



INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

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

**INFORME SOBRE AREA DE COBERTURA DE LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE
HEREDIA SA**

CRISTINA
RAQUEL ARIAS
ROJAS (FIRMA)

Firmado digitalmente
por CRISTINA RAQUEL
ARIAS ROJAS (FIRMA)
Fecha: 2021.07.05
14:42:50 -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
14:38:41 -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 GER-344-2021 remitido por la Empresa de Servicios Públicos de Heredia

Fecha: junio, 2021

17 de junio del 2021
GER-344-2021

Tomás Martínez Baldares
Presidencia Ejecutiva
Instituto de Acueductos y Alcantarillados

Estimado señor:

En atención al oficio PRE-2020-01724 sobre la solicitud de coordinación para establecer un mecanismo de entre las partes para tener acceso a la información georreferenciada que permita identificar las comunidades o sectores a las que se le brinda el servicio de abastecimiento de agua potable, se le hace entrega del archivo "Entrega_AyA", en formato digital *.zip que contiene información del área de cobertura del servicio de agua potable administrado por la Empresa de Servicios Públicos de Heredia, así como el informe en donde se detalla la metodología y datos de la información que se está entregando.

Los insumos proporcionados, es producto del trabajo realizado por parte de los señores Maykol Mena y Mario Vargas, funcionarios del Proceso de Sistemas de Información Geográfica y Disponibilidad del Negocio de Agua Potable e Hidrantes de la ESPH, con el valioso acompañamiento del señor Nestor Veas de la Unidad Técnica de los Servicios de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento del ICAA, mediante diferentes sesiones virtuales realizadas durante varios meses.

Quedamos atentos a cualquier consulta u observación que se presente y a la coordinación entre las áreas técnicas para la actualización periódica de la información.

Atentamente,

EDGAR ALLAN
BENAVIDES

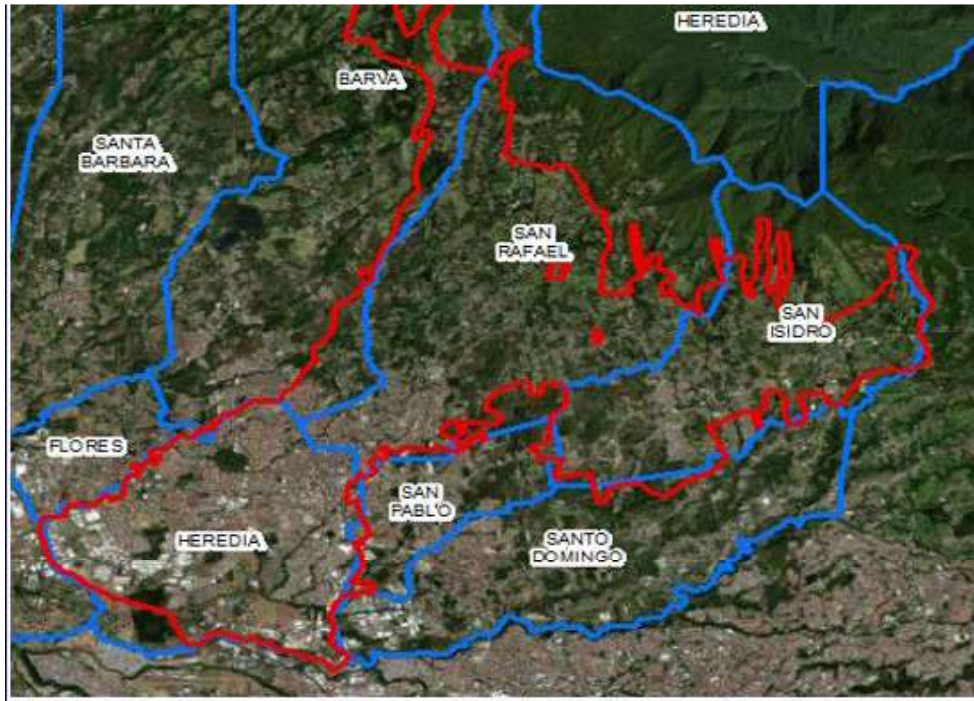
VILCHEZ (FIRMA)

Ing. Allan Benavides Vilchez, MBA
Gerente General

Firmado digitalmente por
EDGAR ALLAN BENAVIDES
VILCHEZ (FIRMA)
Fecha: 2021.06.17 14:48:34
-06'00'

copia: Zaida Ulate Gutiérrez - Unidad Técnica de los Servicios de Abastecimiento de Agua Potable y de Saneamiento AyA

INFORME SOBRE AREA DE COBERTURA DE LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE HEREDIA SA



**MAYKOL
MENA UGALDE
(FIRMA)**

Firmado digitalmente
por MAYKOL MENA
UGALDE (FIRMA)
Fecha: 2021.06.16
13:35:54 -06'00'

Elaborado por:
Maykol Mena Ugalde (ESPH)

**MARIO ALBERTO
VARGAS
HERNANDEZ
(FIRMA)**

Firmado digitalmente por
MARIO ALBERTO VARGAS
HERNANDEZ (FIRMA)
Fecha: 2021.06.16
12:44:02 -06'00'

Revisado por:
Mario Vargas Hernández (ESPH)

Colaboró por parte de UTSAPS-AyA:
Nestor Veas Ayala

Firmado digitalmente
por NESTOR MAURICIO
VEAS AYALA (FIRMA)
Fecha: 2021.06.16
15:30:09 -06'00'

