



INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

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

INFORME

**COBERTURA ACTUAL DEL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
(PRE-UTSAPS-2021-00209)
SUBGERENCIA SISTEMAS GAM - AYA**

CRISTINA
RAQUEL ARIAS
ROJAS (FIRMA)

Firmado digitalmente
por CRISTINA RAQUEL
ARIAS ROJAS (FIRMA)
Fecha: 2021.11.19
11:51:56 -06'00'

Encargado de remisión:

Cristina Arias Rojas

ZAIDA MARIA
ULATE
GUTIERREZ
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por ZAIDA MARIA
ULATE GUTIERREZ
(FIRMA)
Fecha: 2021.11.23
10:19:26 -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-UTSAPS-2021-00209 remitido por la Unidad Técnica de los Servicios de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento

Fecha: noviembre, 2021



INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
San José, Costa Rica
Apartado 1097-1200. Teléfono 2242-5378 - zulate@aya.go.cr

MEMORANDO
No.PRE-UTSAPS-2021-00209

FECHA: 29 de septiembre del 2021

PARA: Alejandro Calderón Acuña
Subgerencia Gestión de Sistemas GAM

Firmado digitalmente por
ZAIDA MARIA ULATE GUTIERREZ (FIRMA)
Fecha y hora: 29/09/2021 04:51 PM

DE: Zaida Ulate Gutiérrez
Unidad Técnica de los Servicios de
Abastecimiento de Agua Potable y de
Saneamiento

ASUNTO: COBERTURA ACTUAL DEL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE: Subgerencia Sistemas GAM - AyA

En relación con el cumplimiento del objetivo estratégico institucional denominado "PPI13: Organizar a los operadores de la prestación de los servicios públicos de agua potable y saneamiento", durante el año 2020 se llevó un proceso de identificación, recopilación y estandarización de información relativa a la prestación del servicio de abastecimiento de agua potable para la totalidad de los sistemas que integran los acueductos que administra y opera el AyA (PRE-UTSAPS-2019-00221); a través del cual ha sido posible establecer la Línea base espacial de redes de distribución, de forma conjunta con los enlaces asignados por cada Dirección Regional.

Para la continuidad de este proceso, con base en este primer producto entregado a través del memorando PRE-UTSAPS-2020-00160, se solicitó a cada operador AyA según los enlaces designados, validar el Informe de "Línea Base Espacial (Redes de distribución)" y se convocó a un taller para discutir los criterios de cobertura (actual y potencial) que se estarían aplicando.

Posteriormente, a través del memorando PRE-UTSAPS-2020-00182 del 03 de julio del 2020, se comunicaron los criterios de cobertura acordados con los directores en el taller, a saber:

- Línea base por segmentos de tubería de distribución;
- ampliar cada segmento generando un área de cobertura con el criterio de un buffer de 100 m a ambos lados de la red de distribución, con excepción de aquellos segmentos que aun cuando exista la red distribución no hay demanda por el servicio;
- ajustar el área de cobertura con la información oficial que tiene el Registro Nacional mediante fotografía aérea; y
- ajustar el área de cobertura con la información obtenida a través de criterio de experto del operador.

Es importante destacar que para los sistemas a cargo de la Subgerencia de Gestión de Sistemas GAM, se utilizó además el criterio de ajuste del área de cobertura a partir del mosaico catastral, dada la información existente en la mayoría del territorio asignado; aporte que consideramos significativo brindado por el personal de la GAM que ha participado en este proceso.

De esta forma y cumpliendo con los criterios indicados, se hace entrega del documento “COBERTURA ACTUAL DEL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE: Subgerencia Sistemas GAM - AyA”; el cual es adicional al Informe “LÍNEA BASE ESPACIAL (REDES DE DISTRIBUCIÓN): Subgerencia Sistemas GAM – AyA”.

Toda la documentación generada está disponible en la carpeta “Mapas Cobertura Acueductos AyA” en el siguiente enlace:

https://intranetaya-my.sharepoint.com/:b:g/personal/zulate_aya_go_cr/ET1bB5WcGxFNkQo2ziVBxAUBPkAlliqsgm5xcSDa62axkA?e=rYtaHU

Asimismo, la capa de cobertura está en la geodatabase institucional, dentro de la carpeta “Rectoría”.

C.Edwin Matarrita Carrillo - UEN Optimización de Sistemas Logística Sist. Gestión GAM
 Ivan Paniagua Arias - UEN Optimización de Sistemas Mejoramiento de Sist. GAM
 Gerardo Rivas Rivas - UEN Optimización de Sistemas GAM
 Rolando Rojas Castro - UEN Producción y Distribución GAM
 Jorge Villalobos Madrigal - UEN Programación y Control
 James Phillips Ávila - Planificación
 Enor González Arroyo - Gerencia General
 Nestor Veas Ayala - Unidad Técnica de los Servicios de Abastecimiento de Agua Potable y de Saneamiento
 Archivo



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados



COBERTURA ACTUAL DEL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Subgerencia Sistemas GAM - AyA

NESTOR
MAURICIO VEAS
AYALA (FIRMA)

Firmado digitalmente
por NESTOR MAURICIO
VEAS AYALA (FIRMA)
Fecha: 2021.09.28
07:58:17 -06'00'

Elaborado por: Néstor Veas Ayala

ZAIDA MARIA
ULATE GUTIERREZ
(FIRMA)

Firmado digitalmente por
ZAIDA MARIA ULATE
GUTIERREZ (FIRMA)
Fecha: 2021.09.28
07:39:19 -06'00'

Revisado por: Zaida Ulate Gutiérrez

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

Setiembre, 2021

Contenido

Introducción	1
Antecedentes	1
Objetivo General	2
Objetivos específicos.....	2
Programación	2
Metodología	4
Línea Base Espacial de redes de distribución (Fase 1)	4
Zona de influencia a ambos lados de las líneas de distribución (Fase 2)	5
Ajuste de zona de influencia mediante mosaico catastral y fotografía aérea (Fase 3)	5
Ajuste final de área de cobertura mediante criterio de experto (Fase 4).....	7
Llenado de las tablas de atributos	9
Resultados: Área de cobertura de abastecimiento de agua potable a partir de las redes de distribución.	10
Lecciones aprendidas	13
Conclusiones y recomendaciones	14
Anexos	16

Introducción

El presente informe de parte de la Unidad Técnica de los Servicios de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento (UTSAPS) responde 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”, según el Plan Estratégico del AyA 2016-2021; siendo esencial, luego de la construcción de la línea base de información, la delimitación del área de cobertura por operador en la prestación de esos servicios públicos.

