

**PRÁCTICA EN EL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A.
E.S.P. COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA EN EL DEPARTAMENTO DE
OPERACIONES**

BRAYAN ALBERTO MEDINA MARTINEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2018**

**PRÁCTICA EN EL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A.
E.S.P. COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA EN EL DEPARTAMENTO DE
OPERACIONES**

BRAYAN ALBERTO MEDINA MARTINEZ

Trabajo de grado para optar al título de: Ingeniero Civil

Director

LUIS FERNANDO CASTAÑEDA GALVIS

Magíster en Ingeniería. Área Civil

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2018

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. MARCO CONCEPTUAL	15
1.1 CATASTROS DE REDES	15
1.2 CATASTRO DE USUARIOS Y/O SUSCRIPTORES	16
1.3 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO.....	17
1.3.1 Componentes de un sistema de información geográfico	18
1.3.1.1 Usuarios.....	19
1.3.1.2 Software.....	19
1.3.1.3 Hardware	19
1.3.1.4 Datos.....	19
1.3.1.5 Procedimientos	19
2. METODOLOGÍA PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL CATASTRO DE REDES ...	20
2.1 FASE UNO: PREPARATORIA.....	21
2.1.1 Definir la estructura de la base de datos.....	21
2.1.1.1 Modelo Geodatabase.....	21
2.1.2 Definición de un sistema de coordenadas	23
2.1.3 Diseño del catálogo de objetos	24
2.1.4 Elaboración de planos	25
2.1.4.1 Plano general base	25
2.1.4.2 Planos Zonales	26
2.1.4.3 Cuadrantes o planos zonales primario.....	27
2.1.4.4 Sub cuadrante o plano zonal secundario	27
2.1.4.5 Plancha o plano zonal terciario	28
2.1.4.6 Planos o diagramas de esquina.....	29
2.1.5 Elaboración de fichas técnicas.....	30

2.2 FASE DOS: EXPORTACIÓN DE DATOS.....	31
2.2.1 Programación de rutas para exportación	33
3. METOLOGÍA PARA LA ACTUALIZACIÓN DE CATASTRO DE SUSCRIPTORES Y/O USUARIOS	35
3.1 FASE UNO: VALIDACIÓN DE INFORMACIÓN.....	36
3.1.1 Estandarización de la malla vial y dirección de suscriptores.....	37
3.2 FASE DOS: GEORREFERENCIACIÓN	38
3.2.1 Creación del localizador de direcciones.....	38
3.2.2 Georreferenciación	39
3.3 FASE TRES: ASIGNACIÓN MANUAL Y VALIDACIÓN EN CAMPO.....	40
4. MODELO HIDRAULICO	42
4.1 REVISIÓN TOPOLOGICA DESDE ARCGIS	43
4.2 SHAPES DE INSUMOS PARA LA CREACIÓN DEL MODELO	45
4.2.1 Tuberías.....	45
4.2.1.1 Atributos asignados en el proceso del catastro.....	45
4.2.1.2 Atributos dependientes a asignar indirectamente	46
4.2.2 Demandas suscriptores	47
4.2.3 Hidrantes.....	48
4.2.4 Válvulas	49
4.2.5 Perdidas menores por válvulas.....	49
4.2.6 Accesorios	50
4.2.6.1 Perdidas menores por accesorios.....	51
4.3 CREACIÓN DEL MODELO.....	53
4.4 REVISIÓN TOPOLOGICA EN WATERGEMS.....	53
5. RESULTADOS.....	55
5.1 CARACTERIZACIÓN DE ELEMENTOS ACTUALIZADOS	55
5.2 MODELO HIDRAULICO	56
6. CONCLUSIONES	57
BIBLIOGRAFÍA.....	59
ANEXOS.....	64

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Componentes de un Sistema de Información Geográfico.....	18
Figura 2. Diagrama de flujo para la actualización del catastro de redes.....	20
Figura 3. Estructura de la base de datos.	23
Figura 4. Asignación de un sistema de coordenadas en ArcMap.	24
Figura 5. Organización del Catálogo de Objetos Geográficos.	25
Figura 6. Plano General Base. Fuente: Equipo técnico amb.	26
Figura 7. Cuadrante o plano zonal primario.....	27
Figura 8. Subcuadrante o plano zonal secundario.....	28
Figura 9. Plancha o plano zonal Terciario.....	28
Figura 10. Visualización de redes por SIDAR.....	32
Figura 11. Disponibilidad migrada desde SIIDAR y alojada en AutoCAD.....	33
Figura 12. Disponibilidad en la base de datos de ArcGIS.....	34
Figura 13. Diagrama de flujo para la actualización del catastro de suscriptores. ..	36
Figura 14. Crear localizador de direcciones.....	39
Figura 15: Reporte de coincidencias debido al proceso de Geocodificación.	40
Figura 16: Diagrama de flujo para la creación del modelo hidráulico.....	43
Figura 17: Error topológico en ArcGIS de tubo desconectado.....	44
Figura 18. Error topológico en ArcGIS de accesorio no incorporado al tubo.	44
Figura 19: Atributos o características de las tuberías.	45
Figura 20: (a) Asignación del atributo diámetro. (b) Asignación del atributo Material.....	46
Figura 21: Asignación de atributos “ks”, Diámetro interno y Ecuación de condición hidráulica.	47
Figura 22: Atributos de los medidores.	48
Figura 23. Atributos de hidrantes.....	48

Figura 24: Atributos de válvulas.....49

Figura 25: Atributos de accesorios.....50

Figura 26. Coeficiente de pérdidas menores en algunos accesorios.....52

Figura 27. Error topológico encontrado en WaterGEMS.....54

Figura 28. Modelo hidráulico en WaterGEMS.....56

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Abreviaturas para la estandarización de direcciones	37
Tabla 2. Direcciones estandarizadas	38
Tabla 3. Valores de Rugosidad Absoluta.....	46
Tabla 4. Coeficientes de pérdidas menores.....	49
Tabla 5. Coeficientes de pérdidas menores.....	51

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A: Catálogo de Objetos.....	64
Anexo B. Formato Diagrama de Esquina.....	77
Anexo C: Formato Ficha Técnica.....	78

RESUMEN

Título: Práctica en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. como auxiliar de ingeniería en el departamento de operaciones. *

Autor: Brayan Alberto Medina Martinez **

Palabras Clave: Catastro de redes, catastro de suscriptores, SIG, modelo hidráulico, gestión operacional.

El “Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.” (amb) es la empresa encargada de prestar el servicio de agua potable para los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, y uno de sus principales pilares de funcionamiento es la gestión operacional encargada de la captación, tratamiento y distribución del agua por medio de la red física. El presente trabajo consiste en la actualización de los catastros de redes y suscriptores, los cuales se encontraban en un software de almacenamiento obsoleto por lo que será exportados a un sistema de información geográfico con mayores capacidades de acopio, análisis y compatibilidad de datos. Se plantearon metodologías que fueron adoptadas por el amb en torno a que la información que se encontraba en el anterior software fuese migrada de manera ordenada a ArcGIS (software SIG seleccionado para ser el nuevo huésped de la información de los catastros) y que dicha información sirviera de insumo base para la creación de un modelo hidráulico que permita la caracterización del comportamiento de la red de distribución. Finalmente, es posible concluir que los catastros fueron actualizados en gran porcentaje y que estos contienen información estandarizada y completa, sin embargo, el actual trabajo contempla solo la creación mas no la calibración del modelo hidráulico

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Luis Fernando Castañeda Galvis

ABSTRACT

Title: Internship in the Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. as engineering assistant in the operations department.*

Author: Brayan Alberto Medina Martinez **

Keywords: Networks cadastre, Subscribers cadastre, SIG, hydraulic model, operational management

The "Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. ESP "(amb) is the company responsible for providing potable water service for the municipalities of Bucaramanga, Floridablanca and Girón, and one of its main pillars of operation is the operational management responsible for the collection, treatment and distribution of water through of the physical network. The present work consists of updating the cadastres of networks and subscribers, which were in obsolete storage software, so they will be exported to a geographical information system with greater data collection, analysis and compatibility capabilities. Methodologies were proposed that were adopted by the amb around that the information that was in the previous software was migrated in an orderly manner to ArcGIS (selected GIS software to be the new guest of the information of the cadastres) and that said information would serve of base input for the creation of a hydraulic model that allows the characterization of the behavior of the distribution network. Finally, it is possible to conclude that the cadastres were updated in a large percentage and that these contain standardized and complete information, however, the current work contemplates only the creation but not the calibration of the hydraulic model.

* Bachelor Thesis

** Faculty of Physico-Mechanical Engineering School of Civil Engineering. Director: Luis Fernando Castañeda Galvis

INTRODUCCIÓN

El recurso hídrico potable representa uno de los bienes más importante que tiene una sociedad para su correcto y oportuno desarrollo, es así como día a día se plantean múltiples alternativas que buscan optimizar el uso adecuado y responsable del recurso. Las iniciativas de protección y cuidado del agua son lideradas por entes gubernamentales y empresas dedicadas a la potabilización y distribución del líquido en las comunidades.

Los acueductos deben procurar que el servicio de agua potable sea suministrado sino a la totalidad de las personas en su zona de influencia, sí a la gran mayoría y esto representa un gran reto para estas empresas, ya que el crecimiento poblacional y por ende el urbanístico en los últimos años es acelerado, por tanto, los acueductos deben contar con recursos tanto humanos como técnicos para responder ante tal demanda creciente. Tal situación también afecta al Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. (amb) que constantemente está en la búsqueda de mejorar sus herramientas para mejorar la prestación del servicio a la comunidad bumanguesa, de tal necesidad surge las propuestas de implementar nuevas tecnologías de información en las áreas de trabajo de la empresa, en miras a optimizar los tiempos de procesos a partir de la gestión efectiva de las herramientas tecnológicas e informáticas.

El amb ha venido utilizando una herramienta de software para el almacenaje y manipulación de la información correspondiente a la red de distribución de agua, sin embargo, dicho software ha ido perdiendo eficiencia en términos de compatibilidad, análisis y almacenamiento de datos, por lo que los procesos que depende de este han sido afectados convirtiéndolo en programa obsoleto no solo en su función sino en su manejo. De esta necesidad identificada por el amb se crea el presente artículo

como resultado de la práctica realizada en el amb para brindar apoyo a la actualización del catastro de redes y suscriptores a través de unas metodologías establecidas y adoptadas, a un software que garantice un mejoramiento en la disponibilidad y calidad de los datos.

La actualización de los catastros de redes y suscriptores serán las bases para la creación de un modelo hidráulico, que representa un elemento importante para lograr los objetivos estratégicos establecidos por el amb en el marco de la gestión operacional, que es responsable desde la captación, tratamiento y distribución del agua, evaluando indicadores como calidad, continuidad, mantenimiento, entre otros.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1 CATASTROS DE REDES

Los catastros consisten en un inventario, censo o registro en el que se encuentran descritos los bienes inmuebles pertenecientes a las entidades estatales y a particulares, dicha información debe estar actualizada y clasificada para su correcto uso jurídico, fiscal y económico¹, no obstante el catastro de infraestructura o redes de acueducto se refiere concretamente a un sistema de registro y archivos que contienen información estandarizada, relacionada con todos los detalles técnicos de ubicación, operación y especificaciones técnicas de los elementos que componen la red y se utiliza como instrumento para el análisis, evaluación, formulación y desarrollo de programas para la toma de decisiones por parte de las empresas prestadoras del servicio ^{2 3}

El provecho de un catastro actualizado de redes se fundamenta en:

- Conocimiento de la red y elementos que la conforman (registro de información como diámetro y material de tuberías; características físicas, técnicas, su estado, grado de apertura y material de válvulas).
- Inventario de elementos de gran envergadura en la red primaria y secundaria como hidrantes, caudalímetros, cámaras reguladoras, puntos de monitoreo (calidad del agua, presión y caudal), tanques de almacenamiento, entre otros⁴.

¹ ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C., “Definición de Catastro | Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital - UAECD.” [Online]. Available: <https://www.catastrobogota.gov.co/es/node/190>. [Accessed: 01-Aug-2018].

² MUÑOZ C. and RUEDA A., “Manual de procedimientos para elaborar catastro de redes de alcantarillado,” Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2017

³ SG INGENIERIA EN DUCTOS “Catastro y levantamiento de redes” [Online]. Available: <http://sgingenieriaenductos.com/catastro-y-levantamiento-de-redes/>. [Accessed: 04-Aug-2018]

⁴ EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN. E. S. P., “Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín. E. S. P.” 2013

- Realizar maniobras de operación y regulación en elementos de red, basados en la información actualizada de ubicación y condiciones técnicas para así obtener resultados evidenciables.
- Permitir el desarrollo de un programa de control de pérdidas para gestionar la pronta detección y localización de fugas y conexiones clandestinas con el fin de reducir pérdidas comerciales y técnicas.
- Creación de modelos hidráulicos que permitan una acertada y oportuna simulación a modo de determinar la capacidad técnica del sistema actual y futuro para atender demandas donde el área de cobertura de la empresa prestadora del servicio aumente ⁵.

El amb en el marco del Plan Estratégico de Gestión (2017-2021) “amb, transparentes como el agua” aborda como estrategia funcional la excelencia operacional y técnica lograda a partir de acciones que permitan preservar la infraestructura física, de equipos y herramientas requeridas para la prestación del servicio a los clientes⁶, siendo así, que un catastro actualizado de redes permite una gestión eficiente del sistema en miras a una operación mediante sectores hidráulicos, modelación y calibración hidráulica⁷, suministrando información para la estructuración y evaluación de programas que aporten a la gestión operacional del sistema de distribución.

1.2 CATASTRO DE USUARIOS Y/O SUSCRIPTORES

La concepción del catastro de redes es igualmente aplicable al catastro de suscriptores, el cual consiste en el censo de usuarios a los cuales la empresa

⁵ ANONIMO, “Anexo Técnico Catastro de redes y de la infraestructura que afecta a la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado.”

⁶ ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P., “Informe de Gestión 2017,” Bucaramanga, 2017

⁷ ERSAP, *Procedimientos y buenas prácticas en Catastro de Redes de agua potable y Redes de alcantarillado*. Tegucigalpa, 2007

prestadora del servicio brinda la atención de acueducto y/o alcantarillado. El catastro de usuarios tiene como propósito aumentar la eficiencia comercial, de facturación y cobro por parte del ente operador a los beneficiario del servicio⁸.

El catastro de usuarios concibe una serie de beneficios como:

- Conocimiento de la ubicación debidamente referenciada de cada uno de los suscriptores y/o usuarios.
- Representación integral y actualizada de los usuarios que funciona como herramienta para junto con simulaciones hidráulicas (modelos) elaborar planes de desarrollo, planes de ordenamiento territorial, planes de formulación y evaluación de proyectos de inversión, determinación de la capacidad del sistema de acueducto, así como el diagnostico de pérdidas comerciales.

El catastro actualizado de suscriptores también influye en los indicadores del programa de gestión operacional medidos por el amb, puesto que la empresa se ha propuesto aportar al desarrollo social, ambiental y mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del área de influencia de las operaciones⁹ y por tanto es de suma importancia conocer las características de los usuarios del servicio.

