

**LEVANTAMIENTO CATASTRAL DIAGNOSTICO, INSPECCIÓN PARA LA  
ACTUALIZACION DE REDES DE ACUEDUCTO EN LAS ZONA 9A, 9B, 9C  
DE LA CIUDAD DE ARMENIA**

**ANGEL ARMANDO GOMEZ 60984**

**MARIO JOSE VELASQUEZ FRANCO 63050**

**JHON JAIRO RODRIGUEZ MORALES 38963**

**UNIVERSIDAD DEL QUINDIO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN TOPOGRAFIA  
ARMENIA  
2006**

**LEVANTAMIENTO CATASTRAL DIAGNOSTICO, INSPECCIÓN PARA LA  
ACTUALIZACION DE REDES DE ACUEDUCTO EN LAS ZONA 9A, 9B, 9C  
DE LA CIUDAD DE ARMENIA**

**ANGEL ARMANDO GOMEZ**

**MARIO JOSE VELASQUEZ FRANCO**

**JHON JAIRO RODRIGUEZ MORALES**

**INFORME FINAL DE PASANTIA PARA OPTAR AL TITULO DE  
TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA**

**DIRECTOR  
JOSE JESUS HERRERA CORREA  
TOPOGRAFO**

**UNIVERSIDAD DEL QUINDIO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN TOPOGRAFIA  
ARMENIA  
2006**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Armenia, 30 enero 2006**

## **DEDICATORIA**

En la vida existen momentos buenos, regulares, y malos los cuales se tienen que afrontar con la mayor sabiduría posible para que nosotros mejoremos como personas y orientemos nuestra vida hacia grandes logros; que nos sirvan para construir un mundo mejor. Comenzamos la carrera de Tecnología en Topografía preguntándonos que tan importante podría ser para nosotros y para nuestras vidas. Alcanzada esta meta queremos dedicarles con mucho Amor Respeto y Cariño todo este esfuerzo:

### **ANGEL ARMANDO.**

A todos los que de una forma u otra han contribuido al logro de tan importante meta. Especialmente a DIOS por haberme encaminado con sabiduría y fortaleza. A mi madre Maria Inés Gómez y mi tía Flor Maria Murillo que con sacrificio abnegación me apoyaron en todo momento y a quien con gran gratitud ofrezco este triunfo, a mis Hermanas Nancy, Esperanza sobrinos Waldir, Devany, Santiago, Audrey, a mi primo Darío y en especial a mi novia Lina Maria que contribuyeron con cariño y Amor en el proceso que hoy culmina como estudiante de Tecnología en Topografía mil gracias a todos porque sin ellos se hubiera tomado mas difícil el camino hasta el éxito.

### **MARIO JOSE.**

A DIOS por enseñarme a enfrentar las situaciones más difíciles manifiesto mi eterna gratitud y agradecimiento. A mis padres Amparo Inés Franco y José Heriberto Velásquez, a mis hermanas Alexandra, Diana lucia. Que aportaron y dieron su mayor esfuerzo para lograr obtener el titulo como Tecnólogo en Topografía, debo decirles gracias a mis amigos; a los buenos por que de ellos forme ejemplos, a los malos por que de ellos me serví para corregirme; mil gracias a todos por que sin ellos no había podido lograr el camino del éxito.

## **JOHN JAIRO.**

A DIOS por la vida que me dio; por enseñarme a caminar por el mundo con amor y fortaleza. A mis padres Luz Estela Morales y Aldemar Rodríguez por que con su apoyo, comprensión y ejemplo de Amor constante me impulsaron a lograr los más significativos objetivos, a ellos por que son mi mayor riqueza, dedico mi triunfo con Amor, gratitud y orgullo, a mis Hermanas Luz Milena, Claudia Lorena por valorar mi esfuerzo brindándome apoyo, animo, por haberme motivado a seguir adelante y enseñarme a vencer cuantos tropiezos y dificultades se me presentaron. A mis sobrinas Valeria y Valentina, y a mi novia Angélica Maria porque son las personas mas bellas de este mundo.

Este es el fin de un camino y el comienzo de otro que esta lleno de retos difíciles, en donde se pondrán a prueba los conocimientos adquiridos dentro de la carrera que nos enriquecieron intelectualmente y nos llenaron de virtudes para contribuir al desarrollo de toda la comunidad.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los más de los Hombres han creído que la Tecnología en Topografía es un estudio al que muy pocas debieran destinarse. La fuente de este error a nacido de la utilidad que aquellos se imaginan o de la Ponderada dificultad de esta Ciencia; pero si llegaran a conocer la necesidad de la Topografía, la facilidad con que se adquieren y su estrecho lazo con las de más Artes y Ciencias convendrían en que todos la deberían aprender. Es por eso que uno como persona siempre tiene que aprovechar todas las oportunidades que nos brinda la vida de superarnos como lo es el de Estudiar. Estudiar es adquirir, entender y comprender todos los conocimientos requeridos que nos ayuden a desarrollar y ponerlos en practica de una manera clara y objetiva que nos sirvan a alcanzar metas para el bien común, por eso hoy nosotros al culminar nuestros estudios superiores queremos tener un gesto de agradecimiento principalmente con DIOS por ser tan grande y darnos esta oportunidad de salir adelante, con nuestros padres por confiar en nosotros, a la institución por recibirnos, a los profesores por trasmitirnos sus conocimientos quienes dedicaron su tiempo, interés y conocimientos para la realización de este proyecto, a nuestros compañeros por aceptarnos y a todas aquellas personas que directa o indirectamente nos extendieron su mano y su apoyo incondicional, siempre con mucho cariño que nos ayudo a trazarnos metas y que hoy gracias al SEÑOR las pudimos alcanzar y podemos brindarle al mundo entero todo este esfuerzo tan grande y bello que un día comenzamos y que hoy culmina.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCION.....	17
1. TEMA.....	19
2. PROBLEMA.....	21
3. JUSTIFICACION.....	22
4. OBJETIVOS.....	24
4.1 Objetivos Generales.....	24
4.2 Objetivos Específicos.....	24
5. EMPRESAS PUBLICAS DE ARMENIA.....	25
5.1 Ambientación y reseña.....	25
5.2 Marco Referencial.....	25
5.3 Marco Legal.....	27
5.4 Marco Teórico.....	30
5.5 Especificaciones Técnicas.....	34
6. METODOLOGIA.....	42

7. Levantamiento catastral, diagnostico e inspección de las redes de Acueducto.....	43
7.1 Catastro de Redes.....	43
7.2 Fase de Exploración.....	44
7.3. Fase de Inspección.....	45
7.4 Fase de Referenciacion.....	46
7.5 Fase de Dibujo e Informe.....	46
7.6 Presentación Carteras de Campo.....	47
8. RESUMEN DE ACTIVIDADES.....	48
8.1 CONSOLIDADO.....	50
9 ANALISIS DE LOS DIAGRAMAS.....	52
10. RESULTADOS .....	58
BIBLIOGRAFIA.....	60
ANEXOS.....	61



## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> ...Diámetros Internos Mínimos de las Redes de Distribución.	29
<b>Tabla 2</b> ...Margen de Medidas.	34
<b>Tabla 3</b> ...Inclinación del Eje Vertical y Altura con Respecto al Error de los Ángulos Horizontales.	39
<b>Tabla 4</b> ...Longitudes y Diámetros del Sector 9A, 9B, y 9C.	50
<b>Tabla 5</b> ...Longitudes, Diámetros y Accesorios del Sector.	51

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> ...Organigrama Empresas Públicas de Armenia.	26
<b>Figura 2</b> ...Procedimiento para el Catastro de Redes.	44
<b>Figura 3</b> ...Longitud de la Tubería por Barrio Sector 9A, 9B, y 9C.	52
<b>Figura 4</b> ...Tipo de Tubería Según el Material del Tubo.	53
<b>Figura 5</b> ...Tipo de Tubería Barrio Berlín.	54
<b>Figura 6</b> ...Tipo de Tubería Centro kras 19 – 23 con clls 21 – 23	55
<b>Figura7</b> ... Tipo de Tubería Barrió San José de la Sierra.	56
<b>Figura 8</b> ...Tipo de Tubería Barrió Salazar.	57

## **LISTA DE ANEXOS**

**Anexo A...**Plano del Sector 9A, 9B, y 9C. (**EPA**).

**Anexo B...**Plano de zonas 9A, 9B, y 9C. (**EPA**).

## GLOSARIO

**ACCESORIOS:** Elementos componentes de un sistema de tuberías, diferentes de las tuberías en sí, tales como uniones, codos, tees etc.

**ACOMETIDA:** Derivación de la red local de acueducto que llega hasta el registro de corte en el inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general.

**ACUEDUCTO:** Sistema de abastecimiento de agua para una población.

**AGUA POTABLE:** Agua que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, en las condiciones señaladas en el Decreto 475 de 1998, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a la salud.

**AMENAZA:** Peligro latente asociado con la potencial ocurrencia de un evento de origen natural o antrópico que puede manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado produciendo efectos adversos en un sistema. Se expresa matemáticamente como la probabilidad de ocurrencia de un evento de una cierta intensidad, en un sitio específico y durante un tiempo de exposición definido.

**APIQUES:** Excavación realizada para localizar físicamente la tubería y accesorios de esta.

**CARTOGRAFIA:** Conjunto de planos de determinado sector.

**CATASTRO DE REDES:** Inventario de las tuberías y accesorios existentes incluidas su localización, diámetro, profundidad, material y año de instalación.

**DESPIECE:** Resumen de la tubería y de sus accesorios.

**DIÁMETRO:** Diámetro real interno de conductos circulares.

**E.P.A.:** Empresas Públicas de Armenia.

**EXCAVACIÓN:** Retiro permanente o temporal de una masa de material térreo con el objeto de instalar un ducto, construir una obra, modificar la topografía del terreno, explotar materiales, etc.

**EXPLORACIÓN:** Reconocimiento o averiguación.

**FUGAS:** Cantidad de agua que se pierde en un sistema de acueducto por accidentes en la operación, tales como rotura o fisura de tubos, rebose de tanques, o fallas en las uniones entre las tuberías y los accesorios.

**GANDINI Y OROZCO:** Personas que realizaron el plano general de la ciudad.

**HIDRANTE:** Elemento conectado a la red de distribución que permite la conexión de mangueras especiales utilizadas en la extinción de incendios.

**IMPACTO AMBIENTAL:** Afectación del entorno ocasionada por la realización de una obra.

**LEVANTAR:** Acción de realizar un levantamiento topográfico.

**LÍNEA EXPRESA:** Tuberías principales que hacen parte de la red de acueducto y que transportan agua potable hacia sitios determinados.

