

**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LOS
DATOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE ARMENIA**

**YISBERY DUSSÁN CARDONA
FRANCISCO JAVIER ESPITIA LOZANO
OSCAR EDUARDO CARRILLO CASTRO
JUAN GUILLERMO RAMÍREZ GARCÍA**

**UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ARMENIA QUINDÍO**

2006

**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LOS
DATOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE ARMENIA**

YISBERY DUSSÁN CARDONA	CÓD. 38935
FRANCISCO JAVIER ESPITIA LOZANO	CÓD. 60986
JUAN GUILLERMO RAMÍREZ GARCÍA	CÓD. 61492
OSCAR EDUARDO CARRILLO CASTRO	CÓD. 61090

**Proyecto de grado presentado para optar al título
de Tecnólogo en Topografía.**

**UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TOPOGRAFÍA
ARMENIA QUINDÍO**

2006

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Armenia, Marzo de 2006

A mis padres por su empeño para ayudarme a lograr todas las metas que me he propuesto, a mis amigos y compañeros por acompañarme en este arduo camino

Oscar Eduardo Carrillo Castro

A mis padres por su apoyo y confianza para lograr todas mis metas propuestas, a mi esposo por el apoyo incondicional y paciencia, a mis amigos y compañeros de estudio y de trabajo (EPA) por compartir y guiarme en este camino.

Yisbery Dussán Cardona

A mi familia que con su constante apoyo me Ayudaron a obtener esta gran meta.

Francisco Javier Espitia Lozano

A mi familia por apoyarme y ayudarme a culminar esta carrera.

Juan Guillermo Ramírez García

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

A la Universidad del Quindío por brindarnos la oportunidad de realizarnos como profesionales.

Al programa de Tecnología en Topografía por contar con docentes calificados quienes fueron nuestra guía y apoyo en el transcurso de la carrera.

Al Centro de Estudios de Investigación de la Facultad de Ingeniería (CEIFI), por sus aportes y orientación en la ejecución del presente proyecto.

A las Empresas Públicas de Armenia y a todo el personal que la compone por la oportunidad y confianza que nos dieron para ejercer un trabajo de nuestro perfil como profesionales.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. TEMA	20
2. PROBLEMA	22
3. JUSTIFICACIÓN	23
4. OBJETIVOS	24
4.1 OBJETIVO GENERAL	24
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
5. EMPRESAS PÚBLICAS DE ARMENIA	25
5.1 AMBIENTACIÓN	25
5.2 MARCO REFERENCIAL	26
5.3 MARCO LEGAL	26
5.4 MARCO TEÓRICO	30
5.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	33
6. METODOLOGÍA	35
7. ACTUALIZACIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE ARMENIA	36
7.1 ÁREA DE INVESTIGACIÓN	36
7.2 ÁREA DE REGISTRO DE INFORMACIÓN EN CAMPO	37
7.3 ÁREA DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	38
7.4 ÁREA DE DIGITACIÓN Y DIGITALIZACIÓN	38
7.5 ÁREA DE AJUSTES Y REPLANTEO	39
8. ACTIVIDADES REALIZADAS CONSOLIDADOS – TABLAS	40
8.1. CONSOLIDADOS – TABLAS	42
9. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	44
10. CONCLUSIONES	47

11. RECOMENDACIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	50
ANEXOS	51

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Estado de las cámaras sectores 9 y 10	42
Tabla 2. Tipo de cámaras sector 10	42
Tabla 3. Tipos de cámaras colectores sector 10	43

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estado de las cámaras sector 9	44
Figura 2. Estado de las cámaras sector 10	44
Figura 3. Tipos de las cámaras sector 10	45
Figura 4. Tipos de cámaras colectores sector 10	46

LISTA DE ANEXOS

ANEXOS

- A. Formulario de investigación
- B. Formato de levantamiento
- C. Formato de actividades Plan Maestro
- D. Plano/detalles
- E. Plano/detalles y cortes
- F. Bosquejo
- G. Plano de Armenia Zonificado

GLOSARIO

Aguas lluvias: Aguas provenientes de la precipitación pluvial.

Aguas residuales: Desechos líquidos provenientes de residencias, edificios, instituciones, fábricas o industrias.

Aguas residuales domésticas: Desechos líquidos provenientes de la actividad doméstica en residencias, edificios e instituciones.

Aguas residuales industriales: Desechos líquidos provenientes de las actividades industriales.

Aguas de infiltración: Agua proveniente del subsuelo, indeseable para el sistema separado y que penetra en el alcantarillado.

Alcantarillado: Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales o de las aguas lluvias.

Alcantarillado de aguas combinadas: Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte, tanto de las aguas residuales como de las aguas lluvias.

Alcantarillado de aguas lluvias: Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de aguas lluvias. RAS-2.000. Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales y Pluviales

Alcantarillado de aguas residuales: Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de las aguas residuales domésticas y/o industriales.

Alcantarillado separado: Sistema constituido por un alcantarillado de aguas residuales y otro de aguas lluvias que recolectan en forma independiente en un mismo sector.

Aliviadero: Estructura diseñada en colectores combinados, con el propósito de separar los caudales que exceden la capacidad del sistema y conducirlos a un sistema de drenaje de agua lluvia.

Caja de inspección domiciliaria: Cámara localizada en el límite de la red pública de alcantarillado y la privada, que recoge las aguas residuales, lluvias o combinadas provenientes de un inmueble.

Cámara de caída: Estructura utilizada para dar continuidad al flujo cuando una tubería llega a una altura considerable respecto de la tubería de salida.

Canal: Cauce artificial, revestido o no, que se construye para conducir las aguas lluvias hasta su entrega final en un cauce natural.

Canalizar: Acción y efecto de construir canales para regular un cauce o corriente de un río o arroyo.

Cañuela: Parte interior inferior de una estructura de conexión o pozo de inspección, cuya forma orienta el flujo.

Colector principal ó matriz: Conducto cerrado circular, semicircular, rectangular, entre otros, sin conexiones domiciliarias directas que recibe los caudales de los tramos secundarios, siguiendo líneas directas de evacuación de un determinado sector.

Conexión domiciliaria: Tubería que transporta las aguas residuales y/o las aguas lluvias desde la caja domiciliar hasta un colector secundario. Generalmente son de 150 mm de diámetro para vivienda unifamiliar.

Cota de batea: Nivel del punto más bajo de la sección transversal interna de una tubería o colector.

Cota de clave: Nivel del punto más alto de la sección transversal externa de una tubería o colector.