1.3 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO

Un sistema de información geográfico (SIG) es una herramienta de manipulación de datos geográficamente referenciados, con opciones que van desde la integración, almacenamiento, edición y análisis de dichos datos y que como finalidad buscan

⁸ VÉLEZ S., VALENCIA D., and GUERRERO J., "Catastro de usuarios y suscriptores como una herramienta de gestión en empresas de acueducto.," *Sci. Tech. Año XIII*, no. N°34, pp. 583–588, 2007

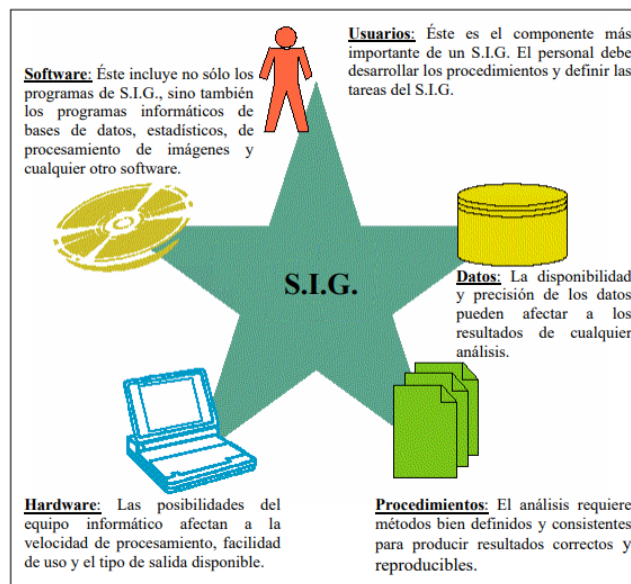
⁹ ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P. Op. Cit.

generar información en forma de nuevos mapas o tabular, que conduzca a la toma de decisiones según las necesidades del operador del sistema^{10 11}

Los SIG abarcan una gran cantidad de campos de aplicación como planificación y distribución de orden territorial o de recursos, en investigaciones ambientales, cartográficos, sociológicos entre otros¹².

1.3.1 Componentes de un sistema de información geográfico Los componentes necesarios para lograr a cabalidad que un sistema de información geográfico funcione eficientemente son: usuario, software, hardware, datos y procedimiento¹³:

Figura 1. Componentes de un Sistema de Información Geográfico.



Fuente: LLOPIS J., Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio. 2005

¹⁰ MÉNDEZ R., “Desarrollo de un geoportal utilizando ArcGIS online con datos del área de salud en el Ecuador,” Universidad Politécnica Salesiana, 2013

¹¹ ARCGIS RESOURCE CENTER “Geoprocesamiento - informática con datos geográficos” [Online]. Available: <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000004000000.htm>. [Accessed: 12-Aug-2018]

¹² MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL DE COLOMBIA “¿Qué es un SIG? - [Online]. Available: <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-190610.html>. [Accessed: 12-Aug-2018].

1.3.1.1 Usuarios Personal competente, capaz de manejar el sistema y desarrollar planes de implementación del mismo.

1.3.1.2 Software Los componentes mínimos de un software SIG:

- Sistema de manejo de bases de datos.
- Una interfaz gráfica de usuarios para fácil comprensión y ejecución de las herramientas.
- Herramientas para la apropiación y manipulación de información geográfica.
- Herramientas para consulta de análisis, resultados y visualización de estos.

1.3.1.3 Hardware Los SIG son compatibles con ordenadores ya sea con redes centralizadas o configuraciones individuales.

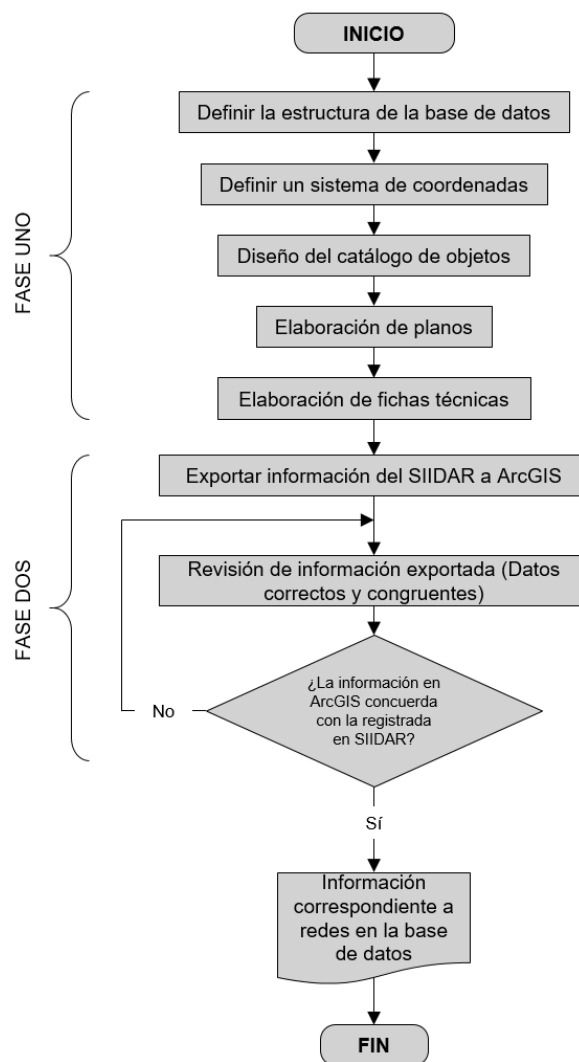
1.3.1.4 Datos Representa el insumo básico de análisis en un SIG, por esta razón dichos datos deben ser confiables y verídicos.

1.3.1.5 Procedimientos También conocido como método, hace referencia al diseño y reglas para un apropiado análisis que produzcan resultados correctos y reproducibles.

2. METODOLOGÍA PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL CATASTRO DE REDES

La metodología propuesta para la actualización del catastro de redes se evidencia en la figura 2 resumida en dos grandes etapas.

Figura 2. Diagrama de flujo para la actualización del catastro de redes



2.1 FASE UNO: PREPARATORIA

Esta fase se fundamentó en la gestión del modelo de datos geográfico donde se almacena la información. Una vez definida la estructura de la base de datos, se diseñó el catálogo de objetos que ahondara en las características de los archivos que componen la base de datos, simultáneamente se dividieron o segmentaron el área de prestación de servicio de la empresa en planos jerárquicos definidos como el plano general base, planos zonales y planos o diagramas que esquina, finalmente toda la información de accesorios es registrada en un formato de ficha técnica.

2.1.1 Definir la estructura de la base de datos Un modelo de datos geográfico es una representación de la realidad que a través de un conjunto de datos y objetos que en su naturaleza permiten ser utilizados como consulta y análisis de los datos alojados en estos¹⁴. En un SIG los modelos de datos determinan la manera en como el usuario perciba y analice la información, se reconocen tres tipos generaciones de modelos geográficos: Modelo CAD, Modelo Coverage y Modelo Geodatabas¹⁵e [14], sin embargo el modelo utilizado por el amb es el de Geodatabase:

2.1.1.1 Modelo Geodatabase Un modelo Geodatabase en ArcGIS es el recurso para la edición y administración de datos en forma de feature class y datasets geográficos de diversos tipos almacenados en una base de datos de Microsoft Access¹⁶

Los componentes básicos de una Geodatabase son:

¹⁴ GARCIA RUIZ L. A. and OTÁLVARO ARANGO, D. M. "Diseño de un modelo de datos geográfico que soporte la gestión en organizaciones ambientales," Universidad de Antioquia, 2009

¹⁵ NEGRETE LÓPEZ G. A. and RODRÍGUEZ ORTEGA B., "Arquitectura híbrida de acceso y visualización de datos," Universidad de las Américas Puebla, 2004

¹⁶ ARCGIS DESKTOP. "Tipos de geodatabases [Online]. Available: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/geodatabases/types-of-geodatabases.htm>. [Accessed: 05-Sep-2018].

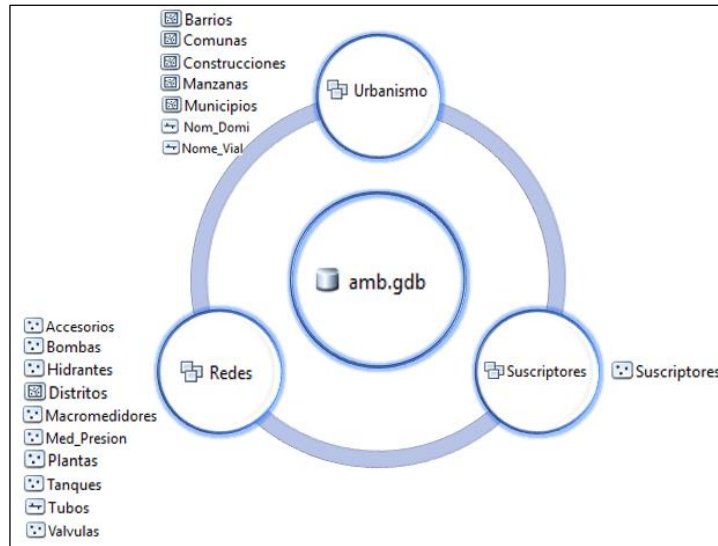
- **Feature Class:** es una colección de características con el mismo tipo de geometría: punto, línea o polígono.
- **Feature Dataset:** es una colección de feature classes que comparten un sistema de coordenadas común.
- **Subtipos:** es una forma de clasificación propia de cada feature class que no pueden ser alterados o modificados por el usuario.
- **Dominios:** forma de limitar el contenido de dato en un campo, pueden ser un rango de valores o una lista de valores definida con anticipación.
- **Topología:** hace referencia a las reglas de relación entre los datos, garantizando integralidad espacial en el plano de trabajo.

El amb S.A. E.S.P. cuenta con un modelo de datos geográfico concebido bajo el modelo de Geodatabase y para formular su estructura fue necesario contar con el aplicativo ArcGIS Desktop con un nivel de licenciamiento básico, software producido y distribuido por ESRI (Environmental Systems Research Institute) que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica¹⁷

La base de datos se creó en ArcCatalog de ArcGIS Desktop y cuenta con tres (3) Feature dataset y diecisiete (17) feature class como se muestra en la figura:

¹⁷ ARCGIS RESOURCE CENTER. “¿Qué es ArcGIS?” [Online]. Available: <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>. [Accessed: 15-Sep-2018].

Figura 3. Estructura de la base de datos.



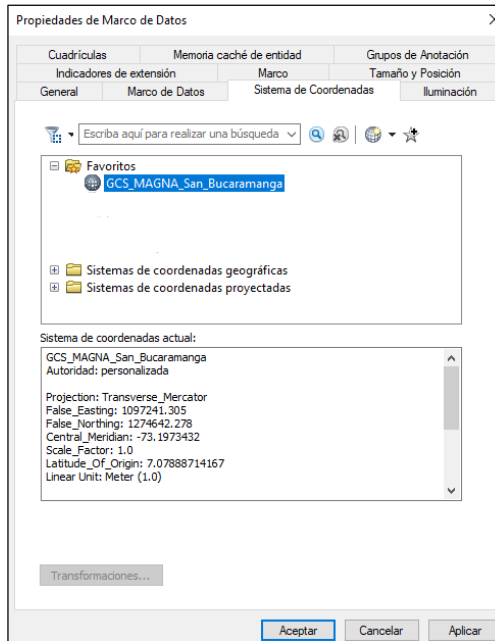
Fuente: Equipo técnico amb.

2.1.2 Definición de un sistema de coordenadas Para que la visualización y su correspondiente proyección cartográfica de los datos sea correcta, fue necesario definir un sistema de coordenadas en el marco de datos dentro de la Geodatabase.

Definir un sistema de coordenadas para la información que reposara en la base de datos es importante ya que los datos pueden proceder de diferentes fuentes lo que provoca inconsistencias entre los datos y un trabajo adicional organizar toda la información en un único sistema de referencia.

El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga previo a la actualización de los catastros contaba con un sistema de coordenadas que para su concepción se tomaron en consideración fuentes oficiales y puntos geodésicos de la zona de estudio, dicha información fue tomada del geoportal del IGAC, de manera tal, que se definiera las coordenadas de origen del plano cartesiano en el sistema de referencia MAGNA SIRGAS. La información del sistema de referencia denominado GCS_Magna_San_Bucaramanga.

Figura 4. Asignación de un sistema de coordenadas en ArcMap.



Fuente: Equipo técnico amb.

2.1.3 Diseño del catálogo de objetos El catálogo de objetos es documento donde se almacena ordenadamente la información semántica de todos los tipos de objetos geográficos, sus atributos, dominios de valor, tipos de asociaciones y operaciones que componen la base de datos¹⁸.

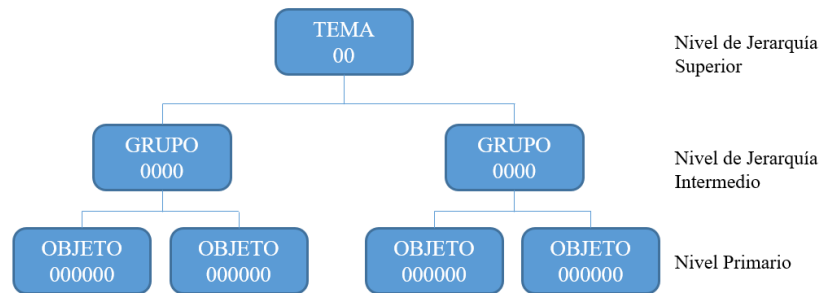
El catálogo de objetos debe ser construido conforme a lo estipulado en la Norma Internacional ISO 19110 “Geographic Information – Methodology for feature cataloguing” en su más reciente versión de 2016

El catálogo debe ser jerárquico y sencillo de clasificar en niveles comenzando por “Temas”, seguido de “Grupo” y por último “Objetos”, cada elemento del catálogo se caracterizará por medio de un código único progresivo en el mismo orden jerárquico,

¹⁸ INFRAESTRUCTURA COLOMBIANA DE DATOS ESPECIALES, “Guía de implementación de Especificaciones Técnicas para productos de datos geográficos . 2018.” 2018.

obteniendo de esta manera, un código de dos dígitos para el Temas, cuatro dígitos para el grupo y seis dígitos para el objeto¹⁹

Figura 5. Organización del Catálogo de Objetos Geográficos.



Fuente: VLADIMIR L., “Procedimientos en catastro de redes,” Latinaguas, Akut. p. 28, 2007

El catálogo de objetos de la base de datos se encuentra en el Anexo 1.

2.1.4 Elaboración de planos En este paso consistió en la división de la zona de prestación de servicio desde una proyección total del perímetro de atención hasta un acercamiento a nivel de esquinas, logrando de esta manera ubicar ordenadamente todos los elementos de la red.

2.1.4.1 Plano general base Este plano estará compuesto por la distribución geográfica del área de prestación del servicio o del área urbanizada del municipio y entornos, logrando así, que el plano genera base se convierta en el punto de partida para el desarrollo del catastro de redes²⁰. El plano permite un panorama completo de la zona atendida por la empresa prestadora del servicio, en donde se recomienda

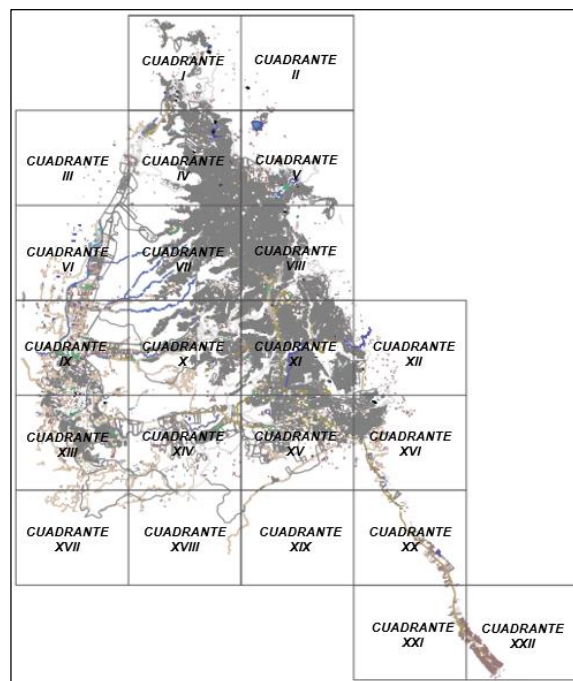
¹⁹ I. DE DATOS ESPECIALES PARA EL DISTRITO, “Catálogo de objetos geográficos del mapa de referencia para el distrit capital,” no. 25. pp. 1–80, 2006.