**LOCALIZAR:** Determinar el lugar donde se halla un accesorio.

**MACRO MEDICIÓN:** Sistema de medición de grandes caudales, destinados a totalizar la cantidad de agua que ha sido tratada en una planta de tratamiento y la que está siendo transportada por la red de distribución en diferentes sectores.

**MANTENIMIENTO:** Conjunto de acciones que se ejecutan en las instalaciones y/o equipos para prevenir daños o para la reparación de los mismos cuando se producen.

**MEDICIÓN:** Sistema destinado a registrar o totalizar la cantidad de agua transportada por un conducto.

**NODO:** Numeración de uno o un grupo de accesorios.

**PLANO MAESTRO:** Plano base que contiene la representación geográfica y urbana de la ciudad.

**PLANES DE CONTINGENCIAS:** Es el conjunto de procedimientos preestablecidos para la respuesta inmediata, con el fin de atender en forma efectiva y eficiente las necesidades del servicio de manera alternativa y para restablecer paulatinamente el funcionamiento del sistema después de la ocurrencia de un evento de origen natural o antrópico que ha causado efectos adversos al sistema

**PROCESAR:** Ejecutar acciones con la información obtenida.

**RECOPILAR:** Hacer compendio de información.

**RED DE ACUEDUCTO:** Conjunto de tuberías y accesorios que transportan el agua potable desde plantas de tratamiento hasta cada uno de los hogares.

**REFERENCIAS:** Distancias tomadas desde una edificación hacia el accesorio o tubería, para su posterior ubicación en el plano general.

**SECTORIZACION:** División de la ciudad en zonas de menor tamaño para facilitar su manejo cartográfico.

**TUBERÍA:** Ducto de sección circular para el transporte de agua.

**VALVULAS MACRO-MEDIDORAS:** Instrumento que mide el consumo de agua potable de todo un sector.

## INTRODUCCION

Dado que el país se encuentra en un proceso de mejoramiento de todas las entidades estatales, los Servicios Públicos domiciliarios se han convertido en una de las principales prioridades del Gobierno Nacional con el propósito de promover la actualización de toda la Red de Acueducto a través del **PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO**.

Se desarrollo un trabajo Topográfico con el fin de brindar nuevas alternativas que permitan integrar información adquirida en el campo mediante una inspección de la tubería y de los Accesorios encontrados por medio de Apiques, posteriormente se hizo el Levantamiento y la Referenciación a cinta. Incorporando la información en un plano dibujado a lápiz para describir la infraestructura básica y existente de la Red de Acueducto y obtener la ubicación de los Accesorios de cada zona de la ciudad de Armenia, luego se realizo el levantamiento con Estación Total, equipo con Tecnología de punta con el fin de tener un control de los Levantamientos para verificar inconsistencias de la información y los datos desarrollados, obteniendo como resultado una valoración de forma objetiva y exhaustiva de todo el proceso de recolección de información a partir de una comisión integrada, por tres Topografos pasantes de la Universidad del Quindío, un Topógrafo Interventor de la EPA egresado de la Universidad del Quindío, un Jefe de cuadrilla y tres obreros, este trabajo se desarrollo en un tiempo de cuatro meses comprendidos desde el 16 de Agosto hasta el 16 de diciembre.

Con este estudio se dio continuidad al trabajo que venían realizando los estudiantes de Topografía, de la Universidad del Quindío en conjunto con las Empresas Publicas de Armenia en la zona 9A,9B, 9C, comprendida por los barrios San José, Berlín, Salazar, Centro entre carreras 19 y 23 con calles 21 y



23, San José de la Sierra para esto se cuenta con instrumentos y equipos tales como: Estación Total, Cinta Métrica, Plomadas, Formularios de recolección de datos de Acueducto y planos de las zonas correspondientes al levantamiento, todo esto para cumplir con las exigencias de la ley por parte del Gobierno mediante el Plan de Ordenamiento Territorial y así obtener la Certificación de Calidad ISO 9000.

## 1. TEMA

Esta pasantía se trata de la actualización de todos los planos de la Red de Acueducto de la ciudad de Armenia, el cual busca el empleo de la Topografía para tener información de la ubicación más precisa de los puntos claves de la Red que son los nodos y clases de tubería que contiene cada zona. Permitiéndole a la Empresa conocer el estado y ubicación del sistema hidráulico de la zona. El desarrollo de este trabajo, fue enfocado al mejoramiento de calidad y prestación del servicio a la sociedad en general. Con el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado, se suministró la información de la Red de Acueducto que actualmente se encuentra en las zonas 9A, 9B, y 9C que comprenden los barrios San José, Berlín, Centro entre carreras 19 y 23 con calles 21 y 23, Salazar y San José de la Sierra, con el fin de actualizar los planos de la Empresa, obteniendo así un control de todos los Accesorios que conforman los nodos de toda la tubería, y un despiece global de cada barrio de las zonas antes mencionadas de la ciudad de Armenia. Con la actualización de planos hidráulicos de la ciudad no se afectó a ninguna entidad, ni a ningún factor en especial, por el contrario se benefició tanto la Empresa prestadora del servicio como la sociedad en general.

El Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado surgió debido a que las Empresas Públicas de Armenia debe certificarse con la norma ISO 9000, como primera medida la Empresa inició con el trabajo de toda la localización de los Accesorios y la tubería de la ciudad mediante levantamientos Topográficos, la cual involucró conocimientos adquiridos en la carrera como Levantamiento Planimétrico, levantamiento Altimétrico y Topografía Aplicada para cada zona de la ciudad de Armenia. La información que se recolectó en los formatos debe cumplir con unas normas y especificaciones las cuales se encontraron contenidas en el manual de normatividad y diseño de construcción de Redes de Acueducto capítulo 11, al final se presentaron los formatos previamente

diligenciados. Luego esta información se dibujó a lápiz y a escala 1:500 y 1:750 sobre un plano de la zona que se levantó. Este es un proyecto de gran magnitud que abarcó la exploración y Levantamiento de toda la Red de Acueducto en la zona urbana de la capital del Quindío, **RESOLUCIÓN 1096 DEL 17 DE NOVIEMBRE DE 2.000** sobre el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico **RAS**: “El presente reglamento tiene por objeto señalar los requisitos técnicos que deben cumplir los diseños, las obras y procedimientos correspondientes al Sector de Agua Potable, Saneamiento Básico y sus actividades complementarias, señaladas en el artículo 14, numerales 14.19, 14.22, 14.23 y 14.24 de la Ley 142 de 1994, que adelanten las Entidades prestadoras de los Servicios Públicos Municipales de Acueducto, Alcantarillado y Aseo o quien haga sus veces.”<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y sobre el Saneamiento Básico RAS. RESOLUCIÓN 1096 DEL 17 DE NOVIEMBRE DE 2.000.

## **2. PROBLEMA**

El acelerado crecimiento de la población y el eminente proceso de globalización y desarrollo que se ha vivido en nuestra región sobre todo a partir del sismo de 1999, a involucrado a las Empresas Publicas de Armenia EPA, en donde esta a su vez han adquirido el compromiso de ir a la par del avance Científico y Tecnológico para poder brindar un mejor servicio, adquiriendo y haciendo uso de los equipos más modernos y de igual manera actualizado y ampliando la información en su Campo de acción como Empresa Publica de Servicios de Acueducto y Alcantarillado llevando a los usuarios agua potable de muy alta calidad por medio de sus Redes de Acueducto; Y teniendo un control de sus aguas negras por medio de sus redes de Alcantarillado para así poder brindar a la comunidad un servicio más eficiente.

Debido a la falta de información catastral actual de las redes de Acueducto y Alcantarillado en las Empresas Publicas de Armenia, no proporcionaban información para solucionar dificultades que se presentara en ciertas zonas de la ciudad ya que por la falta de esta información resulta difícil contrarrestar con rapidez los daños que se presenten en la Red de Acueducto y Alcantarillado, la gran mayoría de estos daños son causados ya que la vida útil de estos esta caducando debido a la antigüedad de las tuberías de cada zona.

Las Empresas Publicas de Armenia, en su trayectoria han vivido este proceso desarrollando cada día nuevas estrategias y estudios tal es el caso del llamado Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado, el cual sé esta llevando a cabo desde hace un año y medio y que trata de que la Empresa prestadora del servicio tenga a su disposición planos actuales que contengan información suficiente y veraz de toda la Red de Acueducto y Alcantarillado, este plan involucro tanto a los barrios existentes como a los barrios nuevos de la ciudad de Armenia.

### 3. JUSTIFICACION

La Modernización Empresarial de las entidades encargadas de prestar los Servicios Públicos en el país busco generar una actualización de los planos existentes de la Red de Acueducto y Alcantarillado de cada zona de la ciudad de Armenia y además de esto saber que porcentaje de tubería se encontraron en buen estado y cuales tuberías están listas para ser reemplazadas según el material que la conforman.

El Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado es importante por que gracias a él, se generó para la Empresa un sistema funcional, el cual permitió brindar a los usuarios una calidad, comodidad, rapidez y eficiencia en el momento en que la Empresa presta el servicio en caso tal en que se presente algún daño en la tubería de cierta zona, esto se transmitió en una economía para la Empresa puesto que teniendo la Red bien referenciada los trabajos se hacen en un menor tiempo y esto a su vez conllevó a un menor gasto de hora vs. Hombre en las zonas ya investigadas.

Gracias al Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado se manipulo equipo Topográfico de alta precisión (Estación Total), lo cual conlleva a que la información entregada fue buena arrojando resultados satisfactorios, con el propósito de encontrar la tubería que se requiera en el momento y así prever posibles daños futuros. Con la pasantía la Empresa obtuvo una calidad de información, además de esto se ahorrando el pago de tres Topografos; los cuales le costarían a la Empresa cerca de 4.500.000 mensuales, para cada comisión, sumado a esto: alquiler del equipo Topográfico, Transporte, Papelería, Obreros, etc.

Con esta pasantía se consolidó un programa de acercamiento entre la Universidad y la Comunidad como finalidad principal de la Educación Superior.

Además se conoció el estado actual de la Red de Acueducto y Alcantarillado de cada zona investigada para prever a tiempo futuros problemas tanto para la Empresa como para la sociedad. Con la información que se obtuvo la Empresa pudo crear nuevas estrategias para que el usuario tenga un mejor servicio, y a su vez se planteen soluciones ante el inminente crecimiento urbanístico que se está dando en la ciudad, como por ejemplo: que clases de tuberías y de que diámetro deben colocarse donde la población sea abundante, donde existan zonas comerciales y donde hallan urbanizaciones pequeñas y futuros proyectos urbanísticos.