**EMPRESA DE SERVICIOS
PUBLICOS DE HEREDIA S.A.**

NEGOCIO DE AGUA POTABLE E HIDRANTES

PROCESO DE SERVICIOS DE INFORMACION GEOGRAFICA Y DISPONIBILIDAD

Contenido

Introducción	2
Antecedentes	3
Objetivo General	4
Objetivos específicos.....	4
Metodología	4
Línea Base Espacial según la información de las tuberías del acueducto (Fase 1)	5
Área de cobertura (actual y potencial) a partir de tuberías (Fase 2)	6
A partir de los criterios externados se generará la línea base espacial para la entidad	
Tubería_Principal.	6
Línea base espacial (redes del acueducto de la ESPH).....	7
Área de cobertura de agua potable a partir de líneas de tubería (Fase 3)	10
Cobertura Potencial	11
Lecciones aprendidas	11
Conclusiones	12
Anexos	13

Introducción

El presente informe de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH), es generado por el proceso de Servicios de Información Geográfica y Disponibilidad del Negocio de Agua Potable e Hidrantes, en respuesta a la solicitud del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) según oficio PRE-2020-01724, 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.

Inicialmente, la ESPH identificó los datos solicitados en las bases de datos empresariales, específicamente las líneas de tuberías existentes y la información de diámetros, materiales, fechas de levantamiento, zonas de presión asociadas y ubicación político administrativa, además de la información según el sistema de coordenadas oficial del país.

Tomando como insumo esencial la información que la ESPH ha levantado desde antes del año 2010 y que se mantiene actualizada a partir de las mejoras y los activos que se incorporan al acueducto, se generó un archivo con el detalle de la información geográfica requerida.

Adicionalmente, se incluye en este documento la metodología que se aplicó en la obtención de los productos, para que posteriormente sea replicada por el mismo operador para futuras actualizaciones de su área de cobertura.

Las capas unificadas considerando las líneas de redes de distribución, aducción, conducción e impulsión resultantes, conformarán la cobertura del servicio de agua potable al año 2020, lo cual posteriormente deberá ser depurado para que la cobertura del servicio se sustente únicamente en la información de las redes de distribución existentes.

Este producto ha sido generado por la ESPH 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 a la Gerencia General de la ESPH (oficio PRE-2020-01724), 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.

De parte de la ESPH, se designó al geógrafo Maykol Mena y al ingeniero Mario Vargas de la Unidad de Negocio de Agua Potable e Hidrantes; y de parte del AyA, los representantes de este proceso son el geógrafo Nestor Veas y la ingeniera Zaida Ulate Gutiérrez de la UTSAPS.

Cabe señalar, que la ESPH en relación con la información espacial disponible del servicio de agua potable, tiene a disposición los datos en servidores; incluidos los que refieren a líneas de tubería para el trasiego de agua. Es importante indicar que la ESPH cuenta con Sistemas de Información Geográfica desde aproximadamente el año 2001 y que alimenta a diario las bases de datos acorde con los movimientos y actualizaciones que se realizan en la infraestructura que compone el acueducto.

Objetivo General

Entregar al AyA el presente informe, que incluye archivos correspondientes a la cobertura del servicio de abastecimiento de agua potable y las redes de distribución y conducción a diciembre del 2020, del acueducto administrado por la ESPH.

Objetivos específicos

- Establecer una línea base de las redes de distribución y conducción para las 22 zonas de presión del acueducto.
- Determinar, a partir de la línea base, 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 las 22 zonas de presión.

Metodología

A partir de la recepción y aceptación del oficio PRE-2020-01724, generado desde la UTSAPS del AyA, se establece un mecanismo de coordinación entre el AyA y la ESPH 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, la ESPH delegó esta tarea en el Proceso de Servicios de Información Geográfica y Disponibilidad, del Negocio de Agua Potable e Hidrantes.

Para ello se realizaron cinco reuniones de coordinación para presentar, consultar, depurar y entregar las capas de información e informes requeridos. En ellas estuvieron los representantes 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 *Area_Cobertura_ESPH* 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 y potencial) a partir de tuberías.
- Fase 3: Área de cobertura a partir de redes de distribución

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 22 zonas de presión.

Como complemento, se muestra en el Anexo 2, el Esquema Operativo del acueducto administrado por la ESPH. Este diagrama se adjunta en los Anexos como PDF por el tamaño de la imagen, en donde se puede obtener un mejor detalle de los elementos que lo componen.

Importante mencionar que para la ESPH las zonas de presión son infraestructuras de la red de distribución de agua potable que están aisladas una de otra con el fin de tener un mejor control de estas, mejor control de las presiones y de los caudales, constituidas por fuentes de abastecimiento, infraestructura y equipamiento para la captación, potabilización y distribución, los cuales incluyen principalmente: Estructura de la fuente (pozos profundos, nacientes, captaciones); Tanques de almacenamiento, tubería y accesorios.

Como insumo esencial, se tiene a disposición la base de datos del servidor; las entidades requeridas (*Tubería_Principal* y *Area_Cobertura_ESPH*), las cuales están georreferenciadas en formato de capa espacial (.shp) bajo el sistema de coordenadas CRTM05, oficial para Costa Rica según lo dispuesto en el decreto 33797-MJ-MOPT.

La entidad denominada "*Tubería_Principal*", 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.

Adicionalmente y para efectos de validación de la información con criterio de experto, se cuenta con la participación del personal del proceso de los Servicios de Información Geográfica y Disponibilidad, quienes son los responsables de actualizar diariamente la entidad "*tubería principal*", con base en el trabajo en campo. Cabe señalar que, la recopilación de la información de las mejoras o de las actividades constructivas sobre la infraestructura, forma parte de las actividades a cargo de la Unidad de Negocio de Agua Potable e Hidrantes.