²⁰ SOBOGAL Z. and RINCON A., “Administración de datos generados por un catastro de redes por medio de herramientas SIG,” Universidad de Manizales, 2017

que sean distinguibles los espacios urbanísticos tales como manzanas, cuadras, calles, sitios públicos, áreas residenciales, comerciales, industriales y oficiales²¹

El plano general base para la zona de atención del amb se divide en veintidós (22) cuadrantes o planos zonales primarios, su impresión es en un papel de un pliego y se obtiene a una escala 1:25000

Figura 6. Plano General Base.



Fuente: Equipo técnico amb.

2.1.4.2 Planos Zonales El plano zonal o zona catastral representa una cuadrícula del plano general y dicha cuadrícula también debe ser dividida. Los planos zonales deben corresponder en área y límites a la cuadrícula a la cual pertenecen del plano base, la numeración de la división en el plano zonal debe ser izquierda a derecha y de arriba y hacia abajo.

²¹ EMPRESAS PÚBLICAS DE CUNDINAMARCA E.S.P., “Anexo Técnico Consultoría para la actualización y/o validación de catastros de usuarios en diferentes municipios del departamento de Cundinamarca.” 2015.

El plano zonal permite incluir información más detallada que el plano general base con respecto a detalles urbanísticos y elemento de la red de acueducto²². Debido a la extensión de servicio a cargo del amb se tuvieron que generar tres niveles de planos zonales descritos a continuación:

2.1.4.3 Cuadrantes o planos zonales primario Los veintidós (22) cuadrantes en los cuales fue dividido el plano general base se subdividen en cuatro (4) sub cuadrante o planos zonales secundarios, estos se codifican con letras y se establecen en una escala de 1:5000.

Figura 7. Cuadrante o plano zonal primario.

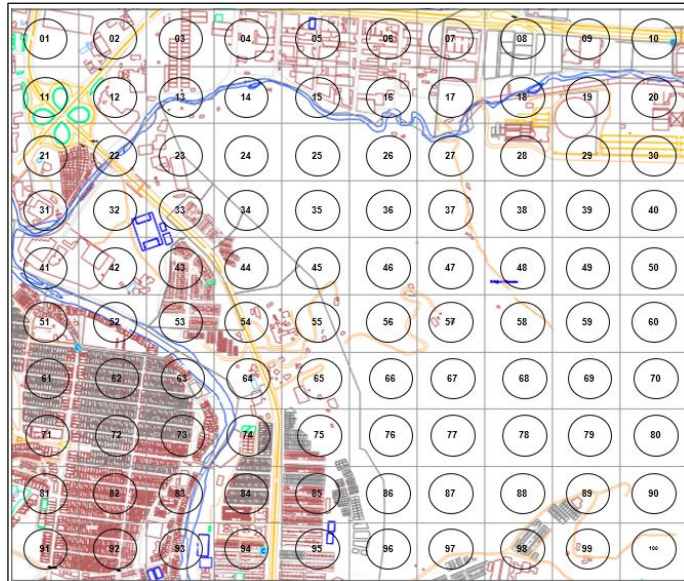


Fuente: Equipo técnico amb.

2.1.4.4 Sub cuadrante o plano zonal secundario Los cuatro (4) sub cuadrantes o planos zonales primarios descritos en el ítem anterior se dividen en cien (100) planchas o planos zonales secundarios, se codifican con números arábigos del 1 al 100 y se establecen con una escala 1:2500.

²² ALVAREZ E., "Actualización del catastro de la red de acueducto del municipio de Ocaña (Norte de Santander)," Universidad Francisco de Paula Santander - Ocaña, 2014

Figura 8. Subcuadrante o plano zonal secundario.



Fuente: Equipo técnico amb.

2.1.4.5 Plancha o plano zonal terciario Las planchas hacen referencia a cada uno de las cien (100) divisiones del sub cuadrante o plano zonal secundario. La plancha o plano zonal terciario no tiene más divisiones, es posible identificar esquinar y establecen con una escala de 1:250

Figura 9. Plancha o plano zonal Terciario.



Fuente: Equipo técnico amb.

2.1.4.6 Planos o diagramas de esquina En términos de jerarquía después de las planchas o plano zonal terciario continúan los diagramas de esquina, este esquema contiene esquemáticamente los cruces de vías públicas e información de elementos de la red como tubos, válvulas, accesorios, hidrantes, entre otros^{23 24}

En el anexo 2 se evidencia el formato del diagrama de esquina que debe contener con la información descrita a continuación²⁵:

- Datos del contratista o constructor.
- Características de la Obra.
- Barrio: El barrio donde se ubica la esquina objeto del diagrama.
- Municipio.
- Tipo de vía: Vehicular o peatonal.
- Tipo de pavimento o superficie. Se refiere al tipo de rasante.
- Observaciones: Espacio para registrar cualquier particularidad encontrada.
- N° de plancha: Número o código de la plancha que contiene la esquina a levantar.
- N° de esquina: Hace referencia a la esquina a levantar.
- Espacio para el croquis o esquema: Es en este espacio donde se dibujan los elementos levantados (Elementos puntuales –válvulas, accesorios, hidrantes- encerrados en un círculo con un identificador numérico, que sean identificables por un par de coordenadas planas y dos distancias –D1 y D2- para precisar la ubicación del elemento. Finalmente se trazan las tuberías con el respectivo registro de diámetro y material)
- Cuadros para registro de atributos de elementos puntuales encontrado a la derecha del formato (En la parte superior se registran los accesorios -Cruces, tee, reducciones, yees, y tapones- y en la parte inferior los elementos de control

²³ SOBOGAL Z. and RINCON A., Op. Cit.

²⁴ VLADIMIR L., Op. Cit.

²⁵ ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P., "Informe del Catastro del Sistema de Acueducto," Bucaramanga

de flujo –válvulas e hidrantes). Para el correcto diligenciamiento de este cuadro se deben tener en cuenta:

- a) Los accesorios pueden tener dos diámetros que los identifiquen (diámetro mayor y menor), como es el caso de las reducciones, tees o cruces. Para este caso en la columna “Diámetro” deberá quedar registrados ambos diámetros utilizando la convención *diámetro mayor x diámetro menor*. Para el caso de las Tees con el mismo diámetro en el paso directo y la salida lateral, se escribe sólo un único diámetro.
- b) La profundidad de los accesorios es un atributo que sólo se logra verificar con certeza si se explora mediante un apique. Normalmente aparece vacío y se deduce a partir de la profundidad de las válvulas vecinas exploradas.
- c) Las cotas d1 y d2 para cada accesorio o elemento de control son de libre elección. Lo importante es que tengan como punto de partida un punto referencia que difícilmente cambie con el tiempo, como lo son los paramentos de las construcciones. Otras referencias como andenes, postes, árboles, alcantarillas, etc, son ejemplo de referencias que fácilmente pueden cambiar en el tiempo por lo tanto no se recomiendan.
- d) Se debe tener en cuenta las abreviaturas contempladas para los materiales, tipos de válvulas y mecanismo de funcionamiento de las válvulas de corte

2.1.5 Elaboración de fichas técnicas El formato de ficha técnica corresponde al registro de datos y detalles técnicos que caracterizan individualmente a cada accesorio (válvulas, hidrantes, entre otros) existente en la red, en caso de que se disponga de un nuevo accesorio es necesario incluirlo tanto en el catastro como su respectiva ficha técnica y así mismo, el accesorio que sea discontinuado se deberá eliminar su registro del catastro y del archivo de fichas técnicas.

En el anexo 3 se evidencia el formato utilizado con la información descrita a continuación²⁶:

- ID Elemento: Identificador del elemento.
- Código de plancha: Identificador de la plancha donde se encuentra el elemento.
- Foto: Disponibilidad de registro fotográfico
- Dirección: Ubicación del elemento
- Tipo de elemento: se debe especificar qué tipo de accesorio se registra en el formato
- Diámetro
- Material del cuerpo de la válvula
- Material del sello de la válvula
- Tipo de válvula (En caso tal que el elemento a levantar sea una válvula)
- Estado actual de operación: Se debe registra el estado en términos operativos y una observación si es necesario
- Estado de la válvula: Condición de la válvula y una observación si es necesario
- Tipo de caja de protección
- Estado de la caja de la válvula (En caso tal que el elemento a levantar sea una válvula)
- Finalmente, el formato dispone de un espacio especial para el registro fotográfico

2.2 FASE DOS: EXPORTACIÓN DE DATOS

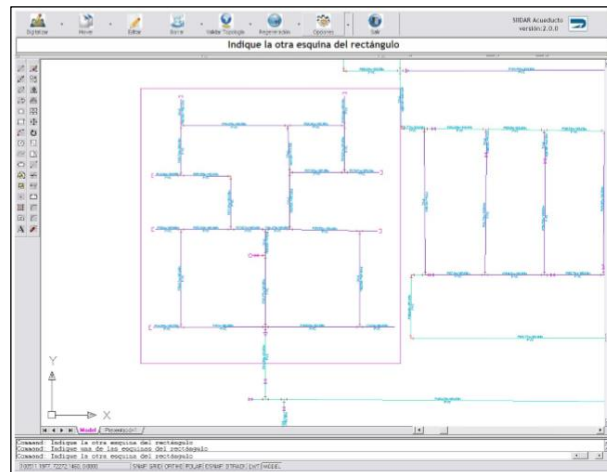
Previo al proceso actualización del catastro en un sistema de información geográfico, la información correspondiente a los elementos que componen la red del acueducto eran gestionados a través de una aplicación denominada SIIDAR (Sistema Integrado de Información y Digitalización de Redes) la cual se encuentra

²⁶ Ibíd.

vinculada a una base de datos donde se almacena toda la información técnica relacionada con la red.

SIIDAR esencialmente integraba los datos relacionados con redes (tuberías, accesorios y demás) como se muestra en la figura 9, pero era carente en relacionar información de suscriptores (SIIDAR contaba con la información de medidores y sus respectivos códigos de usuarios) e información de urbanismo (división política de los municipios, manzanas, entre otros) como consecuencia, el amb dispuso personal para realizar el proceso de actualización del catastro, por lo que, todos los datos de redes encontrados en SIIDAR se migran a un sistema de información geográfico que permita mayor facilidad de tratamiento e integralidad de información, ya sea para exportar a otros software de análisis como para el uso en el propio SIG

Figura 10. Visualización de redes por SIDAR.



Fuente: SIDAR

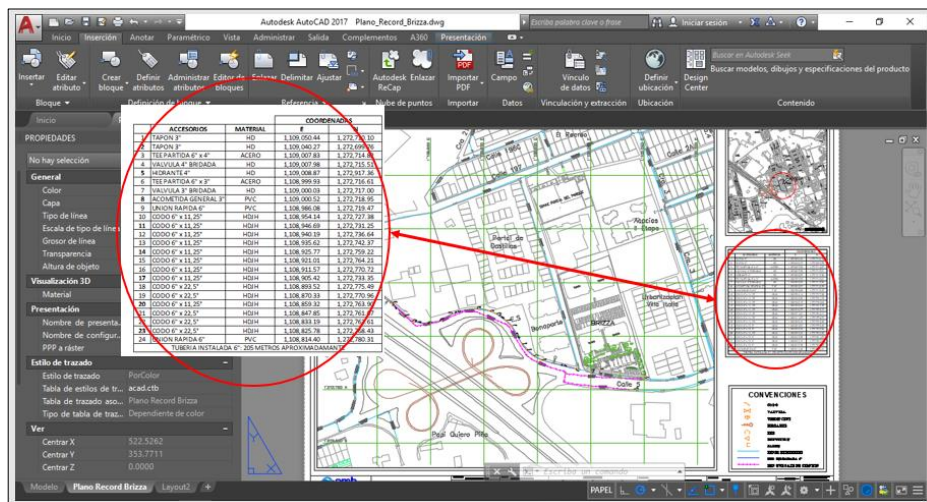
Como punto de partida en la actualización del catastro se contó con que toda la información consignada en el SIIDAR debió ser migrada a ArcGIS, junto con las disponibilidades (red que funciona como suministro para la construcción de cualquier proyecto en la ciudad y que después se integra a la red principal o matriz) y la información de las reparaciones en la red.

El software SIIDAR permite exportar los archivos en formatos .dxf o .dwg (Software de visualización AutoCAD), de ahí se trasladan a la base de datos creada con sumo cuidado en que los elementos migrados desde el SIIDAR contengan las características propias de cada uno de estos (Material, diámetro, identificadores, entre otros)

2.2.1 Programación de rutas para exportación SIIDAR permite exportar los archivos por zonas, distritos hidráulicos o por sector, el proceso se realizó por sectores ya que comprenden menos área logrando que la migración fuese lo más ordenada posible. Dado que el SIIDAR sigue recibiendo información de ajustes en la red de distribución, las acciones de ruta primaria de la actualización fueron las disponibilidades y arreglos o reparaciones en la red dado que es la información en campo más perceptible de confirmar sus características.

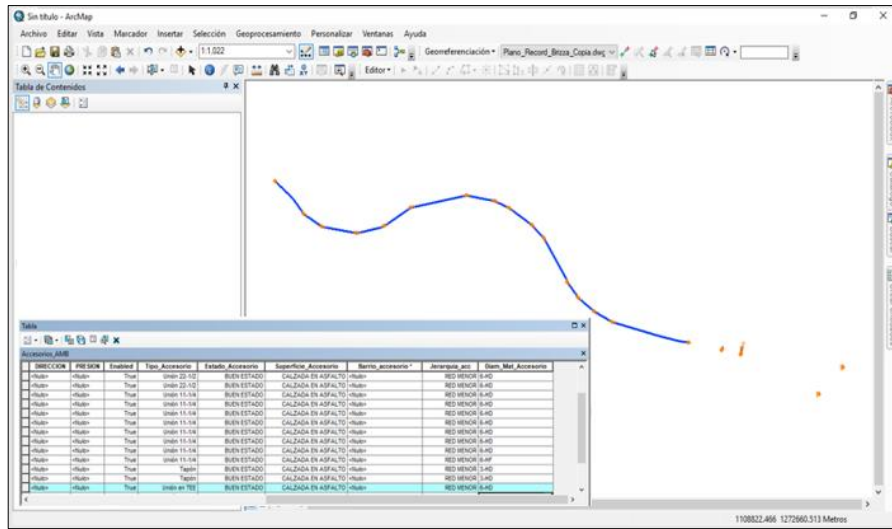
En las figuras 10 y 11, se evidencia el traslado de información de una disponibilidad ya alojada en AutoCAD hasta ArcGIS con todas las propiedades de los elementos que la componen.