Para lograr este producto, se recurrió a la información previamente generada por la UTSAPS en el documento “Línea Base espacial (redes de distribución) – Subgerencia Gestión de Sistemas GAM (PRE-UTSAPS-2020-00160)”, para el cual a su vez se utilizaron datos generados por los operadores del AyA (excluyendo las ASADAS); relacionados con información de las líneas de tubería existente, entre ellos: diámetros, materiales y ubicaciones.

Con este insumo se actualiza, depura y estandariza la información previamente generada por el AyA a diciembre del 2018 y comunicada a la ARESEP en respuesta al oficio OF-0025-IA-2019 (UEN-PC-2019-00193), teniendo como resultado una capa de cobertura del servicio de abastecimiento de agua potable a partir de los sistemas que administra y opera la Subgerencia Gestión de Sistemas GAM.

De manera paralela, se desarrolla y documenta la metodología que ha permitido obtener estos productos, para que posteriormente sea replicada en otros operadores del país y sirva de ruta para futuras actualizaciones de cobertura para los operadores de AyA.

Las capas unificadas resultantes conformarán la cobertura del servicio de agua potable al año 2020, a partir de las redes de distribución existentes de los sistemas operados por la Subgerencia Gestión de Sistemas GAM del AyA. Este producto ha sido generado en conjunto con el operador, que además de ser un insumo para realizar el planeamiento, cálculos, valoraciones y cualquier análisis basado en la información de cobertura, le 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 realizar este trabajo, se cuenta con un insumo inicial, según alcance y contenido del documento “Programa de Mejora y Expansión Continua del Servicio 2019 (UEN-PC-2019-00193)”, que entre otros aspectos incluye un mapa con la cobertura espacial de todos los sistemas que opera el AyA al año 2018 y el nombre y código de dichos sistemas, así como el documento “Mapas de Sistemas de Abastecimiento AyA”, el cual no detalla los criterios o los aspectos que orientaron el levantamiento y procesamiento de la información espacial.

También se coordinó con el geógrafo Sergio Romero, del área de Planificación Estratégica, para tener acceso a la información espacial disponible de cobertura del servicio de agua potable que brinda directamente el AyA, la cual se encuentra en capas espaciales (formato *.shp*) y refiere a líneas de tubería para el trasiego de agua, incluido el servicio de abastecimiento de agua potable y el de saneamiento de aguas residuales y, sobre otros componentes físicos del acueducto (tanques, válvulas, nacientes, pozos, etc.).

De igual manera, se requirió del documento “Línea Base espacial (redes de distribución) – Subgerencia Gestión de Sistemas GAM (PRE-UTSAPS-2020-00160)”, desarrollado en conjunto con las direcciones regionales de la Institución y, a partir del cual se discutieron y aprobaron las metodologías para el presente trabajo, las cuales se detallarán más adelante.

Cabe señalar que, todas las actividades que se ejecutan para el cumplimiento del objetivo estratégico PPI-13, se llevan a cabo de forma coordinada con el Director de la UEN de Programación y Control, por lo cual los productos que se generan a partir del presente informe serán un insumo esencial para definir el potencial de crecimiento de la cobertura de los sistemas de abastecimiento de agua potable y de saneamiento de aguas residuales.

Objetivo General

Generar una capa espacial actualizada, del área de cobertura de cada uno de los acueductos operados por la Subgerencia Gestión de Sistemas GAM del AyA, a partir de la línea base de las redes de distribución existentes.

Objetivos específicos

- Aplicar los criterios acordados con los operadores de AyA para generar las capas de cobertura actual y potencial del servicio de agua potable.
- Depurar la información espacial existente al 2018 respecto a cobertura de acueductos operados por la Dirección Regional.
- Estandarizar, en formato de capa, la información disponible sobre las áreas de cobertura de los acueductos operados por la Subgerencia y el AyA, incluyendo el contenido y presentación de las tablas de atributos.
- Fortalecer el trabajo conjunto con el enlace técnico entre la Subgerencia y la UTSAPS para la coordinación e intercambio de información.

Programación

Para el cumplimiento de estos objetivos y con base en los criterios acordados con los operadores en el taller del 26 de julio (ver anexo 1), desde la UTSAPS se ejecutaron las siguientes actividades:

- i. para cada línea de tubería de red de distribución se generó un área de influencia (buffer) de 100 metros; y
- ii. para cada área de influencia se llevó a cabo una depuración con foto aérea.

Seguidamente, se acordó un cronograma que permitió ejecutar las diferentes actividades para el levantamiento de información, en las cuales participaron Edwin Matarrita e Iván Paniagua; adicionalmente se asignaron como enlaces las siguientes personas (oficio SG-GSGAM-2021-01212): Gabriel Ramírez en El Guarco, Marcos Arce Solano en Jericó, José Flores en Portrerillos-San Antonio, Ticufres-Quebrada Honda y Quitirrisí, y Abel Vargas en Puriscal. Con ellos se coordinaron las reuniones, así como con los jefes técnicos e ingenieros, para llevar a cabo una revisión en conjunto y aplicar los criterios establecidos sobre la información de la línea base espacial que se construyó a partir de las redes de distribución y los planos catastrados; lo anterior, en virtud del conocimiento técnico que estos funcionarios tienen de los sistemas y de esta forma completar estas actividades para los 31 sistemas administrados por la Subgerencia, tal y como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1: Programación de las actividades para generar la capa con criterio de experto en cada uno de los sistemas operados por la Dirección Regional Central.