## **4. OBJETIVOS PROPUESTOS**

### **4.1 GENERAL.**

**LEVANTAMIENTO CATASTRAL, DIAGNOSTICO E INSPECCION DE LAS REDES DE ACUEDUCTO DE LA ZONA 9A, 9B, 9C QUE CONPRENDE LOS BARRIOS SAN JOSE, BERLIN, CENTRO CON CARRERAS 19 Y 23 ENTRE CALLES 21 Y 23, SALAZAR, Y SAN JOSE DE LA SIERRA DE LA CIUDAD DE ARMENIA.**

### **4.2 ESPECIFICOS.**

- Medir los diferentes diámetros de la tubería que se inspeccionaron en la zona 9A, 9B, 9C de la ciudad de Armenia que comprende los barrios San José, Berlín, Centro entre carreras 19 y 23 con calles 21 y 23, Salazar y san José de la Sierra, para clasificar los diferentes tipos de material como PVC, AC, HF, HG, P.E.A.D. y en que condiciones se encuentra los accesorios.
- Diligenciamiento de los formatos para la recolección de datos de acueducto EPA.
- Utilizar una Cartografía base para dibujar manualmente la información tomada en campo.
- Despiece o inventario de accesorios de las Redes de Acueducto.
- Levantamiento Planimétrico y Altimétrico de la Red que comprende la zona 9A, 9B, 9C de la ciudad de Armenia.
- Entrega de datos para la actualización de las Redes de acueducto.

## **5. EMPRESAS PÚBLICAS DE ARMENIA**

### **5.1. AMBIENTACION Y RESEÑA:**

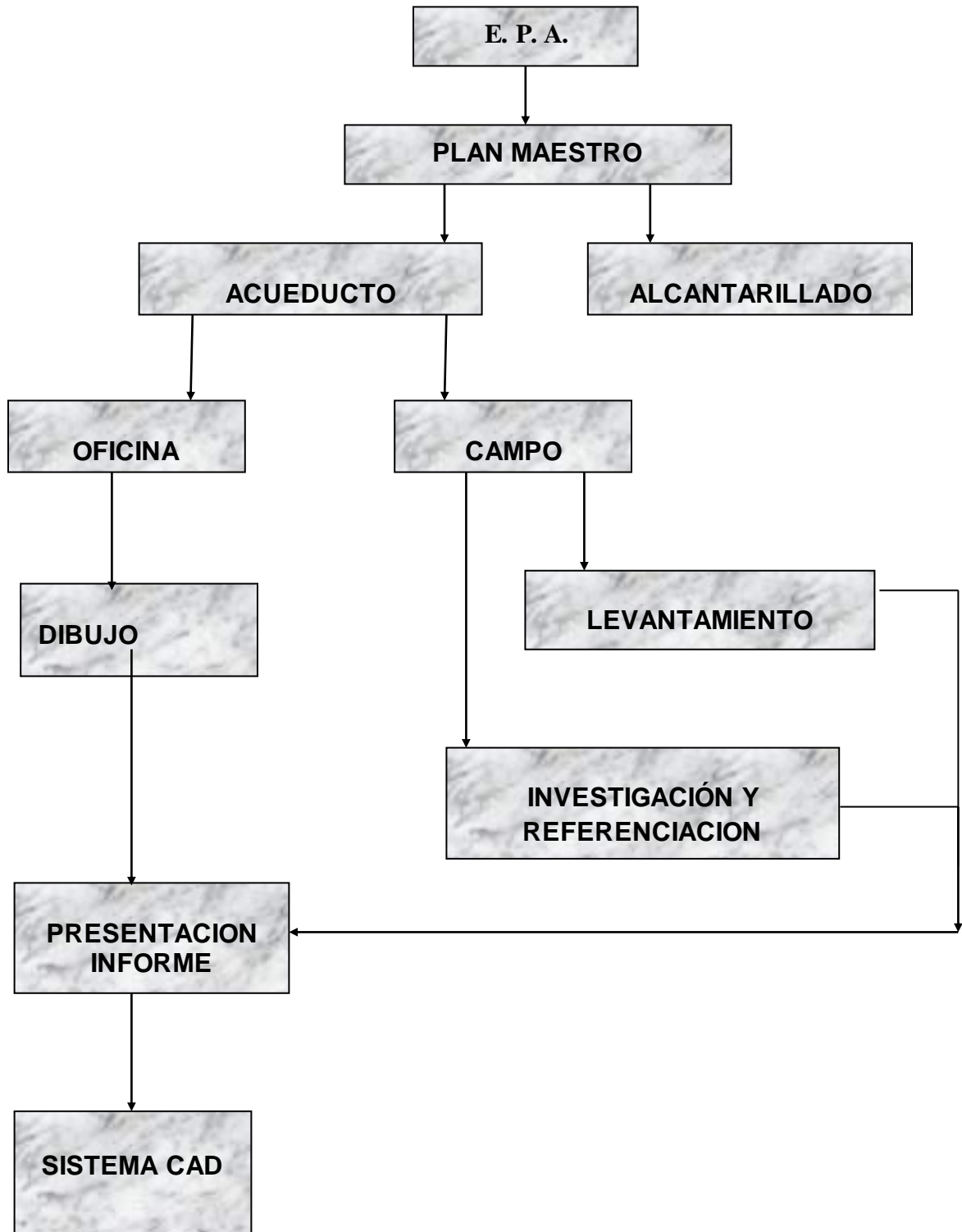
La Subgerencia de Acueducto tiene la misión de garantizar el óptimo funcionamiento de la Red, atendiendo las necesidades de la población de la ciudad, administrando su recurso humano que consta de: Sección de Redes, Sección de Mantenimiento, Sección de Fontanería y la Sección de Resanes. Además de realizar proyectos de diseño de Acueductos en conjunto con otras dependencias de la Empresa.

### **5.2. MARCO REFERENCIAL:**

El Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado tiene como referencia principal el proyecto de actualización de Catastro de Redes, De acuerdo al Plan de Ordenamiento Territorial que exige a las entidades prestadoras del servicio actualizar y organizar toda la infraestructura de la Red básica de Acueducto, realizado por las Empresas Publicas de Armenia en el año 1992. También se toma como referencia el Plan Maestro realizado por las Empresas Publicas de Medellín (E.P.M.), las Empresas Municipales de Cali (EMCALI) y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogota (E.A.A.B.).



Figura. 1 ORGANIGRAMA EMPRESAS PUBLICAS DE ARMENIA.



Fuente: Empresas Públicas de Armenia.

### **5.3. MARCO LEGAL.**

**ARTÍCULO 2. - OBJETO:** El presente Reglamento tiene por objeto señalar los requisitos Técnicos que deben cumplir los diseños, las obras y procedimientos correspondientes al Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico y sus actividades complementarias, señaladas en el artículo 14, numerales 14.19, 14.22, 14.23 y 14.24 de la Ley 142 de 1994, que adelanten las Entidades prestadoras de los Servicios Públicos Municipales de Acueducto, Alcantarillado y Aseo o quien haga sus veces.

**ARTÍCULO 3. - ALCANCE:** Por diseño, obras y procedimientos correspondientes al Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico se entienden los diferentes procesos involucrados en la conceptualización, el Diseño, la Construcción, la Supervisión Técnica, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los Sistemas de Acueducto, Alcantarillado y Aseo que se desarrollen en la República de Colombia, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad, funcionamiento adecuado, calidad, eficiencia, sostenibilidad y redundancia dentro de un nivel de complejidad determinado.

**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 Capítulo III de la Ley 388 de 1997. En aquellos eventos en los cuales las Empresas de Servicios Públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo acrediten a plenitud que por motivos Ambientales, Técnicos o Económicos no sea posible localizar parte de las infraestructuras en el territorio de su jurisdicción y sea necesario ubicarlas en el territorio de otro Municipio, el Alcalde de esta última entidad Territorial autorizará tal localización y brindará las garantías indispensables para asegurar la prestación del servicio, previo cumplimiento de las normas vigentes.

**ARTICULO 19. - EVALUACIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE:** En el caso de ampliaciones de un sistema, la Entidad Territorial, la ESP o cualquier otra Entidad que promueva o desarrolle inversiones en el sector, debe realizar una evaluación del mismo, buscando obtener información sobre el funcionamiento general, la capacidad máxima real, la eficiencia y los criterios operacionales. Después del análisis debe diagnosticar si es posible mejorar o no los niveles de eficiencia del sistema.

**ARTÍCULO 24. - SUMINISTRO DE AGUA POTABLE:** Cualquier proyecto dirigido a la ampliación de la cobertura o mejoramiento del servicio de suministro Agua Potable debe complementarse con las siguientes actividades, en caso de que se presenten algunas de las condiciones establecidas

7.1. Ampliación de cobertura de Alcantarillado.

7.1. Plan de mejoramiento de la calidad del Agua.

7.1. Plan de incremento de los niveles de Macro Medición.

7.1. Programa de ampliación de cobertura de la Micro Medición.

7.1. Programa de reducción de Pérdidas

Verificación de dotaciones y plan dirigido a reducir el consumo de Agua, según la Ley 373 de 1997. Utilización de instrumentos de bajo consumo y campañas de ahorro de Agua.

**ARTÍCULO 37. - TOPOGRAFÍA.** Deben elaborarse estudios Topográficos con un nivel de detalle y precisión de acuerdo con el tipo de obra que se proyecte.

**ARTÍCULO 85. - DIÁMETROS INTERNOS MÍNIMOS EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN.** El valor del diámetro interno mínimo de las tuberías que deben utilizarse en las Redes menores de distribución depende del nivel de complejidad del sistema y de los usos del Agua, tal como se muestra en la tabla.

**Tabla. 1 Diámetros Internos Mínimos en las Redes de Distribución.**

<b>Nivel de complejidad</b>	<b>Diámetro mínimo</b>	
Bajo	38.1 mm	(1.5 pulgadas)
Medio	50.0 mm	(2.0 pulgadas)
Medio alto	100 mm	(4 pulgadas). Zona comercial e industrial
	63.5 mm	(2 ½ pulga) Zona residencial
Alto	150 mm	(6 pulgadas) Zona comercial e industrial
	75 mm	(3 pulgadas) Zona residencial

**Fuente: Ras 2000**

**ARTÍCULO 102. - CATASTRO DE REDES.** Debe contarse con un Catastro de la Red actualizado que incluya un inventario de las tuberías existentes, su localización y el mayor número de anotaciones posible para cada accesorio considerado estratégico en la operación como: tipo de accesorio, material, profundidad y año de instalación. Este Catastro debe incluir además las válvulas e hidrantes que formen parte de la Red de distribución.