Figura 11. Disponibilidad migrada desde SIIDAR y alojada en AutoCAD.



Fuente: Equipo técnico amb

Figura 12. Disponibilidad en la base de datos de ArcGIS.

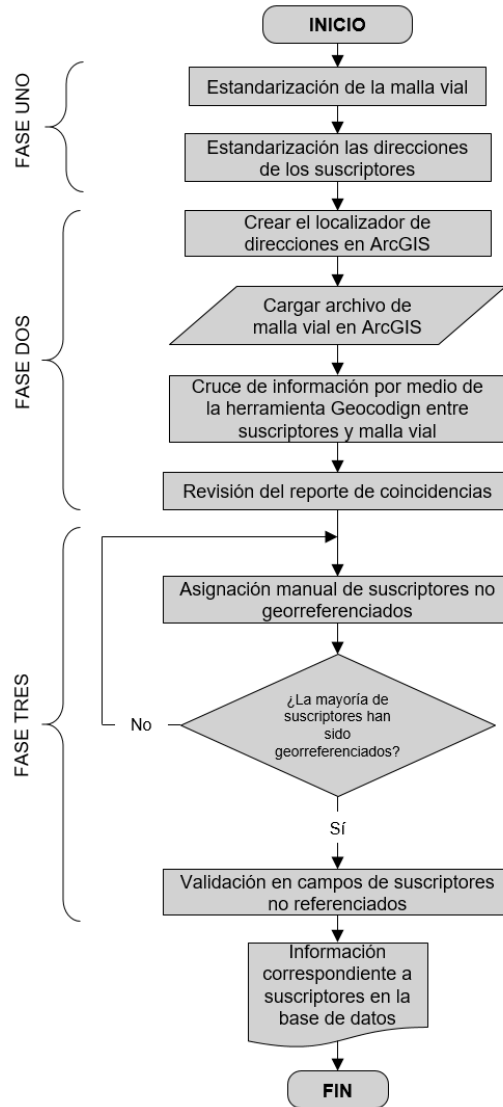


Fuente: Equipo técnico amb

3. METODOLOGÍA PARA LA ACTUALIZACIÓN DE CATASTRO DE SUSCRIPTORES Y/O USUARIOS

La metodología propuesta para la actualización del catastro de suscriptores se evidencia en la figura 12, resumida en tres grandes fases. (Es importante aclarar que la información del catastro de redes y de suscriptores se almacenaron en la misma base de datos, por lo tanto, en el esquema metodológico para los suscriptores se omiten los pasos de definir la estructura de la base de datos y el sistema de coordenadas)

Figura 13. Diagrama de flujo para la actualización del catastro de suscriptores.



3.1 FASE UNO: VALIDACIÓN DE INFORMACIÓN

Esta fase es la más importante del proceso de georreferenciación, la cual consiste en la estandarización de la información correspondiente a la nomenclatura domiciliaria tanto en los archivos de la malla vial como en el de los suscriptores,

asegurando de esta manera un campo en común para el proceso automático de georreferenciación.

3.1.1 Estandarización de la malla vial y dirección de suscriptores Con la finalidad de crear el Geocoding, se estandarizaron las direcciones de los shapets de malla vial como el de los suscriptores. El proceso de estandarizar consiste en asignar un patrón a la información que se encuentra en el campo de dirección, logrando así, que haya datos con una estructura lógica.

En la tabla 1 se exponen las abreviaciones utilizadas para la estandarización:

Tabla 1. Abreviaturas para la estandarización de direcciones

Tipo	Abreviatura
Calle	CL
Carrera	KR
Avenida	AV
Transversal	TV
Bulevar	BL
Diagonal	DG
Manzana	MZ
Torre	TR
Casa	CS

Con base en la anterior tabla, se asigna la dirección estandarizada a los registros de los shapets de malla vial y suscriptores. En la tabla 2 se muestra un ejemplo de la asignación de la nueva dirección:

Tabla 2. Direcciones estandarizadas

DIRECCIÓN SIN ESTANDARIZAR	DIRECCIÓN ESTANDARIZADA
Calle 59 # 43 -15	CL 59 KR 43 N 15
Calle 6 # 4-200 Manzana F Casa 6	CL 6 KR 4 N 200 MZ F CS 6
Carrera 33 # 45 - 58	KR 33 CL 45 N 58

Fuente: Equipo técnico amb

3.2 FASE DOS: GEORREFERENCIACIÓN

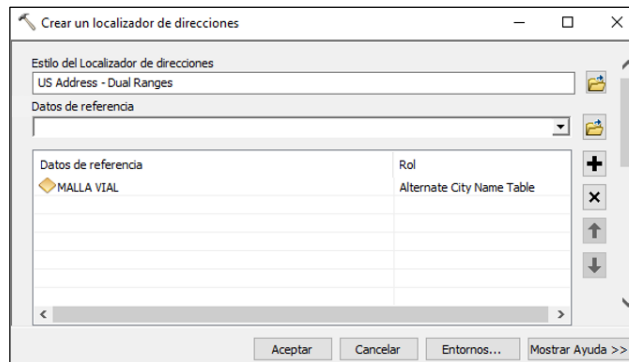
El concepto de Georreferenciación, consiste en realizar un posicionamiento de un ente u objeto en una zona geográfica, dicho posicionamiento puede ser ejecutado por medio de coordenadas o por direcciones. La georreferenciación es satisfactoria al haber concurrencia del campo en común entre el ente a localizar y la zona donde este se alojará.

3.2.1 Creación del localizador de direcciones El localizador de direcciones es un dataset dentro de la base de datos, cuya principal función consiste en buscar una dirección individual de acuerdo con una serie de reglas o patrones sobre direcciones de entidades que sirvan para el proceso de geocodificación²⁷

Para crear el localizador de direcciones el equipo técnico del amb utilizó la herramienta “crear un localizador de direcciones” dentro del aplicativo ArcMap, en este se deben configurar opciones como el estilo del localizador de direcciones, además de necesitar como insumo el shapefile de Malla Vial.

²⁷ ARCGIS FOR DESKTOP. “Trabajar con localizadores de direcciones y geocodificación—Ayuda” [Online]. Available: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/locators/working-with-address-locators-and-geocoding.htm>. [Accessed: 15-Oct-2018]

Figura 14. Crear localizador de direcciones.



Fuente: Equipo técnico amb

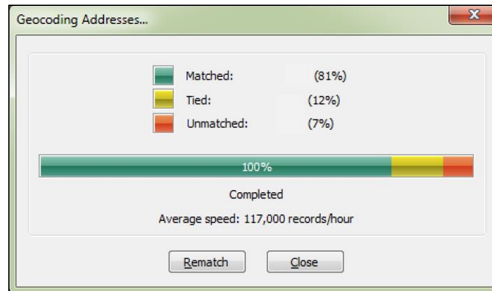
3.2.2 Georreferenciación La georreferenciación se desarrolló con la herramienta “Geocoding” disponible en ArcMap, cuya función es la de relacionar los elementos de entrada (direcciones estandarizadas de suscriptores) que sean coincidente con los elementos de recepción (malla vial), en términos generales, cuando el geocodificador reconoce una dirección, el motor de búsqueda la divide en partes (tipo de calle, numero, nombre, entre otros) y empieza a hacer asociaciones teniendo en cuentas las reglas del localizador de direcciones. Cuando hay coincidencia del ciento por ciento en las direcciones de ambos archivos, el elemento de entrada queda incorporado al elemento de recepción²⁸

No se deben confundir los términos de “localizador de direcciones” con el proceso de georreferenciación, dado que el primero consiste en unas reglas o parámetros para buscar una dirección asociado a un elemento y el segundo es asignar por medio de una búsqueda el elemento de entrada al elemento de recepción con coincidencia.

Al ejecutar la herramienta “Geocoding” se genera un reporte de coincidencias

²⁸ ARCGIS FOR DESKTOP “¿Qué es la geocodificación?—Ayuda.” [Online]. Available: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/guide-books/geocoding/what-is-geocoding.htm>. [Accessed: 02-Oct-2018].

Figura 15: Reporte de coincidencias debido al proceso de Geocodificación.



Fuente: Equipo técnico amb

El reporte de coincidencias asigna una calificación (M, T y U) a cada suscriptor analizado por el Geocoding donde²⁹:

- Letra M (Matched – Emparejado): Indica que hubo registro de suscriptores que tienen coincidencia total en alguna dirección de la Malla vial
- Letra T (Tied – Atado): Representa que algunos suscriptores cuentan con direcciones que son parcialmente coincidentes y deben ser evaluados uno a uno, para depurar y cambiar estados.
- Letra U (Unmatched – No emparejado): Significa que no se encuentra coincidencia alguno referente a la malla vial existente, por lo tanto, se hace necesario editar la malla vial para agregar dicha nomenclatura, o en su defecto hacer uso de otra metodología.

3.3 FASE TRES: ASIGNACIÓN MANUAL Y VALIDACIÓN EN CAMPO

Los suscriptores catalogados con las letras T o U deben ser ajustados mediante un proceso manual en oficina, la georreferenciación de dichos suscriptores se basa en que se encuentren las diferencias entre las direcciones de la malla vial como en el

²⁹ ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P., “Informe Final del Catastro de Suscriptores (Descripción, Metodología, Resultados),” Bucaramanga

archivo de suscriptores, si en definitiva no hay ninguna relación se debe hacer un levantamiento en campo para asignar la ubicación de los suscriptores que no tienen coincidencia.

4. MODELO HIDRAULICO

Un modelo hidráulico reproduce la forma física de una red de distribución de manera virtual, creando escenarios donde se emule el comportamiento de la red y de esta manera servir de apoyo a los planes de operación por parte de la empresa. Los modelos hidráulicos representan una herramienta de análisis de diversas situaciones cambiando aspectos en el software sin tener que hacerlo en la red física, obteniendo con esto un ahorro en términos de tiempo y dinero³⁰.

La construcción de un modelo hidráulico genera una serie de beneficios tales como³¹:

- Evaluación de medidas con respecto a la operación, mantenimiento y funcionamiento de obras hidráulicas en uso.
- Análisis de la red en periodos de tiempos estáticos y/o extendido.
- Análisis de calidad de agua.
- Análisis de protección contra incendio (caudal disponible para uso de bomberos).

La base fundamental para el modelo hidráulico es la información que reposa en los catastros de redes y suscriptores, ya que dependiendo de la calidad de dichos datos en términos de información técnica (diámetros, materiales, longitudes, entre otros) y de conectividad el modelo hidráulico no puede simular las condiciones reales de la red³².

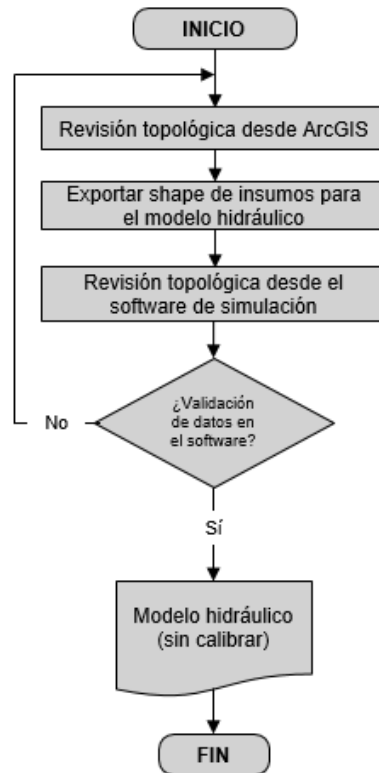
³⁰ PEREZ N., "Modelación del sistema de abasto de agua potable Santa Marta-Varadero empleado el software EPANET 2.0vE.," UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS, 2003

³¹ TÁEZ F. and MÉNDEZ E., "Modelo de gestión para creación de la unidad de agua no contabilizada, para la actualización catastral de redes de agua potable, de la EMAPA-I, en el sector urbano del cantón Ibarra, provincia de Imbabura," UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, 2015

³² ÁREA METROPOLITANA DE BUCARMANAGA AMB, "Estudio previo de control de pérdidas.," Bucaramanga, 2017.

La metodología propuesta para la creación del modelo hidráulico se evidencia en la figura 15

Figura 16: Diagrama de flujo para la creación del modelo hidráulico.



4.1 REVISIÓN TOPOLOGICA DESDE ARCGIS

La revisión topológica consiste en identificar por medio de un proceso automático, inconsistencias de orden geométrico en los elementos que componen la base de datos y especialmente sobre aquellos de los cuales son insumos para la creación del modelo hidráulico.

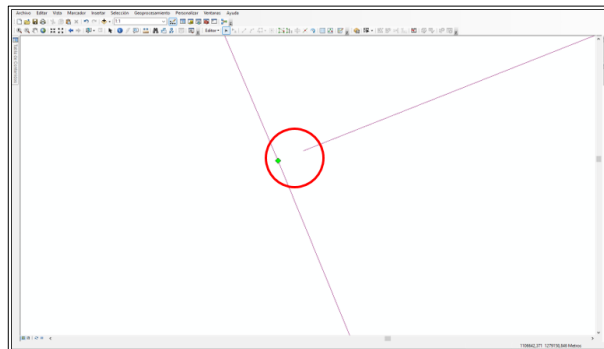
La topología en ArcGIS se concibe bajo unos parámetros o reglas que abordan aspectos como:

- Para los elementos tipo línea (tubos): no debe haber superposición de estos y en sus vértices debe haber una válvula o algún accesorio.
- Para los elementos tipo punto (válvulas y accesorios): Estos elementos deben estar alojados a elementos tipos línea (tubos).

Es importante resaltar que estas no son las únicas reglas de revisión topológica, debido a que estas se diseñan respecto a la necesidad de cada operador.

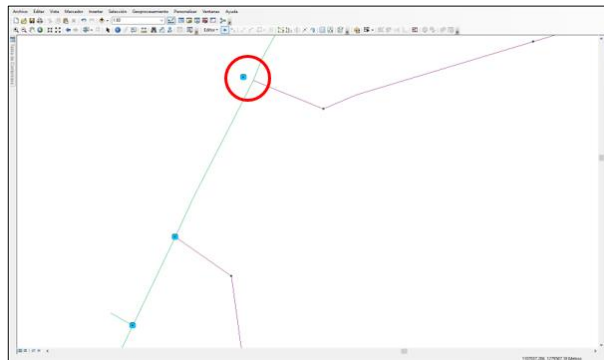
En las figuras 16 y 17 se muestran algunos de los errores topológicos comunes, los cuales deben ser corregidos.

Figura 17: Error topológico en ArcGIS de tubo desconectado.



Fuente: Equipo técnico amb

Figura 18. Error topológico en ArcGIS de accesorio no incorporado al tubo.



Fuente: Equipo técnico amb

4.2 SHAPES DE INSUMOS PARA LA CREACIÓN DEL MODELO

Los shapes más importantes para la construcción del modelo hidráulico son: tuberías, válvulas, demanda por suscriptores y accesorios. Estos shapes influyen en gran porcentaje en como es el comportamiento de la red de distribución en la realidad, de ahí radica la importancia que la información extraída del SIIDAR y consignada en ArcGIS sea lo más coherente posible dado que como resultado del análisis en el software de simulación se ejecuten planes de operación, mantenimiento, reposición de redes y demás acciones que afectan la gestión operacional del amb y la percepción del servicio por parte de los usuarios.

4.2.1 Tuberías Corresponde a todo el sistema de tubería del amb, los cuales deben contener atributos como los mostrados a continuación:

Figura 19: Atributos o características de las tuberías.

