Base espacial, según la información de las tuberías del acueducto se debe tomar en consideración que el mismo se encuentra subdividido en 5 sistemas (ver anexo 2), entendiendo por sistema el complejo conformado por fuente de abastecimiento, tanque de almacenamiento y red de distribución.

Este insumo se obtuvo a partir de la información generada por el CMD Cervantes. Es importante recalcar la importancia de contar con información actualizada y estandarizada a partir de las tablas de atributos, que permita extraer datos de las tuberías que conforman las redes de distribución, por cuanto este es el insumo esencial para la siguiente fase (Figura 1).

La capa que incluye las tuberías del acueducto municipal contiene la información de cada segmento de tubería, considerado como un elemento individual, que se une con los demás segmentos para construir la línea de tubería y, finalmente, el sistema de abastecimiento (acueducto). Por esta razón, cada segmento es un elemento diferente dentro de la base de datos, representado en ésta por una fila. Asimismo, cada fila contiene información según sus respectivos atributos, que se ordenan en distintas columnas, conformando la tabla de atributos del acueducto; entre otros aspectos, estos atributos permiten diferenciar las tuberías según la función que cumple dentro del acueducto: distribución, conducción e impulsión.

Figura 1: Ejemplo de ubicación parcial de redes de distribución del acueducto.



Área de cobertura actual mediante fotografía aérea (Fase 2)

El criterio de utilizar imágenes aéreas para depurar de mejor manera el área de cobertura actual, se consideró efectivo para establecer un área de cobertura inicial del acueducto.

Para tales efectos, se utilizó el mosaico ortorrectificado adquirido por el Registro Nacional, por cuanto es el oficial para el país. El trabajo consistió en generar de forma manual el área estimada de cobertura, a ambos lados de las redes de distribución, tomando en cuenta cada usuario que sea identificable en la fotografía (ver Figuras 3 y 4).

Figura 3: Área parcial de cobertura estimada mediante fotografía aérea a partir de las líneas de distribución.



Figura 4: Detalle del área parcial de cobertura estimada mediante fotografía aérea a partir de las líneas de distribución.



Este paso, al no ser automatizado, requiere de tiempo para realizarse, pero tiene la ventaja de tener una mayor precisión en lo que se refiere a delimitación de la cobertura, dejando por fuera sectores como bosques, agrícolas o ganaderos. Asimismo, al tener información más concisa, es posible identificar otro tipo de detalles, como por ejemplo la cobertura forestal producto de las zonas de protección de ríos, que destaca al no ser parte de la cobertura actual del servicio de abastecimiento de agua potable.

Cabe señalar que, el uso de fotografía aérea sin ser contrastado con el criterio de experto en relación con los usuarios que son abastecidos, presenta la posibilidad de inducir a error por cuanto aun existiendo líneas de distribución existe la posibilidad de que el servicio solo se brinde hacia un lado de la calle o de que existan usuarios dentro del área abastecida sin servicio por tener un autoabastecimiento , esto entre otros aspectos; razón por la cual es necesario generar el área de cobertura sumando una fase adicional.

Ajuste final de área de cobertura mediante criterio de experto (Fase 3)

Finalmente, y como tercera fase, para alcanzar mayor exactitud al delimitar el área de cobertura, fue necesario incorporar el criterio de experto. De esta forma, se consideró esencial involucrar a los fontaneros o, en su defecto, a funcionarios que por su experiencia son quienes mejor conocen las líneas de distribución, su ubicación y los distintos usuarios a quienes se abastece de agua potable, bajo cuyo liderazgo se llevan a cabo los diferentes trabajos que se hacen en cada sistema.

Para incorporar este criterio, se coordinó con el enlace municipal para revisar con ellos o quienes ellos consideraran adecuado, la capa de cobertura generada a partir de fotografía aérea. Para cada sistema que integra el acueducto; durante esta revisión, se lograron identificar usuarios a los que se les brinda el servicio y se encontraban excluidos, así como excluir aquellas propiedades que no son usuarias del servicio que brinda cada sistema, entre otros aspectos. Las correcciones se hicieron en tiempo real, contando con la respectiva validación por estos funcionarios (ver Figuras 5 y 6).

La aplicación de este criterio permitió generar capas finales con un nivel de exactitud que refleja la realidad, dando un valor agregado en términos de precisión en lo relativo a cobertura.

Figura 5: Área parcial de cobertura ajustada según criterio de experto a partir de las redes de distribución.