**ARTÍCULO 207. - LICENCIAS AMBIENTALES.** Para la ejecución de las obras inherentes a la prestación de los servicios de Agua Potable y Saneamiento Básico y sus actividades complementarias, obtendrán Licencia Ambiental aquellas actividades que pueden producir deterioro grave al recurso natural renovable o al paisaje, tal como lo expresen las disposiciones legales vigentes.

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.

#### **5.4. MARCO TEORICO.**

“Los registros históricos más antiguos sobre Topografía que existen en nuestros días, afirman que esta Ciencia se originó en Egipto. Heródoto manifestó que Sesotris (alrededor del año 1400 A.C.) dividió Egipto en lotes para el pago de impuestos. Las inundaciones anuales del río Nilo arrastraron partes de estos lotes y se designaron Topógrafos para definir linderos. A estos Topógrafos antiguos se les llamaba estiracuerdas, debido a que sus medidas se hacían con cuerdas que tenían marcas unitarias a determinadas distancias”.<sup>2</sup>

La Topografía ha permitido la solución de problemas concernientes a la localización de puntos sobre y por debajo de la superficie, ya sea para la determinación de lotes, hasta puntos indispensables para la construcción. Plasmando esta información en planos, documentos esenciales para la realización, desarrollo y culminación del trabajo.

“La Topografía ha tenido gran importancia desde el principio de la civilización. Sus primeras aplicaciones fueron las de medir y marcar los límites de los derechos de propiedad. Ha través de los años su importancia ha ido en aumento al haber una mayor demanda de diversos Mapas y Planos, y la

---

<sup>2</sup> WOLF, PAUL / BRINKER RUSSELL C. TOPOGRAFÍA 9 ed México D.F: ALFAOMEGA GRUPO editorial. 1997. p.1, 2.

necesidad de establecer líneas y niveles más precisos como una guía para las operaciones de construcción”<sup>3</sup>

Actualmente la ciencia de la topografía se ha extendido a campos donde se le ha permitido aportar con gran aplicación, sus conocimientos básicos que ayuden a mejorar el desarrollo de un problema o proyecto determinado, como son el estudio del Medio Ambiente, Monitoreo, Planeación de Vías Urbanas, localización de objetos en el espacio, el desarrollo con mayor planificación de Áreas Urbanas, Rurales y Regionales para Diseño, recopilación y almacenamiento en un sistema de Información Geográfica para la planeación de factores Económicos, Ambientales y Sociales pertinentes para la ubicación de características físicas, estructuras y trabajos de Ingeniería.

“La Topografía se encuentra actualmente en una etapa de cambios Tecnológicos en ascenso. Los avances están ocurriendo a una velocidad sin precedentes y esta afectando virtualmente todas las áreas de la práctica Topográfica de campo y de oficina. Entre los nuevos instrumentos que han revolucionado las actividades de campo se incluyen los sistemas de Levantamiento por satélites, GPS, los teodolitos digitales electrónicos, los instrumentos de Estación Total con sus colectores de datos automáticos (de los cuales los mas recientes son operados robótica mente), niveles digitales automáticos que emplean Técnicas de procesamiento de imágenes, nuevos dispositivos de alineación mediante el uso de láser, entre otros”<sup>4</sup>

Gracias al avance de la ciencia de la Topografía en la actualidad, el trabajo Topográfico es de vital importancia en el desarrollo de proyectos que se encuentran a la vanguardia y que son de gran magnitud. Tal el caso del Catastro de Redes de Acueducto de la ciudad de Armenia.

---

<sup>3</sup> WOLF BRINKER. Op. cit., p.109.

<sup>4</sup>ibid., p.109.

“El Catastro de Red de distribución de Agua Potable y Alcantarillado, es un sistema de registro y archivo de información Técnica estandarizada (fichas, planos, etc.) y relacionada con todos los detalles Técnicos de ubicación de tuberías, diámetros, válvulas, hidrantes y todo otro complemento o accesorios importante que se tenga incorporado o haga parte de las Redes.”<sup>5</sup>

El Catastro de Redes de Acueducto y Alcantarillado nos permite verificar, planificar y desarrollar, por medio de un sistema de registro y archivos (con datos reales y actuales), estrategias concernientes a verificación de toda la Red de Acueducto y Alcantarillado que se encuentran en esta información.

“Es importante un Catastro de Redes porque le facilita a la Empresa una organización prestadora del conocimiento, planeación y la operatividad del Servicio, tanto en la Red de distribución de Agua Potable como de la de Alcantarillado, sistemas básicos en cualquier comunidad sea urbana o rural.”<sup>6</sup>

También es importante para establecer y actualizar el Catastro de tuberías y accesorios indispensables para su operación, así como el conocimiento preciso del lugar de ubicación y las condiciones Técnicas de operación de sus principales accesorios, para la detección y localización de fugas. De igual manera, aporta a la Empresa la información necesaria para una reparación oportuna. También sirve como instrumento de análisis, evaluación, formulación y desarrollo de programas de control de pérdidas para fortalecer la gestión Técnica y Empresarial de la entidad prestadora de servicio de Acueducto, para la actualización de Catastro de tubería y accesorios indispensables para su operación y mantenimiento, ejerciendo un mejor control sobre las operaciones de los respectivos sistemas.

---

<sup>5</sup> MINISTERIO DE DESARROLLO NACIONAL. Catastro de redes municipios menores y zonas rurales. Santa Fe de Bogota. P.11.

<sup>6</sup> *ibid.* cit., p.11.

Es necesario conocer que elementos conforman una Red de Acueducto, las diferentes partes que lo conforman como son la tubería, codos, tees, hidrantes, uniones, válvulas y demás accesorios de obras que complementan la evacuación y distribución de Agua Potable en los Sectores que conforman las ciudades o poblaciones, para así entender esta de una manera clara y concisa.

Se debe tener en cuenta que las distintas obras de Acueducto deben estar ligadas a ciertas normas y parámetros amparadas por la ley<sup>7</sup> y acondicionadas a los distintos factores físicos de un territorio o población.

Es importante para la Empresa que al momento de comenzar los trabajos investigativos por parte de pasantes, guías y cuadrillas etc. estos deban ser realizados con la mayor eficacia en los distintos trabajos de campo y oficina, los cuales ayudan a la mayor y mejor captura de datos e información, ya sea por medio de Levantamientos Topográficos u otros sistemas de trabajo que nos permita aportar una información acertada y real de lo propuesto. Esto conlleva, al momento de tener la totalidad de la información, que logremos de una manera organizada y exacta, insertar los datos a un sistema de Información Geográfica, que es un sistema de datos y estructuras muy organizadas de recolección, almacenamiento y recuperación de información con base en su localización espacial.

Con base en este sistema podemos manipular y analizar de una manera eficaz y correcta la información requerida que sirva para el buen desarrollo de trabajos y proyectos planteados.

---

<sup>7</sup> RAS 2000, Res 1096



## 5.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

La tabla que se muestra a continuación enseña las especificaciones técnicas de la Estación Total SOUH, instrumento con el que se realizó el levantamiento de las redes de acueducto de la ciudad durante el tiempo de la investigación.

### Telescopio

Longitud	:	153 mm
Lente del objetivo	:	40 mm (EDM 40 mm)
Aumentos	:	26×
Imagen	:	Derecha
Campo visual	:	1°30'
Potencia de resolución	:	3"
Distancia mínima de enfoque	:	0,9m
Iluminación del retículo.	:	Incorporada

### Medición de la distancia.

**Tabla. 2 Margen de Medidas**

Modelo	Prisma	Condiciones atmosféricas	
		Condición 1	Condición 2
<b>GTS-211D</b>	Mini prisma	550 m (1.800 pies)	----
	1 prisma	1.000 m (3.600 pies)	1.200 m (4.000 pies)
	3 prismas	1.600 m (5.200 pies)	1.800 m (5.900 pies)
<b>GTS-212</b>	Mini prisma	450 m (1.500 pies)	----
	1 prisma	900 m (3.000 pies)	1.000 m (3.300 pies)
	3 prismas	1.200 m (4.000 pies)	1.400 m (4.600 pies)
<b>GTS-213</b>	Mini prisma	300 m (1.000 pies)	----
	1 prisma	600 m (2.000 pies)	700 m (2.300 pies)
	3 prismas	900 m (3.000 pies)	1.000 m (3.300 pies)

**Fuente: Manual Estación Total SOUH, 2005.**

Condición 1: Ligera neblina con visibilidad de unos 20 km (12,5 millas), sol moderado y ligera reverberación.

Condición 2: Sin niebla, con una visibilidad aproximada de 40km (25 millas), cielo despejado, sin reverberación.

Precisión en la medición:

GTS-211D	:	± (3 mm +2 ppm) m.s.e.
GTS-212	:	± (3 mm +5 ppm) m.s.e.
(-10°C a +50°C / +14°F a +122°F)	±	(5 mm +5 ppm) m.s.e.
(-20°C a +10°C / +14°F a +14°F)		
GTS-213	:	± (5 mm +5 ppm) m.s.e.

Cómputo mínimo de la medición

Modo de medición fina	:	1 mm (0,005 pies)
Modo de medición gruesa	:	10 mm (0,02 pies) / 1 mm (0,005 pies)
Modo de medición tracking	:	10 mm (0,02 pies)
Visualización de la medición	:	9 dígitos: máx. 999999,999
Tiempo de medición		
Modo de medición fina	:	2,5 seg. (Inicial 4.5 seg.)
Modo de medición gruesa	:	0,5 seg. (Inicial 3 seg.)
Modo de medición tracking	:	0,3 seg. (Inicial 2,5 seg.)

(Compensación del eje vertical y corrección de la curvatura: desactivadas [OFF])

0,4 a 0,5 seg. (Compensación del eje vertical y corrección de la curvatura: activadas [ON])

Margen de la corrección atmosférica -99 ppm a +99 ppm, aumentos de 1 ppm

Margen de corrección de la constante del prisma: -99 mm a +99 mm,

Aumentos de 1 mm Factor de conversión:

Metro / Pie: 1 metro = 3,2808398501 pies Margen de temperatura ambiente:

-20°C a +50°C (-4°F a +122°F).

## Medición angular electrónica

Método: Lectura incremental

Sistema de detección:

Ángulo horizontal

GTS-211D : 2 lados

GTS-212 : 1 lado

GTS-213 : 1 lado

Ángulo vertical

: 1 lado

Cómputo mínimo

GTS-211D : 5" / 1" (1 mgon / 0,2 mgon)

GTS-212 : 5" / 1" (1 mgon / 0,2 mgon)

GTS-213 : 10" / 5" (2 mgon / 1 mgon)

Precisión (Desviación estándar basada en la norma DIN18723)

GTS-211D : 5" (1, 5 mgon)

GTS-212 : 6" (1, 8 mgon)

GTS-213 : 10" (3 mgon)

Tiempo de medición

: Inferior a 0,3 seg.