OBJECTID	Value
OBJECTID	Object ID Null values not allowed
OBJECTID	109
ID_TUBERIA	552
JERARQUIA	DISTRIBUCION
DIAMETRO	4"
MATERIAL	PVC
TIPO_SUPERFICIE	CALZADA EN ASFALTO
ESTADO_RED	BUEN ESTADO
FECHA_INST	<Null>
BARRIO	CENTRO
SECTOR	CENTRO
OBSERVACIONES	<Null>
SHAPE_Length	94.603399
XS	<Null>
DIAMETRO_INT	<Null>
ECLIACION_COND_HID	<Null>
ELEVACION	<Null>

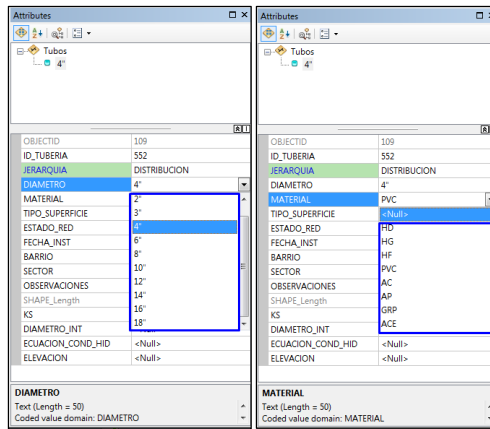
Annotations on the map:
- Blue arrow: Atributos asignados en el proceso de catastro (points to JERARQUIA, MATERIAL, TIPO_SUPERFICIE, ESTADO_RED, BARRIO, SECTOR, OBSERVACIONES)
- Orange arrow: Atributo geométrico propio de la entidad tipo línea (automático) (points to SHAPE_Length)
- Red arrow: Atributos dependientes a asignar indirectamente (points to XS, DIAMETRO_INT, ECLIACION_COND_HID, ELEVACION)

Fuente: Equipo técnico amb

El shape definitivo de redes debe contener como mínimo:

4.2.1.1 Atributos asignados en el proceso del catastro Los atributos más importantes para la creación del modelo son los del diámetro y material:

Figura 20: (a) Asignación del atributo diámetro. (b) Asignación del atributo Material.



(a)

(b)

Fuente: Equipo técnico amb

4.2.1.2 Atributos dependientes a asignar indirectamente Para la asignación de los valores de “Diámetro Interno” se tomaron con base a catálogos comerciales para diferentes materiales.

Para la asignación de la rugosidad absoluta “ks” que es propiedad en función del material se usan los valores registrado en la tabla B.6.29 del RAS³³

Tabla 3. Valores de Rugosidad Absoluta.

Material	Rugosidad Absoluta ks (mm)
Acero comercial	0.45
CCP	0.12
Hierro dúctil	0.25
Hierro dúctil con revestimiento en mortero	0.1
GRP	0.029

³³ MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, *Título B. Sistemas de Acueducto*. 2010.

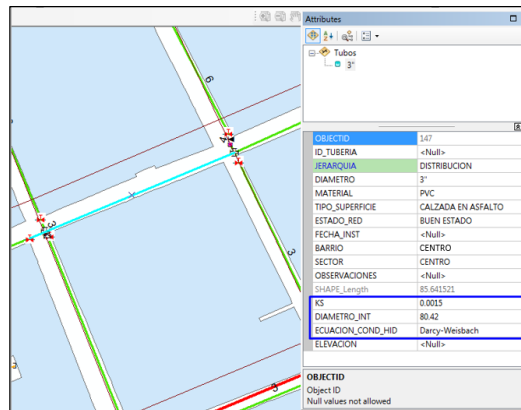
Material	Rugosidad Absoluta ks (mm)
Polietileno	0.007
PVC y PVCO	0.0015

Fuente: MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, *Título B. Sistemas de Acueducto*. 2010.

Finalmente es asignado el texto “Darcy-Weisbach” al atributo de condición hidráulica.

Asignados los valores de “ks”, “Diámetro interno” y “Condición hidráulica” a cada elemento del shape de “Tubería” debe quedar con la siguiente configuración:

Figura 21: Asignación de atributos “ks”, Diámetro interno y Ecuación de condición hidráulica.



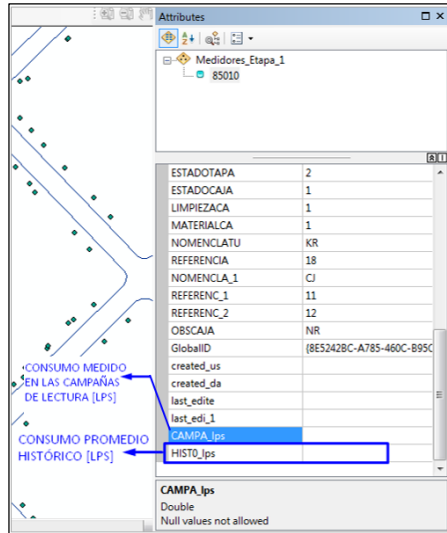
Fuente: Equipo técnico amb

4.2.2 Demandas suscriptores Consiste en un shape que caracteriza los medidores donde se encuentra la información del consumo promedio histórico del usuario (por medio del código del suscriptor es posible asignar el medidor) atendiendo lo establecido en el artículo 43 de la Resolución 0330 de 2017 (Dotación Neta)³⁴ y el

³⁴ MINISTERIO DE VIVIENDA, “Resolución 0330.” 2017.

consumo medido en las campañas de micro medición, estos campos se llenaran cuando se cuenta con la información descrita.

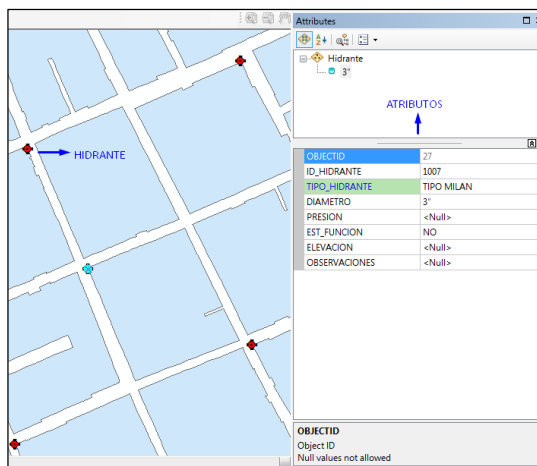
Figura 22: Atributos de los medidores.



Fuente: Equipo técnico amb

4.2.3 Hidrantes Los atributos o características finalmente consignados para cada hidrante se muestran en la figura a continuación:

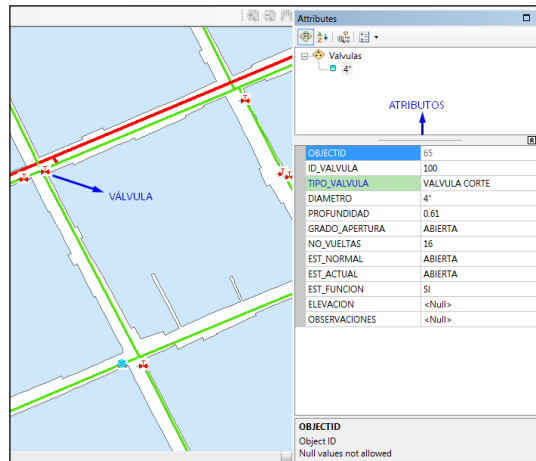
Figura 23. Atributos de hidrantes.



Fuente: Equipo técnico amb

4.2.4 Válvulas Representa un shape con toda la información correspondiente a elementos de control y válvulas, el cuál debe contener información como:

Figura 24: Atributos de válvulas.



Fuente: Equipo técnico amb

Las válvulas presentan un coeficiente de pérdidas menores debido al grado de apertura que cada una de estas presente.

4.2.5 Pérdidas menores por válvulas Al shape de válvula se debe adicionar un campo denominado "KM_VALV" donde se registran los valores correspondientes al coeficiente de pérdidas menores que dependerán del grado de apertura consignados en la tabla B.6.30 del RAS³⁵ [30]

Tabla 4. Coeficientes de pérdidas menores.

Accesorio	Km
Válvula de globo, completamente abierta	10,0
Válvula de mariposa, completamente abierta	5,0

³⁵ MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Op. Cit.

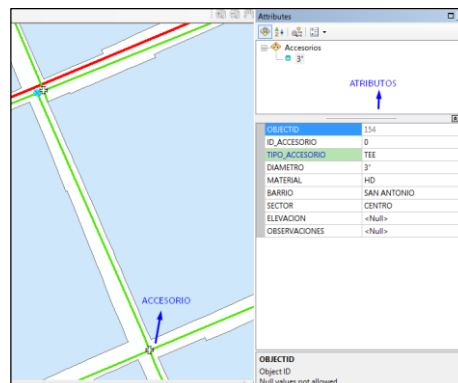
Accesorio	Km
Válvula de cheque, completamente abierta	2,5
Válvula de compuerta, completamente abierta	0,2

Fuente: MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, *Título B. Sistemas de Acueducto*. 2010.

Para el modelo, considerando que todas las válvulas de corte son tipo compuerta. Así, si el atributo “GRADO APERTURA” es igual a “ABIERTA”, “PARCIALMENTE ABIERTA” O “CERRADA” se asignará al atributo “Km_VALV”, el valor 0.2, 4.8.y 1.0 respectivamente³⁶

4.2.6 Accesorios Corresponde al shape que consolida la información de todos los accesorios de la red de distribución. El shape debe contener como mínimo la siguiente información:

Figura 25: Atributos de accesorios.



Fuente: Equipo técnico amb

Los accesorios no serán insertados como elementos del modelo hidráulico y su importancia para efectos de la modelación, radica en la estimación de las pérdidas

³⁶ ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P., “Informe de Creación del Modelo Hidráulico,” Bucaramanga

menores totales del sistema por efecto de los mismos, así que es necesario estimar dichas pérdidas³⁷

4.2.6.1 Pérdidas menores por accesorios Estas pérdidas “KM_ACC” son consignadas en el shape de “Accesorios” el cual dependerá del tipo de accesorio que se haya seleccionado. Los valores de “KM_ACC” podrán ser³⁸

- 2.1 si “Tipo accesorio” es igual a “TEE
- 3.9 si “Tipo accesorio” es igual a “CRUZ”.
- 0.8 si “Tipo accesorio” es igual a “YEE”.
- 0.18 si “Tipo accesorio” es igual a “REDUCCION”.
- 1.0 si “Tipo accesorio” es igual a “TAPON”.
- 0.9 si “Tipo accesorio” es igual a “UNION 90” (codo de 90°).
- 0.4 si “Tipo accesorio” es igual a “UNION 45” (codo de 45°).
- 0.37 si “Tipo accesorio” es igual a “UNION 22 1/2” (codo de 22.5°).
- 0.32 si “Tipo accesorio” es igual a “UNION 11 1/2” (codo de 11.5°).

Para la asignación del valor “KM_ACC” se usan los valores registrado en la tabla B.6.30 del RAS³⁹ y la configuración del accesorio descrito en la siguiente figura:

Tabla 5. Coeficientes de pérdidas menores

Accesorio	Km
Válvula de globo, completamente abierta	10,0
Válvula de mariposa, completamente abierta	5,0
Válvula de cheque, completamente abierta	2,5
Válvula de compuerta, completamente abierta	0,2

³⁷ Ibíd.

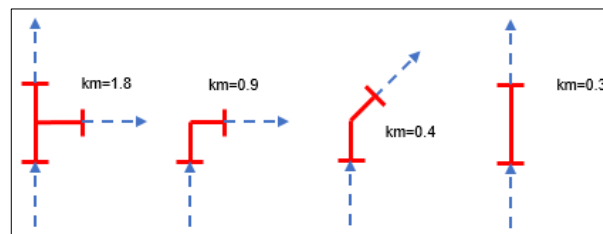
³⁸ Ibíd.

³⁹ MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Op. Cit.

Accesorio	Km
Codo de radio corto	0,9
Codo de radio medio	0,8
Codo de gran radio	0,6
Codo de 45°	0,4
Te, en sentido recto	0,3
Te, a través de la salida lateral	1,8
Unión	0,3
Ye de 45°, en sentido recto	0,3
Ye de 45°, salida lateral	0,8
Entrada recta a tope	0,5
Entrada con boca acampanada	0,1
Entrada con tubo entrante	0,9
Salida	1,0

Fuente: MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Título B. Sistemas de Acueducto. 2010

Figura 26. Coeficiente de pérdidas menores en algunos accesorios



Fuente: Equipo técnico amb

Una vez introducido el valor del atributo "KM_ACC" en el shapefile "Accesorios" se suman los valores de todos los accesorios obteniendo un coeficiente de pérdidas global de accesorios de toda la red. En seguida se divide este valor entre la longitud total de las tuberías de la red, obteniendo un coeficiente de pérdidas por accesorios,

por unidad de longitud de tubería “km_Acc_Uni” el cual servirá para obtener el coeficiente de pérdidas menores por accesorios en cada tubería⁴⁰

4.3 CREACIÓN DEL MODELO

Para la creación del modelo hidráulico se usó el programa WaterGEMS v10i Select Edition de la casa Matriz Bentley, el cual es un programa de análisis y diseño de redes de distribución de agua potable ⁴¹[33]

Un modelo generado con los insumos mencionados puede no representar la realidad desde el punto de vista hidráulico, puesto que los modelos presentan condiciones físicas ideales que difieren del estado real de la red de distribución, es por lo que el modelo hidráulico requiere un proceso de calibración que ajuste las variables incidentes en el comportamiento de la red⁴² [29], sin embargo el alcance del presente trabajo solo se establece la creación mas no la calibración del modelo.

Siendo así, al modelo hidráulico son cargados los archivos mencionados en el ítem 0

4.4 REVISIÓN TOPOLOGICA EN WATERGEMS

Pese haber realizado una revisión topológica en ArcGIS de los shapes cargados al software de simulacion, es posible que no todos los errores del mismo orden geométrico se hayan corregidos, por tanto, al tratar de validar la información

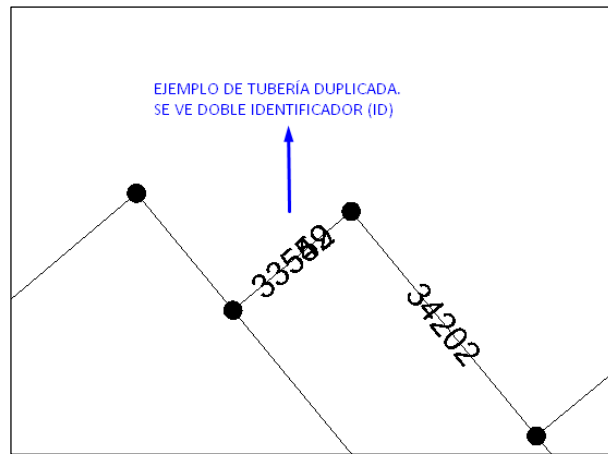
⁴⁰ ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P., Op. Cit.

⁴¹ BENTLEY “WaterGEMS – Software de análisis y diseño de sistemas de distribución de agua.” [Online]. Available: <https://www.bentley.com/es/products/product-line/hydraulics-and-hydrology-software/watergems>. [Accessed: 02-Oct-2018].