Cuneta: Canal de sección triangular ubicado entre el sardinel y la calzada de una calle, destinado a conducir las aguas lluvias hacia los sumideros.

Diámetro: Diámetro interno real de conductos circulares.

Emisario final: Colectores cerrados que llevan parte o la totalidad de las aguas lluvias, sanitarias o combinadas de una localidad hasta el sitio de vertimiento o a las plantas de tratamiento de aguas residuales. En caso de aguas lluvias pueden ser colectores a cielo abierto.

Estructura de conexión o estructura-pozo: Estructura construida para la unión de uno o más colectores, con el fin de permitir cambios de alineamiento horizontal y vertical en el sistema de alcantarillado, entre otros propósitos.

Estructuras de entrega: Estructuras utilizadas para evitar daños e inestabilidad en el cuerpo de agua receptor de aguas lluvias o residuales.

Interceptor: Conducto cerrado que recibe las afluencias de los colectores principales, y generalmente se construye paralelamente a quebradas o ríos, con el fin de evitar el vertimiento de las aguas residuales a los mismos.

Magna: Marco Geocéntrico Nacional de referencia.

Plan Maestro de Alcantarillado: Plan de ordenamiento del sistema de alcantarillado de una localidad para un horizonte de planeamiento dado.

Pozo de succión: Tanque o estructura dentro del cual las aguas residuales son extraídas por bombeo.

Pozo o cámara de inspección: Estructura de ladrillo o concreto, de forma usualmente cilíndrica, que remata generalmente en su parte superior en forma tronco-cónica, y con tapa removible para permitir la ventilación, el acceso y el mantenimiento de los colectores.

Profundidad del colector: Diferencia de nivel entre la superficie del terreno o la rasante de la calle y la cota clave del colector.

Red local de alcantarillado: Conjunto de tuberías y canales que conforman el sistema de evacuación de las aguas residuales, pluviales o combinadas de una comunidad, y al cual desembocan las acometidas del alcantarillado de los inmuebles.

Red pública de alcantarillado: Conjunto de colectores domiciliarios y matrices que conforman el sistema de alcantarillado.

Red secundaria de alcantarillado: Conjunto de colectores que reciben contribuciones de aguas domiciliarias en cualquier punto a lo largo de su longitud.

Sumidero: Estructura diseñada y construida para cumplir con el propósito de captar las aguas de escorrentía que corren por las cunetas de las calzadas

de las vías para entregarlas a las estructuras de conexión o pozos de inspección de los alcantarillados combinados o de lluvias.

Tramo: Colector comprendido entre dos estructuras de conexión.

Tramos iniciales: Tramos de colectores domiciliarios que dan comienzo al sistema de alcantarillado.

Tubo ó tubería: Conducto prefabricado, o construido en sitio, de concreto, concreto reforzado, plástico, poliuretano de alta densidad, asbesto-cemento, hierro fundido, gres vitrificado, PVC, plástico con refuerzo de fibra de vidrio, u otro material cuya tecnología y proceso de fabricación cumplan con las normas técnicas correspondientes. Por lo general su sección es circular.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de pasantía realizado generó actividades que fueron parte de la actualización de los datos de la red de alcantarillado de la ciudad de Armenia, desarrolladas en el segundo semestre de 2005, lo cual ofreció unos grandes beneficios que están siendo aprovechados en los sectores 9 y 10 por la comunidad de Armenia directamente.

La empresa se dio cuenta que el alcantarillado de la ciudad requiere de una actualización de su información para un mejoramiento constante de este. A partir de documentación existente como planos formatos y carteras de trabajos anteriormente realizados, se dio paso a la toma de información por medio de equipo topográfico y un personal especializado en el tema de catastro de redes para el Plan Maestro de Alcantarillado. El (PMA) se encargó de enterar a todas las personas interesadas en obtener información sobre el estado, localización y mantenimiento del alcantarillado, trabajo que se ha venido realizando desde el año 1999.

El control siempre fue realizado por las Empresas Públicas de Armenia quienes estuvieron al tanto de los problemas que afectaron la red de alcantarillado de la ciudad, apoyados en personal calificado como fue la comisión de pasantes de la universidad del Quindío quienes cuentan con un excelente criterio y visión social para proporcionar soluciones claras y objetivas que contribuyeron al mejoramiento y protección actual y futura de las redes del sistema de alcantarillado de aguas lluvias y servidas, en coordinación con otras áreas de la Empresas Públicas de Armenia.

El proyecto tuvo como una de sus prioridades conducir a la ciudad de Armenia a ser una de las ciudades principales en cuanto al manejo global de las aguas lluvias y servidas en el país, basado en trabajos de la misma

envergadura como los son las Empresas Públicas de Medellín y Plan Maestro de Alcantarillado de Bogotá.

1. TEMA

Este proyecto trata la necesidad de actualizar los datos de la red de alcantarillado de las empresas Públicas de Armenia (EPA), por tal motivo se realizó el convenio con la Universidad del Quindío, para así tener la continuidad de este trabajo que se viene ejecutando desde hace unos años y se mantuvo con una entrada constante de información nueva de los sectores 9 y 10, ofreciendo a la comunidad soluciones de carácter social a los trabajos realizados en las zonas del sur, centro y occidente de la ciudad.

La razón del estudio fue la falta de información actualizada del Plan Maestro de Alcantarillado, por consiguiente, se hizo necesaria la colaboración de los pasantes para cumplir las metas propuestas por el gobierno y la entidad hacía el sector social.

La información que se obtuvo es la localización, investigación, levantamiento y replanteo de las cámaras de alcantarillado existentes, le es muy útil a la empresa para tener una base de datos con mayor control, ayudando a la población civil para el mejoramiento de los servicios públicos y a la ciudad dando un mejor desarrollo.

Esto se hizo aplicando métodos topográficos, con la ayuda de la planimetría, altimetría y topografía aplicada entre otras, y la utilización de equipos que ofrezcan precisión tanto para el levantamiento, como para la investigación de las cámaras.

Lo anterior se vio un poco limitado por varios factores secundarios como lo fueron el clima, tiempo de trabajo, dificultades del terreno y demás factores internos y externos cotidianos.

La información recolectada durante el trabajo fue la actualización de los datos existentes en el Plan Maestro de Alcantarillado para la rama de servicios públicos la cual puede ser difundida hacia otras entidades con el fin de un mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad en general, todo esto soportado en las leyes 142 y 143 de servicios públicos.