Diámetro del círculo

: 71 mm

## Corrección de la inclinación (índice automático)

Compensador

GTS-211D

: Compensador automático  
vertical y horizontal

GTS-212

: Compensador automático

vertical

GTS-213

: Compensador automático

Vertical

Método

: Líquido

Margen de compensación

:  $\pm 3'$

Unidad de corrección

: 1"

## Otros

Protección contra el agua : IPX 6  
Altura del instrumento: 176 mm (6,93 pulgadas)  
plataforma desmontable  
(Altura desde la plataforma al centro del telescopio)

Sensibilidad del nivel  
Nivel circular : 10"/2 mm  
Nivel de la alidada : 30"/2 mm  
GTS-211D : 30"/2 mm  
GTS-212 : 40"/2 mm  
GTS-213 : 40"/2 mm

Telescopio de plomada óptica  
Aumentos : 3×  
Margen de enfoque : : 0,5 m hasta el infinito  
Imagen : Derecha  
Campo visual : 5°(114 mmφ1,3 m)

Dimensiones  
(Con asa de transporte) : 343(alt)184(anc)152(largo) mm  
(13,5(alt.)7,2(anc)6,0(largo) pulgadas)  
(sin asa de transporte) : 289(alt.)184(anc)152(largo) mm  
(11,4(alt)7,2(anc)6,0(largo) pulg)

## Peso

Instrumento  
(Con asa de transporte y batería): 4,9 kg (10,9 libras)  
Estuche de transporte : 3,7 kg (8,2 libras)

## Batería BT-32Q

Voltaje de salida : 7,2 V  
Capacidad : 1, AH

Autonomía máxima (cuando está totalmente cargada) a +20°C (+68°F)  
Incluyendo l medición de distancia : 3,5 horas (2.100 puntos)  
Sólo medición angular : 12 horas  
Uso normal : 7,5 horas

[Calculado para la relación 1(medición de la distancia) / 3 (mediciones angulares) ]

Peso : 0,3 kg (0,7 libras)

### **Cargador de la batería BC-19B / BC-19C**

Voltaje de entrada : AC 120V (BC-19B), AC 230V (BC-19C)

Frecuencia : 50/60Hz

Tiempo de recarga (a +20°C /+68°F)

Batería BT-32Q : 1,5 horas

Temperatura de funcionamiento : +10°C a +40°C (+50°F a 104°F)

Señal de carga : Testigo rojo iluminado

Peso : 0,3 kg (0,7 libras)

- La autonomía de la batería depende de las condiciones ambientales y de las operaciones realizadas con los modelos de la serie GTS-210.

### **1Compensador de doble eje (GTS-211D) 1º**

La inclinación del eje vertical respecto a la verdadera vertical provocará una medición incorrecta de los ángulos horizontales. La magnitud del error de la medición del ángulo horizontal debido a la inclinación del eje depende de tres factores:

- Grado de inclinación del eje
- Elevación
- Ángulo horizontal entre la dirección de la inclinación del eje vertical y la visual al punto.

Estos factores están relacionados según la siguiente fórmula:

$$H_{zerr} = V \cdot \text{sen } \alpha \cdot \text{tanh}$$

donde  $v$  = inclinación del eje en segundos de arco

$\alpha$  = ángulo acimut entre la dirección del eje vertical y la visual al punto

$h$  = elevación de la visual

$H_{zerr}$  = error del ángulo horizontal

Ejemplo: Cuando el eje vertical presenta una inclinación de 30 segundos de arco, la visual al punto se encuentra 10° por encima de la horizontal y girada 90° acimutales respecto a la dirección del eje vertical, el error es:

$$H_{zerr} = 30'' \cdot \text{sen} \alpha \cdot \text{tan} 10^\circ$$

$$H_{zerr} = 30'' \cdot 1 \cdot 0.176326 = 5.29''$$

A partir del ejemplo anterior se puede observar que los errores del ángulo horizontal aumentarán cuanto más vertical sea la visual (el valor de la tangente aumenta al aumentar el ángulo vertical) y será máximo cuando la visual forme un ángulo recto ( $\text{sen} 90^\circ = 1$ ) en la dirección del error del eje vertical. Los errores serán mínimos cuando la visual se encuentre casi horizontal ( $h=0$ ,  $\text{tan} 0=0$ ) y en la misma dirección que el error del eje vertical ( $\alpha=0$ ,  $\text{sen} 0=0$ ). Por favor, consulte la tabla mostrada a continuación para observar la relación entre la inclinación del eje ( $v$ ) y altura ( $h$ ), respecto al error de los ángulos horizontales resultantes de estos factores.

**Tabla. 3 Inclinación del Eje Vertical y Altura con Respecto al Error de los Angulos Horizontales.**

$v$	$h$	0°	1°	5°	10°	30°	45°
0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"
5"	0"	0"	0.09"	0.44"	0.88"	2.89"	5"
10"	0"	0"	0.17"	0.87"	1.76"	5.77"	10"
15"	0"	0"	0.26"	1.31"	2.64"	8.66"	15"
30"	0"	0"	0.52"	2.62"	5.29"	17.32"	30"
1'	0"	0"	1.05"	5.25"	10.58"	34.64"	1'

**Fuente: Manual Estación Total SOUH, 2005.**

Los datos de la tabla muestran claramente que los beneficios de la compensación de eje doble son máximos cuando la elevación de la visual supera los  $30^\circ$  y la inclinación del eje es mayor de  $10''$ . De hecho, los valores de la tabla mostrados en negrita demuestran que para numerosas aplicaciones topográficas comunes como por ejemplo una elevación de la visual inferior a  $30^\circ$  y un error del eje inferior a  $10''$  en la práctica no necesitan corrección. La compensación de doble eje es especialmente adecuada para aplicaciones en las que las visuales de los puntos están muy inclinadas.

Aunque los compensadores pueden corregir los errores del eje vertical que afectan a los ángulos horizontales, **sigue siendo importante realizar el ajuste del instrumento con cuidado.**

El error de centrado, por ejemplo, no puede corregirse mediante compensadores. Una inclinación del eje vertical de  $1'$  con un instrumento de 1,4 metros de altura, supone un error de centrado de aproximadamente de 0,4 mm. El efecto máximo de este error a 10 m es un error del ángulo horizontal de  $8''$ .

Para mantener la creciente precisión a través del compensador de doble eje, es necesario mantener los compensadores correctamente ajustados. Los compensadores deben coincidir con la condición horizontal real del instrumento. Las diversas presiones ambientales pueden perturbar la coincidencia entre la condición horizontal detectada por los compensadores y la condición real del nivel del instrumento. Para reestablecer las relaciones correctas entre el compensador y la verdadera condición horizontal del instrumento, es necesario realizar la operación de índice vertical mencionada en el capítulo 17.3.6 "Ajuste del Ángulo vertical en  $0''$ ". Este ajuste

reestablecerá tanto el índice vertical (debido a la lectura directa e inversa a un mismo punto sumando  $360^\circ/400^g$ ) y ajustará a cero el nivel de referencia del compensador horizontal. Aunque puede obtenerse el valor correcto de los ángulos verticales promediando las lecturas directas e inversas, incluso cuando el ajuste del índice es incorrecto, esto no es posible para los ángulos horizontales. Dado que el error del eje vertical es fijo para un ajuste determinado, su efecto no puede eliminarse calculando la media de ambos valores.

**Esta es la razón por la que es extremadamente importante mantener el ajuste del índice vertical para garantizar que la corrección de los ángulos horizontales sea la adecuada.**

<sup>8</sup>Tomado de CD RON. Manual Estación Total SOUH, 2005 GEOSYSTEM.



## **6. METODOLOGIA.**

Se trató de un estudio de Campo Exploratorio, tipo encuesta de la Red de Acueducto de Armenia, cuya estrategia es la descripción, valoración e inspección de los Accesorios y el Estado de las Tuberías. Para ello se utilizó el formulario de Catastro de Redes donde se consignaron los datos tales como Profundidad, Clase de Accesorio, Tipo, Estado y su debida referenciacion a los paramentos más cercanos. Todo esto mediante la observación directa. Los datos se consignaron a mano alzada en planos de las zonas exploradas conteniendo todos los Accesorios con su respectiva referenciacion, y se realizaron los despieces de los Accesorios encontrados tales como codos, tees, tuberías, válvulas etc. Se realizó un Levantamiento con Estación Total con el fin de verificar la medida tomada con Cinta Métrica, su referenciacion y a la vez toda la información para cada Accesorio en la zona investigada, luego la información fue pasada a un auxiliar de dibujo el cual procedió a dibujar el plano de la zona respectiva; que es el plano definitivo, para integrarlo a un sistema CAD. Para obtener un control y poder comparar de manera precisa los datos, todo esto fue llevado a un archivo detallado por parte de la Empresa EPA.

## **7. LEVANTAMIENTO CATASTRAL, DIAGNOSTICO E INSPECCION DE LAS REDES DE ACUEDUCTO**

### **7.1. CATASTRO DE REDES:**

Es un registro y archivo de información Técnica estandarizada (fichas, planos, etc.) y relacionada con los detalles Técnicos de ubicación de tuberías, diámetros, válvulas, hidrantes y todo otro complemento o accesorio importante que se tenga incorporado o haga parte de las Redes. El Catastro de Redes es de gran importancia porque facilita a la Empresa y/o entidad prestadora del Servicio, la planeación y operatividad de la Red de distribución de Agua Potable.

El Catastro de Redes es importante para:

- Dominar todo lo referente a los detalles Técnicos y operacionales de los elementos que intervienen en la Red de Acueducto.
- Actualizar el Catastro de Tuberías y Accesorios indispensables para su Operación y Mantenimiento.
- Detectar y localizar fugas y aportar información para su oportuna reparación.
- Mantener actualizados los registros de nuevas incorporaciones y/o sustituciones de componentes de las Redes.

**Figura. 2 Procedimiento Para la Elaboración del Catastro de Redes.**

REDES DE ACUEDUCTO
1 CARTOGRAFIA EXISTENTE
2 INSPECCION
3 ELABORACION DEL FORMATO
4 DESPIECE
5 ACTUALIZACION DE PLANOS

**Fuente: Los Autores.**

## **7.2 FASE DE EXPLORACION:**

Antes de comenzar a realizar la exploración en campo se debe solicitar a las EMPRESAS PUBLICAS DE ARMENIA los planos de las Redes de Acueducto del sector o barrio a explorar (sí los hay). La exploración de las Redes de Acueducto comienza con toda la comisión de trabajo la cual dispone de personas con amplia experiencia en Instalación y Mantenimiento de las Redes. Debido a esto son ellos quienes determinan en que lugar se comienza dicha labor.

