

**CATASTRO Y GEORREFERENCIACION DE LA RED DE ACUEDUCTO DE LA
CIUDAD DE ARMENIA**

PEDRO PABLO MARIN CRUZ 36842

JONATHAN SANCHEZ ANTE 60987

EDSON DONAR PEREA ROSERO 32029

CARLOS MARIO GIL MUÑOZ 60993

FRANCISCO JAVIER PINEDA 38960

CLAUDIA LORENA DURAN VERA 31113

**UNIVERSIDAD DEL QUINDIO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE TECNOLOGIA
EN TOPOGRAFIA
ARMENIA
2005**

**CATASTRO Y GEORREFERENCIACION DE LA RED DE ACUEDUCTO DE LA
CIUDAD DE ARMENIA**

**PEDRO PABLO MARIN CRUZ 36842
JONATHAN SANCHEZ ANTE 60987
EDSON DONAR PEREA ROSERO 32029
CARLOS MARIO GIL MUÑOZ 60993
FRANCISCO JAVIER PINEDA 38960
CLAUDIA LORENA DURAN VERA 31113**

**UNIVERSIDAD DEL QUINDIO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE TECNOLOGIA
EN TOPOGRAFIA
ARMENIA
2005**

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Armenia, 18 octubre 2005

DEDICATORIA

Con el mayor esfuerzo y una gran esperanza de poder obtener grandes logros comenzamos este camino arduo de profesional de Topografía, una carrera que al preciso momento que ubicamos nuestros ojos, sentimos un palpito de que tan importante podía ser para nosotros, es por eso que en estos momentos que hemos alcanzado este objetivo nos sentimos orgullosos de dedicarles con mucho amor y cariño todo este esfuerzo a DIOS, nuestros padres, la institución, profesores, compañeros y todas aquellas personas que nos ayudaron a alcanzar esta ilusión, que nos cautivó de principio a fin, que nos llevo a realizarnos como personas profesionales, porque este es el comienzo de un largo camino y de retos difíciles que nos sirvan para la organización de nuestras vidas y así poder entregar cada día mas todos nuestros conocimientos, que desde temprano conseguimos y que nos llevaron a adquirir un conjunto de conocimientos y aptitudes que nos ayuden para enriquecernos intelectualmente y poder ponerlos en práctica para el mejoramiento y desarrollo de toda la comunidad.

AGRADECIMIENTOS

Hay en la vida momentos buenos, regulares y malos, pero el hombre con su sabiduría ha sabido sortear casi todos estos desafíos para poder tratar de mejorar y tomar una línea ascendente que le sirva a construir un mundo mejor.

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 práctica 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 transmitirnos sus conocimientos especialmente a Gonzalo Jiménez Cléves, Julián Garzón, Asdrúbal Nieto, Gilberto Echeverri e Iván Rene Galindo. 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

	Pág.
INTRODUCCION.....	12
1. TEMA.....	13
2. PROBLEMA.....	14
3. JUSTIFICACION.....	15
4. OBJETIVOS.....	16
4.1 Objetivos Generales.....	16
4.2 Objetivos Específicos.....	16
5. EMPRESAS PUBLICAS DE ARMENIA.....	17
5.1 Ambientación y reseña.....	17
5.2 Marco Referencial.....	17
5.3 Marco Legal.....	18

5.4 Marco Teórico.....	22
5.5 Especificaciones Técnicas.....	26
6. METODOLOGIA.....	28
7. CATASTRO Y GEORREFERENCIACION.....	29
7.1 Catastro de Redes.....	29
7.2 Georreferenciación.....	29
7.3 Fase de Inspección.....	32
7.4 Fase de Referenciación.....	33
7.5 Fase de Dibujo e Informe.....	33
7.6 Fase de Georreferenciación.....	34
7.7 Presentación Carteras de Campo.....	35
8. CONSOLIDADO.....	36
9. ANALISIS Y RECOMENDACIONES.....	48
9.1 RESUMEN DE ACTIVIDADES.....	52

10. CONCLUSIONES.....	65
BIBLIOGRAFIA.....	73
ANEXOS.....	74

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 potable para el consumo de la 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.

CARACTERIZACION: Determinar atributos de algo.

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.

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.

RECOPIRAR: 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.

RESTITUCION FOTOGRAFICA: Proceso para obtener planos o mapas utilizando fotografías aéreas con ciertas especificaciones.

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.

INTRODUCCIÓN

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 y es por esto que el PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO ha sido adoptado por las Empresas Públicas de Armenia (EPA), con el propósito de ser utilizado como una herramienta eficaz para la actualización de todas las redes de distribución de agua potable, ya que es un requisito de ley indispensable (Resolución 1096 noviembre 17 2000) para todas las empresas prestadoras de servicios públicos del estado.

Este proyecto es de gran importancia porque le permite a la Empresa recopilar información fundamental de las redes de acueducto de la ciudad (fichas técnicas, planos, libretas de levantamiento, características de tuberías y accesorios), que es capturada directamente en campo (por pasantes del Programa de Tecnología en Topografía de la Universidad del Quindío) con el fin de planificar, actualizar y desarrollar estrategias que solucionen definitivamente todo tipo de dificultades (fugas, daños accidentales entre otros) que garanticen el mejoramiento y la prestación del servicio de acueducto en la ciudad de Armenia.

El plan Maestro de Acueducto se está realizando con el ánimo de beneficiar directamente a la comunidad ofreciéndole un mejor servicio a aquellos que lo tienen y asistir a aquellos sectores que no lo tienen, además de reducir costos. Este a su vez le servirá a las Empresas Publicas de Armenia para situarla a un nivel óptimo de competitividad y operatividad.

1. TEMA

Debido a que las **EMPRESAS PÚBLICAS DE ARMENIA** no posee un sistema de información que le permita realizar una valoración real del estado de la red de acueducto a nivel general, se hace indispensable la ejecución del **CATASTRO Y GEORREFERENCIACIÓN** de la red de acueducto de la ciudad de Armenia.

Este proyecto le dará a la empresa prestadora de servicios públicos la información necesaria (datos captados en campo por los pasantes de topografía) para modificar y proyectar eficazmente toda la red de acueducto en los sectores 7, 8, 9 y 10, los cuales serán beneficiados directamente. Esto con el fin de permitir el perfeccionamiento en las labores de localización de fallas y daños en la tubería, mantenimiento de la misma y el conocimiento total de la red de la ciudad plasmada en planos actualizados. De esta forma y como lo indica la **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 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.”¹

Este es un proyecto de gran magnitud que abarca la exploración y levantamiento de toda la red de acueducto en la zona urbana de la capital del Quindío.

¹Reglamento 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 desconocimiento del estado actual de la red de acueducto de los sectores 7, 8, 9 y 10 de la ciudad de Armenia es la principal falencia que presenta la **EPA**, ya que la información que se obtiene de esta como longitud de tubería, estado en que se encuentra, cantidad de accesorios que se hallan instalados en un sector e inexistencia de planos actualizados, no proporcionan suficientes datos para solucionar las dificultades que se pueden presentar 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.

La gran mayoría de estos daños son causados porque la vida útil de estos está caducando debido a la antigüedad de las tuberías de cada zona.

Las Empresas Públicas de Armenia **EPA**, ha adquirido el compromiso de ir a la par del avance científico y tecnológico para poder brindar un mejor servicio, adquiriendo y haciendo uso de eficaces estrategias, de igual manera actualizar y ampliar la información en su campo de acción como Empresa Pública de servicios de acueducto y alcantarillado, llevando a los usuarios agua potable de muy alta calidad por medio de sus redes de acueducto para brindar a la comunidad un servicio más eficiente.

El **CATASTRO Y GEORREFERENCIACION** de redes de acueducto, iniciado a comienzos del primer semestre del año 2004, pretenden que la empresa prestadora del servicio tenga a su disposición planos actuales que contengan información suficiente y veraz de toda la red de acueducto, este plan involucra tanto a los barrios existentes como a los nuevos de la ciudad de Armenia.