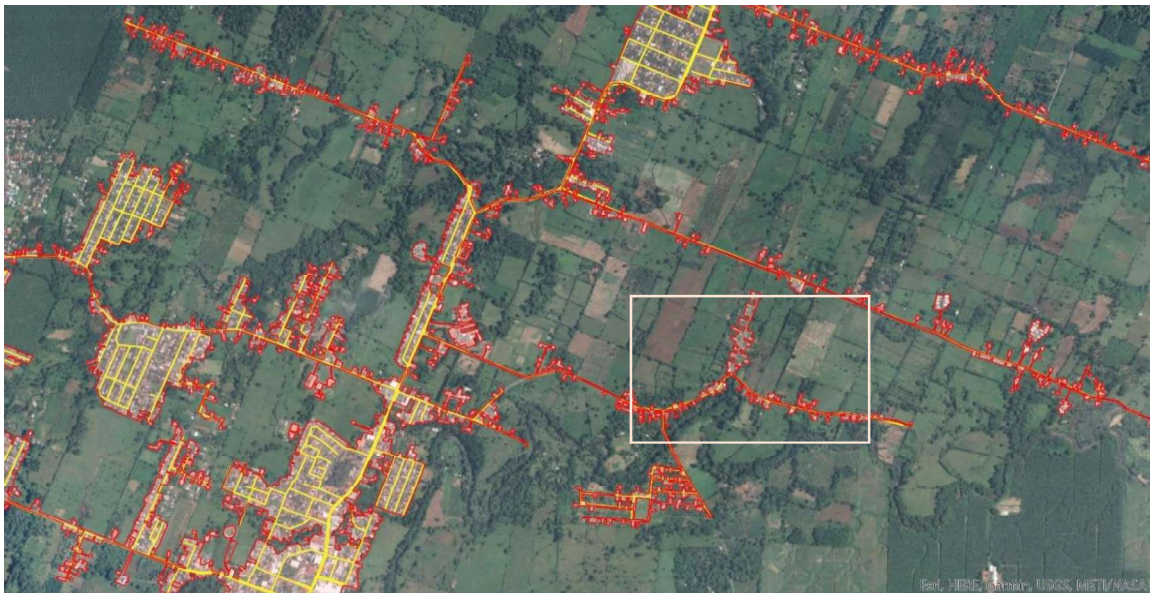
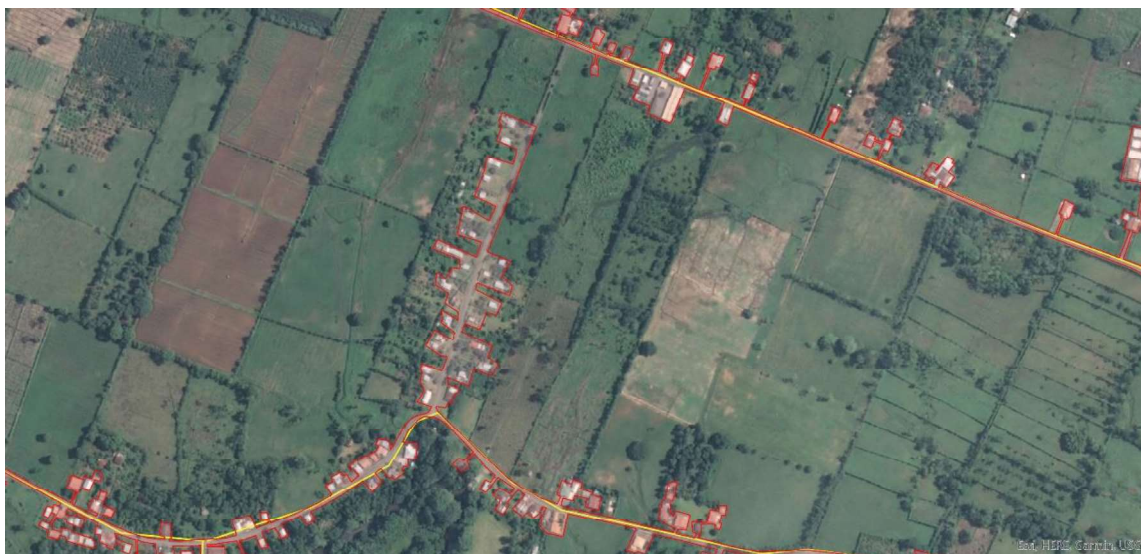


Figura 6: Sector de servicios que forma parte de la cobertura según criterio de experto.



Llenado de las tablas de atributos

Adicionalmente como cierre de las fases descritas, es necesario llenar la tabla de atributos de la capa final de línea base, así como la capa de cobertura de abastecimiento; lo cual contempla seguir el formato indicado en el documento enviado por la UTSAPS, con lo que se podrá tener las tablas de atributos estandarizadas para los diferentes operadores del país (ver Anexo 3).

Resultados: Línea Base de tuberías del acueducto operado por el CMD Cervantes

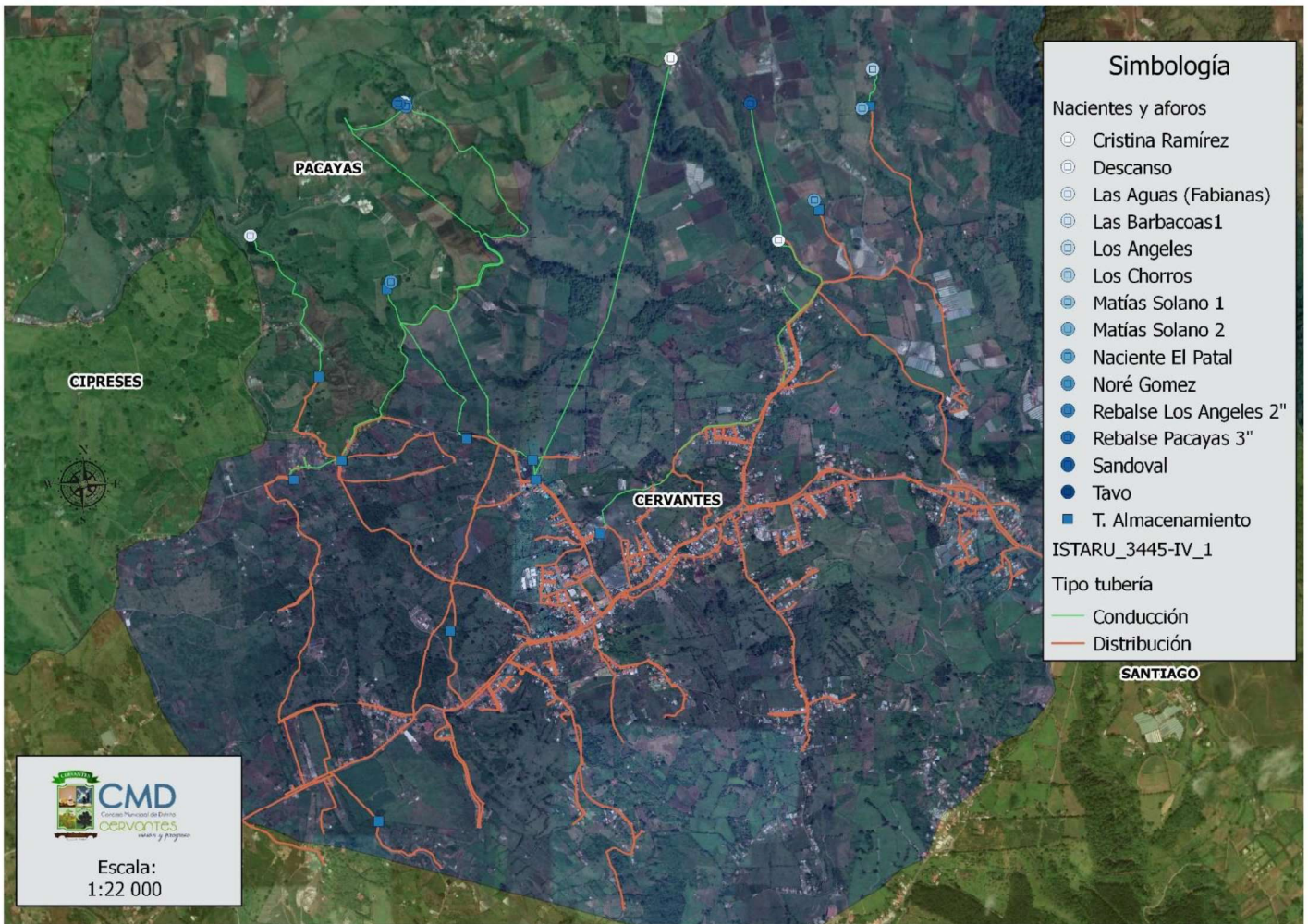
Con el trabajo elaborado se obtuvo la capa de las líneas de tuberías operadas por el acueducto de Cervantes, incluyendo sus 5 sistemas, los cuales se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2: Sistemas que componen el acueducto operado por el CMD Cervantes