La inspección comienza realizando Apíques por parte del personal de la Empresa (obreros) con el fin de ubicar físicamente el Accesorio, además de su profundidad, diámetro, material y dirección. En cuanto al estado de la tubería se realizo a partir de las siguientes valoraciones. Tubería en PVC y PEAD clasificada buena, por sus características tales como Durabilidad, Flexibilidad Inerte a la Corrosión, Fácil manipulación, resistencia a los sismos y por poseer una superficie hidráulicamente lisa; Tubería en AC (asbesto cemento) por tener bajo coeficiente de Rugosidad, Materiales Cancerigenos, poca resistencia a la Mecánica de Esfuerzos, poca resistencia Química a los Sulfatos del suelo y difícil manipulación; Tubería en HF y HG (hierro fundido y galvanizado),

considerada mala por poseer características como: poca Flexibilidad, Alto Peso, Alta posibilidad de Obstrucción y Poca resistencia a los Esfuerzos. Además con el paso de los años esta clase de tubería sufre una reducción en su diámetro debido a la corrosión generando pérdida de presión. Luego de ubicar el accesorio se procede a realizar el dibujo del mismo y de la edificación más cercana para tomar las correspondientes referencias. El dibujo se realiza sin escala y en un formato diseñado por la Empresa y con especificaciones de la misma.

### **7.3 FASE DE INSPECCION Y DIAGNOSTICO:**

#### **INSPECCION:**

Este procedimiento exige que la información se mantenga actualizada y consignada diariamente si es el caso, cualquier maniobra que modifique las características técnicas debe ser registrada, Como resultado de una inspección de rutina que detecten daños en la pieza y éstos se deben informar o registrar en la ficha correspondiente para llevar un control del estado individual de cada accesorio y de su proceso de mantenimiento.

#### **DIAGNOSTICO:**

Este proceso, consistió en la recolección, clasificación, análisis, valoración y evaluación de la información de fuentes primarias, soportando el trabajo articulado del componente técnico y de la participación activa de los actores públicos, privados y comunitarios, teniendo como objetivo la consolidación de la imagen actual de la Red y confrontarla con la imagen deseada.

#### **7.4 FASE DE REFERENCIACION:**

Entre las especificaciones de la empresa para la referenciación se realiza un dibujo a escalas 1:500 y 1:750 con el fin de integrar la mayor cantidad de detalles posibles, (andenes, vías, taludes, intersecciones, longitudes de edificaciones). Las 2 referencias mínimas exigidas por la Empresa se deben medir desde las aristas de las edificaciones hacia el accesorio formando líneas perpendiculares; Se deben incluir en el formato las magnitudes de tubería entre accesorios, el diámetro y el material. Además de la fecha, zona, barrio, nodo, numero de hoja, estado del accesorio y la nomenclatura de las edificaciones y en especial la más cercana al accesorio.

#### **7.5 FASE DE DIBUJO E INFORME:**

Después de realizar la investigación de todo el barrio o sector se procede a efectuar el dibujo preliminar de la red a lápiz, este dibujo se ejecuta sobre un plano a escala 1:500 y 1:750 proporcionado por la Empresa, previa solicitud del mismo por parte de la comisión. Luego de tener dibujada la red de acueducto de un barrio o sector se procede a realizar el informe de investigación (despiece). Para este se debe enumerar cada accesorio o conjunto de accesorios (nodo), en este informe se totaliza la cantidad de tubería y de accesorios investigados diferenciando el material y el diámetro (véase Plano con tubería).

## **7.6 PRESENTACION DE LAS CARTERAS DE CAMPO.**

En los Levantamientos de la Red de distribución las EMPRESAS PUBLICAS DE ARMENIA exige que las carteras contengan la siguiente información: estación, punto visado, azimut, distancia horizontal, diferencia de nivel, altura instrumental, altura del prisma, observaciones, fecha, sector o barrio levantado y Topógrafo responsable (comisión). Además se debe realizar un dibujo aproximado del barrio y de la Red. Este dibujo debe ser lo suficientemente claro para que la persona que se encarga de procesar y dibujar la información en el sistema CAD lo pueda hacer de la mejor manera y sin problemas. El llenado de la cartera se realiza de abajo hacia arriba comenzando las estaciones desde el número 1, y las radiaciones de acuerdo al número consecutivo al orden del Levantamiento.

## 8. RESUMEN DE ACTIVIDADES.

Se iniciaron actividades el día 18 de agosto de 2005; en el barrio San José comprendido en la zona 9A de la ciudad de Armenia, en el cual se partió de una cruz de 6 x 3 ubicada sobre la carrera 27ª en la glorieta que comunica los barrios Quindio y Clarita, con la línea expresa de 6 pulgadas en AC (asbesto cemento) con una longitud de tubería de 675.75 m, que se investigo hasta la carrera 26 del barrio San José, esta tubería alimenta el sector 9A que comprende toda la carrera 27ª , la 27 y la calle 2ª, la tubería solo se reviso hasta la carrera 26 ya que otra comisión continuo con el trabajo en este mismo sector.

Igualmente se continuo con la línea expresa de 3 pulgadas en AC que parte desde la carrera 27 con calle 22 esquina la cual tiene una longitud 352.32 m, y llega hasta una cruz de 6 x 3 ubicada en la carrera 26 con calle 21, se sigue con la línea expresa de 12 pulgadas que parte de una tee de 12 x 6 y que se encuentra ubicada sobre la carrera 27ª al lado de la glorieta, con una longitud de tubería 382.35 m la cual llega a una reducción de 12 x 10 ubicada al frente del Colegio Rufino Centro, posteriormente se inicia con la línea expresa de 10 pulgadas en AC con una longitud de 618.66 m y que llego hasta una tee con reducción de 10 a 8 pulgadas ubicada en la carrera 23 que comunica el barrio Berlín y el Recreo.

Se iniciaron labores el día 25 de Agosto de 2005 en el barrio Salazar empalmando con el tapón de 2 pulgadas ubicado en la parte final del mismo barrio sobre carrera 24, el cual parte con una tubería de 2 pulgadas en HF (hierro fundido) con una longitud de tubería de 267.12 m y que finaliza en una reducción de 3 x 2 sobre la carrera 24 en donde comenzó la tubería de 3 pulgadas en AC (asbesto cemento), con una longitud de 776.70 m. finalizando en los asentamientos denominados la Cueva del Humo donde se termino labores el día 30 de Agosto de 2005.

El día 1 de septiembre de 2005 se continuo con la exploración de las Redes de Acueducto con el barrio Berlín ubicado en la zona 9c con la tubería de 3 pulgadas en AC (asbesto cemento) con una longitud 976.53 m, la cual empalma en dos reducciones ubicadas sobre la calle 26 entre carreras 21 y 22, en donde iniciamos con la tubería de 4 pulgadas en AC con una longitud de tubería de 619.22 m y en esta misma zona se prosiguió con la línea expresa de 10 pulgadas en AC con una longitud de tubería de 563.15 m terminando la inspección en una válvula ventosa ubicada en la Carrera 21 con calle 21 esquina.

El día 9 de septiembre de 2005 se comenzó con la zona Centro con tubería de 3, 6, y 10 pulgadas comprendidas entre las carreras 19 y 23 con calles 21,22, y 23 encontrado una longitud global de tubería de 2684.32 m lineales que empalman con el barrio Berlín finalizando el día 21 de septiembre de 2005. del 22 de septiembre de 2005 hasta el 15 de octubre de 2005 se realizo el proceso del Levantamiento con Estación Total. El 16 de octubre de 2005 se continuo con el barrio san José de la sierra encontrándose una longitud de tubería de 321.60 m la cual está en diferentes tipos de material tales como: 10.80 m en AC de 2 pulgadas, 10.45 m en AC de 14 pulgadas, 57.70 m en AC de 12 pulgadas, 26.00 m en P.V.C de 2 pulgadas, 180.95 m en HF de 2 pulgadas, y 35.70 m en HF de 3 pulgadas finalizado el 24 de octubre de 2005.

El 2 de noviembre de 2005 se realizo como actividad extra, el levantamiento Topográfico del barrio el Recreo, donde se ubico toda la Red de Acueducto ya que la información que poseía la Empresa no contaba con la Planimetría y Altimetria para la elaboración del plano; dando fin a esta actividad el día 8 de noviembre del mismo año.



## 8.1 CONSOLIDADO.

Tabla. 4 Longitudes y Diámetros del Sector 9A, 9B, y 9C.

MATERIAL Y ?	SAN JOSE		BERLIN		CENTRO		SALAZAR		SAN JOSE DE LA SIERRA	
	LONGITUD (m)	%	LONGITUD (m)	%	LONGITUD (m)	%	LONGITUD (m)	%	LONGITUD (m)	%
A.C. 2"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,800	3,36
A.C. 3"	352,32	17,36	976,53	42,60	920,00	34,27	776,70	74,41	0,000	0,00
A.C. 4"	0,00	0,00	619,22	27,01	978,40	36,45	0,00	0,00	0,000	0,00
A.C. 6"	675,75	33,30	0,00	0,00	297,95	11,10	0,00	0,00	0,000	0,00
A.C. 8"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
A.C. 10"	618,66	30,49	563,15	24,57	331,13	12,34	0,00	0,00	0,000	0,00
A.C. 12"	382,35	18,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,700	17,94
A.C. 14"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,450	3,25
P.V.C. 1"	0,00	0,00	2,50	0,11	40,70	1,52	0,00	0,00	0,000	0,00
P.V.C. 1" <sup>1/2</sup>	0,00	0,00	34,60	1,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
P.V.C. 1" <sup>1/4</sup>	0,00	0,00	74,10	3,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
P.V.C. 2"	0,00	0,00	0,00	0,00	116,14	4,33	0,00	0,00	26,000	8,08
P.V.C. 3"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
P.V.C. 4"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
P.V.C. 6"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
P.V.C. 12"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
PEAD 2"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
PEAD 3"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
PEAD 4"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
PEAD 6"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
PEAD 8"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
HF 2"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	180,950	56,27
HF 3"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	267,12	25,59	35,700	11,10
HD 10"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
HG 2"	0,00	0,00	22,17	0,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>2.029,08</b>	<b>100</b>	<b>2292,27</b>	<b>100</b>	<b>2684,32</b>	<b>100</b>	<b>1043,82</b>	<b>100</b>	<b>321,60</b>	<b>100</b>

Fuente: los Autores.