Fecha	Experto consultado	Sistemas
30-08-2021	Edwin Matarrita, Manuel Guevara Hernández	Tres Ríos, Guadalupe, El Llano, Los Sitios, Salitral, San Juan de Dios, San Antonio de Escazú, Los Cuadros, Alajuelita, Mata de Plátano, Guatuso Patarrá, San Jerónimo de Moravia, San Rafael de Coronado, San Pablo, La Valencia, Sur Alajuelita, Puente de Mulas, Padre Carazo, Chiverrales, Pizote, Barrio España, Matinilla, Sur de Escazú, Vista de Mar.
08-07-2021 y 20-07-2021	Mauricio Porras y Pablo Fernández	Puriscal
13-07-2021	César Sánchez y Michael Mora	Quitirrisí, Ticufres-Quebrada Honda y Potrerillos-San Antonio
29-07-2021	Cristian Muñoz Pacheco	El Guarco

Para cada reunión se hizo la respectiva convocatoria, la cual fue confirmada y comunicada de previo a los asistentes. Las reuniones fueron presenciales en el caso de los sistemas de Puriscal y el cantón de Mora, mientras que los funcionarios se reunieron de manera virtual o vía telefónica para los demás sistemas. En cada sesión se hizo una explicación inicial, se realizaron posteriormente las correcciones de cada sector y finalmente se resolvieron dudas o detalles que se generaron junto al delegado del enlace designado.

Cabe destacar la importancia de mantener el canal de comunicación con los enlaces designados, y de ellos con las respectivas jefaturas cantonales y técnicas por parte del operador, lo cual facilitó este proceso respecto a consultas y verificaciones con criterio de experto; estas reuniones fueron

esenciales por cuanto se compartió el conocimiento técnico entre las jefaturas y quienes han intervenido en la depuración de la información generada en oficina.

Metodología

El proceso para generar las capas de cobertura actual por acueducto fue discutido, analizado y aprobado en el taller con los Directores Regionales y enlaces, realizado el 26 de julio del 2020, donde se establecieron los criterios de cobertura, el cual se denominó “Etapa I” (PRE-UTSAPS-2020-00182). Para aplicar los criterios establecidos se identificaron 4 fases que constituyen la guía metodológica para generar la cobertura actual, a saber:

- Fase 1: Línea base espacial según la información de las redes de distribución por sistema.
- Fase 2: Zona de influencia a ambos lados de las líneas de distribución.
- Fase 3: Ajuste de zona de influencia mediante fotografía aérea y planos catastrales.
- Fase 4: Área de cobertura ajustada según criterio de experto.

Línea Base Espacial de redes de distribución (Fase 1)

Este insumo se obtuvo a partir de la información contenida en el documento Línea Base Espacial (redes de distribución) de la Dirección Regional Central, generado previamente a través de la coordinación entre el enlace regional y la UTSAPS (PRE-UTSAPS-2020-00160).

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).

Figura 1: Ubicación parcial de las líneas de distribución.



Zona de influencia a ambos lados de las líneas de distribución (Fase 2)

Las líneas de distribución se ubican casi en su totalidad sobre las vías públicas, sin detallar a cuáles usuarios están sirviendo las diferentes acometidas que el acueducto tiene. Por esta razón, el primer acercamiento para identificar esos clientes es establecer el área de influencia (*buffer*).

Durante el diálogo y análisis del taller antes mencionado, se acordó que 100 metros a cada lado de la tubería de distribución era una distancia aproximada que podría incluir a prácticamente todos los usuarios a partir de la red instalada. Lo anterior derivó en generar un área de influencia de 100 metros a cada lado, como se observa en la Figura 2.

Figura 2: Área parcial de influencia de 100 metros a partir de las líneas de distribución.



Esta fase muestra por primera vez una superficie aproximada de cobertura, sin embargo, la metodología de utilizar un *buffer* de 100 m no discrimina respecto a las propiedades que requieren o no del servicio, ya que incluye a todas aquellas que se ubiquen dentro de esa área de influencia; así mismo, quedan excluidos aquellos usuarios que ubiquen más allá de esa distancia. Ejemplo de lo anterior son aquellos propietarios que extienden su tubería desde el medidor a una distancia mayor a los 100 metros o, por el contrario, quedan incluidas las áreas donde no hay usuarios, como sectores agrícolas, ganaderos o bosques.

Ajuste de zona de influencia mediante mosaico catastral y fotografía aérea (Fase 3)

Para llevar a cabo un ajuste más preciso de la zona de influencia se utilizaron dos criterios: a partir de los predios catastrales asociados a un medidor y mediante fotografía aérea con base en la infraestructura. El segundo criterio (utilizar imágenes aéreas) para depurar de mejor manera el área de cobertura actual, se consideró efectivo para superar las limitaciones inherentes a establecer un área de cobertura a partir de un *buffer*.

En lo relativo al mosaico catastral, este permite establecer los límites tomando en consideración los que ya tienen los predios, legalmente establecidos, en un sector determinado. Al hacer una relación

entre los predios abastecidos con agua potable y los predios totales, se puede establecer una cobertura espacial del abastecimiento. Esto fue posible gracias a la georreferenciación de una gran mayoría de los micromedidores, que existen actualmente en la Subgerencia Sistemas GAM, así como el mosaico catastral, también brindado desde la Subgerencia (Figura 3).