Sistema Las Fabianas	Sistema El Descanso	Sistema El Alto	Sistema El Bajo	Sistema El Centro
----------------------	---------------------	-----------------	-----------------	-------------------

La Figura 7 muestra las tuberías del acueducto operado por el CMD Cervantes; para efectos de este informe, la meta era tener de manera completa todas las tuberías que componen el acueducto, incluyendo sus redes de distribución. Esto indica que se cumplieron los objetivos planteados, con información actualizada a junio 2021 y con la participación activa de los funcionarios municipales.

Figura 7: Mapa de la línea base de tuberías del acueducto operado por el CMD Cervantes



Se identifica en el mapa que las redes de distribución del acueducto se localizan en Cervantes del Alvarado, asimismo por el plan regulador del cantón (la gran mayoría del territorio se categoriza como zonas agropecuarias) y la topografía propia de Cervantes, no se proyectan grandes cambios o extensiones de la red de distribución.

Entre otros aspectos, la línea base evidencia la dinámica de prestación del servicio que se ha desarrollado dentro del área que tiene asignada este operador que corresponde a la jurisdicción del distrito de Cervantes. No obstante, es importante aclarar que, en el distrito, la ASADA de Santiago y el acueducto municipal de Alvarado también brindan servicio de agua potable en parte de las zonas limítrofes con el cantón de Paraíso y distrito de Pacayas, respectivamente.

Cabe destacar de manera paralela, que es posible diferenciar la información por cualquiera de las columnas que se han incluido en la tabla de atributos (Tabla 3). Esta información puede ser visualizada en un SIG, utilizarse para generar cartografía específica o trabajar con la información de un atributo particular, entre otras posibilidades.

Tabla 3: Sección de la tabla de atributos de la línea base de tuberías del acueducto operado por la el CMD Cervantes (recortar para que no se vea tan pequeña la letra)

	LONG_m	MAT_DIAM	Operador	Sistema	Cod_Sistem	Tipo	Dato_Gener	Diametro	Material	Jo_Ser	Observacio	X_Inicial	Y_Inicial	X_Final	Y_Final	Fecha_Leva	Longitud
363	2.1609000000000000	PVC 12.5 mm	Consejo Municipal de Distrito Cervantes	El Centro		Distribucion		12	PVC	AP		0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000		45.01617674693
364	2.1609000000000000	PVC 12.5 mm	Consejo Municipal de Distrito Cervantes	El Centro		Distribucion		12	PVC	AP		0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000		0.31346943938
365	2.1609000000000000	PVC 12.5 mm	Consejo Municipal de Distrito Cervantes	El Centro		Distribucion		12	PVC	AP		0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000		0.98667787584
366	2.1609000000000000	PVC 12.5 mm	Consejo Municipal de Distrito Cervantes	El Descanso		Distribucion		12	PVC	AP		0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000		0.95980395576
367	2.1609000000000000	PVC 12.5 mm	Consejo Municipal de Distrito Cervantes	El Descanso		Distribucion		12	PVC	AP		0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000		1.16396543708
368	2.1609000000000000	PVC 12.5 mm	Consejo Municipal de Distrito Cervantes	El Descanso		Distribucion		12	PVC	AP		0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000		1.58644772397
369	2.1609000000000000	PVC 12.5 mm	Consejo Municipal de Distrito Cervantes	El Descanso		Distribucion		12	PVC	AP		0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000		1.33665456273
370	2.1609000000000000	PVC 12.5 mm	Consejo Municipal de Distrito Cervantes	El Descanso		Distribucion		12	PVC	AP		0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000		1.59273386441
371	2.1609000000000000	PVC 12.5 mm	Consejo Municipal de Distrito Cervantes	El Descanso		Distribucion		12	PVC	AP		0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000		1.11098355855
372	2.1609000000000000	PVC 12.5 mm	Consejo Municipal de Distrito Cervantes	El Descanso		Distribucion		12	PVC	AP		0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000		6.21729162369
373	2.1609000000000000	PVC 12.5 mm	Consejo Municipal de Distrito Cervantes	El Bajo		Distribucion		12	PVC	AP		0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000		0.46422038691
374	2.1609000000000000	PVC 12.5 mm	Consejo Municipal de Distrito Cervantes	El Bajo		Distribucion		12	PVC	AP		0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000		0.71910684591
375	2.1609000000000000	PVC 12.5 mm	Consejo Municipal de Distrito Cervantes	El Bajo		Distribucion		12	PVC	AP		0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000		1.50203797988
376	2.1609000000000000	PVC 12.5 mm	Consejo Municipal de Distrito Cervantes	El Bajo		Distribucion		12	PVC	AP		0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000		0.94965303778
377	2.1609000000000000	PVC 12.5 mm	Consejo Municipal de Distrito Cervantes	El Bajo		Distribucion		12	PVC	AP		0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000		0.32673969658
378	2.1609000000000000	PVC 12.5 mm	Consejo Municipal de Distrito Cervantes	El Bajo		Distribucion		12	PVC	AP		0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000		0.77175292500
379	2.1609000000000000	PVC 12.5 mm	Consejo Municipal de Distrito Cervantes	El Bajo		Distribucion		12	PVC	AP		0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000		0.27093337641
380	2.1609000000000000	PVC 12.5 mm	Consejo Municipal de Distrito Cervantes	El Bajo		Distribucion		12	PVC	AP		0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000		