Para los fines de los objetivos planteados, y tomando en consideración la información disponible en la ESPH, se establecen los atributos para la entidad lineal llamada *Tubería_Principal*, según el detalle que se indica en la siguiente Tabla:

Tabla 1: Título y descripción de cada columna dentro de la tabla de atributos estandarizada.

Atributo	Descripción	Tipo	Extensión
Canton	Refiere a la oficina cantonal que administra y opera dicho segmento.	Texto	20
ZonadePresion	El nombre del acueducto con el que se brinda el servicio de abastecimiento de agua potable a una comunidad en particular	Texto	30
Distrito	Indica al Distrito administrativo al que pertenece el segmento.	Texto	30
SubTipo	Indica si el segmento es para distribución, conducción o impulsión*.	Entero	Por defecto
Diametro	Medida, en milímetros, del diámetro del segmento de tubería.	Entero	Por defecto
Material	Elemento del que está fabricado el segmento de tubería (Anexo 2).	Texto	30
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_Instala	Fecha instalación de la información.	Fecha	Por defecto
Fecha_leva	Fecha del último levantamiento o actualización de la información.	Fecha	Por defecto
Longitud	Distancia, en metros, desde el inicio hasta el final del segmento de tubería.	Doble	Por defecto
Operador	Ente administrador del acueducto.	Texto	100

** 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.*

Área de cobertura (actual y potencial) a partir de tuberías (Fase 2)

A partir de los criterios externados se generará la línea base espacial para la entidad Tuberia_Principal.

Para efectos de establecer el área de cobertura actual para la prestación del servicio de abastecimiento del agua potable, la ESPH aplica como criterio que dicha cobertura es la que representa geográficamente la “huella” del acueducto, considerando las tuberías de distribución,

conducción e impulsión; se hace la aclaración, que la herramienta para delimitar estas áreas de cobertura permite identificar de manera separada los atributos según el tipo de tubería.

Por parte del AyA, el criterio que se aplica es el de incluir aquellos proyectos que de manera oficial forman parte de los planes de expansión del operador, independientemente de la fase en la que se encuentre según el ciclo de proyecto.

La entidad *Area_Cobertura_ESPH* se establece a partir del área de influencia de la tubería, adicionalmente se toman otros criterios como lo son las huellas del mosaico catastral de las propiedades, límites administrativos y naturales que definen los distritos y cantones. Inicialmente, se tomó como base las hojas cartográficas 1:10 000 y 1:50 000 proporcionadas por el IGN (calles, curvas y ríos); posteriormente se ha venido ajustando los límites de esta entidad mediante las capas del mosaico catastral, fotografías aéreas, diseños de proyectos habitacionales, plan regulador (donde existe) y criterio experto de acuerdo al comportamiento y combinación de los elementos mencionados.

En relación con la base de datos espacial, específicamente respecto a la información de: *Tuberia_Principal* de tipo lineal y *Area_Cobertura_ESPH* de tipo polígono, se determina que no todos los atributos están completos, razón por la cual la ESPH deberá continuar aplicando el procedimiento respectivo que permita completar esos atributos; sin embargo, la línea base que se ha documentado y validado a través de este mecanismo de coordinación permitirá ser el punto de referencia para futuras actualizaciones.

Línea base espacial (redes del acueducto de la ESPH)

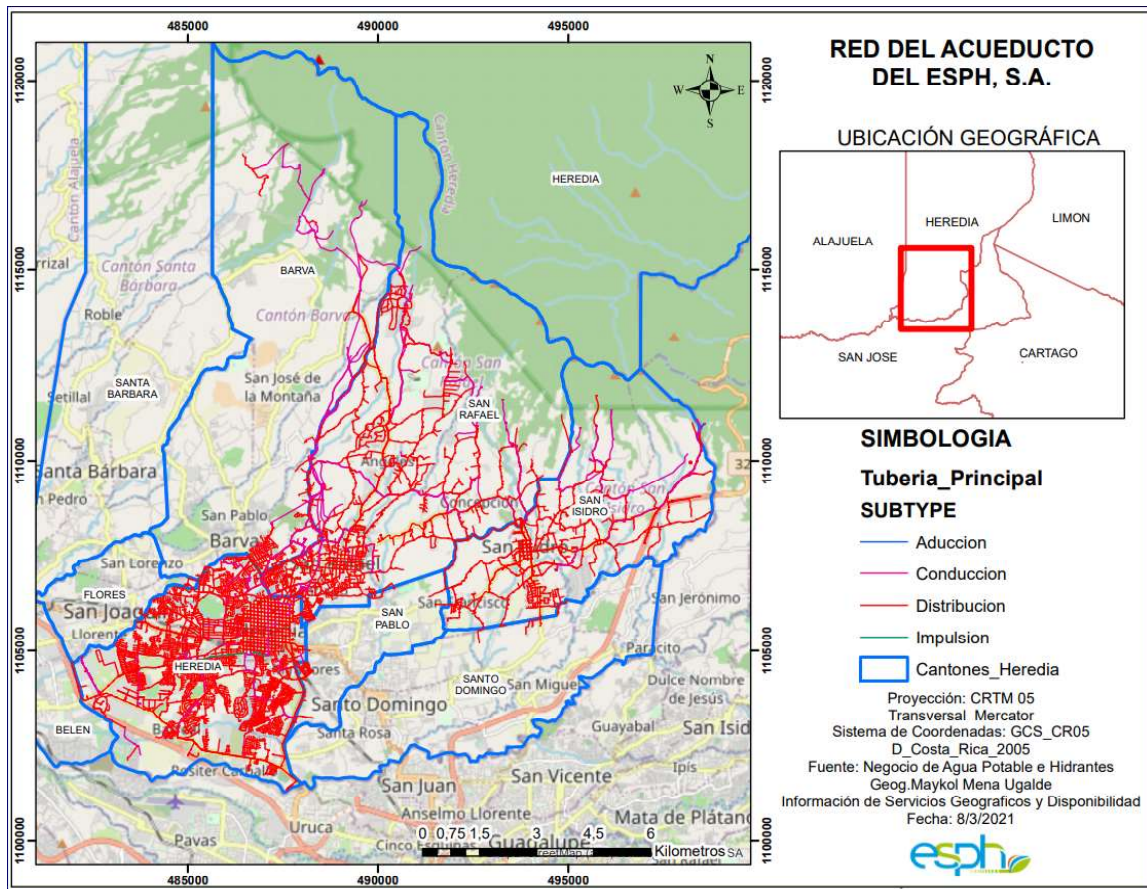
Con el trabajo elaborado se obtuvo la capa de las líneas de tuberías operadas por el acueducto de la ESPH, incluyendo sus 22 zonas de presión, las cuales se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2: Zonas de Presión en el acueducto operado por la ESPH.