3. JUSTIFICACIÓN

La modernización empresarial de las entidades encargadas de prestar los servicios públicos en el país, es un propósito ineludible del gobierno nacional y un requisito indispensable para que los municipios puedan garantizar la prestación de servicios eficientes y de buena calidad a toda la población.

Por esta razón es necesario realizar una actualización en el inventario de la red de acueducto de la ciudad cuyos resultados obtenidos servirán para la evaluación en el desempeño de las EMPRESAS PÚBLICAS DE ARMENIA en la relación suministro vs. producción y así determinar fraudes, fugas en la red de distribución, problemas hidráulicos y geotécnicos derivados del mal uso, falta de actualización de la información y del inadecuado mantenimiento, y así tomar correctivos y ejecutar planes de contingencia a corto plazo y soluciones definitivas a mediano y largo plazo, logrando con esto, una mayor confiabilidad, efectividad y productividad de la prestación del servicio, y así ponerse a la par con las principales empresas del país.

Se beneficiarán los sectores 7, 8, 9 y 10 que comprenden los siguientes barrios: Castilla, Castilla Grande, Zona Industrial, Carreras 18 y 19, Popular, Cincuentenario, Santa fe, Gaitán, El Placer, Manuela Beltrán, 25 de Mayo, Belén, Belencito, El Prado, Carrera 19-A, Estación del Ferrocarril y Carolina Centro.

Todos estos factores beneficiarán notable y directamente a la población en general, en cuanto a la reducción de costos, efectividad del servicio y todo aquello que contribuya al mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL.

Recopilar, levantar y procesar la información necesaria de la red de acueducto de determinados sectores de la ciudad de Armenia, como base para alimentar el Sistema de Información del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Levantamiento y Georreferenciación del sistema de acueducto de los sectores 7, 8, 9 y 10.
- Procesamiento de la información capturada y registro de la información de campo bajo especificaciones establecidas por la E.P.A.
- Actualización de la cartografía base de los elementos que no se encuentran incluidos en ella, mediante topografía convencional.

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 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 tiene como referencia principal el Plan Maestro realizado por las Empresas Públicas de Armenia en el año 1992. También se toma como referencia el Plan Maestro realizado por las Empresas Públicas de Medellín (E.P.M.), las Empresas Municipales de Cali (EMCALI) y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogota (E.A.A.B.).

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 SUJECCIÓN 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 en la figura 1.A:

- Ampliación de cobertura de alcantarillado.
- Plan de mejoramiento de la calidad del agua.
- Plan de incremento de los niveles de macro medición.
- Programa de ampliación de cobertura de la micro medición.
- 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

Nivel de complejidad	Diámetro mínimo
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

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 TEÓRICO

“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”.²

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. A través de los años su importancia ha ido en aumento al haber una mayor demanda de diversos mapas y planos, y la necesidad de establecer líneas y niveles más precisos como una guía para las operaciones de construcción”³

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 solucionar el desarrollo de un proyecto determinado, como el estudio del medio

² WOLF, PAUL / BRINKER RUSSELL C.. TOPOGRAFÍA 9 edición. México D.F. ALFAOMEGA grupo editorial. 1997. p.2.

³ Ibid., p.1.

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 está 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 robóticamente), niveles digitales automáticos que emplean técnicas de procesamiento de imágenes, nuevos dispositivos de alineación mediante el uso de láser, entre otros”⁴

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.

“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,

⁴ WOLF / BRINKER. Op. cit., p. xvii

válvulas, hidrantes y todo otro complemento o accesorios importante que se tenga incorporado o haga parte de las redes.”⁵

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 las 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.”⁶

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 le 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 perdidas 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.

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

⁶ Ibid., p.11.

Es necesario conocer que elementos conforman una red de acueducto, como son: la tubería, codos, tees, hidrantes, uniones, válvulas y demás 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.

Se debe tener en cuenta que las distintas obras de acueducto deben estar ligadas a ciertas normas y parámetros amparadas por la ley⁷ y acondicionadas a los distintos factores físicos de un territorio o población.

Es importante para la empresa que al momento de realizar los trabajos de inspección 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 permitan aportar una información acertada y real de lo propuesto. Esto conlleva, a tener la totalidad de la información 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.

⁷ RAS 2000, Op. cit., Res 1096

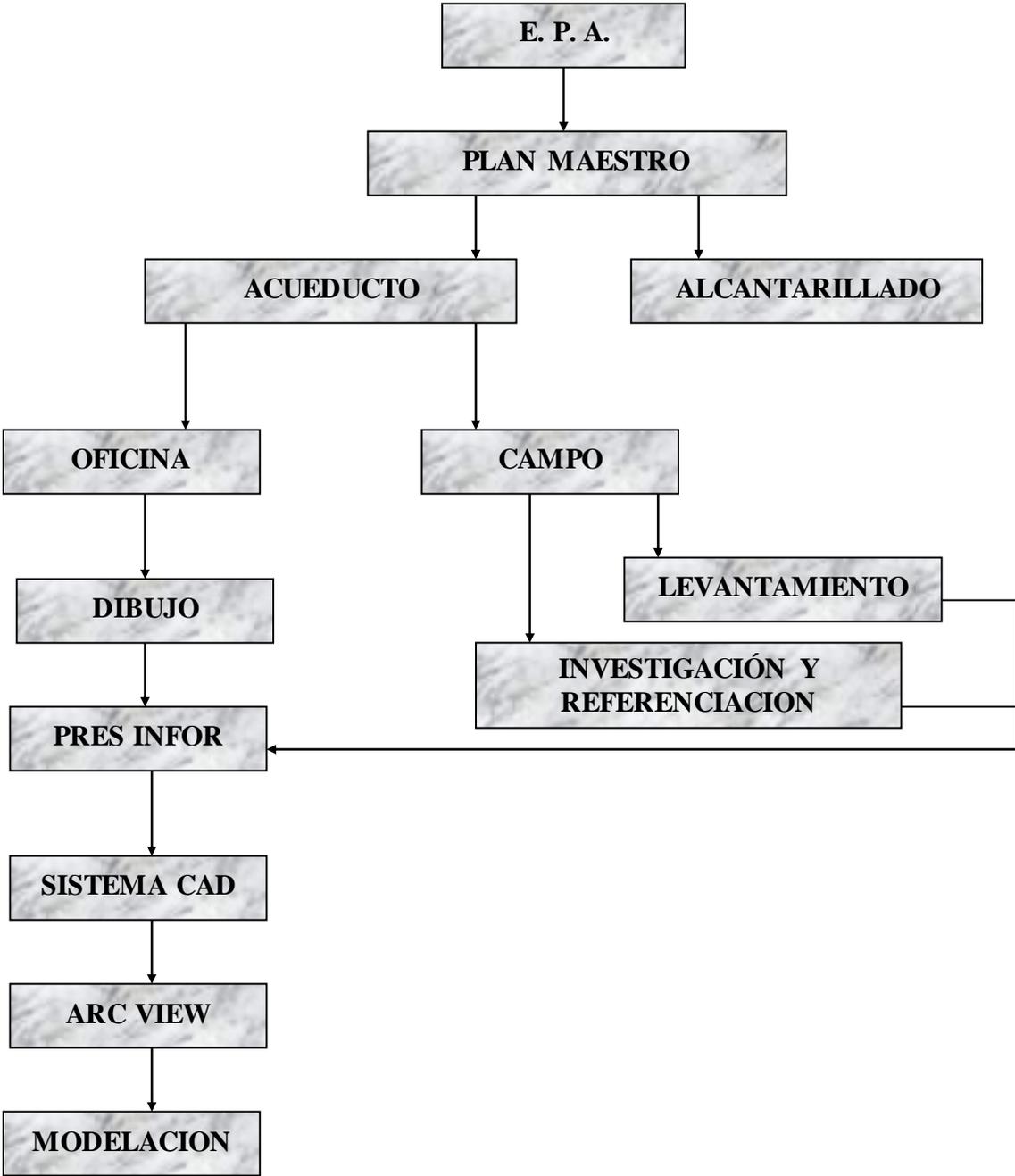
5.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

La tabla que se muestra a continuación enseña las especificaciones técnicas de la Estación Total PENTAX R-100, instrumento con el que se realizó el levantamiento de las redes de acueducto de la ciudad durante el tiempo de la investigación.