Con la información suministrada por la tabla de atributos de la capa de tuberías, se pueden calcular estadísticas que son de interés, como se observa en la Tabla 4:

Tabla 4: Datos relevantes de la línea base de tuberías del acueducto operado por el CMD Cervantes

Indicador	Dato
Número de sistemas del acueducto	5
Kilómetros totales de tubería	68,4 Km
Kilómetros de tubería de distribución	54,7 Km (80%)
Cantidad de servicios totales (Marzo 2021)	2034 Siendo estos un 24% servicios fijos y un 76% servicios con medidor de agua potable
Densidad promedio	38 servicios/km
% de km de tubería en PVC	97%

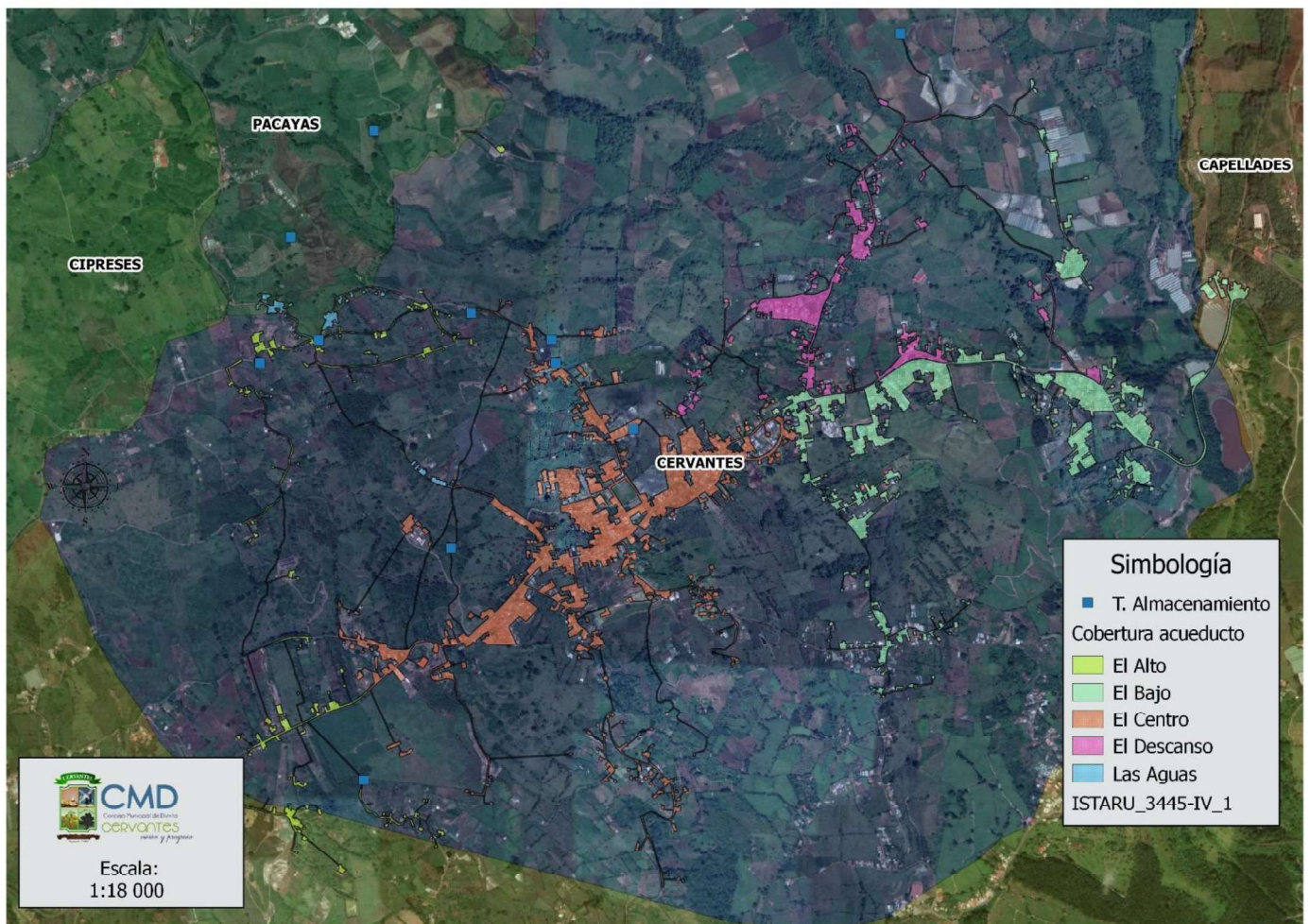
Área de cobertura de abastecimiento de agua potable a partir de las redes de distribución.

Finalizadas las distintas fases, se obtuvo la capa de cobertura actual del acueducto operado por el CMD Cervantes, incluidos los 5 sistemas mencionados. La Figura 8 muestra la superficie cubierta por dicho acueducto; para efectos de este informe, el objetivo era tener de manera completa toda el área que se cubre actualmente para el servicio de abastecimiento de agua potable a partir de las líneas de distribución del acueducto. Esto indica que se cumplieron los objetivos planteados, con información actualizada a enero 2021 y con la participación activa de los funcionarios del acueducto, designados por el CMD Cervantes.