Albino	Chorreras	Santa Cecilia
Brasilía	Ciénega Norte	Santa Lucia
Breña Mora	Ciénega Sur	Tirol
Carbonal / Malinches	Elmer Sánchez	Trébol
Castillo	Joya / Cementerio	Vargas
Chamaco	Noventa	Victoria
Chilillal	Sacramento	
San Isidro	San Francisco	

La Figura 1 muestra las tuberías del acueducto operado por la ESPH; para efectos de este informe, se planteó como objetivo generar la línea base de las tuberías de distribución, pero al contar con la información total gracias a la información generada en la ESPH, en el mapa se muestran también las tuberías de impulsión y de conducción.

Figura 1: Mapa de la línea base de tuberías del acueducto operado por la ESPH



La línea base evidencia la dinámica de prestación del servicio que ha desarrollado este operador dentro del territorio de influencia, que contiene los cantones de: Heredia (Que incluye además algunas comunidades y calles limítrofes de Asunción y San Joaquín de Flores; San Roque y Sacramento de Barva y San Pablo de Heredia); San Rafael (Que incluye además algunas comunidades y calles limítrofes de San José de la Montaña de Barva; San Pablo de Heredia, y en su totalidad el distrito de Santa Lucía de Barva); y el cantón de San Isidro (Que incluye además algunas comunidades y calles limítrofes de San Pablo de Heredia y Turés de Santo Domingo).

Así mismo, se observa una concentración de tuberías hacia el centro y el suroeste, viéndose influenciado por la dinámica urbanística en esos sitios, y por como esta se desarrolla dentro de territorios según el relieve montañoso, ya que los cantones de Barva, San Rafael y San Isidro colindan con el Parque Nacional Braulio Carrillo.

Cabe destacar de manera paralela, que la información contenida en la tabla de atributos permite realizar análisis de datos de forma individualizada o combinando dos o más atributos según se detalla en la Tabla 3. Esta información puede ser visualizada en un SIG, utilizarse para generar cartografía específica o trabajar con la información de sus atributos, entre otras posibilidades.

Tabla 3: Sección de la tabla de atributos de la línea base de tuberías del acueducto operado por la ESPH.