R-100 SERIES Specifications		
Telescope Section		
Image	Erect	
Magnification	30 X	
Resolving power	3 sec.	
Effective aperture	45 mm (EDM 45 mm)	
Field of view	1°30' (2.69%)	
Minimum focus	1.0 m	
Auto-Focus (AF/Power Focus)		
Detection method	Phase Differential Method	
Power source	6V Li Battery	
Auto Focus Operation		
Auto Focus	Approx. 4900 times	
Power Focus	4 hrs. (cont.) *5 sec. per sight, 3600 surveying points	
Distance Measurement Section		
Light Source	Visible Semiconductor Laser (Laser Safety Stand, Class 2)	
Measurement range		
Non Prism	1.5 m - 50 m	
Reflective Sheet	1.5 m - 400 m	
Mini Prism	1.5 m - 1000 m	
	(At visibility of 20km)	(At visibility of 40km)
1 Prism	1.5 m - 3000 m	4000 m
3 prism	200 m - 4000 m	5000 m
Accuracy		
Prism	±(5 mm + 3 ppm x D) mm	
Non Prism/Reflective Sheet	±(5 mm + 3 ppm x D) mm	
With Autom. Atmosphere	±(5 mm + 10 ppm x D) mm	
	*D: Distance In mm.	
Minimum Count		
Normal mode	1 mm	
Fast mode	1 mm	
Tracking mode	1 cm (10 mm)	
Measurement Time		
Normal mode	2.0 sec. (6 for initial measurement)	
Fast mode	1.0 sec. (5 for initial measurement)	
Tracking mode	0.3 sec. (4.5 for initial measurement)	
Angle Measurement		
Measuring Method	Absolute Rotary Encoder	
Minimum Count	1 sec./5 sec.	
Accuracy	5" Standard Deviation	
Compensator	Automatic Compensator	
Correction Range	± 3 min.	
Method	Dual Axis	
Display		
Type	LCD, Single side 20 characters x 8 lines	
Special Function Power/Top/Lite		
Measurement/Calculation		
File	Memory, New, Select, Delete	
Measure	Offset (radial, vertical, distance, tangential)	
View	Graphical view, Text view & Edit	
Free Stationing	Distance & angles, Angles (up to 20 points)	
Stake Out	Coordinate stake out, graphical view	
Calculation	COGO (Inv., Point Coordinate, LineToLine), EDM, WPM, Traverse (Pending)	
I/O	To PC, From PC, Communication setup	
Preference	Coordinate System, Language, Character Input Method	
Internal Memory	7,500 points (Measured and input coordinate data)	
Sensitivity of Vials		
Plate Vial	R-115N/135N: 40 sec./2 mm	R-125N: 30 sec./2 mm
Circular Vial	8 min./2 mm	
Tribroch		
Type	R-115N: Fixed	R-125N: Detachable
Environmental Standards		
Working temp.	-20°C ~ +50°C / -4°F ~ +122°F	
Water protection	IPX-4	
Power Source		
Type	Ni-MH (Rechargeable) DC5V	
Operation Time per charge	6 hrs. (contin., Angle & Dist.) 12 hrs. (Angle)	
Charging Time	360 min. (3 hrs.)	
Dimensions / Weight		
Instrument		
Dimension	174(W) x 341(H) x 158(L) mm	
Weight	5.2 kg. (including Battery)	

Fuente: Folleto Estación Total PENTAX. Bélgica 2000. p6.

**ORGANIGRAMA
EMPRESAS PÚBLICAS DE ARMENIA**



Fuente: los autores

6. METODOLOGÍA

Se realizó un estudio de campo exploratorio tipo encuesta de la red de acueducto de la ciudad de Armenia. La estrategia consistió en la descripción, valoración e inspección de los accesorios de la red, además de la magnitud de las tuberías que hacen parte de ella. Para tal efecto se utilizó el formulario de Catastro de Redes de Acueducto, en el que se consignó información como: tipo de accesorio, material, estado, ubicación, fecha, profundidad y diámetro. También se plasmaron las longitudes y diámetros de las tuberías. Además de la referenciación de los accesorios. Todo esto se realizó mediante observación directa en el campo.

Se dibujó la red de acueducto inspeccionada y se realizó la Georreferenciación de la misma ligándola a la red Geodésica del Departamento, empleando métodos terrestres y haciendo uso de la Estación Total, con el fin de obtener la ubicación de la red de acueducto.

Los datos se consignaron en formularios suministrados por la Empresa y fueron dibujados por un auxiliar que los integran al sistema CAD.

Luego de comparar la información obtenida en campo con la del levantamiento se envió al Sistema de Información Geográfico donde se dibujó el plano definitivo.

7. CATASTRO Y GEORREFERENCIACION DE 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:

- Tener conocimiento de 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.

7.2 GEORREFERENCIACION:

Consiste en la identificación de todos los puntos del espacio (aéreos, marítimos, terrestres, naturales o culturales) mediante coordenadas referidas a un sistema de referencia.

La Georreferenciación permite conocer la forma, ubicación y dimensión de

cualquier parte de la superficie terrestre además, permite relacionar información espacial de diferentes fuentes lo cual es necesario para desarrollar los Sistemas de Información Geográfico. Las coordenadas de un punto se pueden expresar en coordenadas cartesianas ortogonales o coordenadas geodésicas (elipsoidales).

Los procedimientos para realizar la Georreferenciación pueden ser:

- a. Con G.P.S.: (uno como base y el otro móvil). El procedimiento va de acuerdo a la precisión necesaria para determinar el equipo, método y tiempos de exposición entre otros factores.
- b. Con métodos terrestres: en los cuales el punto de partida debe pertenecer al marco de referencia.
- c. Combinando G.P.S. y terrestres: se pueden obtener coordenadas de un par de puntos cercanos a la zona a Georreferenciar y allí se continúa con métodos terrestres.

La tecnología satelital para la determinación de la posición de un punto ha permitido que muchas de las necesidades de entidades gubernamentales y demás usuarios sean satisfechas a partir de la obtención de información georreferenciada, la cual permite implementar proyectos de planeación como los asentamientos humanos y la disposición de recursos, entre otras aplicaciones, logrando de esta manera conocer ampliamente los territorios generando la posibilidad de reordenarlos en busca de la eficiencia en el uso del suelo y en pro del desarrollo sostenible de las regiones y por ende la calidad de vida de su gente.

MAGNA (Marco Geocéntrico de Referencia Nacional):

Es un nuevo sistema Geodésico que permite la referenciación de coordenadas en el país, el cual considera la variación temporal de estas y facilita su modificación de acuerdo con la dinámica terrestre, con base en esta plataforma se puede actualizar la representación cartográfica del país, soportar la tecnología G.P.S.,

satisfacer las exigencias de precisión requeridas por sus usuarios y uno de los aspectos mas importantes es que es compatible internacionalmente.⁸ La proyección de este sistema es de TRANSVERSE MERCATOR (GAUSS).

La ciudad de Armenia contaba con el sistema de referencia ARENAS el cual constaba de 5 puntos de primer orden, 12 de segundo y 62 de tercer orden.

El sistema ARENAS fue reemplazado por un nuevo sistema de referenciación (MAGNA), el cual tiene una red moderna funcional y operacional, ayuda a la definición de sistemas de representación cartográfica de acuerdo a los requerimientos actuales y acorde con los estándares globales. Este sistema fue implantado en la ciudad de Armenia en el año 2004, tomo 25 puntos de la red anterior y consta de 5 puntos de primer orden, 5 de segundo orden, 78 de tercer orden para un total de 88 puntos.

Los puntos de primer orden se definieron a partir de las necesidades de la oficina de planeación municipal y de la exigencia de la expansión y desarrollo de la ciudad. Anteriormente solo se contaba con un punto de primer orden dentro del casco urbano, hoy gracias a la visión que se tiene de la importancia de la red geodesica se definieron 5 puntos.