Figura 3: Área parcial de influencia estimada a partir del mapa catastral en asociación con el hidrómetro correspondiente a cada predio.



Es importante recalcar que existen sectores donde no se cuenta con la ubicación de los medidores, o con un mosaico catastral actualizado, o en ocasiones ninguno de los dos insumos. Para tales casos, se utilizó el mosaico ortorrectificado adquirido por el Registro Nacional, por cuanto es el oficial para el país. El trabajo consistió en depurar de forma manual el área de influencia, a ambos lados de las redes de distribución, tomando en cuenta cada usuario que sea identificable en la fotografía (ver Figura 4). Este paso se hizo para los sistemas de Jericó, El Guarco, San Antonio y San Gabriel de Turrubares.

Figura 4: Área parcial de influencia ajustada mediante fotografía aérea a partir de las líneas de distribución.



Este paso, al no ser automatizado, requiere de más tiempo para realizarse, pero tiene la ventaja de tener una mayor precisión en lo que se refiere a delimitación de la cobertura, y a su vez facilita excluir 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 4)

Finalmente, y como cuarta fase, para alcanzar mayor exactitud al delimitar el área de cobertura, es necesario incorporar el criterio de experto. De esta forma, se consideró esencial involucrar a los enlaces designados, así como sus delegados: jefes cantonales y técnicos, así como 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 cada enlace designado para que internamente se agendaran sesiones virtuales o presenciales con los diferentes funcionarios expertos de la Subgerencia. En cada sesión se hizo una revisión de cada segmento de las capas de cobertura generada a partir de catastro o fotografía aérea, para cada sistema que integra el acueducto;

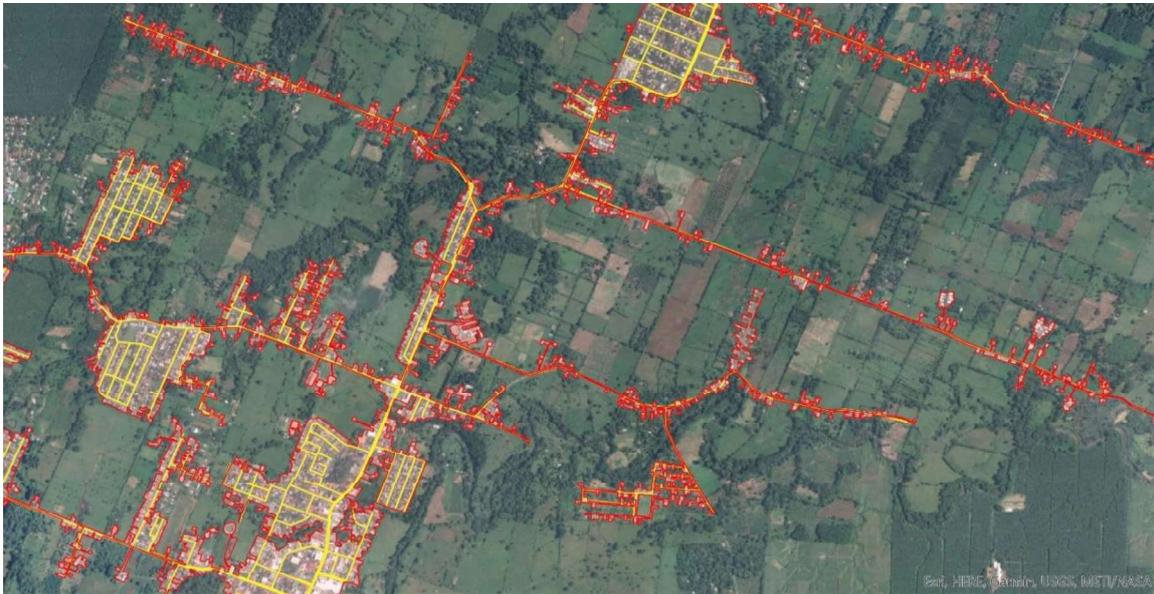
durante esta revisión, se lograron identificar usuarios a los que se les brinda el servicio y se encontraban excluidos, así como excluir aquellas propiedades que no son usuarias del servicio que brinda cada sistema, entre otros aspectos. Las correcciones se hicieron en tiempo real, contando con la respectiva validación por estos funcionarios, como se observa en la Figuras 5 y 6.

Es importante recalcar que, además de la revisión y depuración de la información, utilizar información catastral en sistemas donde se tuvieran datos actualizados de planos para generar el área de cobertura en relación con la ubicación de medidores fue de gran utilidad. Esta metodología se utilizó en 28 de los 31 sistemas operados por la Subgerencia Sistemas GAM.

Figura 5: Área parcial de influencia ajustada según criterio de experto a partir de mapa catastral en asociación con el hidrómetro correspondiente a cada predio.



Figura 6: Área parcial de influencia ajustada según criterio de experto a partir de las redes de distribución.



La aplicación de ambos criterios 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.

Llenado de las tablas de atributos

Adicionalmente como cierre de la Fase 4, es necesario generar la tabla de atributos de la capa final de coberturas; lo cual contempla la inclusión del nombre y código de cada sistema, así como el área de cobertura en cada uno de ellos (ver Tabla 2).

Tabla 2: Fragmento de la tabla de atributos generada en la capa de cobertura del servicio de agua potable de la Subgerencia Sistemas GAM.