2. PROBLEMA

Las Empresas Públicas de Armenia tenían poca información y desactualización de las redes de alcantarillado, por este motivo no se podían desarrollar nuevos trabajos de investigación urbanística y estudios de factibilidad en la elaboración y cálculo de costos, ampliación y modificación de nuevos proyectos de alcantarillado y tratamiento de aguas lluvias y residuales en la ciudad. Por otra parte el desconocimiento del sector social por los problemas que puede causar el mal funcionamiento de las redes existentes.

El saneamiento y salubridad de todos los proyectos de la ciudad se ven afectados por la falta de información clara y rápida para valorar y estudiar los principales problemas, teniendo en cuenta lo desfavorable para el ambiente, calidad de tratamiento y conducción de aguas.

En el momento de la pasantía se observó en la población, la utilización inadecuada y el poco conocimiento de los factores que directa o indirectamente impiden el funcionamiento regular de las redes de alcantarillado, poniendo en riesgo la salud y bienestar de la comunidad.

3. JUSTIFICACIÓN

El proyecto fue importante porque permitió aplicar una serie de conocimientos y manejo técnico de equipo especializado adquiridos durante la preparación para la obtención del título como tecnólogos en Topografía.

Además ayudó a las Empresas Públicas de Armenia en su objetivo de generar un Sistema de Información Georreferenciada (SIG), que le da la oportunidad a la empresa y al municipio de tomar decisiones viables para obtener, mejorar, y manejar los recursos de forma eficiente, decisiones que se verán reflejadas en el desarrollo y crecimiento de la red de alcantarillado de la ciudad, brindándole a la comunidad condiciones de salubridad y sanidad para un mejor modo de vida.

Beneficiará a las entidades gubernamentales en su propósito de cumplir con los Planes de Ordenamiento Territorial (P.O.T.).

4. OBJETIVOS

4.1 General:

- Con la labor de pasantía se realizarán levantamientos topográficos para actualizar la información existente del sistema de alcantarillado de la ciudad de Armenia.

4.2 Específicos:

- Recolección de datos existentes.
- Diligenciamiento del formato de investigación de cámaras de alcantarillado.
- Cálculo y dibujo en planta y sin escala de las cámaras investigadas.
- Realizar los levantamientos planimétricos y altimétricos de las cámaras de alcantarillado.
- Hacer el replanteo de los elementos no encontrados en sectores anteriores.
- Entregar las libretas de campo con los datos de actualización de levantamiento.

5. EMPRESAS PÚBLICAS DE ARMENIA

5.1 AMBIENTACIÓN Y ANTECEDENTES

Empresas Públicas de Armenia E.S.P., es una empresa Industrial y Comercial de orden Municipal, desde el 23 de Mayo de 1996 y según el acuerdo número 011 del Concejo Municipal de Armenia, en cumplimiento de los artículos 17 y 180 de la Ley 142 de 1994, cuya función principal es la prestación de los servicios públicos.

En 1962, según acuerdo 043 del Concejo Municipal se logra la creación de Empresas Públicas de Armenia E.S.P., como un organismo autónomo del orden municipal encargado de la administración dirección de los servicios municipales de energía eléctrica, acueducto, alcantarillado, telecomunicaciones, aseo, plazas de mercado, matadero, alumbrado público, aeropuerto y plaza de ferias y demás que le fueran asignados en el futuro con los respectivos recursos entregados por el ente edilicio.

Actualmente Empresas Públicas de Armenia presta los servicios de acueducto y alcantarillado. Los demás han salido de su esfera mediante diferentes convenios así: el servicio de energía eléctrica y alumbrado público con la Empresa de Energía del Quindío, servicio de aeropuerto con la Aeronáutica Civil, Plaza de Ferias con el Municipio de Armenia, telefonía con Telecomunicaciones de Colombia (Telecom), aseo con Servigenerales.

5.2 MARCO REFERENCIAL

El Plan Maestro que se viene llevando a cabo por E.P.A. tiene de referencia modelos del Plan Maestro realizado por Empresas Públicas de Medellín (EPM) y de la ciudad de Bogotá quienes son pioneros en este tipo de proyectos de referencia directa el anterior plan maestro realizado en el año 1992 por el entonces Ingeniero. Hugo Gallego (Subgerente de alcantarillado).

5.3 MARCO LEGAL

REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RAS-2000 (Ministerio de Desarrollo Económico)

ARTÍCULO 4. (De la sujeción a los planes de ordenamiento territorial)

La ejecución de obras relacionadas con el sector de agua potable y saneamiento básico se debe llevar a cabo con sujeción al Plan de Ordenamiento Territorial de cada localidad, en los términos del artículo de la Ley 388 de 1997.

ARTÍCULO 207. (Licencias ambientales).

Obtendrán Licencia Ambiental aquellas actividades que no produzcan deterioro grave a los recurso naturales renovables o al paisaje, tal como lo expresan los artículos 49 a 53 del Decreto Extraordinario No. 266 de febrero 22 de 2000 de la Presidencia de la Republica, el cual modifica los artículos 49,52,56,57 y 58 de la ley 99 de 1993.

Todo proyecto que involucre en su ejecución el uso del agua, tomada directamente de fuentes naturales, deberá observar y contemplar el pago de las Tasas por Utilización de Aguas, prevista en el artículo 43 de la Ley 99 de 1993.

ARTICULO 25. (Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas).

Un proyecto de ampliación de cobertura de alcantarillado sanitario deberá incluir además del desarrollo de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas, el de las pluviales, ya sea en sistemas independientes o en sistemas combinados.

ARTÍCULO 26. (Alcantarillado sanitario o combinado).

Se necesita llevar a cabo un sistema de recolección de aguas residuales domésticas cuando la diferencia entre las coberturas de acueducto y de alcantarillado sanitario sea mayor que el porcentaje establecido en algunas áreas de la localidad,

ARTÍCULO 27. (Alcantarillado pluvial o combinado).

Se considera necesario llevar a cabo un proyecto de recolección de aguas pluviales mediante la ejecución de un proyecto de alcantarillado pluvial o combinado cuando existan problemas de drenaje de las aguas lluvias.

ARTÍCULO 29. (Sistemas de disposición de residuos sólidos).

Todo proyecto destinado a la disposición de residuos sólidos debe contener las siguientes actividades:

1. Alternativas de relocalización
2. Plan de mejoramiento y rehabilitación existente

3. Plan de minimización de impactos

Nivel de complejidad del sistema	Distancias mínimas
Bajo	1 m horizontal; 0.3 m vertical
Medio	1 m horizontal; 0.3 m vertical
Medio alto	1.5 m horizontal; 0.5 m vertical
Alto	1.5 m horizontal; 0.5 m vertical

ARTÍCULO 126. (Diámetro interno real mínimo de los alcantarillados sanitarios).