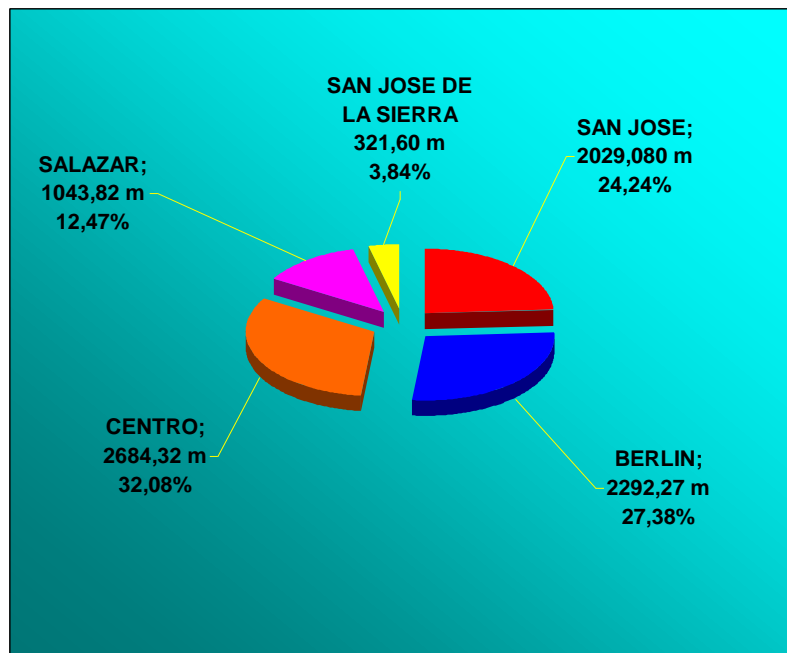
**Tabla. 5 Longitudes, Diámetros, y Accesorios del Sector 9A, 9B, y 9C.**

Zona	Longitud de Tubería	%	Estado de la Tubería	longitud	%	No.de Nodos	No.de Accesorios	Tipo de Accesorio						
								Tee	Tapor	Crus	codo	Hidrante	Valvula	Reduccion
BARRIO SAN JOSE DE LA SIERRA	321,60m	3,84%	Bueno ( PVC, PEAD)	26,00	8,08	8	12	3	4	0	3	0	2	0
			Regular (AC)	78,95	24,55									
			Malo (HF, HG)	216,65	67,37									
9A					100%									
BARRIO SAN JOSE	2029,08m	24,24%	Bueno ( PVC, PEAD)	0	0	19	30	4	1	4	8	3	9	1
			Regular (AC)	2029,08	100									
			Malo (HF, HG)	0	0									
9B					100%									
BARRIO BERLIN	2292,27m	27,38%	Bueno ( PVC, PEAD)	111,20	4,85	24	50	7	7	5	8	1	17	5
			Regular (AC)	2158,90	94,2									
			Malo (HF, HG)	22,17	0,97									
9C					100%									
BARRIO SALAZAR	1043,82m	12,47%	Bueno ( PVC, PEAD)	0	0	21	23	3	4	0	12	0	3	1
			Regular (AC)	776,7	74,4									
			Malo (HF, HG)	267,12	25,6									
9C					100%									
BARRIO CENTRO	2684,32m	32,08%	Bueno ( PVC, PEAD)	156,84	5,84	39	81	19	13	7	6	4	27	5
			Regular (AC)	2527,48	94,2									
			Malo (HF, HG)	0	0									
KRA 19 - 23					100%									
CLL 21 -23					100%									
9C					100%									
<b>TOTAL</b>	<b>8371,090m</b>	<b>100%</b>		<b>8371,09</b>		<b>111</b>	<b>196</b>	<b>36</b>	<b>29</b>	<b>16</b>	<b>37</b>	<b>8</b>	<b>58</b>	<b>12</b>

**Fuente: los Autores.**

## 9. ANALISIS DE LA TUBERIA SECTOR 9A, 9B, Y 9C.

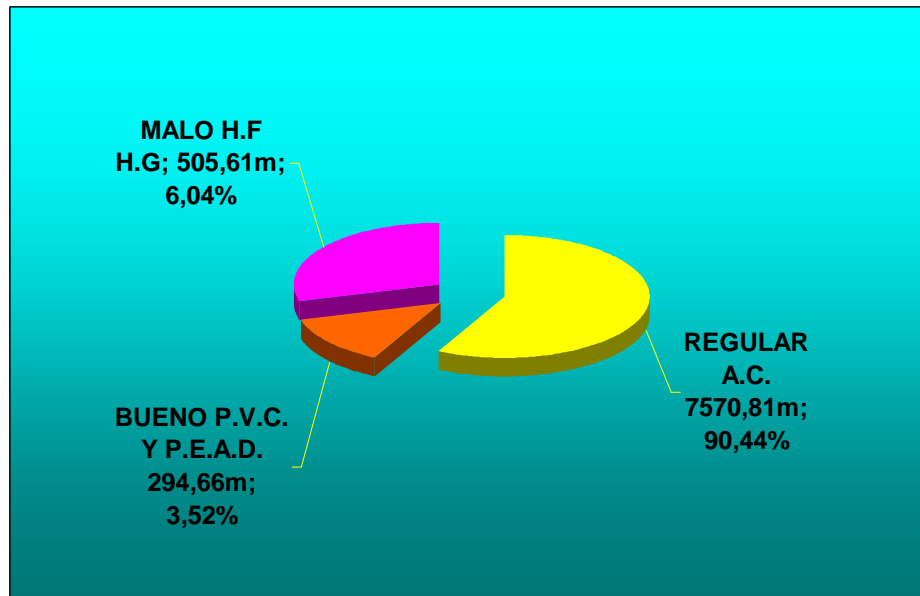
Figura. 3 Longitud de la Tubería por barrio sector 9a, 9b Y 9c.



Fuente: Los Autores.

Con esta gráfica se observa que el sector cuenta con una tubería de mucho tiempo de uso, la mayoría de ella se encuentra en buenas condiciones de operatividad. Estos porcentajes corresponden a valores respecto a una longitud total de tubería investigada de 8371.090 m por lo cual se pudo analizar que el 32.08% equivale al centro entre carreras 19 – 23 y con calles 21 - 23, el 27.38% al Berlín, el 12.47% al Salazar, el 3.84% a San José de la sierra y 24.24% al San José. Para el barrio san José se observó que la tubería se encuentra en buenas condiciones de operatividad. Sin embargo el material que la compone es regular equivalente a un 100%, que corresponde a una longitud de 2029.08 m y demanda un mantenimiento a largo plazo, el cual debe ser considerado de inmediato con el fin de evitar daños futuros en la red, teniendo en cuenta que el sector posee una densidad alta de población.

**Figura. 4 Tipo de tubería sector 9a, 9b, Y 9c según el material del tubo.**

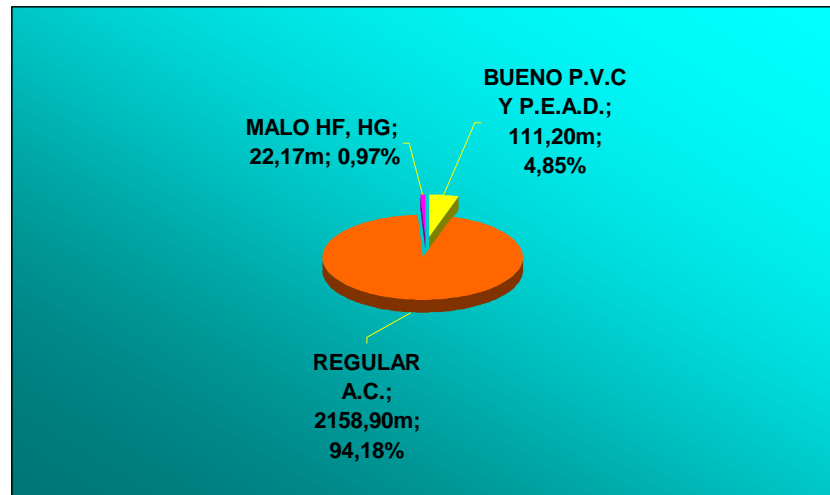


**Fuente: Los Autores.**

En el sector 9A, 9B, Y 9C se encuentra un bajo porcentaje de tubería en buen estado (P.V.C. Y P.E.A.D.) Que equivale al 3.52%; También se puede apreciar que el porcentaje de tubería en mal estado (hierro fundido galvanizado) es bajo y corresponde al 6.04%. La tubería en regular estado tiene un porcentaje alto que corresponde al 90.44% y preocupan dado que, este sector tiene una densidad de población alta. Con la información proporcionada se adelantan planes de contingencia para solucionar posibles problemas como: fugas, filtraciones, erosiones, entre otros derivados del mal estado de la red.

➤ **BARRIÓ BERLIN.**

**Figura. 5 Tipo de tubería según el material.**

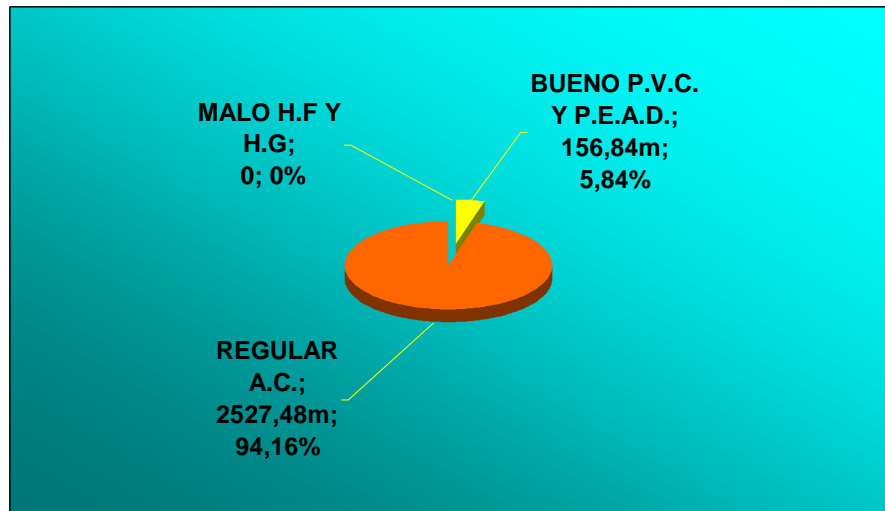


**Fuente: Los Autores.**

En el barrio Berlín se encuentra un porcentaje bajo de tubería en mal estado equivalente al 0.97%, un 4.85% corresponde a tubería clasificada buena, La tubería en regular estado corresponde al 94.18% que representa el porcentaje mas alto y requiere de un mantenimiento oportuno para evitar futuras complicaciones. En lo que respecta a esta clase de tubería las Empresas Públicas de Armenia en la actualidad esta adelantando planes de reposición para este sector. Estos porcentajes corresponden a valores respecto a una longitud total de tubería investigada de 2292.27 m.