Las ventajas del sistema MAGNA son:

- se establece un proyecto de vanguardia bajo parámetros científicos y tecnológicos definiendo posiciones georreferenciadas mas precisas, rápidas, menos costosas y fáciles de determinar.

⁸ ROA V, MIGUEL ANGEL. Proyecto Materialización Perímetro Urbano Ciudad de Armenia. Alcaldía Municipal Armenia. 2004.

- Se puede establecer un sistema de servicio para usuarios de información georreferenciada y a las diferentes entidades bajo una nueva plataforma que permite la fácil manipulación de la información y adecuación de las políticas de diagnósticos, pronósticos y ejecución de nuevos proyectos y aplicaciones territoriales.
- Se cuenta con información de alta calidad, con buena precisión y con la capacidad para adecuarla en ambiente de S.I.G. (Sistemas de Información Geográfica). Se involucra al país en la participación de proyectos internacionales de desarrollo regional.

Los levantamientos Topográficos y Geodésicos se deben referir en lo posible al nuevo sistema. Se debe disminuir el uso de la antigua red de forma gradual y hacer extensivo el nuevo sistema con el fin de adoptarlo definitivamente para así tener una de las mejores Redes Geodésicas del país.

7.3 FASE DE INSPECCION:

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).

Para la exploración de las redes de acueducto la empresa 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 apiques por parte del personal de la empresa (obreros) con el fin de ubicar físicamente el accesorio, además de su profundidad, estado, diámetro, material y dirección. Luego de ubicar el accesorio se procede a

realizar el dibujo del mismo y de la edificación más cercana a el 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 (véase formato anexo 4).

7.4 FASE DE REFERENCIACION:

Entre las especificaciones de la empresa para la referenciación esta realizar un dibujo de buen tamaño que contenga 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, nudo, numero de hoja, estado del accesorio y la nomenclatura de las edificaciones y en especial de la más cercana el accesorio (véase anexo 4).

7.5 FASE DE DIBUJO E INFORME:

Después de realizar la inspección 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 proporcionado por la empresa. Luego de tener dibujada la red de acueducto de un barrio o sector se procede a realizar el informe de inspección. para este se debe enumerar cada accesorio o conjunto de accesorios (nudo), en este informe se totaliza la cantidad de tubería y de accesorios investigados diferenciando el material y el diámetro (véase anexo 1).

7.6 FASE DE GEORREFERENCIACION:

Se solicitarán la ligación horizontal y vertical o uno de los dos a partir de placas debidamente establecidas por PLANEACIÓN MUNICIPAL cercanas al sitio que se requiere el levantamiento topográfico, al pasante de Topografía se le entregará el azimut calculado de los puntos donde debe partir el levantamiento además de su ubicación (E.P.A.).⁹

Se procede a trasladar la comisión al campo con el fin de dar comienzo al levantamiento de la red de acueducto. El levantamiento se iniciará definiendo una poligonal principal, llevando una numeración continua de los deltas y garantizando la no repetición de los mismos.¹⁰ Para comenzar se sitúa la estación total en uno de los puntos antes mencionados, se visa con el azimut calculado al otro punto con coordenadas y se comienzan a levantar los puntos que definen la red (antes marcados con pintura en campo).

Se toman radiaciones a los accesorios de la red y a los paramentos de las edificaciones donde se midieron las referencias, con el fin de que el personal que dibuja en el S.I.G. pueda hacer un control de calidad comparando las distancias de las referencias en el formato con las mismas en el levantamiento. Se debe levantar también las construcciones que no se encuentren en el plano. Para todo levantamiento la empresa dispone de auxiliares de topografía, equipo menor (pintura, remaches, radios, estacas, maceta, puntillas), además de transporte y vigilancia cuando se requiera; los cuales deben estar revisados antes de salir al campo.

⁹ Sistema De Gestión De Calidad.. Especificaciones para el levantamiento de redes de acueducto. Empresas Publicas de Medellín. versión junio 2002.

¹⁰ Ibid., versión junio 2002.

7.7 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. (véase anexo 3). 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 numero 100, con el fin de que no se confundan con las radiaciones que generalmente son mayores de 100. (véase anexo 3).

8. CONSOLIDADO

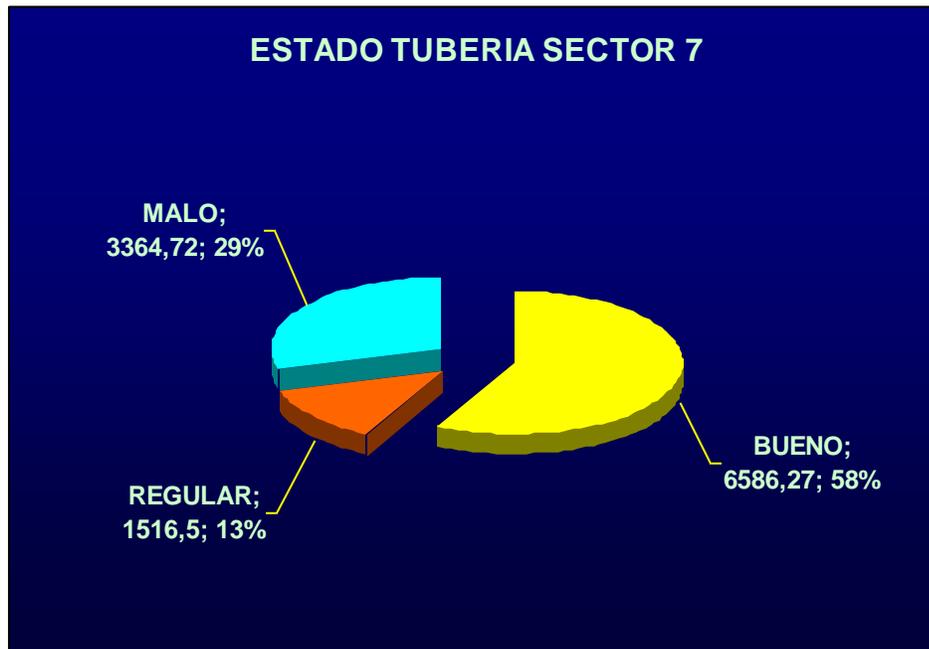
LONGITUDES Y DIÁMETROS POR SECTORES								
MATERIAL Y Ø	SECTOR 7		SECTOR 8		SECTOR 9		SECTOR 10	
	LONGITUD (m)	%	LONGITUD (m)	%	LONGITUD (m)	%	LONGITUD (m)	%
A.C. 2"	36,70	0,32	115,48	1,42	0,00	0,00	1.211,10	6,68
A.C. 3"	1.402,20	12,23	5.396,49	66,26	296,53	41,17	5.693,06	31,40
A.C. 4"	1.925,92	16,79	617,78	7,59	0,00	0,00	1.229,88	6,78
A.C. 6"	989,60	8,63	414,18	5,09	0,00	0,00	177,78	0,98
A.C. 8"	219,66	1,92	0,00	0,00	0,00	0,00	1.925,20	10,62
A.C. 10"	297,94	2,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A.C. 12"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.435,37	7,92
A.C. 14"	7,80	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	1.575,70	8,69
P.V.C. 1" ¹/₂	27,10	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	233,50	1,29
P.V.C. 1" ¹/₄	96,10	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00	28,22	0,16
P.V.C. 2"	224,00	1,95	371,61	4,56	423,67	58,83	1.278,69	7,05
P.V.C. 3"	1.882,17	16,41	1.125,21	13,82	0,00	0,00	1.197,79	6,61
P.V.C. 4"	126,30	1,10	92,69	1,14	0,00	0,00	72,90	0,40
P.V.C. 6"	1.540,60	13,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P.V.C. 12"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,00	0,09
PEAD 2"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	315,05	1,74
PEAD 3"	59,47	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	78,80	0,43
PEAD 4"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	910,31	5,02
PEAD 6"	673,46	5,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PEAD 8"	258,94	2,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HD 10"	1.699,53	14,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HG 2"	0,00	0,00	11,28	0,14	0,00	0,00	748,17	4,13
TOTAL	11467,5	100	8144,72	100	720,20	100	18128,5	100