En las redes de recolección y evacuación de aguas residuales, la sección circular es la más usual para los colectores, principalmente en los tramos iniciales. El diámetro interno real mínimo permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales tipo alcantarillado sanitario convencional es 200 mm (8 ").

ARTÍCULO 127. (Velocidad mínima en alcantarillados sanitarios).

Si las aguas residuales fluyen por un periodo largo a bajas velocidades, los sólidos transportados pueden depositarse dentro de los colectores. En consecuencia, se debe disponer regularmente de una velocidad suficiente para lavar los sólidos depositados durante periodos de caudal bajo. Para lograr esto, se establece la velocidad mínima como criterio de diseño. La velocidad mínima real permitida en el colector es 0,45 m/s.

ARTICULO 128. (Velocidad máxima en alcantarillados sanitarios).

La velocidad máxima real en un colector por gravedad no debe sobrepasar 5 m/s. Los valores mayores deben justificarse apropiadamente para ser aceptados por la Entidad Prestadora del servicio.

ARTICULO 129. (Pendiente mínima en alcantarillados sanitarios).

El valor de la pendiente mínima del colector debe ser aquel que permita tener condiciones de auto limpieza y de control de gases adecuadas de acuerdo con los criterios del Artículo 127.

ARTICULO 130. (Pendiente máxima en alcantarillados sanitarios).

El valor de la pendiente máxima admisible es aquel para el cual se tenga una velocidad máxima real, según el Artículo 128.

ARTICULO 131. (Profundidad hidráulica máxima en alcantarillados sanitarios).

Para permitir aeración adecuada del flujo de aguas residuales, el valor máximo permisible de la profundidad hidráulica para el caudal de diseño en un colector debe estar entre 70 y 85% del diámetro real de éste.

ARTICULO 132. (Profundidad mínima de instalación en alcantarillados sanitarios).

Los valores mínimos permisibles de cubrimiento de los colectores, con relación a la rasante definitiva, se definen en la siguiente tabla:

Servidumbre Profundidad a la clave del colector (m)

Vías peatonales o zonas verdes 0,75

Vías vehiculares 1,20

5.4 MARCO TEÓRICO

El hombre por la necesidad de buscar un lugar donde vivir ha venido a través de la historia mejorando su condición de vida, es así como aparece la primera forma de vivienda como lo fueron las cuevas o cavernas, lo que ayudó al hombre a protegerse de los animales y clima.

Con el paso del tiempo y el crecimiento de la población aparecen una serie de problemas que afectan e incomodan al hombre como son los olores molestos y la canalización de las aguas negras. En su afán por solucionar estos problemas surgen civilizaciones con grandes avances en matemáticas y geometría como son los Sumerios, quienes construyeron los primeros canales de riego y alcantarillados de la Historia, luego vendrían los Romanos que sus adelantos de Ingeniería, Arquitectura, Topografía y demás ciencia afines, le proporcionaban a su imperio salubridad y bienestar con sus sistemas de alcantarillado y acueducto.

“El sistema de alcantarillado consiste en una serie de tuberías y obras complementarias, necesarias para recibir y evacuar las aguas residuales de la población y la escorrentía superficial producida por al lluvia¹”.

Con el desarrollo de las ciencias, la topografía ha venido evolucionando en los métodos, conceptos y procesos para que su aplicación proporcione más y mejores soluciones a los trabajos en los que se desempeña.

En este caso se trabajó en el área del Plan Maestro de Alcantarillado de la (EPA), que busca actualizar la información de la red de alcantarillado de la ciudad.

¹ LOPEZ CUALLA, Ricardo A. elemento de diseño para acueductos y alcantarillados. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. 1995. Pág. 265.

En primer lugar se buscó ilustrar a las personas sobre lo que es importante en el sistema de alcantarillado.

“Se define como conjunto de conductos y estructuras destinadas a recibir, evacuar, conducir y disponer las aguas servidas o aquellas que por una o otra razón representan un peligro para la localidad²”.

Partiendo de este concepto podemos decir que el alcantarillado procura hacer el transporte y evacuación de aguas lluvias y residuales, de diversas procedencias, este alcantarillado se puede dividir según su forma y su uso.

Según su forma se divide en:

- Circulares son los más comunes y usados.
- Elípticos u ovoides: los cuales presentan gran capacidad de soportar cargas.
- Canales: Son abiertos y revestidos en concreto.
- Alcantarillados de cajón o Box-culvert: son estructuras cuadradas o rectangulares en concreto reforzado presentan alta resistencia y larga vida útil³.

Según su uso se divide en:

- Alcantarillado sanitario: es el que utiliza únicamente para recibir, conducir y entregar las aguas residuales provenientes de viviendas, almacenes, industrias etc...
- Alcantarillado pluvial: es el que se construye solo para aguas lluvias.

Completando el trabajo que se está desarrollando se llega a un punto de gran importancia como lo es el de levantamiento y referenciación.

² Ing. Pérez Carmona Rafael. Desagües editoriales Escala Bogotá 1988. Pág. 357.

³ Garzón Barrero Julián. Apuntes de topografía aplicada Universidad del Quindío 2004 – Pág. 51.

“Es el registro de la información y localización de cualquier objeto, sobre la superficie terrestre que permite a partir de este registro ubicar y consultar los atributos del objeto cuando sea necesario. Este registro se puede dar en coordenadas reales (X, Y y Z), o en medidas relativas a otros objetos identificables en la superficie terrestre⁴”.

Estos criterios contribuyeron a la gestión del Plan Maestro de Alcantarillado propuesto por las Empresas Públicas de Armenia, entidad prestadora del servicio de Alcantarillado, “Las Empresas Públicas de Armenia desde el punto de vista institucional, diremos que fueron creadas como establecimiento público municipal el 15 de Diciembre de 1962, según decisión del Concejo Municipal⁵”.

Es fundamental el conocimiento del plano de redes y del catastro de usuarios por este motivo, se proporciona una información por parte de los pasantes la cual se lleva a la oficina para ser introducidas en un Sistema de Información Geográfica (SIG). Este “ es un conjunto de métodos que capturan, analizan, modelan, visualizan y despliegan información de tipo Geoespacial⁶”.

Finalmente concluimos los fundamentos relativos para la localización de la información de la red de alcantarillado de la ciudad de Armenia.