El área de cobertura permite visualizar y dimensionar de mejor manera el alcance territorial del acueducto, logrando definir espacialmente el área de influencia del sistema de distribución. Siendo útil especialmente para colaboradores que se unan al equipo de trabajo o para el recambio generacional de los colaboradores actuales, asegurando una correcta operación del acueducto municipal a futuro.

A través de este proceso de depuración, la capa permite visualizar y dimensionar de mejor manera el alcance territorial de los sistemas, observando sus ramales y extensiones, para comprender el trabajo que representa dar el mantenimiento permanente a cada uno de ellos por parte de todo el personal involucrado en dichas actividades.

Figura 8: Mapa del área de cobertura del acueducto operado por el CMD Cervantes



La información de capa de generada permite además identificar variables como el área de cobertura de cada sistema, y con ello poder realizar análisis al contrastar las superficies con los datos de cantidad de servicios; para los efectos del presente documento, este análisis se realizará con los datos registrados en el SIG del acueducto (catastro de usuarios) y el sistema SIGRAMU del CMD Cervantes., obteniendo la densidad de servicios por km^2 que se detalla en la Tabla 5.

Tabla 5: Cantidad de usuarios y área de cobertura actual en km² en los sistemas de acueducto operados por el CMD Cervantes.

Sistema	Área (km ²)	Servicios*
El Alto	0,067	106
El Bajo	0,242	570
El Centro	0,363	987
El Descanso	0,116	317
Las Aguas	0,018	54
TOTALES	1,08	2034
Densidad	1883 serv/Km²	

Fuente: CMD Cervantes

Es importante destacar que existen sistemas de diferentes tamaños, como el Centro, abarcando 0,363 km² que es el de mayor superficie; así como el sistema Las Aguas y sus 0,018 km², el que menos área cubre. Estos contrastes en áreas de cobertura se reflejan en la cantidad de servicios abastecidos y denotan la complejidad a la hora de operar y mantener estos sistemas.

Destaca en la información los 2034 servicios entre los sistemas del acueducto municipal, así como la densidad total de 1883 servicios por km² en la totalidad de la red de distribución.

Cobertura Potencial

El CMD Cervantes no tiene por el momento áreas de expansión planificadas en su plan regulador (como se indicó anteriormente, la mayor parte del territorio donde todavía se puede crecer habitacionalmente está calificado como zona agropecuaria, por lo que la segregación mínima en estas zonas es de 5000 m²), ni plan operativo del sistema de distribución. Por otro lado, en conjunto con el CMD Cervantes, las ASADAS de Cipreses y Santiago, así como la Municipalidad de Alvarado brindan servicio de agua en el distrito, sobre todo, en las inmediaciones de los límites geográficos de Cervantes. Es por esto, que no hay mucha capacidad de expansión para el acueducto municipal, pues espacialmente, ya todos los barrios del distrito tienen cobertura del servicio. Sin embargo, usualmente se dan pequeñas extensiones de ramales cuando se realizan sustituciones de tubería.

Lecciones aprendidas

Durante el proceso de generación de línea base de redes de distribución, así como la capa de cobertura se identificaron aspectos que influyeron en el cumplimiento de los objetivos planteados, los cuales se citan con el propósito de retroalimentar a ambas partes, y que sean tomados en cuenta en este y otros trabajos de igual o similar naturaleza.

- Este proyecto viene a reafirmar la visión del CMD Cervantes sobre la importancia de la georreferenciación de información y el uso de SIG para la operación de redes de abastecimiento de agua potable.
- La experiencia de trabajar en conjunto para obtener los resultados de este informe fue muy positiva. El acompañamiento del compañero Nelson Veas del UTSAPS fue muy profesional y aportó en gran medida para potenciar la utilidad de la información con la que ya contaba el acueducto municipal.

- Este informe es muestra de que ambas instituciones, así como demás Municipalidades, pueden trabajar conjuntamente con el AyA para fortalecerse técnica y administrativamente con el fin último de contar con información adecuada para tomar decisiones apropiadas, buscando siempre el mejorar la calidad de servicio brindado a los habitantes del distrito y del país.

Conclusiones y recomendaciones

- Las redes de distribución del acueducto operado por el CMD Cervantes poseen una extensión total de 54 700 metros, distribuidos en 5 sistemas.
- A junio de 2021 se tiene que el CMD Cervantes abastece aproximadamente a 2034 usuarios dentro de una superficie de 1,08 km². La densidad promedio de abastecimiento del acueducto es de 1883 usuarios por km².
- Se espera mantener esta coordinación interinstitucional de forma indefinida, de modo que puedan seguirse desarrollando temáticas que ayuden al CMD Cervantes a mejorar las condiciones de cada componente del sistema de distribución de agua potable y, por lo tanto, el servicio que brinda a la comunidad del distrito.
- El AyA tiene gran conocimiento y trayectoria en el abastecimiento de agua potable en el país. Toda esta experiencia puede resultar de gran valor para cualquier acueducto, en especial uno como el de Cervantes, “pequeño” en comparación con otros acueductos municipales. Sin embargo, en este momento la visión que se tiene del AyA es de una institución “cerrada” en su rol de ente rector donde no se encuentra apoyo ni soporte para acueductos como el nuestro. No nos referimos a apoyo en materiales o equipo, ni nada que represente necesariamente una gran inversión, sino en vías de comunicación donde se pueda aprovechar esa expertise de AyA como punta de lanza para los proyectos de mejora necesarios que deben ir llevando a cabo los acueductos, aprovechando lecciones aprendidas y el conocimiento en la materia que solo el tiempo otorga.