ESTADO DE TUBERÍA POR SECTORES

ESTADO	SECTOR 7		SECTOR 8		SECTOR 9		SECTOR 10	
	LONGITUD (m)	%	LONGITUD (m)	%	LONGITUD (m)	%	LONGITUD (m)	%
BUENO	6586,27	57,4	1639,52	20	419,88	58,3	4225,06	23,3
REGULAR	1516,5	13,2	3241,66	39,6	0	0	3405,09	18,8
MALO	3364,72	29,3	3313,54	40,4	300,32	41,7	10498,4	57,9
TOTAL	11467,5	100	8194,72	100	720,2	100	18128,5	100

9. ANÁLISIS

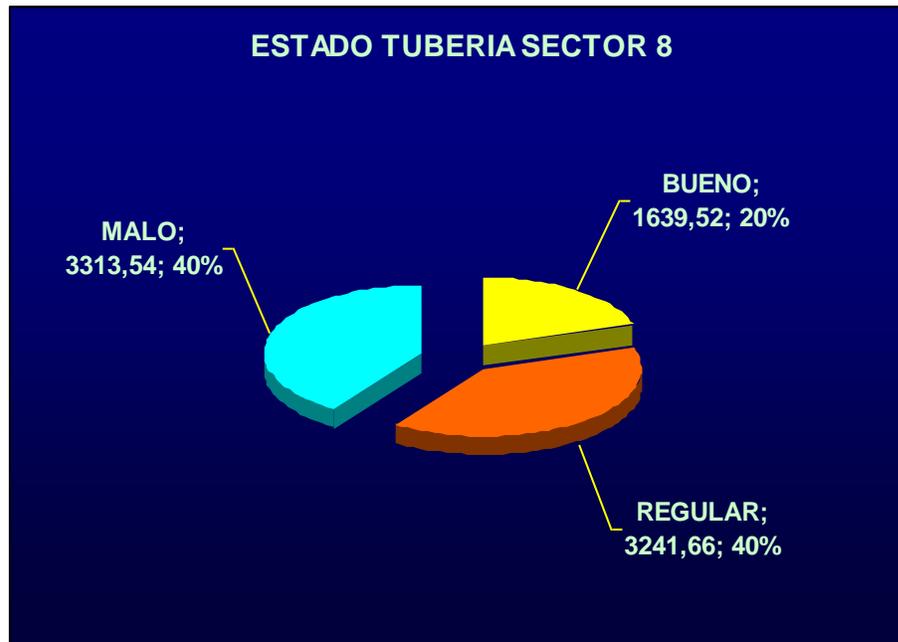
SECTOR 7



Fuente: Los autores.

Con esta gráfica se puede evaluar que a pesar de que el sector cuenta con tubería de mucho tiempo de uso, la mitad de ella se encuentra en buenas condiciones de operatividad. Pero el porcentaje de tubería en mal estado es alto si consideramos que en el sector se encuentra toda la zona industrial y que de sus líneas expresas depende la distribución de importantes barrios como: la Castilla, Castilla Grande, Bosques de Pinares, Pinares, Simón Bolívar, y Cañas Gordas entre otros. La tubería en regular estado requiere de un mantenimiento a corto plazo y la tubería en mal estado demanda su reemplazo para prevenir futuros problemas en dichos barrios. Todo esto con la información aportada por los pasantes de Topografía de la Universidad del Quindío.

SECTOR 8

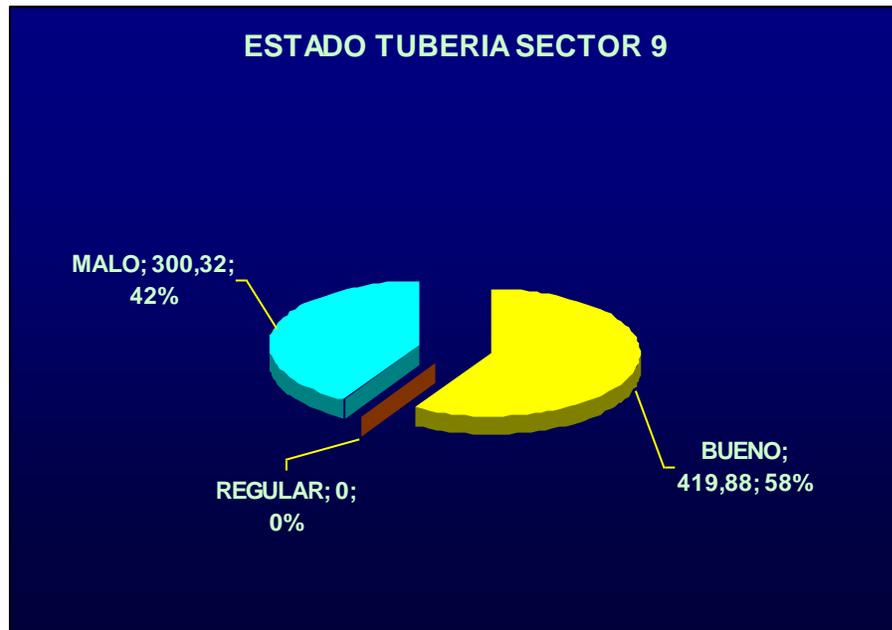


Fuente: Los autores

En el sector 8 se encuentra un bajo porcentaje de tubería en buen estado, dada la antigüedad de los barrios que lo componen (entre 20 y 25 años) y por ende de sus redes de acueducto (tubería en Asbesto Cemento). También se puede apreciar que los porcentajes de tubería en mal y regular estado son bastante altos y preocupan dado que este sector tiene una densidad de población alta.

Se recomienda que con la información proporcionada se adelanten planes de contingencia para solucionar posibles problemas como: fugas, filtraciones, erosiones, entre otros derivados del mal estado de la red.

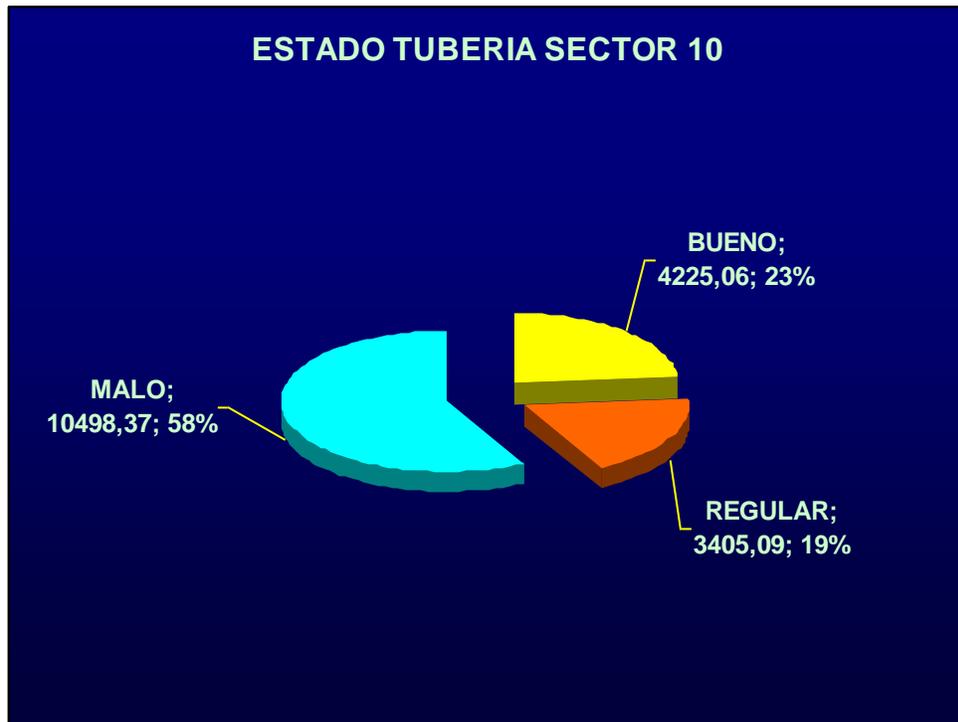
SECTOR 9



Fuente: Los autores

Esta gráfica muestra que más de la mitad de la tubería inspeccionada en el sector se encuentra en buenas condiciones de operatividad. La tubería en mal estado debe ser considerada pero su reemplazo puede esperar ya que la densidad de población de los barrios que la componen es baja.