⁵ EMPRESAS PÚBLICAS DE ARMENIA. Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado de Armenia. Resumen Ejecutivo. Empresas Públicas de Armenia. Armenia Quindío. 1993 . Pág. 20

⁶ TORRES TORRES, Francisco A. Sistema de Información Geográfica. En: Revista de la Facultad de Ingeniería. Santa Fe de Bogotá D.C. Colombia (Jul. 1999); Pág. 135.

5.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

En el cuadro aparecen las especificaciones del equipo utilizado. Pentax R110N

SERIE R-100 Especificaciones	
Sección del telescopio	
Imagen	Erecta
Aumentos	30 X
Poder de resolución	3 seg.
Abertura efectiva	45 mm (EDM 45 mm)
Campo visual	1°30' (2,6%)
Enfoque mínimo	1,0 m
Enfoque auto (Enfoque auto/Enfoque eléctrico)	
Método de detección	Método de fase diferencial
Alimentación	Batería de Li de 6V
Funcionamiento del enfoque automático	
Enfoque automático	Aprox. 5.000 veces
Enfoque eléctrico	4 h. (cont.) *5 sec. por visión, 3600 puntos topográficos
Sección de medición de distancias	
Fuente luminosa	Láser semiconductor visible (láser de segur. están. clase 2)
Rango de medición	
Sin prisma	Condiciones nomales: 50 m Condiciones buenas: 85 m
Lámina reflectora	1,5 - 400 m
Miniprisma	1,5 - 1.000 m
<small>(0 a 100 m de 20 km) (0 a 100 m de 40 km)</small>	
1 prisma	R-115/115N/R-125/125N/R-135/135N: 1,5 - 3.000 m 1,5 - 4.000 m R-122/122N/R-123/123N: 1,5 - 3.400 m 1,5 - 4.500 m
3 prismas	R-115/115N/R-125/125N/R-135/135N: 200 - 4.000 m 200 - 5.000 m R-122/122N/R-123/123N: 200 - 4.500 m 200 - 5.600 m
Precisión	
Prisma	R-122/122N: ±(2 mm + 2 ppm x D) mm R-123/123N: ±(3 mm + 2 ppm x D) mm R-115/115N/R-125/125N/R-135/135N: ±(5 mm + 3 ppm x D) mm
Sin prisma / Lámina reflectora	R-122/122N: ±(2 mm + 2 ppm x D) mm R-123/123N: ±(3 mm + 2 ppm x D) mm R-115/115N/R-125/125N/R-135/135N: ±(5 mm + 3 ppm x D) mm
Con corr. atmosf. autom.	±(5 mm + 10 ppm x D) mm
<small>*D: Distancia en mm</small>	
Conteo mínimo	
Modo normal	R-115/115N/R-125/125N/R-135/135N: 1 mm R-122/122N/R-123/123N: 0,1 mm
Modo rápido	1 mm
Modo de rastreo	1 cm (10 mm)
Tiempo de medición	
Modo normal	2,0 seg. (6,0 seg. para medición inicial)
Modo rápido	1,0 seg. (5,0 seg. para medición inicial)
Modo de rastreo	0,3 seg. (4,5 seg. para medición inicial)
Medición de ángulos	
Método de medición Codificador rotativo absoluto	
Precisión	R-122/122N: 2° Desviación estándar R-123/123N: 3° Desviación estándar R-115/115N/R-125/125N/R-135/135N: 5° Des. estándar
Conteo mínimo	1 seg./5 seg.
Compensador	Compensador automático
Rango de corrección	± 3 min.
Pantalla	
Tipo	R-122/122N: LCD, 2 pantallas 20 caracteres x 8 líneas R-115/115N/R-125/125N/R-135/135N/R-123/123N: LCD, 1 pantalla (segunda opcional)
Funciones especiales Power/TopoLite	
Medición / Cálculo	
Archivo	
Memoria, Nuevo, Seleccionar, Borrar	
Medir	
Datos rectangulares y polares, Medir (Rectangular), Desplazamiento (radial, vertical, distancia, tangencial)	
Ver	
Ver gráficos, Ver texto y Editar	
Estacionado libre	
Distancia y ángulos, Ángulos (hasta 20 puntos)	
Replanteo	
Replantear coordenadas, Punto a línea, Ver gráficos	
Cálculo	
COGO (Inv, Coord. de puntos, Línea-a-Línea, radios circulares, intersección línea arco, arco arco, punto desplazado, RDM, VPM, Poligonales, superficie 3D Volúmenes	
E/S	
A PC, De PC, Configurar comunicación	
Preferencias	
Sistema de coord., Idioma, Método de entrada de caract.	
Memoria interna	
7.500 puntos (Datos de coord. medidos e introducidos)	
Sensibilidad de los niveles	
Nivel del plato	30 seg./ 2 mm
Nivel Circular	8 min./ 2 mm
Tomillo tangencial	
R-115/115N/R-125/125N/R-135/135N: 1 aj. de velo. c. R-122/122N/R-123/123N: 2 ajustes de velocidad	
Plataforma nivelante	
Tipo	Desmontable
Fija (R-115/115N)	
Shift (R-135/135N)	
Condiciones ambientales	
Temp. de función	-20°C ~ +50°C / -4°F ~ +122°F
Protección agua	IPX-4
Fuente de alimentación	
Tipo	Ni-MH (Recargable) DC6V
Tiempo de func. por carga	6 horas (cont., Ángulo y Dist.) 12 horas (Ángulo)
Tiempo de carga	360 min. (3 horas)
Dimensiones / Peso	
Instrumento	
Dimensiones	Sin prisma: 172(P) x 343(A) x 158(L) mm R-115/125/135/122/123: 172(P) x 341(A) x 158(L) mm
Peso	R-115/115N/R-125/125N/R-135/135N: 5,2 kg (incl. batería) R-122/122N/R-123/123N: 5,5 kg (incl. batería)
Accesorio opcional	
Unidad de control remoto MU72	
Segunda pantalla (R-122/122N: segunda estándar)	

**EMPRESAS PÚBLICAS DE ARMENIA, EPA
ORGANIGRAMA PLAN MAESTRO**



6. METODOLOGÍA

Se trató de un estudio de campo exploratorio cuya estrategia de investigación fue la descripción que integra métodos topográficos, apoyados en áreas como: la planimetría, altimetría y topografía aplicada, las cuales fueron fundamento vital para el desarrollo del trabajo.