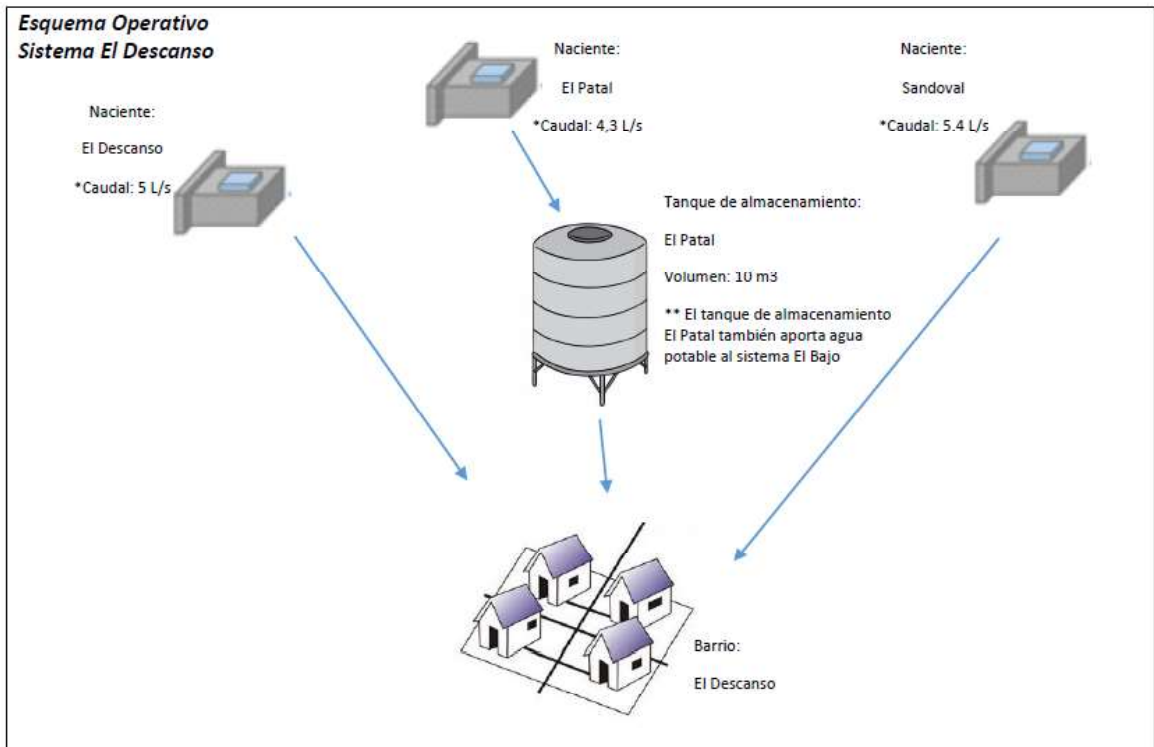
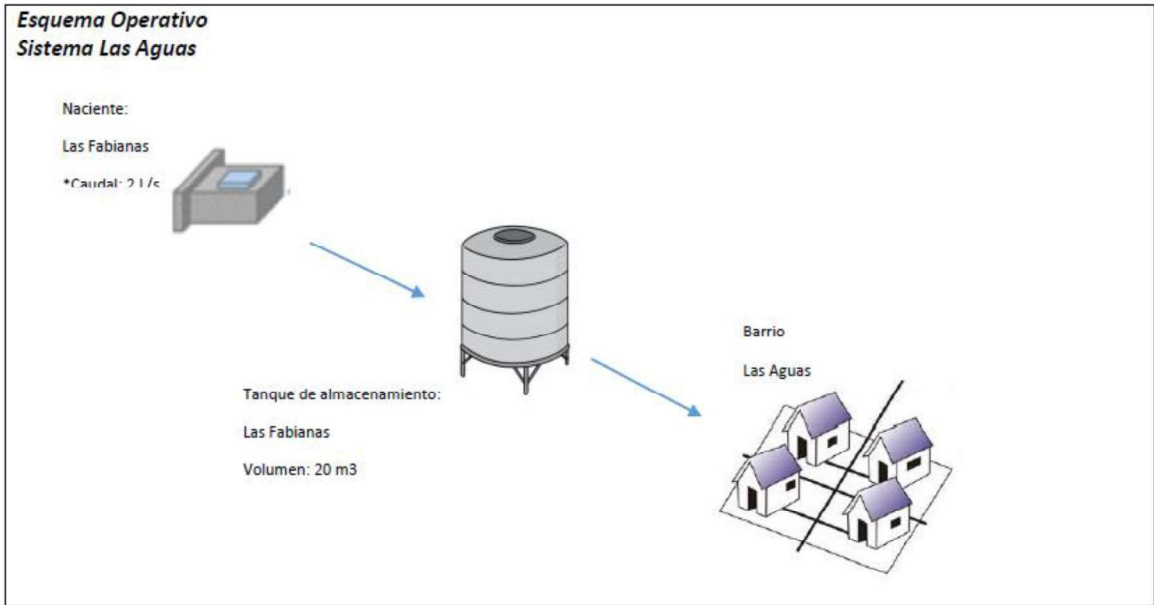
Anexos