SECTOR 10



Fuente: Los autores

En el sector 10 se encuentra un porcentaje muy bajo de tubería en buen estado lo cual debe tenerse en cuenta ya que, este sector comprende las líneas expresas (tuberías principales) que suministran agua potable a varios sectores del sur de la ciudad.

La tubería en regular estado requiere de un mantenimiento oportuno para evitar futuras complicaciones y en lo que respecta a la tubería en mal estado las Empresas Públicas de Armenia está adelantando planes de reposición de tuberías en este sector.

9.1. RESUMEN DE ACTIVIDADES

TUBERIA DE 10'', 8'' Y 6'':

Se inició la exploración el día 22 de febrero de 2005. La línea expresa de 8'' en AC (Asbesto Cemento), alimenta el sector 5 y se exploró hasta la glorieta de tres esquinas, ya que el resto del sector había sido inspeccionado por otras comisiones. Esta tubería tiene una longitud de 211 m. La línea expresa de 6'' en AC que alimenta el sector 7 se inspeccionó hasta la bodega de Postobón (Barrio la Castilla), debido a que este tramo faltaba para terminar la alimentación de este sector, esta tubería tiene una longitud de 990 m. Las líneas expresas de 6'' y 8'' se encuentran en buen estado pero debido al material de la tubería (Asbesto Cemento) pueden presentar problemas por deterioro de la misma perjudicando importantes barrios del sur de la ciudad. La exploración continúa con la línea expresa que tiene un primer tramo de 10'' en asbesto cemento con una longitud de 292 m, esta tubería llega a una válvula macro medidora ubicada al frente de la glorieta de tres esquinas (trilladora Colón). El segundo tramo de 10'' y en Hierro Dúctil (HD), parte de la válvula de la trilladora Colón y continúa por la calle 51, zona industrial y termina en el cementerio jardines de Armenia. Esta tubería tiene una longitud de 1700 m, cabe anotar que esta tubería está alimentada por el tanque Corbones. El tramo de 10'' en AC se encuentra en regulares condiciones debido al deterioro que presenta el asbesto cemento cuando el tiempo de servicio es muy alto, y el tramo de 10'' en hierro dúctil es un tramo nuevo y en buenas condiciones. La tubería de 8'', 6'' y 3'' en PEAD (Polietileno Alta Densidad) se desprende de la tubería de 10'' desde el plan piloto y termina en el barrio Génesis, tiene una longitud de 992 m. Esta tubería no presenta problemas por deterioro ya que el barrio Génesis fue construido hace poco tiempo, por lo tanto cuenta con tubería nueva y de un material muy resistente. Estas líneas expresas se

terminaron de inspeccionar el día 7 de marzo de 2005. (véase consolidado Pág. 38).

TUBERÍA DE 4´´:

Se iniciaron labores el día 8 de marzo de 2005 con la tubería de 4´´ en AC, esta tubería anteriormente se alimentaba de la línea expresa de 6´´ en AC en el barrio La Castilla sobre la calle 51, y por la tubería de 8´´ en AC en la glorieta de tres esquinas. Este último tramo se reformó en la glorieta de tres esquinas debido a que los sectores 5 y 7 tenían una alimentación común, entonces si se presentaba un problema en un sector, ambos quedaban sin suministro de agua. Debido a la reforma, esta tubería termina en un tapón sobre la carrera 18 y el otro tramo alimenta la zona industrial, jardines de Armenia, tanque del plan piloto y continua por la finca Indolstan de la vereda el Caimo. Esta tubería tiene una longitud de 1555 m y de ella se derivan tramos de 3´´, 2´´ y 1´´ que tienen una longitud de 117 m, y alimentan bodegas el hueco, jardines y el tanque de plan piloto, respectivamente. El tramo principal de esta tubería de 4´´ en AC presenta un avanzado grado de deterioro. se recomienda reemplazarla por tubería nueva de mejor calidad (PEAD, PVC, HD), ya que un daño en esta tubería afectaría el sector 7 y paralizaría la zona industrial.

Se finalizaron labores el día 11 abril de 2005. (véase consolidado Pág. 38).

BARRIO LA CASTILLA:

El 23 de marzo de 2005 se comenzó a realizar la inspección de la red de acueducto del barrio la Castilla, el cual había sido explorado por otra comisión, pero debido a inconsistencias en la información recolectada, se requirió de una nueva inspección. La red de acueducto de este barrio cuenta con tubería de 3´´ y

2'' en A.C. y tiene una longitud de 1367 m. De acuerdo con la exploración realizada se pudo constatar que esta tubería y varios accesorios (válvulas) se encuentran en mal estado, afectando la calidad del servicio de acueducto a los habitantes de este barrio de la ciudad. La red de acueducto de la castilla se alimenta de la línea de 4'', y se terminó de inspeccionar el día 7 de abril del 2005. (véase consolidado Pág. 39).

BARRIO CASTILLA GRANDE:

El 8 de abril de 2005 se realizó la referenciación del barrio Castilla Grande, a pesar que la comisión de inspección realizó un buen trabajo, los pasantes no realizaron unas labores de referenciación confiables, debido a esto la información levantada en campo podría presentar inconsistencias al momento de transferirla al plano digital ya que cambiaría la posición de la tubería en el plano de la red de acueducto de la ciudad de Armenia.

Esta red tiene una longitud de 866 m, y su material es P.V.C. Esta tubería y sus accesorios se encuentran en buenas condiciones. (véase consolidado Pág. 39).

La Georreferenciación de la red de acueducto del sector 7 se realizó mediante métodos terrestres, es decir efectuando levantamientos que parten de Mojones pertenecientes a la red Geodésica (Sistema MAGNA). Se utilizó el mojón Numero 3-20 (Trilladora Europa), 3-21 (Glorieta tres esquinas), M3-13 y M13-14 (Génesis).

BARRIO EL PLACER:

Se inició la exploración de la red de acueducto del barrio el placer el día 12 de abril de 2005, iniciando la inspección del sector 8.

Este barrio cuenta con tubería de 4'', 3'' y 2'' en A.C. la red de acueducto del

sector 8 se alimenta de la tubería de 12'' en A.C. desde la carrera 19-A (frente C.A.I san diego) que a su vez se alimenta del tanque corbones. Esta red de acueducto tiene una longitud de 1798 m la cuál esta en regulares condiciones. se recomienda reemplazarla por tubería de mejor calidad (PEAD, PVC). Ya que si se presentan problemas con la red de este barrio no solo se afectaría el mismo, si no también los barrios 25 de Mayo y Manuela Beltrán. Esta exploración finalizó el día 15 de abril de 2005. (véase consolidado Pág. 39).

BARRIO MANUELA BELTRAN:

La exploración de la red de acueducto del barrio Manuela Bertrán se inició el día 15 de abril de 2005, esta tubería se alimenta de la red del barrio El Placer. En este barrio se encontraron tuberías de 3'' en A.C. de 2'' en P.V.C. y de 2'' en HG. Esta línea de acueducto tiene una longitud total de 1023 m.

La tubería de 2'' en P.V.C. que surte la parte baja del barrio Manuela Beltrán se encuentra en buen estado. El tramo de tubería de 3'' en A.C. se recomienda reemplazarlo, ya que esta en mal estado, y si se presentara algún tipo de problema con esta tubería, el sector no se vería muy perjudicado, pero si serian muchas las personas que se quedarían sin el suministro de agua

Se concluyeron labores el 25 de Abril de 2005. (véase consolidado Pág. 39).

BARRIO 25 DE MAYO:

El día 26 de abril de 2005 se inició la exploración de la red de acueducto del barrio 25 de Mayo. Esta red se alimenta del barrio el placer y tiene tuberías de 3'' en A.C., 2'' en A.C. y de 2'' en P.V.C. con una longitud total de 2207 m. La tubería de 2'' en P.V.C no presenta ningún problema pero depende completamente de la tubería de 3'' en A.C, no tiene mucha importancia el estado en que se encuentre.