Para desarrollar la primera parte del ciclo de investigación; en el cual se requirió del plano de la zona a evaluar, luego se destaparon las cámaras con el fin de conocer cuales pertenecen a la red de alcantarillado, se utilizó un formulario de catastro de redes donde se hizo un esquema a mano alzada y se consignaron datos tales como: diámetros de entrada y salida de flujos, profundidad, y estado de las cámaras. Luego se procedió a referenciar las tapas y a numerarlas con pintura para que la comisión de levantamiento las pueda ubicar.

Posteriormente se realizó un levantamiento con una estación total, por el método del contra azimut ligado a una red de control horizontal y vertical llamada MAGNA (Marco Geocéntrico Nacional de referencia). De estos puntos se partió una poligonal abierta para llegar a todos los elementos que se debían radiar. Los datos recolectados se entregaron a la empresa en los formularios asignados por la misma, para luego la información ser pasada a un sistema CAD.

7. ACTUALIZACIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE ARMENIA

7.1 ÁREA DE INVESTIGACIÓN:

Esta área cuenta con personal operativo con amplia trayectoria en el manejo e identificación de redes de alcantarillado. De igual forma están especializados en manejo de convenciones y lenguaje técnico aplicado a los formatos de CATASTRO DE REDES Proyecto (SIG).

Los investigadores del Plan Maestro de Alcantarillado EPA, son las personas encargadas de suministrar toda la información requerida por los pasantes para una buena evaluación de las cámaras.

En el formato de investigación se encuentran unos parámetros para dicha evaluación de la calificación de ciertas partes de la cámara, tapa, estribos y cañuela. Estos se clasifican en: Buenas, Regulares y Malas con unos criterios dados por las Empresas Públicas de Armenia; para ser calificado como bueno, los elementos tienen que estar en perfecto estado sin grietas, fijos, limpios estables y en buen funcionamiento. (Véase Norma RAS 2.000, Marco Legal Pág. 26-29)

En regular estado se califican los elementos que le falten o se encuentren en un funcionamiento débil y presenten daños mínimos.

En mal estado están los elementos que se encuentren rotos, débiles y atenten con la vida de las personas.

Además de eso existen otros puntos que hay que diligenciar como diámetros de la tubería (estos se hacen en cm) para saber el flujo que puede conducir estas tuberías.

También hay un espacio para los sumideros y su información correspondiente: alturas, anchos, profundidades y diámetros de tubería.

7.2 ÁREA DE REGISTRO DE INFORMACIÓN EN CAMPO:

Las personas encargados del registro de datos en formatos es el personal de topografía en pasantías de la Universidad del Quindío cuya labor es de clasificar y archivar los formatos en unas carpetas de acuerdo al sector o zona.

Además se calculan coordenadas, cotas clave y batea para después plasmarlo en un dibujo del barrio con sus cotas, diámetros de tubería, dirección de los flujos y otros detalles.

Esto se hace a mano alzada sin escala y a lápiz, aplicando metodologías desarrolladas en el Plan Maestro de Alcantarillado de las Empresas Públicas de Armenia, se marcan las cámaras con números consecutivos para dar paso al área de levantamiento topográfico en forma posterior. Se hace un informe diario del rendimiento obtenido en el día consignando allí, la cantidad de cámaras, sumideros y demás objetos levantados o investigadas y se consignan las dificultades que se que se presentaron al realizar las actividades. (Véase anexo F).

7.3 ÁREA DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO:

El levantamiento de topografía del Plan Maestro de Alcantarillado es realizado con una estación total Pentax R115N, con un manejo operativo bajo el método de contra azimut, ligado a una red de control horizontal y vertical denominada puntos MAGNA (Marco Geocéntrico Nacional de referencia) del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC.).

De estos puntos parte una poligonal abierta y se da inicio al trabajo de identificación topográfica de todos los elementos requeridos en plan maestro. La información suministrada es registrada en forma escrita y graficada a mano alzada y referenciada en el formato de cartera de campo y en la memoria de la estación Penatx R115N.

Los MAGNAS dan origen a una secuencia de Deltas que permite trasladar la información requerida para el buen funcionamiento del Plan Maestro de Alcantarillado EPA por los diversos sectores de la ciudad.

7.4 ÁREA DE DIGITACIÓN Y DIGITALIZACIÓN:

Toda la información recopilada, registrada y verificada en la Planta Tanques de Cárbonos es trasferida a planeación EPA para ser registrada en la base de consolidación de datos y esta a su vez es remitida en forma posterior a digitalización en la división de planeación del Centro Administrativo Municipal para dar cumplimiento al Plan Maestro Sistematizado.

Los planos son digitalizados por funcionarios de las Empresas Públicas de Armenia a partir de la información suministrada por los pasantes del Plan Maestro de Alcantarillado.

7.5 ÁREA DE AJUSTES Y REPLANTEO:

El proceso adelantado en las diversas áreas es sometido a control permanente y reprogramación de campo, en la interventoría que realiza la subgerencia del alcantarillado, dicha reprogramación inicia después de la elaboración de la lista de objetos no encontrados, los cuales son investigados y levantados para su correspondiente registro en la oficina. Obedeciendo a la búsqueda de soluciones de problemas presentados de difícil solución en el momento de realizar los ejercicios de evaluación y en los cuales se presentan casos como:

1. Cámaras bajo pavimento.
2. Cámaras bajo volúmenes de tierra.
3. Cámaras colmatadas.
4. Sectores con represamiento de aguas.
5. Ejecución de nuevos contratos de alcantarillado.

Todas estas observaciones causan un represamiento de información que conduce a adoptar un proceso de actividades que permitan evacuar las inconsistencias presentadas en el sector correspondiente.

8. ACTIVIDADES REALIZADAS

Las labores se iniciaron el 16 de Agosto de 2005 en los siguientes sectores.

Sector 8: Se hizo repaso a este sector todos los viernes desde el 26 de Agosto hasta el 16 de Septiembre, en los barrios La Patria, La Universal, La Esperanza, San José, Los Andes. El repaso consistió en el levantamiento e investigación del sistema de alcantarillado. Es de anotar que este sector está incompleto en las dos fases de campo y en el procesamiento de la información ya que se presentaron diversas dificultades tales como: cámaras bajo asfalto, cámaras perdidas, difícil acceso a algunos sitios debido a la topografía del terreno.

Sector 9: Se hizo solo levantamiento de los barrios La Pavona, Altos de La Pavona, Rojas Pinilla II y Barrio Quindío, comprendido en las fechas del 19 al 30 de Septiembre así completándose dicho sector.