Operador	Subtype	DIAMETRO(INTER)	MATERIAL	ZONA DE PRESION	CANTON	DISTRITO	FECHA DE INSTA	FECHA DE LEVANT	Shape_Length	Coorde X Fin	Coorde X Ini
Empresa de Servicios Publicos de Heredia	Distribucion	100 mm	Cloruro De Polivinilo	Trebol	Heredia	Heredia-Jilao	1/1/2000	<Null>	6,182237	485396,241937	485402,327212
Empresa de Servicios Publicos de Heredia	Distribucion	100 mm	Cloruro De Polivinilo	Joya_/Cementerio	Heredia	Heredia-San_Francisco	1/1/2006	24/9/2012	19,925606	487082,980712	487063,520525
Empresa de Servicios Publicos de Heredia	Distribucion	100 mm	Cloruro De Polivinilo	Chamaco	San Rafael	San_Rafael-Santiago	1/10/2003	<Null>	59,583399	489032,1799	489051,341087
Empresa de Servicios Publicos de Heredia	Distribucion	100 mm	Cloruro De Polivinilo	Trebol	Heredia	Heredia-Jilao	1/1/2006	<Null>	1,188539	487345,876962	487345,3969
Empresa de Servicios Publicos de Heredia	Distribucion	150 mm	Cloruro De Polivinilo	Joya_/Cementerio	Heredia	Heredia-San_Francisco	1/1/1990	<Null>	1,436431	487482,8549	487482,18815
Empresa de Servicios Publicos de Heredia	Distribucion	100 mm	Cloruro De Polivinilo	Santa_Lucia	Barva	Barva-Santa_Lucia	1/1/2006	<Null>	1,453665	486944,52815	486945,004712
Empresa de Servicios Publicos de Heredia	Conduccion	100 mm	Cloruro De Polivinilo	Tirol	San Rafael	San_Rafael-Angeles	1/1/2001	<Null>	0,500121	490570,079337	490570,312275
Empresa de Servicios Publicos de Heredia	Distribucion	100 mm	Cloruro De Polivinilo	Chamaco	San Rafael	San_Rafael-Santiago	1/1/2006	<Null>	0,882178	486169,2199	486169,37989
Empresa de Servicios Publicos de Heredia	Distribucion	50 mm	Cloruro De Polivinilo	Brenia_Mora	San Rafael	San_Rafael-Concepcion	1/1/2006	<Null>	170,349998	493909,253275	494054,149775
Empresa de Servicios Publicos de Heredia	Distribucion	100 mm	Cloruro De Polivinilo	Carbonal_/Malinches	Heredia	Heredia-Mercedes_Sur	1/1/2006	<Null>	86,006452	485204,660212	485239,529712
Empresa de Servicios Publicos de Heredia	Distribucion	100 mm	Cloruro De Polivinilo	Carbonal_/Malinches	Heredia	Heredia-Mercedes_Sur	1/1/2006	<Null>	78,191247	485263,393275	485304,0784
Empresa de Servicios Publicos de Heredia	Distribucion	100 mm	Cloruro De Polivinilo	Tirol	San Rafael	San_Rafael-Angeles	1/1/2001	<Null>	6,142707	490323,8654	490318,947087
Empresa de Servicios Publicos de Heredia	Distribucion	75 mm	Cloruro De Polivinilo	Santa_Lucia	Heredia	Heredia-Mercedes_Norte	1/1/2006	<Null>	104,383941	486382,61115	486415,972712
Empresa de Servicios Publicos de Heredia	Distribucion	100 mm	Cloruro De Polivinilo	Carbonal_/Malinches	Heredia	Heredia-Mercedes_Sur	1/1/2006	<Null>	7,94237	485994,236087	486002,138462
Empresa de Servicios Publicos de Heredia	Distribucion	100 mm	Cloruro De Polivinilo	Tirol	San Rafael	San_Rafael-Angeles	1/1/2001	<Null>	0,282237	490665,016212	490664,948525
Empresa de Servicios Publicos de Heredia	Distribucion	75 mm	Cloruro De Polivinilo	Carbonal_/Malinches	Heredia	Heredia-Mercedes_Sur	1/1/2006	<Null>	6,395149	485554,530337	485555,405775
Empresa de Servicios Publicos de Heredia	Distribucion	75 mm	Cloruro De Polivinilo	Santa_Lucia	Heredia	Heredia-Mercedes_Norte	1/1/2006	<Null>	7,47174	489318,707587	489326,152982
Empresa de Servicios Publicos de Heredia	Distribucion	100 mm	Cloruro De Polivinilo	Carbonal_/Malinches	Heredia	Heredia-Mercedes_Sur	1/1/2006	<Null>	6,119831	484360,741712	484365,196587
Empresa de Servicios Publicos de Heredia	Distribucion	75 mm	Cloruro De Polivinilo	Carbonal_/Malinches	Heredia	Heredia-Mercedes_Sur	1/1/2006	<Null>	43,476667	484915,048025	484871,784337
Empresa de Servicios Publicos de Heredia	Distribucion	100 mm	Cloruro De Polivinilo	Santa_Lucia	Barva	Barva-Santa_Lucia	1/1/2006	<Null>	5,393252	487242,950837	487241,968899
Empresa de Servicios Publicos de Heredia	Distribucion	50 mm	Cloruro De Polivinilo	Carbonal_/Malinches	Heredia	Heredia-Jilao	1/1/1990	<Null>	55,796429	485303,82065	485307,150712
Empresa de Servicios Publicos de Heredia	Distribucion	75 mm	Cloruro De Polivinilo	Carbonal_/Malinches	Heredia	Heredia-Jilao	1/1/2000	<Null>	54,175889	484836,634337	484890,457275
Empresa de Servicios Publicos de Heredia	Distribucion	100 mm	Cloruro De Polivinilo	Carbonal_/Malinches	Heredia	Heredia-Jilao	1/1/2000	<Null>	26,585773	483614,597087	483616,33265

La mayoría de columnas de la Tabla 3 presenta información correspondiente a cada segmento de tubería, sin embargo, existen datos que requieren ser depurados, por lo tanto, se toma la decisión de no incluir la información. Con el trabajo elaborado es posible identificar datos de los 919,6 kilómetros de tubería del acueducto, según se detalla en el anexo en formato *.SHP. La información incluye tubería de distribución y conducción de diferente diámetro (mm), en el cual predomina el de 100 mm y en menor medida el de 300 mm. Con respecto al material existente en las tuberías, el más concurrente es el PVC, y el material de menor presencia en el acueducto es el Hierro Dúctil. Ver tabla 4 del desglose de la tubería en los Anexos.

Con la información suministrada en la tabla de atributos de la capa *Tubería_Principal*, se pueden calcular estadísticas que son de interés, como se observa en la Tabla 5:

Tabla 5: Datos relevantes de la línea base de tuberías del acueducto operado por la ESPH

Indicador	Dato
Número de zonas de presión del acueducto	22
Kilómetros totales de tubería	919,6
Kilómetros de tubería de distribución	734,60 (79,88%)
Cantón con más kilómetros de tubería	Heredia (411,15 km.)
Cantón con menos kilómetros de tubería	San Isidro (132,30 km.)
Cantidad de servicios totales (Mayo 2021)*	74 805 (de los cuales 64 son servicios fijos)
Densidad promedio	81,3 servicios/km
% de km de tubería en PVC	73,32%

*Según el sistema comercial AXIS¹

¹ Sistema comercial empresarial de base de datos de los usuarios que tiene la ESPH para la comercialización de los servicios.