Las tuberías de 3'' y 2'' en A.C, se encuentran en regular estado, el cambio de tubería no es urgente pero se recomienda que se realice para evitar problemas en el futuro. Este barrio se terminó de inspeccionar el 2 de Mayo de 2005. (véase consolidado Pág. 40).

BARRIO BELEN:

El 2 de Mayo de 2005 comenzó la exploración del barrio Belén, ubicado al frente del barrio el Placer y que se desprende de la línea expresa de 12'' sobre la carrera 19-A (C.A.I San Diego). Esta red tiene tuberías de 6'' en A.C. y de 3'' en P.V.C. La tubería de 6'' en A.C tiene una longitud de 414 m y abastece todos los barrios del sector 8 por lo tanto sería recomendable su reemplazo ya que si se presentan problemas por deterioro muchos habitantes se verían perjudicados por falta del servicio de agua. La tubería de 3'' en P.V.C que tiene una longitud de 515 m, no presenta ningún problema, pero por depender de la red de 6'' los hogares que abastece se verían igualmente perjudicados. Este barrio se terminó de inspeccionar el 3 de Mayo de 2005. (véase consolidado Pág. 40).

BARRIO BELENCITO:

Se inició la exploración de la red de acueducto del barrio Belencito el día 3 de mayo de 2005. Esta red se alimenta de la línea de 6'' en A.C. y de la red que alimenta el barrio el Prado que viene desde el barrio Santander. En esta exploración se encontraron tuberías de 4'' en P.V.C. y 3'' en P.V.C.

La tubería tiene una longitud de 738 m. Según la exploración visual la tubería y los accesorios que componen esta red están en buenas condiciones.

Esta exploración culminó el día 4 de mayo del 2005. (véase consolidado Pág. 40).

BARRIO EL PRADO:

El día 4 de mayo de 2005 se comenzó la exploración de la red de acueducto del barrio El Prado, que esta localizado en el sur de la ciudad, contiguo al terminal de transportes. Esta tubería se alimenta de una línea que abastece el barrio Santander. Esta red de acueducto tiene tuberías de 4'', 3'' y 2'' en A.C. con un total de tubería de 1444 m. Esta red se encuentra en regular estado. Se recomienda reemplazarla a mediano plazo, porque puede presentar problemas en la posteridad, perjudicando a mucho habitantes del sur de Armenia. (véase consolidado Pág. 40).

La Georreferenciación de la red de acueducto del sector 8 se realizó mediante métodos terrestres, es decir efectuando levantamientos que parten de Mojones pertenecientes a la red Geodésica (Sistema MAGNA). Se utilizó el mojón Número M3-07 (Cooburquin) y M3-08 (Glorieta Urb. Sinaí).

ANTIGUA ESTACIÓN DEL FERROCARRIL:

Se inicio la exploración de la tubería de la antigua estación del ferrocarril el 26 de junio de 2005. Se encontraron tuberías de 3'' y 2'' en P.V.C. Este sector se alimenta del tanque de Regivit viejo y pertenece al sector 9C. Esta tubería cuenta con una longitud de 467 m, y se recomienda cambiar una parte de ella que esta en Asbesto cemento. La exploración terminó el día 2 de junio del 2005. (véase consolidado Pág. 41).

BARRIO CAROLINA CENTRO:

El día 2 de junio de 2005 se inició la exploración de la tubería de acueducto del barrio Carolina Centro (ubicado al lado del barrio Berlín). En este barrio se encontraron tuberías de 3'' y 2'' en P.V.C. El estado general de la tubería es bueno y no presenta ningún tipo de problema, esta tubería tiene una longitud total de 254 metros. La exploración culminó el día 8 de junio de 2005. (véase consolidado Pág. 41).

LÍNEA EXPRESA DE 12'':

El día 12 de mayo de 2005 se inició la exploración de la red de acueducto de la línea expresa de 12'', que contiene tuberías de 6'', 4'', 2'' 11/4'' y 11/2'', en distintos materiales.

La exploración partió de la válvula macromedidora del sector 2 ubicada en el barrio Alfonso López, continua por la carrera 19 A hasta su intersección con la carrera 19. La tubería de 12'' en A.C. tiene una longitud de 1452 m. De la línea de 12'' se desprende las líneas de 4'', 6'', 4'', 3'', 11/2'' y 11/4'', que alimenta el Barrio San Diego, el colegio Nacional, Barrio Miraflores y Miraflores bajo. Estas tuberías tienen una longitud de 2998 m. La tubería en Asbesto Cemento de 12'' se encuentra en buen estado a pesar del tiempo de servicio. Las tuberías de 6'', 4'', 3'', 11/2'' y 11/4'' cuentan con tuberías de PEAD y PVC, están en buen estado y no requieren cambio inmediato. La tubería que necesita ser reemplazada es la de 2'' en HG, ya que tiene mucho tiempo de servicio y se encuentra muy deteriorada, a pesar del estado de esta tubería los habitantes afectados son muy pocos (Barrio Miraflores Bajo), aunque no menos importantes que los demás habitantes de la ciudad. Esta red de acueducto se terminó de inspeccionar el 29 de mayo de 2005. (véase consolidado Pág. 41).

LÍNEA EXPRESA DE 3" Y 4":

Se inició labores el día 22 de Marzo de 2005, en la carrera 18 con calle 50, explorando dos líneas expresas, la primera está conformada por dos tramos, uno que va desde la carrera 18 con calle 50 hasta la cooperativa de transportadores del Quindío, el cual tiene un diámetro de 4", una longitud de 485 metros en asbesto cemento y una profundidad promedio de 0.80 m. este tramo no se encuentra en buen estado, puesto que tiene aproximadamente 20 años de servicio, tiempo suficiente para el deterioro del material, aparte de esto es una vía por la que transita constantemente vehículos de carga pesada, lo que la hace vulnerable. el segundo tramo va desde la cooperativa de transportadores del Quindío hasta la zona industrial de Armenia, con un diámetro de 3" una longitud de 988 m, en material de P.V.C. y una profundidad promedio de 0.80 m., este segundo tramo se encuentra en buen estado y debido al material que la conforma la hace más resistente que el primer tramo, esta expresa abastece de agua todas las viviendas que están situadas sobre la calle 50, el barrio Arenales, el Club de Tiro Caza y Pesca, ancianato el Carmen, y parte de la zona industrial. Para esta investigación se diligenciaron 17 formatos, en los cuales se registro la información de 17 nodos. (véase consolidado Pág. 38).

LÍNEA EXPRESA DE 6":

La segunda línea expresa hace el mismo recorrido que la primera es decir desde la calle 50 con carrera 18 hasta la zona industrial de Armenia, esta tubería tiene un diámetro de 6", una longitud de 1574 m en P.V.C. Y una profundidad promedio de 1 m.

Esta tubería fue instalada para abastecer de agua la vía que conduce al Caimo, de esta forma se culmina todo el sector 7 el día 10 de marzo del 2005. Para esta

expresa se diligenciaron 7 formatos (CATASTRO DE REDES), en los cuales se registro la información de 6 nodos. (véase consolidado Pág. 38).

LÍNEAS EXPRESAS DE 3" Y 14":

Se inició el sector 10 el día 11 de marzo de 2005, con las líneas expresas que se encuentran instaladas desde la calle 50 con carrera 18 hasta la calle 30 con carrera 18, estas son inspeccionadas alternamente, pues se encuentran una al lado de la otra.

La primera expresa esta compuesta por dos tramos, el primer tramo tiene un diámetro de 3", con una longitud de 1729 m. en asbesto cemento (A.C.), y una profundidad promedio de 1.20 m, esta tubería no se encuentra en buen estado, pues como se dijo anteriormente este material no es el mejor y aparte de esto tiene aproximadamente 25 años de servicio, tiempo suficiente para que se halla deteriorado y sea muy sensible a cualquier movimiento brusco. el segundo tramo tiene un diámetro de 3", con una longitud de 266 m. en P.V.C. Y una profundidad promedio de 1.20 m., este tramo se encuentra en buen estado y es el que surte de agua todas las viviendas que están ubicadas sobre la carrera 18, entre calles 50 y 30. Para esta expresa se diligenciaron 19 formatos (CATASTRO DE REDES), en los cuales se registro la información de 17 nodos.