Sector 10: Cuando se inició la labor de pasantía, se tenía la investigación de los barrios La Miranda, Placer, 25 de Mayo, Belén, Manuela Beltrán, Acacias y Arco Iris.

Se iniciaron labores de grupo desde el 16 de Agosto hasta el 17 de Diciembre, teniendo en cuenta los repasos en los otros sectores y se llevó a cabo en levantamiento de los barrios así: Barrio La Miranda, Placer, 25 de Mayo, Belén, Manuela Beltrán, Acacias y Arco Iris, Belencito, El Prado, Santa Elena, Santander, Villa Juliana, El Refugio, Brasilia Nueva, Villa del Café, los colectores de quebradas las Yeguas, Santa Elena, La Miranda, Las Acacias y Villa del Café.

Quedando pendiente el colector del Santander y Prado, que reciben aguas de la Terminal de transporte y que no se pudo investigar debido a que

presenta conducción de aguas residuales con contenidos de combustibles y se debe hacer con un equipo especial.

Las Acacias requiere de repaso en investigación. Aun falta el restante de barrios que completa el sector 10, por investigación y levantamiento.

Es de anotar que en cuanto al rendimiento se trabajó constantemente y con un buen personal desde el 16 de Agosto hasta el 7 de Octubre, ya que por motivos de presupuesto no hubo personal operativo, esto generó retraso en la continuidad de la ejecución de cada una de las actividades. Aun así se siguió cumpliendo con la parte del levantamiento hasta el 5 de Diciembre que se logró la contratación nuevamente del personal hasta el 16 de Diciembre de 2005.

Por deficiencias técnicas en equipo de estación total, presentadas en el grupo de trabajo del Plan Maestro de Acueducto, hubo que compartir el equipo empleado en alcantarillado todos los días desde las 2:00 p.m., por los meses de Septiembre y Octubre.

Las condiciones de inseguridad del Barrio Santander provocaron dificultad en el rendimiento del trabajo, el cual tuvo que ser apoyado por personal y vehículos dispuestos por la subgerencia de alcantarillado.

Como trabajos adicionales se investigó y levantó el Barrio La Cecilia II Etapa entre el 23 de Agosto y el 2 de Septiembre, se hizo un trazado de alcantarillado en el Parque de los Sueños entre el 9 y 16 de Diciembre de 2005.

8.1 CONSOLIDADOS - TABLAS

Tabla 1: Estado de las cámaras sector 9 y 10.

ESTADO	Sector 9		Sector 10	
	N	%	N	%
Bueno	175	95.63	664	85.68
Regular	7	3.83	96	13.29
Mala	1	0.55	15	1.03
TOTAL	183	100	775	100

Fuente: Los Autores

Tabla 2: Tipo de cámaras sector 10.

Tipo Colector	INICIAL		INSPECCION		INTERSECCION		DOBLE INICIAL.		DESCOLE	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Arco Iris	9	7.32	17	5.38	8	4.82	0	0	2	2.50
Placer	5	4.07	16	5.06	10	6.02	0	0	6	7.50
25 Mayo Manuela	11	8.94	31	9.81	31	18.67	1	14.29	7	8.75
Acacias Farallones	18	14.63	41	12.97	18	10.84	1	14.29	18	22.50
Miranda	13	10.57	17	5.38	10	6.02	2	28.57	20	25.00
Belén Belencito	10	8.13	26	8.23	11	6.63	1	14.29	2	2.50
Prado	9	7.32	14	4.43	7	4.22	1	14.29	0	0
Escuela cuyabra	4	3.25	7	2.22	2	1.21	0	0	1	1.25
Santa. Elena	1	0.81	11	3.48	2	1.21	0	0	3	3.75
Santander	13	10.57	52	16.46	37	22.29	0	0	4	5.00
Villa Juliana. El Refugio	13	10.57	26	8.23	17	10.24	1	14.29	4	5.00
Brasilia Nueva	13	10.57	47	14.87	10	6.02	0	0	6	7.50
Villa del café	4	3.25	11	3.48	3	1.81	0	0	7	8.75
TOTAL	123	100	316	100	166	100	7	100	80	100

Fuente: Los Autores

Tabla 3: Tipos de cámaras colectores, sector 10.

Colector \ Tipo	INICIAL		INSPECCION		CABEZOTES		BOX	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Yeguas	1	20.0	28	35.90	0	35.90	0	0.0
Villa del café Acacias	1	20.0	15	19.23	1	19.23	2	66.66
Miranda	1	20.0	11	14.10	0	14.10	0	0.0
Santa. Elena	2	40.0	24	30.77	1	30.77	1	33.33
TOTAL	5	100	78	100	2	100	3	100

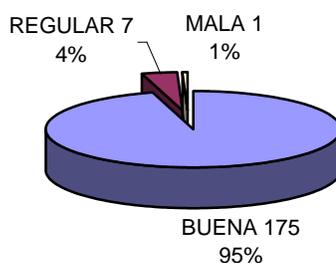
Fuente: Los Autores

9. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

1. Estado de las Cámaras Sector 9 y 10

Figura 1: Estado de las Cámaras Sector 9

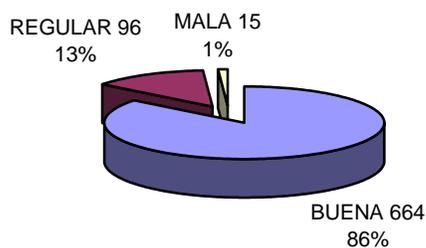
ESTADO DE LAS CAMARAS SECTOR 9



Fuente: Los Autores

Figura 2: Estado de las Cámaras Sector 10

ESTADO DE LAS CAMARAS SECTOR 10



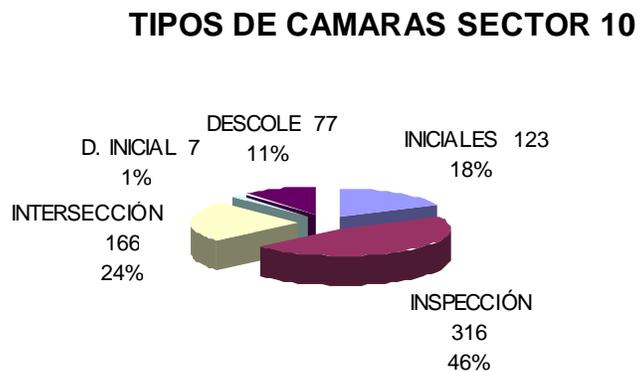
Fuente: Los Autores

En las gráficas podemos encontrar que según la información tomada del sistema de alcantarillado de los sectores 9 y 10, las cámaras de los mismos se encuentran en buen estado en aproximadamente un 95% para el sector 9 y 86% para el sector 10. Se observó que las cámaras en regular estado en el

sector 9 es igual al 4% y en el sector 10 al 13%, y en mal estado el 1% de los dos sectores 9 y 10. Respecto a las cámaras que se encuentran en regular estado requieren asistencia como: limpieza, cambio de tapas y estribos; labores que son constantemente realizadas, luego de enviar un reporte a la sección de reparaciones de las Empresas Públicas de Armenia.