Anexo 1: Hoja de Ruta generada desde la UTSAPS

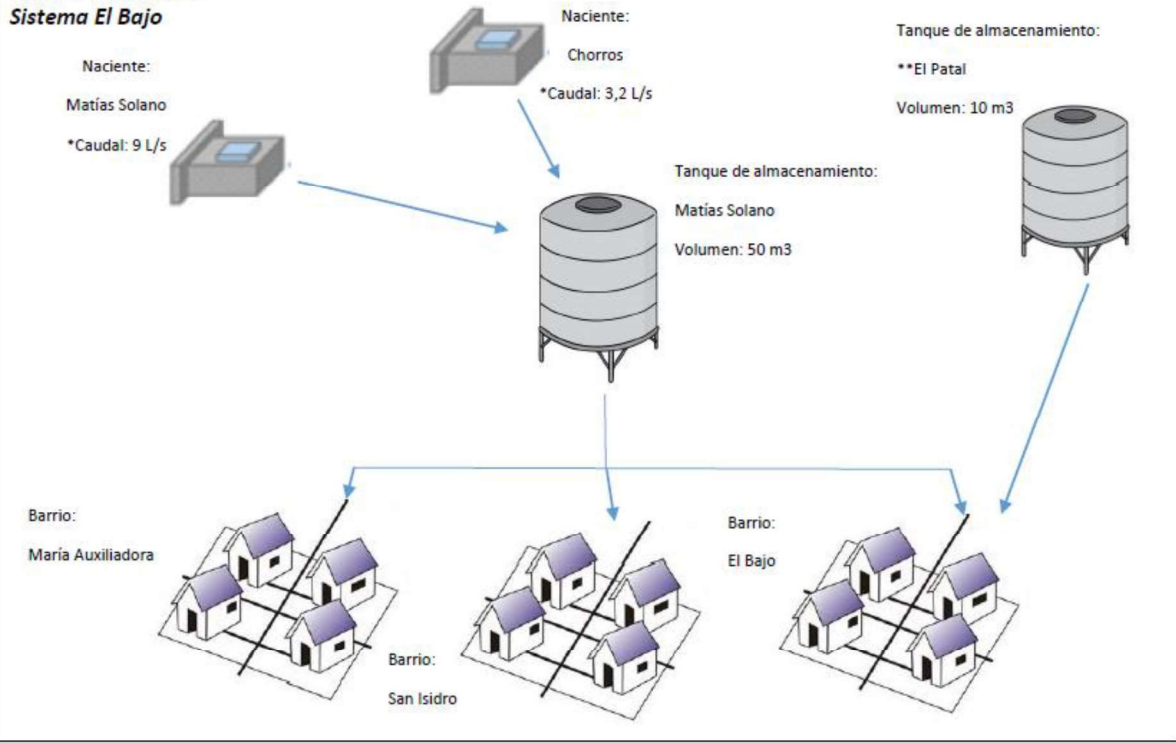
**HOJA DE RUTA: DELIMITACIÓN DE ZONA DE COBERTURA POR OPERADOR PARA LA
PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE**

1. Envío de solicitud para designación del enlace por el operador.
2. Designación del enlace por parte del operador
3. Revisar conjuntamente la información disponible con el enlace designado por el operador y criterios de delimitación espacial
4. Levantamiento de la línea base de redes de distribución por sistema (incluir criterio de experto de una vez)
 - A. Esquemas operativos de cada sistema (Norma técnica para el aval técnico)
 - B. Identificar el personal para aplicar el criterio de experto para las redes de distribución
 - C. Generar/revisar la información de las capas georreferenciadas de las líneas de distribución (condición actual y potencial, esta última según las fases del ciclo de proyectos)
 - D. Estandarizar la información a formato .shp
 - E. Estandarizar las tablas de atributo según capa
 - F. Generar la capa georreferenciada de línea base de redes de distribución con criterio de experto
 - G. Generar el Informe de línea base de redes de distribución
 - H. Validar el informe técnico con el enlace designado por el operador
5. Generar la capa georreferenciada de línea base de cobertura (buffer y fotografía aérea)
6. Generar el informe de línea base de cobertura.
7. Validación de parte del operador de la capa georreferenciada de línea base de cobertura.
8. Oficialización por el operador de la línea base de cobertura del servicio de Agua Potable.

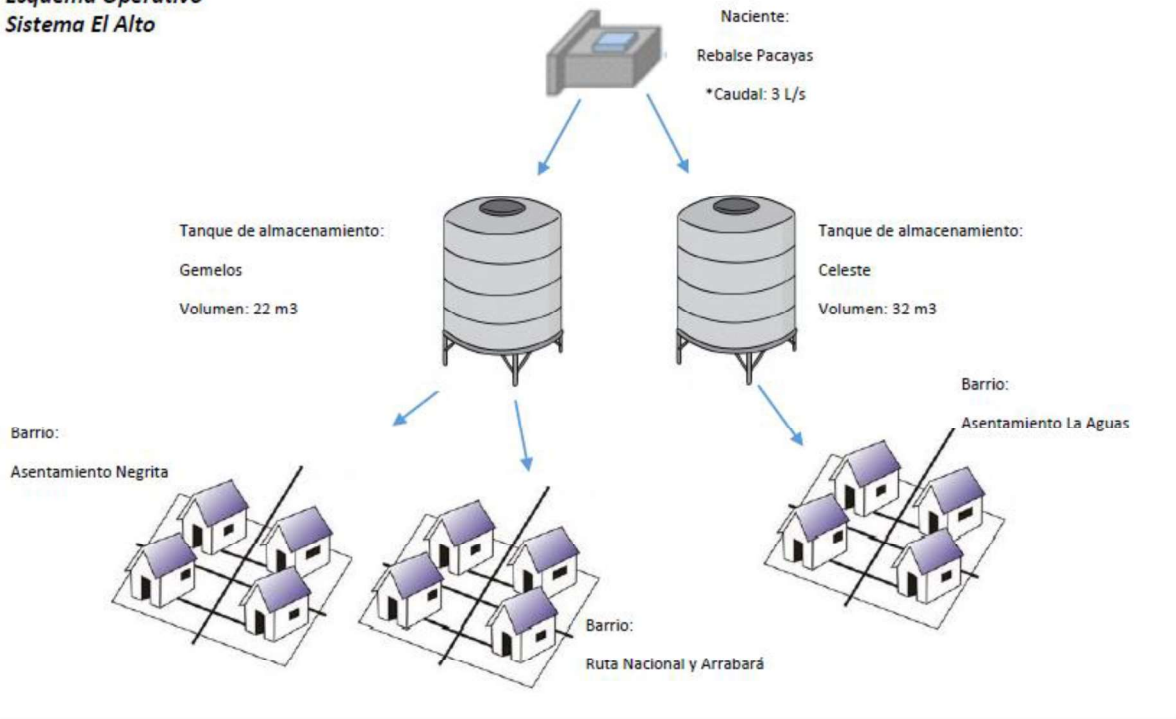
Anexo 2: Esquema operativo del acueducto del CMD Cervantes