⁴² Ibíd.

cargada en WaterGEMS se generan reportes de errores topológicos como el mostrado en la figura 24 que deben ser subsanados nuevamente desde la base de datos en ArcGIS

Figura 27. Error topológico encontrado en WaterGEMS



Fuente: Equipo técnico amb

5. RESULTADOS

5.1 CARACTERIZACIÓN DE ELEMENTOS ACTUALIZADOS

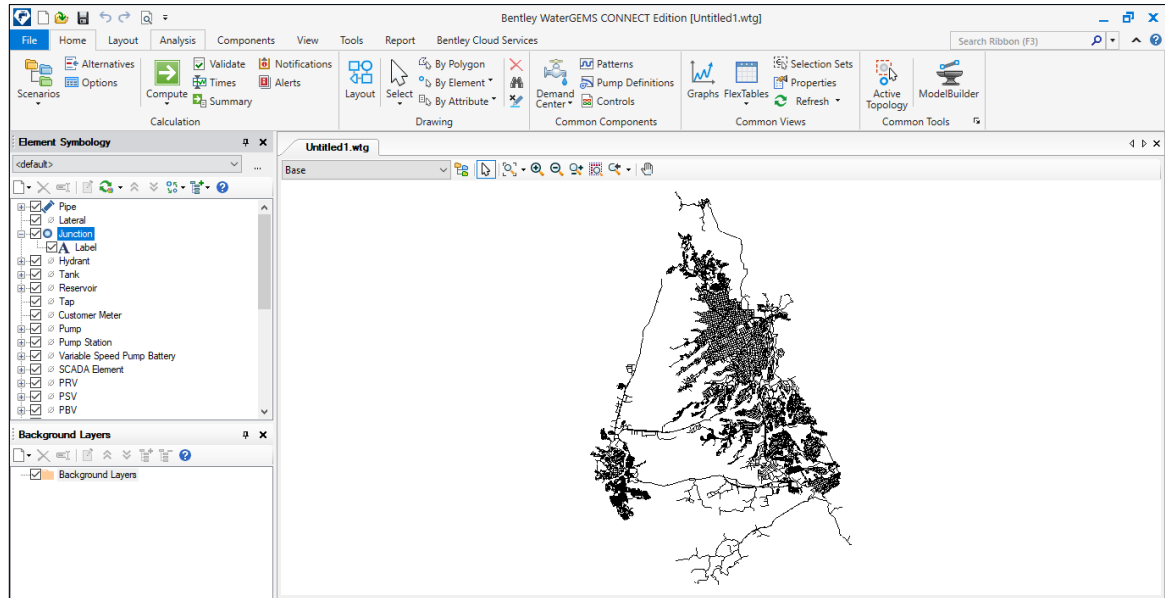
A fecha de corte el 31 de mayo de 2018, la base de datos del amb contaba con la siguiente información:

- 34.259 Accesorios de los cuales 1.857 son Unión 11 ¼, 2.619 Unión 22 ½, 4.522 Unión 45, 4.476 Unión 90, 3.029 Tapón, 2.960 Reducción, 13.256 Tee, 1.257 Cruz y 282 Yee
- 55.232 Tubos de los cuales 376 corresponden a la Conducción, 45.808 representan la Red menor y 9.048 a la Distribución
- 1.680 Hidrantes de los cuales 937 son Tipo tráfico, 181 Tipo Piso y 562 Tipo Milán
- 12508 Válvulas de las cuales 12.296 son válvula de cortes, 75 válvulas reguladoras, 96 válvulas de aire y 41 válvulas de purga
- 48 Tanques en toda el área de prestación de servicio
- 7 sistemas de bombeo
- 4 plantas de tratamiento
- 96 zonas donde se hace Macromedición
- 53 zonas que representan los distritos hidráulicos que sirven para dividir la zona de prestación de servicio
- 280.233 Suscriptores referenciados
- Información correspondiente a urbanismo como municipios (3), barrios (527), comunas, manzanas, nomenclatura vial y domiciliaria

5.2 MODELO HIDRAULICO

Se creó el modelo hidráulico el cual contiene la información tuberías, medidores, válvulas e hidrantes.

Figura 28. Modelo hidráulico en WaterGEMS.



Fuente: Equipo técnico amb

6. CONCLUSIONES

Las metodologías propuestas para la actualización de los catastros de redes y suscriptores a un SIG, lograron consolidar de manera conjunta la información que se encontraba en un software ineficiente, lo anterior enfocado a dar prontitud al logro de objetivos estratégicos como el fortalecimiento de las actividades de la cadena de valor para la prestación del servicio de acueducto y la implementación nuevas tecnologías propuesto en el plan estratégico de gestión del amb.

Los catastros entonces se convirtieron en la base fundamental para la creación del modelo hidráulico que a su vez apunta al cumplimiento del objetivo estratégico de optimizar la planificación, ejecución y seguimiento de los proyectos dado que, dicho modelo permite emular las condiciones reales presentadas en la red, sin embargo, tal finalidad es posible alcanzarla teniendo no solo el modelo hidráulico, sino que dicho modelo este calibrado, por lo que se recomienda al amb recopilar los datos de macro y micro mediciones que con los datos de tuberías, válvulas, hidrantes, accesorios y demandas se logre representar de manera virtual el comportamiento del sistema de distribución. Dado que un modelo hidráulico calibrado permite identificar zonas dentro de la red de distribución altamente probable a la presencia de usuarios clandestinos, también es posible reconocer zonas donde se presenten pérdidas técnicas y submedición. Tales acciones favorecerían el cálculo de indicadores tales como el Índice de Agua no Contabilizada (IANC), Índice de pérdidas por usuarios facturado (IPUF), Continuidad del servicio, análisis para la reposición y ampliaciones para aumentar la capacidad de la red, entre otros que hacen parte de la gestión operacional del amb y con los que el amb crea, estructura y desarrolla programas para mejorar el servicio.

Finalmente es importante resaltar, que la dinámica propia de extensión de las ciudades y por ende la premisa del amb a responder a tales demandas de

ampliación, se aconseja al amb que tanto los catastros como el modelo hidráulico sean periódicamente actualizados, dado que los cambios en la red representan variaciones en las condiciones hidráulicas, por lo que el reajuste constante a todos los archivos mencionados garantizara un amplio conocimiento de la red y su comportamiento.

BIBLIOGRAFÍA

ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P., “Informe de Creación del Modelo Hidráulico,” Bucaramanga.

ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P., “Informe de Gestión 2017,” Bucaramanga, 2017.

ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P., “Informe del Catastro del Sistema de Acueducto,” Bucaramanga.

ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P., “Informe Final del Catastro de Suscriptores (Descripción, Metodología, Resultados),” Bucaramanga.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C., “Definición de Catastro | Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital - UAECD.” [Online]. Available: <https://www.catastrobogota.gov.co/es/node/190>. [Accessed: 01-Aug-2018].

ALVAREZ E., “Actualización del catastro de la red de acueducto del municipio de Ocaña (Norte de Santander),” Universidad Francisco de Paula Santander - Ocaña, 2014.

ANONIMO, “Anexo Técnico Catastro de redes y de la infraestructura que afecta a la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado.”

ARCGIS DESKTOP. “Tipos de geodatabases [Online]. Available: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/geodatabases/types-of-geodatabases.htm>. [Accessed: 05-Sep-2018].

ARCGIS FOR DESKTOP “¿Qué es la geocodificación?—Ayuda.” [Online]. Available: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/guide-books/geocoding/what-is-geocoding.htm>. [Accessed: 02-Oct-2018].

ARCGIS FOR DESKTOP. “Trabajar con localizadores de direcciones y geocodificación—Ayuda” [Online]. Available: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/locators/working-with-address-locators-and-geocoding.htm>. [Accessed: 15-Oct-2018].

ARCGIS RESOURCE CENTER “Geoprocesamiento - informática con datos geográficos” [Online]. Available: <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n000000400000.htm>. [Accessed: 12-Aug-2018].

ARCGIS RESOURCE CENTER. “¿Qué es ArcGIS?” [Online]. Available: <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>. [Accessed: 15-Sep-2018].

ÁREA METROPOLITANA DE BUCARMANAGA AMB, “Estudio previo de control de pérdidas.” Bucaramanga, 2017.

BENTLEY “WaterGEMS – Software de análisis y diseño de sistemas de distribución de agua.” [Online]. Available: <https://www.bentley.com/es/products/product-line/hydraulics-and-hydrology-software/watergems>. [Accessed: 02-Oct-2018].

EMPRESAS PÚBLICAS DE CUNDINAMARCA E.S.P., “Anexo Técnico Consultoría para la actualización y/o validación de catastros de usuarios en diferentes municipios del departamento de Cundinamarca.” 2015.

EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN. E. S. P., “Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín. E. S. P.” 2013.

ERSAP, Procedimientos y buenas prácticas en Catastro de Redes de agua potable y Redes de alcantarillado. Tegucigalpa, 2007.

GARCIA RUIZ L. A. and OTÁLVARO ARANGO, D. M. “Diseño de un modelo de datos geográfico que soporte la gestión en organizaciones ambientales,” Universidad de Antioquia, 2009.

I. DE DATOS ESPECIALES PARA EL DISTRITO, “Catálogo de objetos geográficos del mapa de referencia para el distrito capital,” no. 25. pp. 1–80, 2006.

INFRAESTRUCTURA COLOMBIANA DE DATOS ESPECIALES, “Guía de implementación de Especificaciones Técnicas para productos de datos geográficos . 2018.” 2018.

LLOPIS J., Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio. 2005.

MÉNDEZ R., “Desarrollo de un geoportal utilizando ArcGIS online con datos del área de salud en el Ecuador,” Universidad Politécnica Salesiana, 2013.

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Título B. Sistemas de Acueducto. 2010.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL DE COLOMBIA “¿Qué es un SIG? - [Online]. Available: <https://www.mineduccion.gov.co/1621/article-190610.html>. [Accessed: 12-Aug-2018].

MINISTERIO DE VIVIENDA, “Resolución 0330.” 2017.

MUÑOZ C. and RUEDA A., “Manual de procedimientos para elaborar catastro de redes de alcantarillado,” Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2017.

NEGRETE LÓPEZ G. A. and RODRÍGUEZ ORTEGA B., “Arquitectura híbrida de acceso y visualización de datos,” Universidad de las Américas Puebla, 2004.

PEREZ N., “Modelación del sistema de abasto de agua potable Santa Marta-Varadero empleado el software EPANET 2.0vE.,” UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILLAS, 2003.

SG INGENIERIA EN DUCTOS “Catastro y levantamiento de redes” [Online]. Available: <http://sgingeneriaeductos.com/catastro-y-levantamiento-de-redes/>. [Accessed: 04-Aug-2018].

SOBOGAL Z. and RINCON A., “Administración de datos generados por un catastro de redes por medio de herramientas SIG,” Universidad de Manizales, 2017.

TÁEZ F. and MÉNDEZ E., “Modelo de gestión para creación de la unidad de agua no contabilizada, para la actualización catastral de redes de agua potable, de la EMAPA-I, en el sector urbano del cantón Ibarra, provincia de Imbabura,” UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, 2015.

VÉLEZ S., VALENCIA D., and GUERRERO J., “Catastro de usuarios y suscriptores como una herramienta de gestión en empresas de acueducto.,” Sci. Tech. Año XIII, no. N°34, pp. 583–588, 2007.

VLADIMIR L., “Procedimientos en catastro de redes,” Latinaguas, Akut. p. 28, 2007.

ANEXOS

Anexo A: Catálogo de Objetos

TEMA: GDB_Catastro_amb

Nombre	amb	Código	01
Definición	Inventario de la información correspondiente al registro técnico de redes y suscriptores y registro geográfico del urbanismo del área de prestación de servicios del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. a los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón		
Grupos	Los grupos son los siguientes Redes Urbanismo Suscriptores		

GRUPO: Redes

Nombre	Redes	Código	0101
Definición	Elementos que hacen parte de la red de distribución de agua potable en la zona de prestación de servicio.		
Objetos	Los objetos definidos dentro del grupo son: Accesorios Macromedidores Tubos Bombas Med_Presion Valvulas Hidrantes Plantas Distritos Tanques		
Tablas	N/A		

OBJETO: Accesorios

Nombre	Accesorios				Código	010101	
Definición	Cobertura geográfica que representa la ubicación de los elementos complementarios a la infraestructura física de la red de acueducto						
Alias	Accesorios						
Subtipo	Este subtipo obedece a la categorización de los accesorios de acuerdo al tipo de elemento:						
	1. Cruz	3. Tapon	5. Union 11 1/4	7. Union 45	9. Yee		
	2. Reduccion	4. Tee	6. Union 22 1/2	8. Union 90			
Responsable	Nombre de la entidad	Acueducto Metropolitano de Bucaramanga			Ciudad	Bucaramanga	
	Cargo				Departamento	Santander	
	Tipo de Responsable	Creador			País	Colombia	
	Dirección	Diagonal 32 No. 30A - 51 - Parque del Agua			Teléfono	6320220	
Atributos							
Nombre	Alias	Definición	Código	Tipo de Dato	Unidad de Medida	Dominio	
ID_Accesorio	ID_Acc	Identificador único de cada elemento	01010101	Double	N/A		
Tipo_Accesorio	Tipo_Acc	Subtipo que define la clase de accesorio	01010102	Short Integer	N/A		
Diametro1	Diam_1	Define un primer diámetro del accesorio	01010103	Text	Pulgadas	Diametro	
Diametro2	Diam_2	Define un segundo diámetro del accesorio (opcional)	01010104	Text	Pulgadas	Diametro	
Material	Material	Define el material del accesorio	01010105	Text	N/A	Material	
Barrio	Barrio	Define el límite administrativo donde esta el accesorio	01010106	Text	N/A	Barrio	
Sector	Sector	Define el sector hidráulico al que pertenece el accesorio	01010107	Text	N/A	Sector	
Elevacion	Elevacion	Elevación sobre el nivel del mar	01010108	Double	Metros		
Observaciones	Observaciones	Consideraciones adicionales	01010109	Text	N/A		
Relaciones entre objetos							
Nombre	Definición	Codigo	Nombre de rol	Tipo	Ordenado	Relación	Cardinalidad
Operaciones							
Nombre	Definición	Atributo			Firmas		

OBJETO: Bombas

Nombre	Bombas			Código	010102		
Definición	Cobertura geográfica que representa la ubicación de los sistemas de bombeo que hacen parte de la infraestructura física de la red de acueducto						
Alias	Bombas						
Subtipo							
Responsable	Nombre de la entidad	Acueducto Metropolitano de Bucaramanga	Ciudad	Bucaramanga			
	Cargo		Departamento	Santander			
	Tipo de Responsable	Creador		País	Colombia		
	Dirección	Diagonal 32 No. 30A - 51 - Parque del Agua	Teléfono	6320220			
Atributos							
Nombre	Alias	Definición	Código	Tipo de Dato	Unidad de Medida	Dominio	
ID_Bomba	ID_Bomba	Identificador único de cada elemento	01010201	Double	N/A		
Potencia	Potencia	Relación entre la energía de flujo proporcionado por la bomba y el tiempo que la misma ha estado en funcionamiento para	01010202	Double	Caballos de fuerza		
Caudal	Caudal	Cantidad de fluido que transita por la bomba en una unidad de tiempo	01010203	Double	Litros por segundo		
Altura Dinamica	Alt_Dinamica	Rrepresenta todos los obstáculos que tendrá que vencer un líquido impulsado por una máquina	01010204	Double	Metros columna de agua		
Sector	Sector	Define el sector hidráulico al que pertenece la bomba	01010205	Text	N/A	Sector	
Elevacion	Elevacion	Elevación sobre el nivel del mar	01010206	Double	Metros		
Observaciones	Observaciones	Consideraciones adicionales	01010207	Text	N/A		
Relaciones entre objetos							
Nombre	Definición	Codigo	Nombre de rol	Tipo	Ordenado	Relación	Cardinalidad
Operaciones							
Nombre	Definición	Atributo		Firmas			