➤ **BARRIO (CENTRO ENTRE CARRERAS 19 - 23 CON CALLES 21 -23).**

**Figura. 6 Tipo de tubería según el material.**



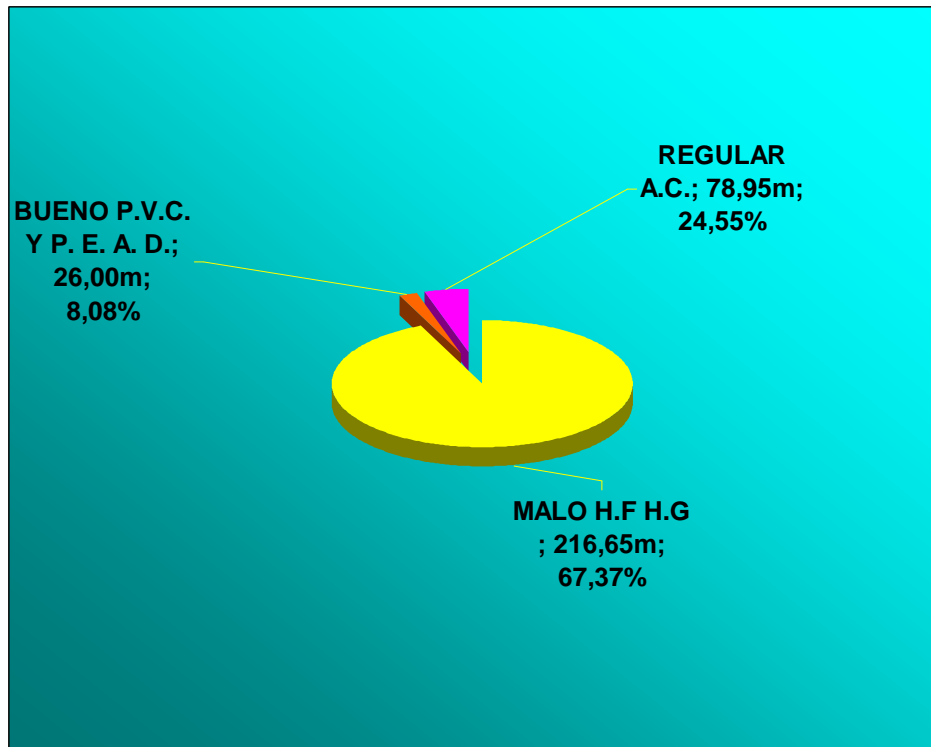
**Fuente: Los Autores.**

En el centro se encuentra un porcentaje alto de 94.16% que corresponde a tubería en regular estado lo cual debe tenerse en cuenta ya que, este sector comprende las líneas expresas de 10" y 12" Ø de diámetro (tuberías principales) que suministran Agua Potable al sector comercial de la Ciudad. Sobre las cuales las Empresas Públicas de Armenia esta adelantando planes de reposición.

La tubería en buen estado equivale al 5.84% requiere de un mantenimiento oportuno para evitar futuras complicaciones. En lo que respecta a la tubería en mal estado no se encontró, ya que en esta parte del centro no cuenta con tubería en hierro fundido y hierro galvanizado. Estos porcentajes corresponden a valores respecto a una longitud total de tubería investigada de 2684.32 m.

➤ **BARRIO SAN JOSE DE LA SIERRA.**

**Figura. 7 Tipo de tubería según el material.**

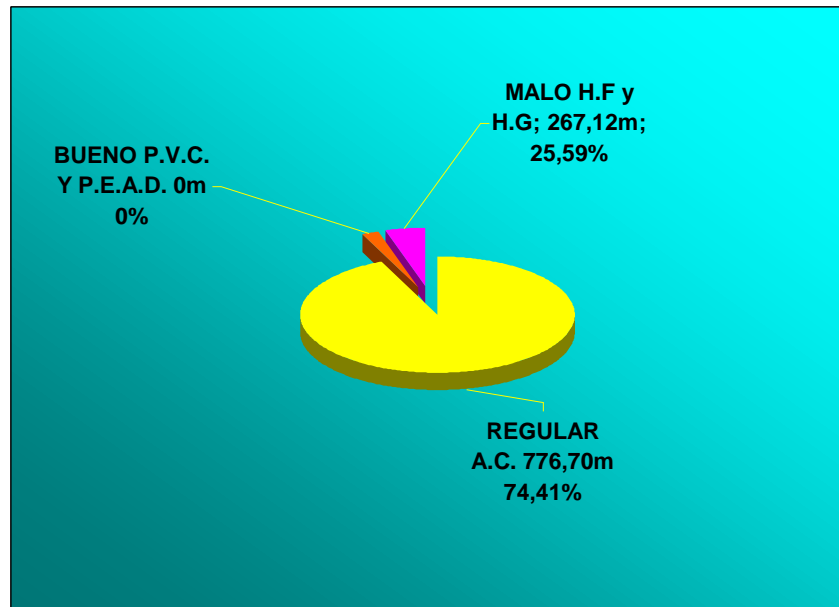


**Fuente: Los Autores.**

Con esta grafica se puede valorar que más de la mitad de la tubería investigada en el barrio San José de la Sierra lo comprende tubería en HF y HG ( hierro fundido y galvanizado) equivalente al 67.37% por lo cual debe ser considerada de inmediato su reemplazo ya que puede presentar daños en cualquier momento debido a la antigüedad de la Red, el 24.55% equivale a tubería en regular estado AC (asbesto Cemento) y un 8.08% equivale a tubería clasificada buena; La tubería de este sector se encuentra en buenas condiciones de operatividad y corresponden a valores respecto a una longitud total de tubería investigada de 321.60 m.

➤ **BARRIO SALAZAR.**

**Figura. 8 Tipo de tubería según el material.**



**Fuente: Los Autores.**

Con grafica se puede valorar que más de la mitad de la tubería investigada en el barrio Salazar corresponde al 74.41% tubería en AC, encontrándose en buenas condiciones de operatividad. La tubería en mal estado corresponde 25.59% pero su reemplazo puede esperar ya que la densidad de población en este barrio es baja. Estos porcentajes corresponden a valores respecto a una longitud total de tubería investigada 1043.82 m.



## 10. RESULTADOS

Se diligenciaron 111 formatos, los cuales contienen información de 111 nodos; encontrándose un total de accesorios de 196 y una longitud de tubería en la zona 9A, 9B, y 9C de 8371.09 m, donde el 12.47% equivale al Salazar, el 3.84% San José de la Sierra, el 24.24% a San José, el 27.38% al Berlín, y el 32.08% a las carreras 19 – 23 y entre calles 21 – 23.

Se midieron los diferentes diámetros de la tubería que se inspeccionaron en la zona 9A, 9B, y 9C de la ciudad de Armenia; encontrándose diferentes tipos de diámetros como Ø 2", Ø3", Ø4", Ø6", Ø8", Ø10", Ø12", pulgadas y se clasificaron según el tipo de material que las componen dando como resultado que el 90.44% se encuentra en regular estado, un 3.52% en buen estado y un 6.04% en mal estado.

Se utilizó una Cartografía base a escala 1:500 y 1:750 asignada por la Empresa, en donde se dibujo toda la información consignada en los formatos, encontrándose los diferentes tipos de accesorios diámetros y longitudes de tubería, logrando que la Empresa identifique con rapidez el accesorio o tubería que se requiera al momento de un daño, o eventual cambio. (Vease anexo).

Se realizo el despiece de los Accesorios de la zona 9A, 9B, y 9C, encontrándose en la zona 9A San José de la Sierra un total de 12 Accesorios y una longitud de tubería 321.60 m, en la zona 9B San José un total de 30 accesorios y una longitud de tubería 2029.08 m, y en la zona 9C Berlín un total de 50 accesorios y una longitud de tubería de 2292.27 m, Salazar un total de 23 accesorios y una longitud de tubería de 1043.82 m, y la carrera 19 -23 con calles 21 – 23 un total de 81 accesorios y una longitud de tubería de 2684.32 m, (vease Tabla 4 y 5 Pág. 50-51).

Se realizo el levantamiento Planimetrico y Altimétrico de la Red que comprende la zona 9A, 9B, y 9C de la ciudad de Armenia. Con esta información la empresa actualiza la cartografía que existe, para luego ser integrada a un sistema de información geográfica.

Se entrego la información para la actualización de las redes de Acueducto, contenida en 111 formatos y un plano a escala 1:500 y 1:750 de la zona 9A, 9B, y 9C que comprende los barrios San José de la Sierra, San José, Berlín, Salazar, y Centro entre carreras 19 -23 y entre calles 21 – 23, encontrándose allí consignados los 196 accesorios investigados, su respectiva longitud de tubería y Ø diámetro que comprende cada barrio. (Vease Tabla 5 Pág. 51).

## **BIBLIOGRAFÍA**

**Bannister. A. Raymond. S. y Beker R. Técnicas Modernas en Topografía. 7edición. Alfaomega, México 2002. 550 Pág.**

**Davis. Raymond. E. Foote. Francis s. Anderson. James M. and Mikhail, Edgar M. Surveying Theory and Practice. 6th Ed. McGraw- Hill Book Co. New York. 1981. 992 Pág.**

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

**Garzón B. Julián. Topografía Aplicada Armenia, 2005 214 Pág.**

**Jiménez Cleves Gonzalo. Topografía Analítica. Armenia, 2005. 297 Pág.**

**INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Normas colombianas para la presentación de trabajos de investigación. Segunda actualización. Santa fe de Bogota D. C.: ICONTEC, 1996.**

**MINISTERIO DE DESARROLLO NACIONAL. Catastro de redes municipios menores y zonas rurales. Santa Fe de Bogota. 2002.**

**.PAVCO. Tubo sistemas para acueducto. Manual Técnico. Mayo 2003**

**REGLAMENTO TÉCNICO PARA EL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO. RAS. 2000. Resolución 1096 del 17 de Noviembre de 2.000.**

**SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD. Especificaciones para el  
levantamiento de redes de acueducto. Empresas Públicas de Medellín.  
Versión junio 2002.**

**Wolf Paúl R. Russell C. Briker. Topografía Aplicada. México, Alfaomega.  
2000. 730 Pág.**

**ANEXOS**