FID	Shape *	Id	Region	Cantonal	Sistema	Cod_Sistem *	Area_m2	Area_km2
27	Polygon	0	GAM	Metropolitano	Tres Rios	MEA01	60320566.877	60.320567
26	Polygon	0	GAM	Metropolitano	Guadalupe	MEA02	5611182.15329	5.611182
25	Polygon	0	GAM	Metropolitano	El Llano	MEA03	1223326.92227	1.223327
24	Polygon	0	GAM	Metropolitano	Los Sitios	MEA04	11109162.2322	11.109162
23	Polygon	0	GAM	Metropolitano	Salitral	MEA05	4706785.46655	4.706785
22	Polygon	0	GAM	Metropolitano	San Juan de Dios	MEA06	2651828.45794	2.651828
21	Polygon	0	GAM	Metropolitano	San Antonio de Escazu	MEA07	3598798.25248	3.598798
20	Polygon	0	GAM	Metropolitano	Los Cuadros	MEA08	2250268.3305	2.250268
19	Polygon	0	GAM	Metropolitano	Alajuelita	MEA09	404901.75032	0.404902
18	Polygon	0	GAM	Metropolitano	Mata de Platano	MEA10	623374.002236	0.623374

Elaboración propia con base en datos de la Subgerencia Sistemas GAM.

Dado que se adicionó el criterio del mosaico catastral, cuando sea requerido una actualización de la cobertura del acueducto que se genera producto de cada una de las fases que se han señalado, se recomienda identificar aquellos predios que hayan sido objeto de un nuevo servicio ya que la

línea base se trabajó únicamente a través de las redes de distribución, además de los ramales que se hayan incorporado al sistema.

Resultados: 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 para los 31 sistemas operados por la Subgerencia Sistemas GAM, según la información revisada conjuntamente entre la UTSAPS y el operador, sobre la base de los criterios establecidos.

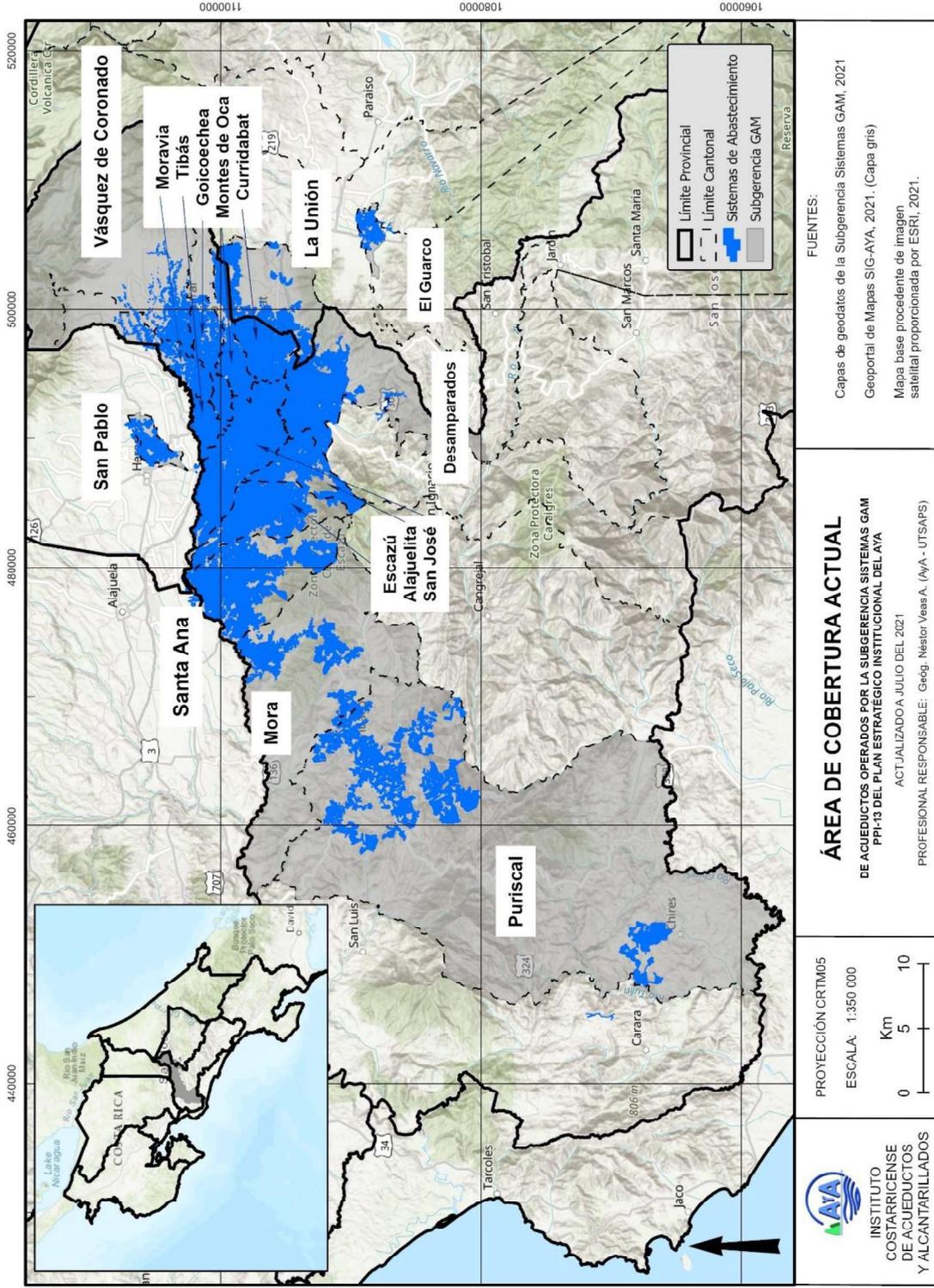
La Figura 7 muestra la superficie cubierta por dichos sistemas; para efectos de este informe, la meta era tener de manera completa toda el área que se cubre actualmente para el servicio de abastecimiento de agua potable a partir de las líneas de distribución del acueducto. Esto indica que se cumplieron los objetivos planteados, con información actualizada a julio del 2021 y con la participación de los jefes técnicos, cantonales y encargados, así como con la coordinación los enlaces designados.

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.