OBJETO: Hidrantes

Nombre	Hidrantes			Código	010103	
Definición	Cobertura geográfica que representa la ubicación de los hidrantes complementarios a la infraestructura física de la red de acueducto					
Alias	Hidrantes					
Subtipo	Este subtipo obedece a la categorización de los accesorios de acuerdo al tipo de elemento:					
	1. Tipo Trafico					
	2. Tipo Piso					
Responsable	Nombre de la entidad	Acueducto Metropolitano de Bucaramanga		Ciudad	Bucaramanga	
	Cargo			Departamento	Santander	
	Tipo de Responsable	Creador		País	Colombia	
	Dirección	Diagonal 32 No. 30A - 51 - Parque del Agua		Teléfono	6320220	
Atributos						
Nombre	Alias	Definición	Código	Tipo de Dato	Unidad de Medida	Dominio
ID_Hidrante	ID_Hidrante	Identificador único de cada elemento	01010301	Double	N/A	
Tipo_Hidrante	Tipo_Hidrante	Subtipo que define la clase del hidrante	01010302	Short Integer	N/A	
Diametro	Diametro	Define el diametro principal del hidrante	01010303	Text	Pulgadas	Diametro
Presion	Presion	Define la presión del hidrante	01010304	Double	PSI	
Estado Funcion	Est_Funcion	Define si el elemento funciona o no	01010305	Text	N/A	Est_Funcion
Elevacion	Elevacion	Elevación sobre el nivel del mar	01010306	Double	Metros	
Observaciones	Observaciones	Consideraciones adicionales	01010307	Text	N/A	
Relaciones entre objetos						
Nombre	Definición	Código	Nombre de rol	Tipo	Ordenado	Relación
Operaciones						
Nombre	Definición	Atributo	Firmas			

OBJETO: Distritos

Nombre	Distritos			Código	010104	
Definición	Cobertura geográfica que representa la ubicación de los distritos hidráulicos que componen la red de acueducto					
Alias	Distritos					
Subtipo						
Responsable	Nombre de la entidad	Acueducto Metropolitano de Bucaramanga		Ciudad	Bucaramanga	
	Cargo			Departamento	Santander	
	Tipo de Responsable	Creador		País	Colombia	
	Dirección	Diagonal 32 No. 30A - 51 - Parque del Agua		Teléfono	6320220	
Atributos						
Nombre	Alias	Definición	Código	Tipo de Dato	Unidad de Medida	Dominio
Distrito	Distritos	Nombre del distrito hidráulico representado	01010401	Text	N/A	
Relaciones entre objetos						
Nombre	Definición	Código	Nombre de rol	Tipo	Ordenado	Relación
Operaciones						
Nombre	Definición	Atributo	Firmas			

OBJETO: Macromedidores

Nombre	Macromedidores				Código	010105	
Definición	Cobertura geográfica que representa la ubicación de los medidores de caudal de la infraestructura física de la red de acueducto						
Alias	Macromedidores						
Subtipo							
Responsable	Nombre de la entidad	Acueducto Metropolitano de Bucaramanga			Ciudad	Bucaramanga	
	Cargo				Departamento	Santander	
	Tipo de Responsable	Creador			País	Colombia	
	Dirección	Diagonal 32 No. 30A- 51 - Parque del Agua			Teléfono	6320220	
Atributos							
Nombre	Alias	Definición	Código	Tipo de Dato	Unidad de Medida	Dominio	
ID_Macromedidor	ID_Macromedidor	Identificador único de cada elemento	01010501	Double	N/A		
Caudal	Caudal	Cantidad de fluido que registra el macromedidor en una unidad de tiempo	01010502	Double	Litros por segundo		
Funcion Macromedidor	Funcion_Macro	Funcion del macromedidor	01010503	Double	N/A	Funcion_Macro	
Fabricante Macromedidor	Fabricante_Macro	Fabricante del macromedidor	01010504	Double	N/A	Fabrican_Macro	
Elevacion	Elevacion	Elevación sobre el nivel del mar	010105	Double	Metros		
Observaciones	Observaciones	Consideraciones adicionales	010105	Text	N/A		
Relaciones entre objetos							
Nombre	Definición	Codigo	Nombre de rol	Tipo	Ordenado	Relación	Cardinalidad
Operaciones							
Nombre	Definición	Atributo	Firmas				

OBJETO: Med_Presión

Nombre	Med_Presion				Código	010106	
Definición	Cobertura geográfica que representa la ubicación de los medidores de presión de la infraestructura física de la red de acueducto						
Alias	Medidores de Presion						
Subtipo							
Responsable	Nombre de la entidad	Acueducto Metropolitano de Bucaramanga			Ciudad	Bucaramanga	
	Cargo				Departamento	Santander	
	Tipo de Responsable	Creador			País	Colombia	
	Dirección	Diagonal 32 No. 30A- 51 - Parque del Agua			Teléfono	6320220	
Atributos							
Nombre	Alias	Definición	Código	Tipo de Dato	Unidad de Medida	Dominio	
ID_Presion	ID_Presion	Identificador único de cada elemento	01010601	Double	N/A		
Presion	Presion	Define la presion obtenida por el medidor	01010602	Double	PSI		
Tip_Medicion	Tip_Medicion	Funcion del medidor	01010603	Text	N/A	Tip_Medicion	
Fecha_Medicion	Fecha_Medicion	Define la fecha del registro del medidor	01010604	Date	N/A		
Fabricante	Fabricante	Fabricante del medidor	01010605	Text	N/A		
Sector	Sector	Define el sector hidráulico donde se encuentra ubicado el medidor	01010606	Text	N/A		
No_Inventario	No_Inventario	Número de inventario del Instrumento de medición	01010607	Text	N/A		
Elevacion	Elevacion	Elevación sobre el nivel del mar	01010608	Double	Metros		
Observaciones	Observaciones	Consideraciones adicionales	01010609	Text	N/A		
Relaciones entre objetos							
Nombre	Definición	Codigo	Nombre de rol	Tipo	Ordenado	Relación	Cardinalidad
Operaciones							
Nombre	Definición	Atributo	Firmas				

OBJETO: Plantas

Nombre	Plantas				Código	010107	
Definición	Cobertura geográfica que representa la ubicación de las plantas de tratamiento de la infraestructura física de la red de acueducto						
Alias	Plantas						
Subtipo							
Responsable	Nombre de la entidad	Acueducto Metropolitano de Bucaramanga			Ciudad	Bucaramanga	
	Cargo				Departamento	Santander	
	Tipo de Responsable	Creador			País	Colombia	
	Dirección	Diagonal 32 No. 30A - 51 - Parque del Agua			Teléfono	6320220	
Atributos							
Nombre	Alias	Definición	Código	Tipo de Dato	Unidad de Medida	Dominio	
ID_Plantas	ID_Plantas	Identificador único de cada elemento	01010701	Double	N/A		
Nombre	Nombre	Denominación de la planta de tratamiento	01010702	Text	N/A		
Fuente	Fuente	Fuente hídrica	01010703	Text	N/A		
Caudal	Caudal	Caudal máximo	01010704	Double	Litros por segundo		
Elevacion	Elevacion	Elevación sobre el nivel del mar	01010705	Double	Metros		
Observaciones	Observaciones	Consideraciones adicionales	01010706	Text	N/A		
Relaciones entre objetos							
Nombre	Definición	Código	Nombre de rol	Tipo	Ordenado	Relación	Cardinalidad
Operaciones							
Nombre	Definición	Atributo		Firmas			

OBJETO: Tanques

Nombre	Tanques				Código	010108	
Definición	Cobertura geográfica que representa la ubicación de los tanques de almacenamiento de la infraestructura física de la red de						
Alias	Tanques						
Subtipo							
Responsable	Nombre de la entidad	Acueducto Metropolitano de Bucaramanga			Ciudad	Bucaramanga	
	Cargo				Departamento	Santander	
	Tipo de Responsable	Creador			País	Colombia	
	Dirección	Diagonal 32 No. 30A - 51 - Parque del Agua			Teléfono	6320220	
Atributos							
Nombre	Alias	Definición	Código	Tipo de Dato	Unidad de Medida	Dominio	
ID_Tanque	ID_Tanque	Identificador único de cada elemento	01010801	Double	N/A		
Nombre	Nombre	Denominación del tanque de almacenamiento	01010802	Text	N/A		
Capacidad	Capacidad	Volumen de almacenamiento	01010803	Double	m3		
Cota_Fondo	Cota_Fondo	Altura de fondo del tanque	01010804	Double	Metros		
Cota_Rebose	Cota_Rebose	Altura de rebose del tanque	01010805	Double	Metros		
Altura	Altura	Altura total del tanque	01010806	Double	Metros		
Elevacion	Elevacion	Elevación sobre el nivel del mar	01010807	Double	Metros		
Observaciones	Observaciones	Consideraciones adicionales	01010808	Text	N/A		
Relaciones entre objetos							
Nombre	Definición	Código	Nombre de rol	Tipo	Ordenado	Relación	Cardinalidad
Operaciones							
Nombre	Definición	Atributo		Firmas			

OBJETO: Tubos

Nombre	Tubos			Código	010109	
Definición	Cobertura geográfica que representa la ubicación de los tramos de tuberías de la infraestructura física de la red de acueducto					
Alias	Tubos					
Subtipo	Este subtipo obedece a la categorización de las tuberías de acuerdo a su función:					
	1. Aducción	3. Distribución				
	2. Conducción	4. Red Menor				
Responsable	Nombre de la entidad	Acueducto Metropolitano de Bucaramanga	Ciudad	Bucaramanga		
	Cargo		Departamento	Santander		
	Tipo de Responsable	Creador		País	Colombia	
	Dirección	Diagonal 32 No. 30A - 51 - Parque del Agua	Teléfono	6320220		
Atributos						
Nombre	Alias	Definición	Código	Tipo de Dato	Unidad de Medida	Dominio
ID_Tubo	ID_Tubo	Identificador único de cada elemento	01010901	Double	N/A	
Jerarquia	Jerarquia	Subtipo que define la clase de tubería	01010902	Short Integer	N/A	
Diametro	Diametro	Define el diámetro de la tubería	01010903	Double	Pulgadas	Diametro
Material	Material	Define el material de la tubería	01010904	Text	N/A	Material
Tipo de superficie	Tipo_Superficie	Tipo de superficie sobre la que se encuentra la tubería	01010905	Text	N/A	Tipo_Superficie
Estado de la red	Estado_Red	Estado actual de la tubería	01010906	Text	N/A	Estado_Red
Fecha de Instalación	Fecha_Inst	Fecha de instalación de la tubería	01010907	Date	N/A	
Barrio	Barrio	Define el límite administrativo donde se encuentra ubicado el tubo	01010908	Text	N/A	Barrio
Sector	Sector	Define el sector hidráulico al que pertenece el tubo	01010909	Text	N/A	Sector
Elevacion	Elevacion	Elevación sobre el nivel del mar	01010910	Double	Metros	
Observaciones	Observaciones	Consideraciones adicionales	01010911	Text	N/A	
Ks	Ks	Factor multiplicador equivalente a las pérdidas menores de la tubería	01010912	Double	Adimensional	
Diametro Interno	Diametro_In	Diametro interno de la tubería	01010913	Double	Milímetros	
Ecuación Condición Hidráulico	Ecuacion_Cond_Hid	Método de cálculo de la simulación hidráulica	01010914	Text	N/A	
Relaciones entre objetos						
Nombre	Definición	Codigo	Nombre de rol	Tipo	Ordenado	Relación
						Cardinalidad
Operaciones						
Nombre	Definición	Atributo		Firmas		

OBJETO: Válvulas

Nombre	Valvulas	Código	010110				
Definición	Cobertura geográfica que representa la ubicación de las válvulas correspondientes a la infraestructura física de la red de acueducto						
Alias	Valvulas						
Subtipo	Este subtipo obedece a la categorización de las válvulas de acuerdo a su función: 1. Valvula Ventosa 3. Valvula Reguladora 5. Valvula Inferida 2. Valvula Corte 4. Valvula Purga						
Responsable	Nombre de la entidad	Acueducto Metropolitano de Bucaramanga	Ciudad	Bucaramanga			
	Cargo		Departamento	Santander			
	Tipo de Responsable	Creador	País	Colombia			
	Dirección	Diagonal 32 No. 30A - 51 - Parque del Agua	Teléfono	6320220			
Atributos							
Nombre	Alias	Definición	Código	Tipo de Dato	Unidad de Medida	Dominio	
ID_Valvula	ID_Valvula	Identificador único de cada elemento	01011001	Double	N/A		
Tipo de valvula	Tipo_Valvula	Corresponde a la clasificación según subtipo de las válvulas	01011002	Short Integer	N/A		
Diametro	Diametro	Define el diámetro de la valvula	01011003	Double	Pulgadas	Diametro	
Profundidad	Profundidad	Profundidad a la que se encuentra la valvula	01011004	Double	Metros		
Grado de Apertura	Grado_Apertura	Expresa el grado de apertura de la válvula	01011005	Text	Grados	Grado_Aper	
Número de vueltas	Num_Vueltas	Corresponde al número de vueltas de la válvula en campo	01011006	Text	Unidad		
Estado Normal	Estado Normal	Estado normal de comportamiento de la válvula	01011007	Text	N/A	Estado_Valvula	
Estado Funcion	Estado Funcion	Estado de funcionamiento de la válvula en campo	01011008	Text	N/A	Estado_Valvula	
Estado Actual	Estado Actual	Estado actual de comportamiento de la válvula	01011009	Text	N/A	Est_Funcion	
Elevacion	Elevacion	Elevación sobre el nivel del mar	01011010	Double	Metros		
Observaciones	Observaciones	Consideraciones adicionales	01011011	Text	N/A		
Relaciones entre objetos							
Nombre	Definición	Codigo	Nombre de rol	Tipo	Ordenado	Relación	Cardinalidad
Operaciones							
Nombre	Definición	Atributo		Firmas			

GRUPO: Urbanismo

Nombre	Urbanismo	Código	0102
Definición	El urbanismo constituye la organización u ordenación de las edificaciones y los espacios de una ciudad acorde a un marco normativo.		
Objetos	Los objetos definidos dentro del grupo son: Barrios Municipios Comunas Nom_Dom Construcciones Nom_Vial Manzanas		
Tablas	N/A		

OBJETO: Barrios

Nombre	Barrio			Código	010201		
Definición	Cobertura geográfica que representa la ubicación y perímetro de los barrios pertenecientes a la zona de prestación de servicio del						
Alias	Barrio						
Subtipo							
Responsable	Nombre de la entidad	Acueducto Metropolitano de Bucaramanga	Ciudad	Bucaramanga			
	Cargo		Departamento	Santander			
	Tipo de Responsable	Creador	País	Colombia			
	Dirección	Diagonal 32 No. 30A - 51 - Parque del Agua	Teléfono	6320220			
Atributos							
Nombre	Alias	Definición	Código	Tipo de Dato	Unidad de Medida	Dominio	
Barrio_ID	SIC_ID	Identificador único de cada barrio	01020101	Double	N/A		
Municipio	Municipio	Código de identificación asignado por IGAC	01020102	Double	N/A		
Comuna_ID	Comuna_ID	Define la comuna a la que pertenece el barrio	01020103	Text	N/A		
Nombre	Nombre	Define el nombre del barrio	01020104	Text	N/A		
Area_m2	Area_m2	Define el área del barrio	01020105	Double	m2		
Relaciones entre objetos							
Nombre	Definición	Código	Nombre de rol	Tipo	Ordenado	Relación	Cardinalidad
Operaciones							
Nombre	Definición	Atributo	Firmas				