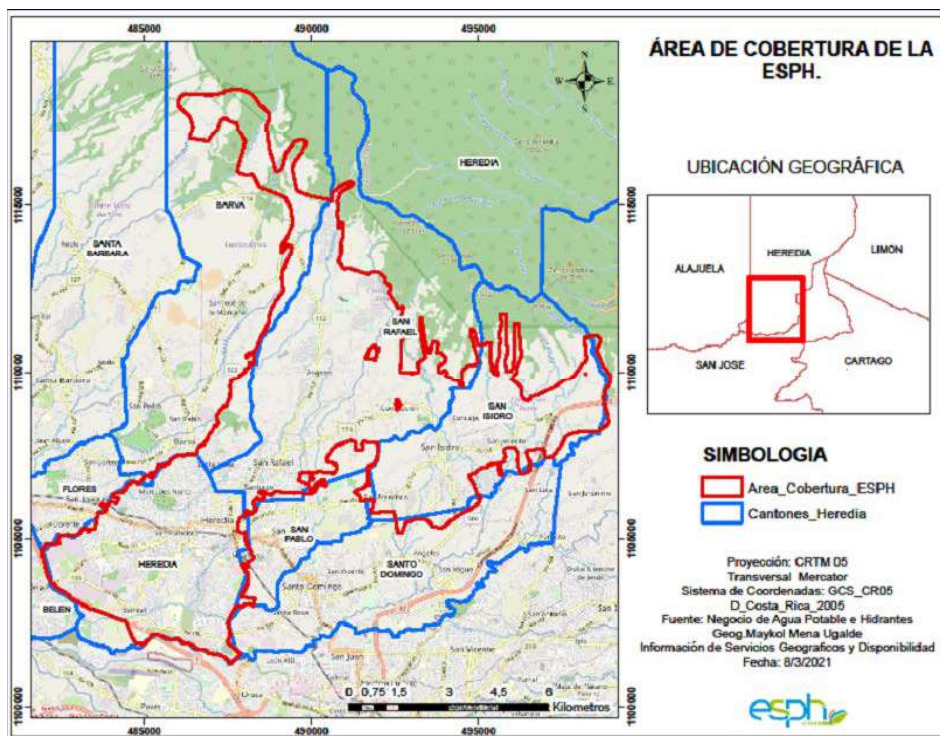
Área de cobertura de agua potable a partir de líneas de tubería (Fase 3)

Finalizadas las fases 1 y 2, se obtuvo la capa de cobertura actual del acueducto operado por la ESPH, incluidas las 22 zonas de presión. La Figura 2 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. Esto indica que se cumplieron los objetivos planteados, con información actualizada a diciembre del 2020 y con la participación activa del Negocio de Agua Potable e Hidrantes y los enlaces designados.

Cabe señalar que, con la información disponible y las capas generadas, es posible identificar la cobertura con base únicamente en las líneas de tubería de redes de distribución; dicho criterio es el que ha venido aplicando el AyA y también se ha establecido como parámetro para ser aplicado por otros operadores (municipalidades y ASADAS).

La entidad *Area_Cobertura_ESPH* permite visualizar y dimensionar de mejor manera el alcance territorial del acueducto, el cual tiene una superficie que aglomera los cuadrantes urbanos según los sectores identificados, así como algunos ramales que se dirigen hacia zonas periféricas, dado que estas poblaciones están en continuo crecimiento y desarrollo. Debe destacarse que en esta superficie no se encuentran identificadas individualmente las zonas de presión, por lo que no es posible observar el alcance de cada una de ellas a nivel territorial.

Figura 2: Mapa del área de cobertura del acueducto operado por la ESPH



En la Figura 2 se observa un área de cobertura total de 82,67 km², dando como resultado una densidad total del acueducto de la ESPH de 903, 24 servicios por km². Es importante destacar que al día 31 de marzo del 2021, según base de datos del sistema comercial AXIS, se tiene un total de 74.671 contratos (servicios), de los cuales 74.608 son medidos y 63 pajas fijas, el total corresponde a los diferentes usos (domiciliar, empresarial, preferencial y gobierno).

Cobertura Potencial

La ESPH no tiene por el momento áreas de expansión, sin embargo, sí hay un crecimiento de infraestructura por nuevas urbanizaciones o la implementación de extensiones de tuberías dentro de ciertos espacios geográficos.

El Negocio de Agua Potable e Hidrantes, específicamente el proceso de Servicios de Información Geográfica y Disponibilidad, realiza levantamientos en campo de la infraestructura nueva, con el objetivo de sustituir tuberías ya obsoletas o antiguas; la información levantada se actualiza en la base de datos del SIG. En muchos casos al cambiar la tubería se ejecutan trabajos para ampliar una pequeña parte del tramo, lo cual incrementa la extensión de la tubería.

Además, se tienen 3 sitios localizados dentro del cantón de Heredia y San Rafael que operan su propio pozo y administran el acueducto (Sociedad de Usuarios de Agua). La ESPH no les brinda el servicio de agua potable, sin embargo, actualmente se encuentra en conversaciones con el AyA para una posible administración, aunque este proceso no se ha formalizado de manera oficial.

Lecciones aprendidas

Durante el proceso de estandarización se identificaron aspectos que influyeron en el cumplimiento de los objetivos planteados, las 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.

- La información disponible no siempre presenta un mismo formato que la del archivo de salida de la estandarización. Generalmente el formato en que se entrega la información es AutoCAD (*.dwg), por lo que la información debe convertirse a formato SIG (*.shp). Esto conlleva además que se deben individualizar las polilíneas que representaban el sistema de tuberías de otros elementos, como lo son calles o aceras, para posteriormente exportarlo en formato SIG.
- En relación con los segmentos de tubería obtenidos, se presentaron algunas de las siguientes condiciones:
 - ❖ El segmento está correctamente digitalizado, pero la información de sus atributos es parcial.
 - ❖ El segmento está correctamente digitalizado, pero la información de sus atributos requiere ser depurada ya que en algunas ocasiones los datos no eran consistentes con el elemento que se digitaliza.