La cobertura actual evidencia un sector central que es abastecido por el Acueducto Metropolitano de San José, desde Tres Ríos de La Unión hasta Ciudad Colón y desde San Pablo de Heredia hasta Lámparas de Alajuelita. Cabe señalar que, a nivel operativo estos 26 sistemas se gestionan como un solo acueducto, abasteciendo más de 385.000 servicios. El sistema más grande según la cantidad de servicios, es Tres Ríos, con más de 158.000 servicios. Adicionalmente, se tiene como un sistema aparte el de Jericó, con 353 servicios, el cual era operado por una Asada pero que en la actualidad es operado por el AyA.

De igual forma, en los extremos oriente y poniente se localizan otros sistemas, a cargo de 3 oficinas cantonales de la Subgerencia Sistemas GAM, a saber: Puriscal y Mora al oeste, así como El Guarco hacia el este. Cada una de estas oficinas brindan servicios a casi 10.000 abonados, los cuales son abastecidos desde distintas fuentes.

Figura 7: Área de cobertura de abastecimiento de agua potable según los sistemas operados por la Subgerencia Sistemas GAM.



La información de la digitalización actualizada permite además identificar variables como el área de cobertura de cada sistema, y con ello poder generar 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 oficio UEN-GA-2021-00672 (con base en la información contenida en el Anexo 8¹), obteniendo la densidad de servicios por km² que se detalla en la Tabla 3.

Tabla 3: Cantidad de usuarios, área de cobertura actual y densidad de usuarios por km² en los acueductos operados por la Subgerencia Sistemas GAM.

Sistema	Área (km ²)	Servicios*	Densidad (servicios/km ²)
Tres Ríos	60,32	158.271	2.623,83
Guadalupe	5,61	21.517	3.834,66
El Llano	1,22	854	698,10
Los Sitios	11,11	39.592	3.563,91
Salitral	4,71	5.372	1.141,33
San Juan de Dios	2,65	10.699	4.034,58
San Antonio de Escazú	3,60	2.717	754,97
Los Cuadros	2,25	6.530	2.901,88
Alajuelita	0,40	3.047	7.525,28
Mata de Plátano	0,62	561	899,94
Guatuso Patarrá	2,15	1.154	536,14
Quitirrisí (Ciudad Colón)	5,43	686	126,41
San Jerónimo de Moravia	1,31	1.075	820,82
San Rafael de Coronado	1,60	3.492	2.177,38
San Pablo	5,02	9.059	1.801,56
Potreros – San Antonio	19,88	9.573	481,50
La Valencia	24,92	72.325	2.902,35
Lámparas de Alajuelita	5,63	N/D	N/D
Puente de Mulas	30,61	34.991	1.143,47
Padre Carazo	0,57	457	795,06
Chiverrales	0,63	448	710,21
Pizote	8,26	1.880	227,72
Barrio España	0,52	167	323,70
Matinilla	5,39	84	15,58
Sur de Escazú	5,31	550	103,64
Ticufres – Quebrada Honda	0,32	827	2.616,63
El Guarco	2,91	7.190	2.474,57
Vista de Mar	0,35	662	1.904,93
Lajas	0,41	650	1.588,15
Jericó	0,16	353	2.156,46
Puriscal	44,56	8.973	201,37
TOTAL GAM	258,44	403.756	1.562,28

¹ El Anexo 8 “Condiciones de protección y conservación de las fuentes de abastecimiento” es una matriz generada por el AyA y que es constantemente actualizada por varias áreas funcionales de la Institución con información de los diferentes sistemas de abastecimiento de agua potable, incluida la cantidad de cada acueducto. Esta matriz es requerida por la ARESEP de manera periódica (0172-IA-2017/5316 ARESEP).

**Fuente: UEN-GA-2021-00672*

De la información contenida en la Tabla 3, se evidencia que el sistema Tres Ríos abarca la mayor área de cobertura y de servicios totales: 60km² y 158.000 respectivamente; aunque no es la que posee mayor cantidad de servicios por km². De los sistemas con más de 1km² de cobertura, el que tiene mayor densidad es San Juan de Dios, con 4.034 servicios por km².

Es importante mencionar que además de Tres Ríos, existen sistemas con una cobertura importante respecto a otros, particularmente: Puriscal, con 44,56 km² , Puente de Mulas con 30,61 km², La Valencia con 24,92 km², Potrerillos-San Antonio con 19,88km² y Los Sitios con 11,11 km².

Otro aspecto para destacar es el de la cobertura del Acueducto Metropolitano de San José con 205,1 km² y una densidad de 1.881 servicios por km². Lo anterior denota la complejidad a la hora de operar y mantener los diferentes sistemas.

Posteriormente, será de interés confrontar estas densidades con aquellos proyectos que de una u otra forma tengan por objetivo incrementar la cantidad de servicios, independientemente de si ello incluye un incremento en el área de abastecimiento.

Lecciones aprendidas

Durante el proceso de generación de capas 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.

- Generalmente los acueductos abastecen sectores con diferentes concentraciones de población, lo cual influye directamente sobre el tiempo asignado para digitalizar la información de cobertura. Las zonas de mayor concentración requieren un tiempo de trabajo menor. En ambos casos se debe tener en cuenta la asignación del tiempo, a la hora de realizar tareas similares.
- Cuando hay infraestructura que requiere validación respecto a si es parte o no del sistema bajo estudio, principalmente aquellas que se encuentran separadas de la red de distribución principal, es recomendable no incluirla dentro de la cobertura, hasta que se verifique según criterio de experto, esto para no inducir a posibles errores.
- La inclusión de información catastral en sectores donde hay seguridad de que se encuentra actualizada, y relacionarla con los medidores georreferenciados para generar la cobertura, disminuye considerablemente el tiempo de trabajo en esta labor. Por lo que se deberá considerar la inclusión de una columna de información que enlace ambas capas, como un criterio adicional en futuros ejercicios de esta índole, donde exista información para generarlo.
- La participación de los enlaces designados, jefes cantonales, jefes técnicos y encargados en la última fase (Fase 4) además de ser efectiva en virtud de su conocimiento técnico y de

campo, permite maximizar el trabajo de depuración, precisamente cuando ya se han superado las fases anteriores y la información tiene un nivel de detalle técnico óptimo.