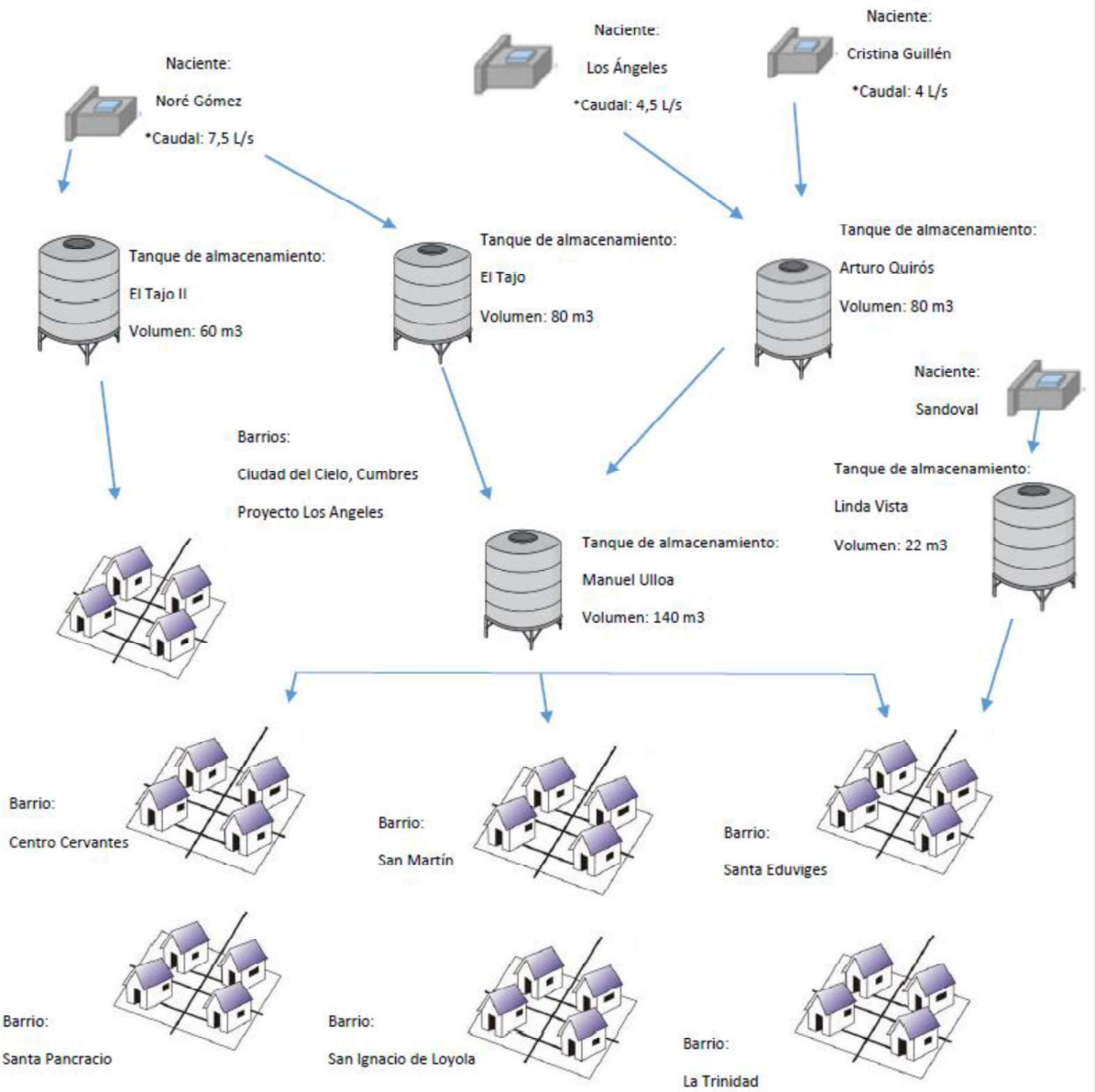
**Esquema Operativo
Sistema El Bajo**



**Esquema Operativo
Sistema El Alto**



**Esquema Operativo
Sistema El Centro**



Anexo 3. Estandarización de información de las tablas de atributos

Título y descripción de cada columna dentro de la tabla de atributos estandarizada para las capas de redes de distribución

Atributo	Descripción	Tipo	Extensión
Operador	Indica a cuál operador pertenece el segmento.	Texto	100
Sistema	El nombre del sistema (zona de presión) con el que se brinda el servicio de abastecimiento de agua potable a una comunidad en particular	Texto	50
Cod_Sistem	El código oficial asignado a cada sistema.	Texto	50
Tipo	Indica si el segmento es para distribución, conducción o impulsión*.	Texto	15
Dato_Gener	Resumen que indica el tipo de servicio (agua potable o saneamiento de aguas residuales), diámetro y material del segmento.	Texto	30
Diámetro	Medida, en milímetros, del diámetro del segmento de tubería.	Entero largo	10
Material	Elemento del que está fabricado el segmento de tubería **.	Texto	15
Tipo_Servi	Denota si el segmento se usa para agua potable o saneamiento de aguas residuales.	Texto	15
Observacio	Comentarios o aclaraciones de interés respecto a dicho segmento (si lo hubiere).	Texto	200
X_Inicial	Coordenada en el eje X del inicio del segmento de tubería.	Doble	Por defecto
Y_Inicial	Coordenada en el eje Y del inicio del segmento de tubería.	Doble	Por defecto
X_Final	Coordenada en el eje X del final del segmento de tubería.	Doble	Por defecto
Y_Final	Coordenada en el eje Y del final del segmento de tubería.	Doble	Por defecto
Fecha_leva	Fecha del último levantamiento o actualización de la información.	Texto	80
Longitud	Distancia, en metros, desde el inicio hasta el final del segmento de tubería.	Doble	Por defecto

* En caso de que se genere una capa que tenga los distintos tipos de tubería. En el caso de las tuberías de aducción, están incluidas dentro de las líneas de conducción o impulsión, esto por razones de comprensión para el público general.

** Descripción del acrónimo utilizado en la tabla de atributos para la columna "Material". Si existiese otro, añadir.

Acrónimo	Material
AC	Asbesto de Cemento
CR	Concreto Reforzado
HD	Hierro Dúctil
HF	Hierro Fundido
HG	Hierro Galvanizado
LATON	Latón
PEAD	Polietileno de alta densidad
PVC	Poli (cloruro de vinilo)