2. Tipos de Cámaras Sector 10.

Figura 3: Tipos de Cámaras del Sector 10



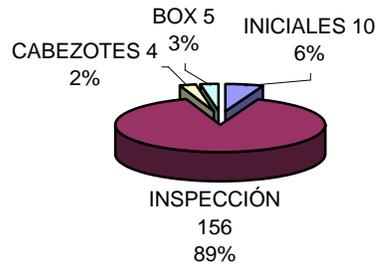
Fuente: Los Autores

Se pudo apreciar en esta gráfica que comúnmente las cámaras existentes con mayor porcentaje son las de inspección en un 46%, por la facilidad para trabajar en ellas.

En menor porcentaje pero de igual importancia están las iniciales en un 18% y de intersección se revela un 24%, los descoles se encuentran en un 11% y las cámaras doble iniciales son las más escasas con el 1%, siendo complementarias para un buen funcionamiento del sistema de alcantarillado.

Figura 4: Tipos de Cámaras Colectoras Sector 10

TIPOS DE CAMARAS COLECTORES SECTOR 10



Fuente: Los Autores

Los colectores contienen construcciones diferentes para diferentes funciones, además de las cámaras de inspección que aparecen en la gráfica en mayor porcentaje.

Estas construcciones que aparecen en menor cantidad son: Box Couvert, cabezotes, siendo elementos fundamentales para la debida conducción y transporte de aguas en las quebradas.

10. CONCLUSIONES

Se recopiló la información existente como planos, formatos y archivos sobre la red de alcantarillado actual para dar inicio al trabajo, como fueron: El plano de los MAGNAS de la ciudad de Armenia, un formato de investigación, un formato de levantamiento y el informe diario.

En la terminación del sector 9 se diligenciaron 183 formatos de cámaras de alcantarillado investigadas, se encuentran en buen estado aproximadamente un 96%, en regular estado en un 4% y en mal estado en un 1%, ratificando el buen funcionamiento del servicio en este sector. (Véase consolidado 1 Pág.42).

Al haberse realizado un estudio exhaustivo de las cámaras en el ciclo de investigación, el análisis de los datos arrojó como resultado que la red de alcantarillado del sector 10 se encuentra en buen estado en un 86%, en regular estado en un 13% y representado en un 1% las cámaras en mal estado, ofreciendo un estudio global de las redes investigadas.

A raíz de este estudio se pudo clasificar correctamente los tipos de cámaras que componen la red de alcantarillado del sector 10 que por sus características se clasificaron como:

Cámaras Iniciales: 18%

Cámaras de Inspección: 46%

Cámaras de intersección: 24%

Cámaras dobles iniciales: 1%

Cámaras de descole: 11%

(Véase consolidado 2 Pág. 42)

Revelando la clase de cámaras anteriormente, se realizó lo mismo en los colectores del sector 10 así:

Cámaras iniciales: 6%

Cámaras de Inspección: 89%

Cabezotes: 2%

Box Couvert:3%

(Véase consolidado 3 Pág. 43)

En el ciclo de registro de la información en campo se dio como resultado una información gráfica que contiene los datos fundamentales del barrio investigado como: diámetros, flujos, estado de las cámaras, nomenclatura y cotas respectivas, lo cual le permite a la empresa tener un archivo y una forma rápida y eficiente de llegar a los puntos donde se requiere asistencia de la empresa. (Véase anexo D).

En el levantamiento topográfico se dejó un registro de posición de todos los elementos de la red de alcantarillado, de forma numérica y en coordenadas rectangulares de los barros investigados del sector 10. (Véase anexo B).

Se cumplió en los sectores 8 y 9 el replanteo de las cámaras de alcantarillado no registradas tanto en investigación como en levantamiento. (Véase área de replanteo Pág. 39).

Se entregaron todos los formatos de levantamiento con sus respectivas carteras de los barrios levantados del sector 9 y 10.

El resultado de toda la información producida por el proyecto se ve reflejada en los planos digitalizados de los sectores investigados y levantados de la ciudad, esta labor es realizada en Planeación, otra de las dependencias de las Empresas Públicas de Armenia. (Los planos de esta información no son anexados dado que esta dependencia está atrasada en la digitalización de estos sectores).

11. RECOMENDACIONES

Se observan las dificultades que presentan algunos barrios con la red de alcantarillado como el Santander y Miranda, se recomienda la posible realización de programas para la protección y debido manejo de la red de alcantarillado de la zona, de acuerdo al comportamiento poblacional que ha contribuido en algunas ocasiones, al deterioro de las cámaras de la red de manejo de aguas lluvias y residuales, buscando implementar procesos de descontaminación como responsabilidad ambiental fundamental.

Otra recomendación es de reemplazar la tubería que se encuentra en mal estado por tubería de Novafort, esta es un poco costosa pero por su larga durabilidad, es una de las más apropiadas.

BIBLIOGRAFÍA

Catálogo Pentax. Estaciones Totales de Enfoque Automático sin Prisma. Serie R100.

EMPRESAS PÚBLICAS DE ARMENIA. Plan Maestro de Acueducto y alcantarillado de Armenia. Resumen Ejecutivo. Empresas Públicas de Armenia. Armenia Quindío. 1993

GARZÓN BARRERO, Julián. Apuntes de topografía aplicada Universidad del Quindío 2004.

GALINDO ESCARRIA, Ing. Iván René. Metodología. Universidad del Quindío. 2005.

PÉREZ CARMONA, Ing. Rafael. Desagües editoriales Escala. Bogotá 1988.

TORRES TORRES, Francisco A. Sistema de Información Geográfica. En: Revista de la Facultad de Ingeniería. Santa Fe de Bogotá D.C. Colombia. (Jul. 1999).

WOLF, Paul R Y BRINKER, Russell C. Topografía 9a edición. Colombia. Alfa Omega. 1997.

<http://www.eppm.com/epmcom/index2.htm>