Conclusiones y recomendaciones

- La estandarización de información espacial a un formato único, igual para cada operador, permite que sus datos y características sean comparados y medidos entre operadores.
- La información entregada por el operador sobre las líneas de tubería a marzo del 2020 (redes de distribución) por sistema, fue objeto de depuración para generar de esta forma el área de cobertura del acueducto con información a julio del 2020.
- A julio del 2021, se tiene que la Subgerencia Sistemas GAM brinda servicios a aproximadamente 404 mil usuarios dentro de una superficie de 258,44 km². La densidad promedio de abastecimiento del acueducto es de 1.562 usuarios por km².
- Se debe mantener un mecanismo de coordinación que integre tanto la Jefatura Cantonal/Jefatura Técnica como al enlace regional, con el conocimiento técnico necesario sobre los distintos sistemas que se operan, esto facilita el proceso de consulta y el de retroalimentación y brinda fluidez al trabajo de recopilación de información, estandarización y depuración.
- El apoyo técnico de profesionales dentro de la Subgerencia con experiencia en SIG, en coordinación con el enlace regional probó ser de gran ayuda, acelerando las revisiones con los distintos expertos consultados en los diferentes sistemas y haciendo las consultas y reportes respectivos tanto al enlace regional como a la UTSAPS.
- El incluir y mantener actualizada la información catastral generada por entes oficiales, es esencial para acelerar procesos como el que se desarrolla en el presente documento, así como para reducir la posibilidad de generar errores.
- En la misma línea que el punto anterior, el asociar cada servicio abastecido mediante una base de datos con el predio asignado, podría reducir enormemente el tiempo para actualizar la cobertura de agua potable de cada sistema o acueducto. Asimismo, dicha información podría ser utilizada en diversos trámites asociados, tanto a nivel operativo como de cobros.
- La información generada será de utilidad para los operadores e instituciones reguladoras del Estado, como la ARESEP; también se podrá utilizar para conocimiento del público en general, ya que los datos podrán ser accedidos eventualmente desde la plataforma oficial del gobierno (SNIT) u otra que establezca el AyA.
- Es recomendable definir un espacio permanente para que el enlace regional y la UTSAPS tengan un intercambio de información periódico, así como definir el protocolo y formato para facilitar y uniformar ese intercambio, con lo cual se mantendrá la información actualizada. La regularidad de estas reuniones se podrá definir en conjunto con los demás enlaces regionales, con el objetivo de mantener mecanismos de coordinación efectivos.

- El proceso de depuración según criterio de experto (Enlace/Jefe Cantonal/Jefe Técnico) siempre permite identificar sectores que pueden no haber sido incluidos dentro del levantamiento de información de las redes de distribución (Fase 1), por lo que se requiere incluir por parte de la Subgerencia en el protocolo y formatos un subproceso para ajustar la “Línea Base Espacial de redes de distribución” y se ajuste a la capa de cobertura del servicio de abastecimiento.

Anexos

Anexo 1: Reporte del taller donde se definieron los criterios para establecer las capas de cobertura de agua potable para cada operador del AyA, llevado a cabo el 26 de junio del 2020.

UTSAPS	
REPORTE DE TALLER VIRTUAL	30/junio/2020
Tema: Taller sobre “Línea Base respecto a las áreas de prestación de los servicios de abastecimiento de agua potable, por operador, según los límites geográficos actuales”.	
<p>1. Mediante el oficio PRE-UTSAPS-2020-00160, enviado el 10 de junio del 2020 y en seguimiento a las iniciativas 1, 2 y 3 del Objetivo Estratégico PPI-13, se remite a las Direcciones Regionales de la Institución, así como a la Subgerencia Gestión de Sistemas GAM el informe de Línea Base de Tuberías, para ser validado por cada área.</p> <p>2. En el oficio se realiza la invitación a los Directores y enlaces Regionales designados, así como a don Sergio Núñez, Director de la UEN PyC, para que participen en un taller virtual realizado el pasado 26 de junio del presente año, con el objetivo de generar discusión y definir los criterios aplicables en términos de cobertura, actual y potencial, para la delimitación del área de cobertura del servicio de agua potable por parte de los operadores AyA (excluyendo ASADAS).</p> <p>3. Se contó con la participación de los siguientes funcionarios y funcionarias:</p> <ul style="list-style-type: none">a. Rolando Rojas, Subgerencia Sistemas GAMb. Jorge Madrigal, Dirección Regional Huetar Atlánticac. Juan Carlos Vindas, Dirección Regional Centrald. Sergio Núñez, UEN Programación y Controle. Asdrúbal Pérez, Subgerencia Sistemas GAMf. José Matarrita, Dirección Regional Huetar Atlánticag. Angie Quirós, Dirección Regional Pacífico Centralh. Eliomar Solís, Dirección Regional Bruncai. Alejandro Contreras, Dirección Regional Chorotegaj. Melvin Castro, Dirección Regional Centralk. Eliécer Robles, Dirección Regional Chorotegal. Zaida Ulate, UTSAPSm. Cristina Arias, UTSAPSn. Néstor Veas, UTSAPS <p>4. Agenda del taller (ver documento de la presentación):</p> <ul style="list-style-type: none">a) Alcance del objetivo PPI-13b) Alcance del “Estudio Línea Base Espacial: Redes de Distribución”, incluyendo el proceso de estandarización y sus resultados.c) Área de cobertura actual por operador (de la cual el antecedente es el PMES).d) Discusión y definición de los criterios para definir el área de cobertura por operador actual y potencial.e) Acuerdos respecto al punto anterior.	