OBJETO: Comunas

Nombre	Comunas			Código	010202		
Definición	Cobertura geográfica que representa la ubicación y perímetro de las comunas pertenecientes a la zona de prestación de servicio del						
Alias	Comunas						
Subtipo							
Responsable	Nombre de la entidad	Acueducto Metropolitano de Bucaramanga	Ciudad	Bucaramanga			
	Cargo		Departamento	Santander			
	Tipo de Responsable	Creador	País	Colombia			
	Dirección	Diagonal 32 No. 30A - 51 - Parque del Agua	Teléfono	6320220			
Atributos							
Nombre	Alias	Definición	Código	Tipo de Dato	Unidad de Medida	Dominio	
Comuna_ID	Comuna_ID	Identificador único de cada Comuna	01020201	Double	N/A		
Nombre	Nombre	Define el nombre de cada comuna	01020202	Text	N/A		
Area	Area	Define el área de cada comuna	01020203	Double	m2		
Perímetro	Perímetro	Define el perímetro de cada comuna	01020204	Double	Metros		
Relaciones entre objetos							
Nombre	Definición	Código	Nombre de rol	Tipo	Ordenado	Relación	Cardinalidad
Operaciones							
Nombre	Definición	Atributo	Firmas				

OBJETO: Construcciones

Nombre	Construcciones				Código	010203	
Definición	Contiene los objetos generados por la unión de materiales adheridos al terreno, con carácter de permanente, cualesquiera sean los elementos que lo constituyan de los municipios bajo la jurisdicción del IGAC extensión geográfica es el área urbana y de expansión del municipio de Bucaramanga, Floridablanca y Girón						
Alias	Construcciones						
Subtipo							
Responsable	Nombre de la entidad	Acueducto Metropolitano de Bucaramanga			Ciudad	Bucaramanga	
	Cargo				Departamento	Santander	
	Tipo de Responsable	Creador			País	Colombia	
	Dirección	Diagonal 32 No. 30A - 51 - Parque del Agua			Teléfono	6320220	
Atributos							
Nombre	Alias	Definición	Código	Tipo de Dato	Unidad de Medida	Dominio	
Codigo	Codigo	Código único utilizado para identificar cada elemento geográfico de la cobertura.	01020301	Text	N/A		
Tipo de Construccion	Tipo_Const	Define el tipo de construcción	01020302	Text	N/A		
Tipo de Dominio	Tipo_Domin	Determina si es una construcción pública o privada	01020303	Text	N/A		
Numero de pisos	Numero_Pis	Define el número de piso	01020304	Long	N/A		
Numero de sotanos	Numero_Sot	Define el número de sotanos	01020305	Long	N/A		
Relaciones entre objetos							
Nombre	Definición	Codigo	Nombre de rol	Tipo	Ordenado	Relación	Cardinalidad
Operaciones							
Nombre	Definición	Atributo			Firmas		

OBJETO: Manzanas

Nombre	Manzanas				Código	010204	
Definición	Espacio geográfico donde se agrupa un conjunto de lotes con o sin construcción los cuales se encuentran delimitados por espacio público y/o accidentes naturales. Su extensión geográfica es el área urbana y de expansión del municipio de Bucaramanga, Floridablanca y Girón						
Alias	Manzanas						
Subtipo							
Responsable	Nombre de la entidad	Acueducto Metropolitano de Bucaramanga			Ciudad	Bucaramanga	
	Cargo				Departamento	Santander	
	Tipo de Responsable	Creador			País	Colombia	
	Dirección	Diagonal 32 No. 30A - 51 - Parque del Agua			Teléfono	6320220	
Atributos							
Nombre	Alias	Definición	Código	Tipo de Dato	Unidad de Medida	Dominio	
Codigo	Codigo	Código único utilizado para identificar cada elemento geográfico de la cobertura.	01020401	Text	N/A		
Codigo del Barrio	Barrio_Cod	Define el codigo del barrio al cual pertenece la manzana	01020402	Text	N/A		
Relaciones entre objetos							
Nombre	Definición	Codigo	Nombre de rol	Tipo	Ordenado	Relación	Cardinalidad
Operaciones							
Nombre	Definición	Atributo			Firmas		

OBJETO: Municipios

Nombre	Municipios				Código	010205	
Definición	Espacio geográfico de los municipios pertenecientes al área de prestación de servicio del acueducto metropolitano de Bucaramanga						
Alias	Municipios						
Subtipo							
Responsable	Nombre de la entidad	Acueducto Metropolitano de Bucaramanga			Ciudad	Bucaramanga	
	Cargo				Departamento	Santander	
	Tipo de Responsable	Creador			País	Colombia	
	Dirección	Diagonal 32 No. 30A - 51 - Parque del Agua			Teléfono	6320220	
Atributos							
Nombre	Alias	Definición	Código	Tipo de Dato	Unidad de Medida	Dominio	
ID Municipio	ID	Identificador combinando tanto el del departamento como del municipio	01020501	Text	N/A		
Codigo Departamento	Cod_Dep	Identificador solo del Departamento asignado por el IGAC	01020502	Text	N/A		
Codigo Municipio	Cod_Mun	Identificado solo del Municipio asignado por el IGAC	01020503	Text	N/A		
Nombre	Nombre	Define el nombre de cada municipio	01020504	Text	N/A		
Relaciones entre objetos							
Nombre	Definición	Codigo	Nombre de rol	Tipo	Ordenado	Relación	Cardinalidad
Operaciones							
Nombre	Definición	Atributo			Firmas		

OBJETO: Nomenclatura Domiciliaria

Nombre	Nomenclatura Domiciliaria				Código	010206	
Definición	Contiene el espacio geográfico de uso público o privado, abierta al público, destinada al tránsito de vehículos, personas y animales; se define por el número o nombre de la vía, el cual se conoce como nomenclatura vial de los municipios bajo la jurisdicción del IGAC.						
Alias	Nom_Dom						
Subtipo							
Responsable	Nombre de la entidad	Acueducto Metropolitano de Bucaramanga			Ciudad	Bucaramanga	
	Cargo				Departamento	Santander	
	Tipo de Responsable	Creador			País	Colombia	
	Dirección	Diagonal 32 No. 30A - 51 - Parque del Agua			Teléfono	6320220	
Atributos							
Nombre	Alias	Definición	Código	Tipo de Dato	Unidad de Medida	Dominio	
Texto	Texto	Número o nombre de la vía	01020601	Text	N/A		
Relaciones entre objetos							
Nombre	Definición	Codigo	Nombre de rol	Tipo	Ordenado	Relación	Cardinalidad
Operaciones							
Nombre	Definición	Atributo			Firmas		

OBJETO: Nomenclatura Vial

Nombre	Nomenclatura Vial			Código	010206	
Definición	Contiene el espacio geográfico de uso público o privado, abierta al público, destinada al tránsito de vehículos, personas y animales; se define por el número o nombre de la vía, el cual se conoce como nomenclatura vial de los municipios bajo la jurisdicción del IGAC.					
Alias	Nom_Vial					
Subtipo						
Responsable	Nombre de la entidad	Acueducto Metropolitano de Bucaramanga		Ciudad	Bucaramanga	
	Cargo			Departamento	Santander	
	Tipo de Responsable	Creador		País	Colombia	
	Dirección	Diagonal 32 No. 30A - 51 - Parque del Agua		Teléfono	6320220	
Atributos						
Nombre	Alias	Definición	Código	Tipo de Dato	Unidad de Medida	Dominio
Texto	Texto	Número o nombre de la vía	01020701	Text	N/A	
Relaciones entre objetos						
Nombre	Definición	Codigo	Nombre de rol	Tipo	Ordenado	Relación
Operaciones						
Nombre	Definición	Atributo		Firmas		

GRUPO: Suscriptores

Nombre	Suscriptores	Código	0103
Definición	Contiene información que corresponde a los suscriptores de acueducto de la empresa amb S.A. E.S.P.		
Objetos	Los objetos definidos dentro del grupo son: Suscriptores		
Tablas	N/A		


OBJETO: Suscriptores

Nombre	Suscriptores				Código	010301	
Definición	Contiene información que corresponde a los suscriptores de acueducto de la empresa amb S.A. E.S.P.						
Alias	Suscriptores						
Subtipo							
Responsable	Nombre de la entidad	Acueducto Metropolitano de Bucaramanga			Ciudad	Bucaramanga	
	Cargo				Departamento	Santander	
	Tipo de Responsable	Creador			País	Colombia	
	Dirección	Diagonal 32 No. 30A- 51 - Parque del Agua			Teléfono	6320220	
Atributos							
Nombre	Alias	Definición	Código	Tipo de Dato	Unidad de Medida	Dominio	
Codigo	Codigo	Identificador único del sistema de información comercial para cada suscriptor	01030101	Double	N/A		
Dirección	Direccion	Referencia única con respecto a la nomenclatura vial	01030102	Text	N/A		
Uso	Uso	Define el uso del servicio (Domestico, comercial, etc)	01030103	Text	N/A		
Estrato	Estrato	Define el estrato donde esta ubicado el suscriptor	01030104	Text	N/A		
Coordenada X	Coord_X	Ubicación espacial de la abscisas, expresada en metros, en un sistema de referencia MAGNA SIRGAS	01030105	Double	Metros		
Coordenada Y	Coord_Y	Ubicación espacial de la abscisas, expresada en metros, en un sistema de referencia MAGNA SIRGAS	01030106	Double	Metros		
Consumo	Consumo	Consumo promedio de los últimos 6 meses	01030107	Double	Metros cúbicos por mes		
Barrio	Barrio	Barrio donde esta ubicado el suscriptor	01030108	Text	N/A	Barrio	
Municipio	Municipio	Municipio donde esta ubicado el suscriptor	01030109	Text	N/A		
Observaciones	Observaciones	Consideraciones adicionales	01030110	Text	N/A		
Relaciones entre objetos							
Nombre	Definición	Codigo	Nombre de rol	Tipo	Ordenado	Relación	Cardinalidad
Operaciones							
Nombre	Definición	Atributo		Firmas			

Anexo B. Formato Diagrama de Esquina

		DIAGRAMA DE ESQUINAS										CODIGO: DIA-DE-ESQ-01			
		DATOS DEL CONTRATISTA / URBANIZADOR					CARACTERISTICAS DE LA OBRA					VERSION: V1			
												PAGINA: 1 DE 1			
BARRIO		MUNICIPIO		TIPO DE VIA			TIPO DE PAVIMENTO O SUPERFICIE					OBSERVACIONES			
				VEHICULAR PEATONAL			FF PR CT AC ATE PF AT A ZV								
LOCALIZACION EN PLANTA						N° DE PLANCHA		N° DE ESQUINA		FECHA DE ENTREGA					
						ABREVIATURAS									
						TIPO DE PAVIMENTO O SUPERFICIE		TIPO DE TUBERIA		TIPO DE VALVULAS		FUNCIONAMIENTO VAL			
<ul style="list-style-type: none"> • PAVIMENTO FLEXIBLE= FF • PAVIMENTO RIGIDO= PR • CALZADA DESTAFADA= CT • ANCHEN EN CONCRETO= AC • ANCHEN TERMINADO ESPECIAL= ATE • PIEDRA PISADA= PF • ANCHEN EN TIERRA= AT • ADDOSIL=A • ZONA VERDE= ZV 		<ul style="list-style-type: none"> • TUBERIA DE ACERO= A • TUBERIA ARMADO CEMENTO= AC • TUBERIA CCP= CCP • TUBERIA PVC= PVC • TUBERIA HIERRO GALVANIZADO= HD • TUBERIA HIERRO FUNDIDO= HF • TUBERIA HIERRO FUNDIDO DUCTIL= HD 		<ul style="list-style-type: none"> • DE CORTE= C • PUERNA= P • VENTILADOR= V • REGULADOR= AR 		<ul style="list-style-type: none"> • MANROGA • BOLA • CHEQUE 									
CONVENCIONES 		N°		ACCESORIO		MATERIALES		DIAMETRO (Ø)		PROFUNDIDAD (m)		LOCALIZACION			
												D1 (m) D2 (m)			
CONVENCIONES 		N°		TIPO VAL.		FUNCIONAMIENTO		ESTADO		FABRICANTE.		MAT.		LOCALIZACION	
														D1 (m) D2 (m)	
ELABORO:						ELABORO:									

Anexo C: Formato Ficha Técnica

NA	CAPTURA DE INFORMACIÓN TÉCNICA DE ELEMENTOS VISIBLES DE LA RED	 <small>ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BOGOTÁ S.A. E.S.P.</small>
Rev. 0	DEPARTAMENTO DE OPERACIONES	
1. ID ELEMENTO: _____ 2. COD. PLANCHA: _____ 3. FOTO: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> 4. DIRECCION: _____		
CARACTERÍSTICAS DEL ELEMENTO		
HIDRANTE <input type="checkbox"/> VALVULA <input type="checkbox"/>		
1. DIÁMETRO (ln): _____		
2. MATERIAL CUERPO VÁLVULA: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> HD <input type="checkbox"/> HF <input type="checkbox"/> ACERO <input type="checkbox"/> OTROS 		
3. MATERIAL SELLO VÁLVULA: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ELASTOMERO <input type="checkbox"/> BRONCE <input type="checkbox"/> HF <input type="checkbox"/> OTRO 		
4. TIPO DE VÁLVULA: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> CORTE <input type="checkbox"/> VENTOSA <input type="checkbox"/> REGULADORA DE PRESIÓN <input type="checkbox"/> PURGA <input type="checkbox"/> INFERIDO <input type="checkbox"/> ANTICIPADA <input type="checkbox"/> CONTROL DE NIVEL 		
ESPACIO PARA REGISTRO FOTOGRÁFICO		
5. ESTADO ACTUAL OPERACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ABIERTA <input type="checkbox"/> CERRADA <input type="checkbox"/> REGULADA 		
		OBSERVACIONES: _____
6. ESTADO DE LA VÁLVULA: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> BUENA <input type="checkbox"/> MALA <input type="checkbox"/> REGULAR 		
		OBSERVACIONES: _____
CAJA DE PROTECCIÓN		
1. TIPO DE CAJA: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> CONCRETO MONOLÍTICO <input type="checkbox"/> MAMPOSTERÍA CONFINADA <input type="checkbox"/> CAJA PREFABRICADA <input type="checkbox"/> CAJA MAMPOSTERÍA <input type="checkbox"/> SIN CAJA 		
		DIMENSIONES: _____ LARGO: _____ ANCHO: _____ PROFUNDIDAD: _____ DIÁMETRO: _____
2. TIPO DE SEGURIDAD: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> TAPA ACERO 0.22 <input type="checkbox"/> TAPA VPC <input type="checkbox"/> TAPA MANHOLE 		
3. ESTADO DE LA CAJA DE LA VÁLVULA: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> BUENA <input type="checkbox"/> POR LIMPIEZA <input type="checkbox"/> PARA CAMBIO 		
OBSERVACIONES: _____		