Conclusiones

1. La ESPH, tiene un motor de base de datos estandarizado y referenciado de una manera relacional.
2. La conformación de los sistemas de información geográfica en la ESPH y con ello la alimentación de información a la base de datos de la capa de tubería de la ESPH, se inició aproximadamente en el año 2001.
3. Los colaboradores del Proceso de Sistemas de Información Geográfica y Disponibilidad del Negocio de Agua Potable e Hidrantes, realizan diariamente levantamientos de información en el campo con herramientas de alta precisión geográfica, para mantener actualizada la base de datos de toda la infraestructura (Tanques, PTAP, Pozos, hidrantes, tubería, válvulas, hidrómetros) que compone el acueducto de acuerdo a las mejoras que se realizan continuamente de acuerdo a los planes quinquenales y planes estratégicos empresariales.
4. La entidad de *Tuberia_Principal* tiene subtipos que principalmente son los de distribución con un total de 734.598,85 metros lineales y de conducción para un total de 182.143,92 metros lineales.
5. A partir de las tuberías principales y los cantones de San Rafael, San Isidro y Heredia, se generó el mapa de cobertura de área de la ESPH.
6. La información generada es de utilidad para los operadores internos y e instituciones públicas y reguladoras del Estado, como la ARESEP, AyA, Contraloría General de la República y Municipalidades de interés.
7. La información de las capas expuestas, están georreferenciadas bajo el sistema de coordenadas CRTM05, oficial para Costa Rica según lo dispuesto en el decreto 33797-MJ-MOPT.
8. Como parte de los entregables, se adjunta un archivo digital en formato Geodatabase con el nombre ESPH, en donde se incluyen las entidades: Área de Cobertura_ESPH; Tuberia_Principal y Zona_Presión, en donde se espera poder actualizar dicha información periódicamente, en coordinación con la UTSAPS del AyA. Ver anexo 5. Esquema en SIG de Geodatabase ESPH.

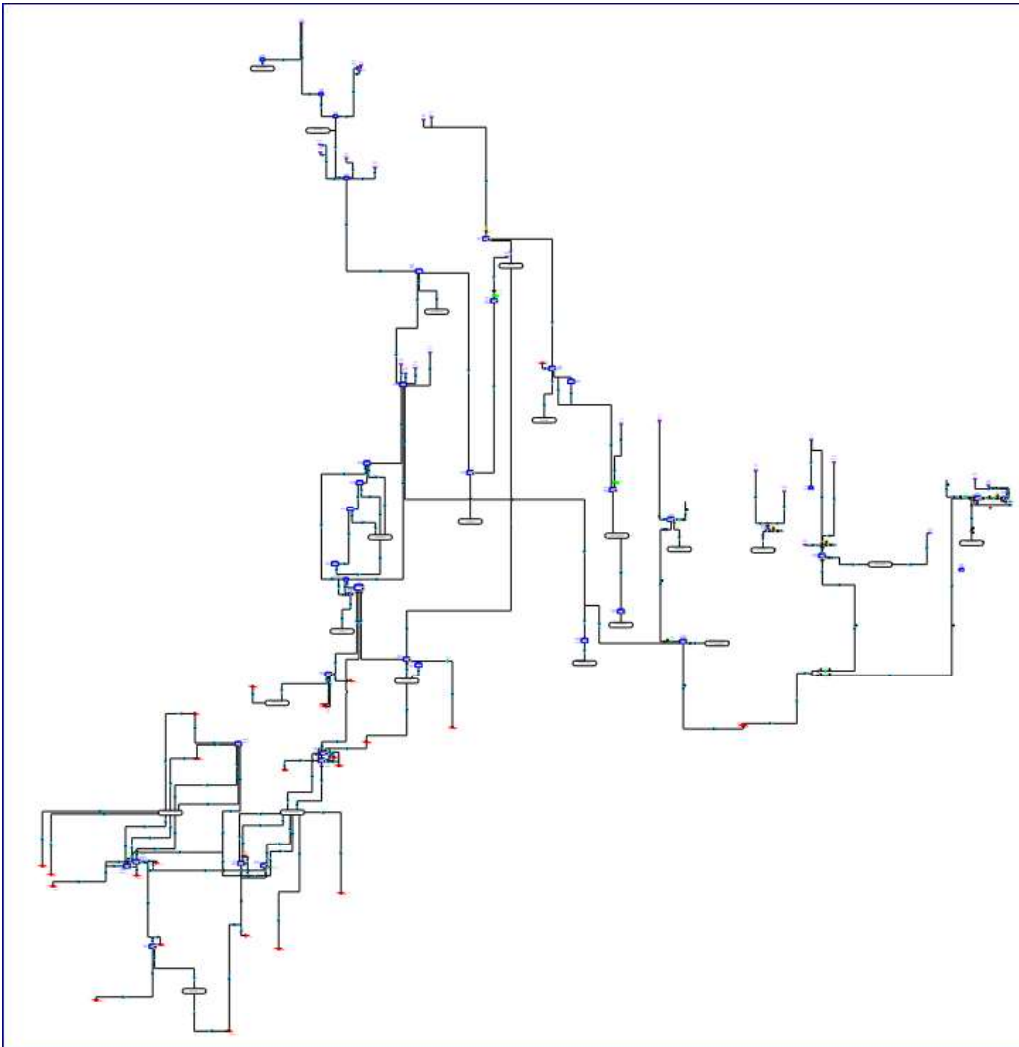
Anexos

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 administrado por la ESPH



Fuente: Operación y Optimización de Sistemas. NAPH

Anexo 3: Fechas de reuniones intercambio de información ESPH- UTSAPS (2021)