5. Definición del alcance del objetivo PPI-13: La Sra. Zaida Ulate, comenta que el alcance del Objetivo Estratégico PPI-13, se divide en 2 etapas:

Etapa I: consiste en la línea base que se entregó a cada operador, así como la posterior definición de criterios y asignaciones para delimitar las áreas de cobertura actual y potencial de los operadores AyA.

Etapa II: implica la delimitación de las zonas que deben ser objeto de asignación. Se aclara durante la explicación que la delimitación actual y potencial se realizará posteriormente en los demás operadores del servicio de abastecimiento de agua potable del país; la asignación de las zonas pendientes se realizará a nivel nacional.

6. Explicación de los alcances del “Estudio Línea Base Espacial: Redes de Distribución”: Se hace un breve recordatorio de los protocolos de visita y solicitud de información que se realizaron en todas las Direcciones Regionales, así como el Sistema GAM. Posteriormente se hace una explicación detallada del proceso de estandarización, iniciando con la utilización de los insumos espaciales generados por cada Dirección Regional, la cual se dan en distintos formatos digitales, por lo cual debe unificarse a uno solo; en este caso: formato de capa, o *shape* (.shp). Así mismo, se describe como se conformó la tabla de atributos con las mismas columnas de información para cada región, con lo que se unificó tanto el formato visual como de la información asociada; en este apartado se indicó la relevancia de las columnas con información numérica, así como el tipo de tubería, donde se destaca el indicador principal de Línea Base: las redes de distribución.

Luego de detallar la estandarización, se destacó que para completar este paso fue necesaria una cooperación con cada enlace para resolver dudas y preguntas y, en general, tener una retroalimentación, generada través de una verificación y corroboración de cada capa estandarizada.

Finalmente, se dio un breve reporte del estado de avance en cada una de las regiones operativas del AyA.

7. Resumen del área de cobertura por operador actual: A manera de introducción a este tema, se realizó un recordatorio del trabajo que realizó el AyA en el 2018, basado en el documento de actualización del “Programa de Mejora y Expansión Continua del Servicio” (PMES).

Se revisó el ejemplo de la capa de cobertura del servicio de la ciudad de Limón, donde hay sectores que la Dirección Regional abastece, pero que al contrastarlo con la foto aérea están fuera de la capa generada; esto ya que se hizo un área de influencia (o *buffer*) de 60 metros a ambos lados, partiendo de las tuberías existentes, sin tomar otros criterios. Así mismo, se mostraron cuadrantes urbanos determinados por la Dirección Regional donde si hay una cobertura total, y por ende mayor precisión de la información.

Se expuso a los asistentes el sector de la ASADA de Río Blanco, cuya área de cobertura fue delimitada a través de la fotografía aérea oficial, en conjunto con el conocimiento de los funcionarios de la ASADA. Este ejemplo se utilizó para mostrar una metodología alternativa, que podía ser complementaria a las mencionadas.

8. Discusión y definición de los criterios para definir el área de cobertura por operador actual y potencial:

-Sobre utilizar un “buffer” de 60 metros a cada lado, se indica que no cubre lo suficiente, por lo que sugirió ampliar a 100 metros el área de influencia.

-Se indica que el criterio de experto, junto a las fotografías aéreas, sería útil para acotar los límites que se generen a partir de las áreas de influencia propuestas.

-Se hizo referencia a la necesidad de eliminar las zonas de riesgo determinadas por la CNE, valorar las zonas de protección sanitaria, así como revisar la normativa (ejemplo del artículo 54 del decreto N° 29375 “Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos”), los planes de expansión, cuadrantes urbanos y planes reguladores municipales, MIDEPLAN y el INVU.

-Se hace referencia el utilizar como criterio el área de influencia según la capacidad hidráulica de cada sistema, enfatizando la conveniencia de utilizar más de un criterio para determinar las áreas de abastecimiento. Y en ese sentido, se indicó que se deben aplicar los distintos criterios expresados, es decir: área de influencia, fotografía aérea, zonas de restricción y el criterio de experto.

También, se hizo referencia al criterio de “Modelación hidráulica” sin embargo, su aplicación conlleva un proceso metodológico más complejo.

9. Acuerdos:

a. La Etapa I en lo relativo a la “Delimitación y georreferenciamiento de la zona de cobertura actual” se llevará a cabo considerando los siguientes criterios:

- línea base por segmentos de tubería de distribución
- ampliar cada segmento generando un área de cobertura con el criterio de un buffer de 100 m a ambos lados de la red de distribución, con excepción de aquellos segmentos que aún cuando exista la red distribución no hay demanda por el servicio.
- ajustar el área de cobertura con la información oficial que tiene el Registro Nacional mediante fotografía aérea.
- ajustar el área de cobertura con la información obtenida a través de criterio de experto del operador.

b. La Etapa II en lo relativo a la “Delimitación y georreferenciamiento de la zona de cobertura potencial” se llevará a cabo considerando los siguientes criterios:

- Planes de expansión Oficial (independientemente de la fase del ciclo proyecto)
- Ley N° 2726, normativa y legislación nacional (Capa depurada al segregarla de zonas de riesgo, zonas donde no está autorizado el desarrollo urbano otras zonas que establezcan restricción total para el desarrollo poblacional o de infraestructura, etc.)
- zonas de cobertura por operadores municipales con excepción de aquellos asentamientos donde el AyA de forma directa ha tenido que asumir, debidamente confirmadas. En este criterio se incluye a la ESPH.
- zonas de cobertura por ASADAS debidamente autorizadas por AyA para brindar los servicios.

c. Con respecto a la Etapa II “Delimitación y georreferenciamiento de las zonas que den ser objeto de asignación” se requiere valorar la normativa y legislación generada por entes externos que inciden en la planificación del territorio (ejemplo del artículo 54 del decreto N° 29375 “Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos”).