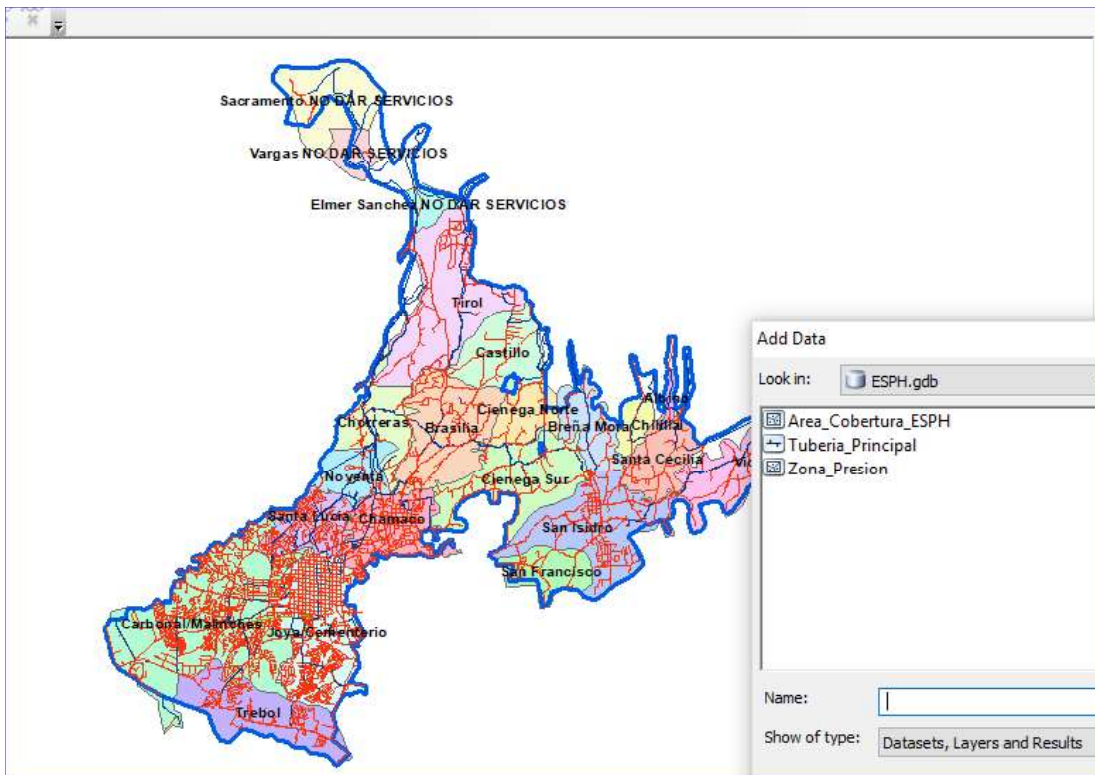
- Miércoles 16 de junio
- Martes 1 de junio
- Miércoles 14 de abril
- Martes 23 de marzo
- Miércoles 3 marzo
- Miércoles 10 de febrero
- Miércoles 3 de febrero
- Lunes 25 de enero
- Lunes 18 de enero
- Miércoles 6 de enero

Anexo 4: Tabla de descripción de diámetros y materiales presentes en las tuberías existentes de la ESPH.

Diámetro (mm)	Asbesto Cemento	Acero	Concreto Reforzado	Hierro Ductil	Hierro Fundido	Hierro Galvanizado	HN	PAD	PVC	TOTAL
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1 068,60	0,00	1 068,60	6 040,78	8177,97
18	0,00	0,00	0,00	0,00	116,94	0,00	0,00	0,00	3 115,10	3232,04
25	0,00	0,00	0,00	0,00	70,41	2 245,70	0,00	184,17	22 165,26	24665,53
38	0,00	0,00	0,00	0,00	89,80	4 836,46	0,00	0,00	14 536,23	19462,49
50	0,00	0,00	0,00	1,10	197,55	16 995,70	0,00	147,87	74 295,28	91637,50
62	0,00	0,00	0,00	0,00	719,12	471,80	0,00	0,30	3 313,56	4504,79
75	9,82	31,53	0,00	27,17	2 797,74	4 093,54	9,36	42,13	179 337,50	186348,78
100	7 440,52	1,98	0,00	2 346,09	9393,6271	3 206,89	367,83	92 476,77	252 981,65	368215,36
125	0,00	0,00	0,00	0,00	2 538,31	0,00	0,00	0,00	0,00	2538,31
150	9 549,39	17,88	0,00	94,31	2 124,99	1 159,22	223,33	23 535,83	67 082,31	103787,27
200	2 979,49	0,00	0,00	3 459,24	8 011,12	590,12	106,69	3 876,18	28 497,81	47520,64
250	1 952,48	0,00	0,00	18,53	6 353,31	87,16	0,00	14 915,39	8 653,02	31979,89
300	2 025,97	0,00	0,00	115,80	468,42	91,48	0,00	1 187,97	12 737,35	16626,99
350	0,00	0,00	64,32	4 185,25	1,89	0,00	0,00	0,00	955,47	5206,92
375	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	547,70	547,70
400	0,00	0,00	0,00	1 025,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1025,92
450	0,00	0,00	0,00	4 110,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4110,41
900	0,00	0,00	12,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,69
Total	23 957,7	51,4	77,0	15 383,8	32 883,2	34 846,7	707,2	137 435,2	674 259,0	919 601,21

Fuente: NAPH, ESPH 2021

Anexo 5. Esquema en SIG de Geodatabase ESPH.



Fuente: NAPH, ESPH 2021