La segunda línea expresa tiene un diámetro de 14", una longitud de 1576 m. en asbesto cemento (A.C.), y una profundidad promedio de 1.50 m., al igual que las demás tuberías en este mismo material no se encuentra en buen estado y presenta daños constantemente, perjudicando varios sectores que se abastecen de esta de ella. Esta inspección se terminó el día 22 de marzo del 2005. Para esta expresa se diligenciaron 11 formatos (CATASTRO DE REDES), en los cuales se registro la información de 10 nodos. (véase consolidado Pág. 41 y 42).

BARRIO SANTA FÉ:

El día 5 de Abril de 2005 inició la exploración de la red de acueducto del barrio Santa Fe, la cual se abastece de la tubería principal de 14" en la carrera 18 con calle 35, esta es una red que tiene una longitud total de 669 m de tubería instalada y esta compuesta por dos materiales diferentes, (Asbesto Cemento y P.V.C.), la tubería de asbesto cemento en su mayoría se encuentra en mal estado, pues debido a que tiene mucho tiempo de haber sido instalada y al sismo de 1999, presento muchos daños, mientras que la tubería en P.V.C. esta en perfecto estado, aparte de esto es una red abierta, y en las terminaciones no posee hidrantes ni válvulas de descarga que permitan desarenar o sacar el agua que queda estancada en estos puntos. La exploración se terminó el 13 de abril de 2005. Para lo cual se diligenciaron 13 formatos (CATASTRO DE REDES), en donde se registro información de 13 nodos. (véase consolidado Pág. 42).

BARRIO OBRERO:

El día 14 de Abril de 2005. Se inició la exploración de la red de acueducto del barrio Obrero, en la carrera 18 con calle 31, en este punto esta el empalme de la tubería principal con la del barrio Obrero, esta red tiene una longitud total de 290 m. en asbesto cemento, y una profundidad promedio de 0.80 m. es un circuito abierto y en sus terminaciones no tiene hidrantes ni válvulas de descarga que permita evacuar tanto arena como el agua que se encuentra estancada. Con referencia al material de la tubería (asbesto cemento), esta en buen estado y las labores se culminaron el día 14 de Abril de 2005. Para lo cual se diligenciaron 7 formatos (CATASTRO DE REDES), en donde se registró información de 7 nodos.

Es necesario aclarar que los días 14-15-16 de Marzo del 2005, se realizaron

labores de levantamiento y corrección de redes ya investigadas. (véase consolidado Pág. 43).

LÍNEAS EXPRESAS DE 2" Y 8":

El día 23 de Marzo de 2005, comenzó la exploración de la línea expresa que se encuentra instalada sobre la carrera 19 entre calles 30 y 51, las labores se inician en la carrera 19 con calle 51 y se encontró que tenía las siguientes características. material en asbesto cemento, diámetro 8 pulgadas, profundidad promedio 1,50 metros y una longitud de 1739 m. En este sector este tramo de tubería forma un circuito con la línea expresa de 2 pulgadas que también esta instalada sobre la carrera 19 y con la línea expresa de 3 pulgadas de la carrera 18 y también abastece los barrios Cincuentenario, Popular, Gaitan, Sector Terminal, Santander, Villa Juliana, Brasilia Nueva, Boyacá, Las Acacias y Tres Esquinas.

Esta tubería se encuentra en buen estado a pesar de que tiene aproximadamente 20 años de haber sido instalada.

Esta inspección se terminó el día 22 de Abril de 2005, Para lo cual se diligenciaron 32 formatos (CATASTRO DE REDES), en donde se registro información de 32 nodos.

La exploración de la línea expresa de 2 pulgadas que también se encuentra instalada en la carrera 19, se inicio el 30 de Marzo del 2005. en la carrera 19 con calle 50.

Esta tubería esta compuesta por dos tramos, uno en Asbesto Cemento, con un diámetro de 2 pulgadas, una profundidad promedio de 1,0 metros y una longitud de 1138 m. el segundo tramo es en P.V.C. con un diámetro de 2 pulgadas, una profundidad promedio de 1,0 metros y una longitud de 583 m. Esta tubería abastece de agua todas las viviendas que están ubicadas en la carrera 19, al lado izquierdo con sentido norte – sur. las demás tuberías que son (193 m. en A.C., 3",

73 m. P.V.C. 4" Y 24 m. en P.V.C. 1"^{1/2}), se desprenden de la expresa de 2 pulgadas y forman circuito con la expresa de 8 pulgadas.

Esta inspección se terminó el día 20 de Abril del 2005, Para lo cual se diligenciaron 14 formatos (CATASTRO DE REDES), en donde se registro información de 14 nodos. (véase consolidado Pág. 42).

BARRIO GAITAN:

La red de acueducto de este barrio se comenzó a inspeccionar el día 26 de Abril del 2005. en la carrera 19 con calle 34 en una válvula de 4 pulgadas que se desprende de la línea expresa de 8 pulgadas, esta red tiene longitud total de 746 m, compuesta por dos materiales (Asbesto Cemento y P.V.C.), la tubería en general se encuentra en buen estado.

Esta inspección se terminó el día 29 de Abril de 2005, Para lo cual se diligenciaron 10 formatos (CATASTRO DE REDES), en donde se registro información de 10 nodos. (véase consolidado Pág. 43).

BARRIO POPULAR:

La inspección de esta red se inició el 29 de Abril de 2005. En la carrera 22 con calle 32, que fue donde se terminó el barrio Gaitan. Tiene una longitud total de 3088 m, dividido en diferentes materiales y diámetros, debido a los constates daños y cambios que esta ha sufrido por ser demasiado vieja, aparte de esto es una red que esta en circuito y cuenta con una cantidad importante de hidrantes para su continua mantenimiento, se recomienda que para un mejor funcionamiento sea cambiada la tubería de Asbesto Cemento y Galvanizada la cual sufre daños continuos por su deterioro.

Esta inspección se terminó el día 23 de Mayo de 2005, Para lo cual se

diligenciaron 55 formatos (CATASTRO DE REDES), en donde se registró información de 55 nodos. (véase consolidado Pág. 43).

BARRIO CINCUENTENARIO:

La inspección de la red de este barrio se inició el 24 de mayo de 2005. en la calle 30 con carrera 20, en una válvula que esta en la línea expresa de la tubería de 8'' que pasa por la carrera 19, tiene una longitud total de 673 m, dividido en diferentes materiales (P.V.C y A.C). Esta tubería sirve para formar un circuito dentro del barrio que ayuda a una mejor conexión y circulación del agua que sirve para facilitar una mayor distribución de la red.

Esta inspección se terminó el día 26 de Mayo de 2005, Para lo cual se diligenciaron 11 formatos (CATASTRO DE REDES), en donde se registro información de 11 nodos. (véase consolidado Pág. 43).

La Georreferenciación de la red de acueducto del sector 10 se realizó mediante métodos terrestres, es decir efectuando levantamientos que parten de Mojones pertenecientes a la red Geodesica (Sistema MAGNA). Se utilizo el mojón Numero 3-20 (Trilladora Europa), 3-21 (Glorieta tres esquinas) y M3-08 (Glorieta Urb. Sinaí).

10. CONCLUSIONES

- Se exploró y se levantó la red de acueducto del sector 7, que esta conformado por 10 barrios y 4 líneas expresas que alimentan la zona industrial del sector, fueron inspeccionados 3 barrios y las 4 tuberías principales en su totalidad, cubriendo el 50 % del sector, del cual se midieron 11467 m de tubería, correspondiente al 29,7 % del total de tubería inspeccionada. Se determinó con base en la exploración realizada en el sector que 3365 m correspondiendo al 29,3 % del total de la tubería se encuentra en mal estado debido al material de la misma y al tiempo de servicio, y también se cuenta con tubería en regular estado cuya longitud es de 1516 m que corresponde al 13,2 % del total de tubería inspeccionada en el sector. Del total de tubería inspeccionada en el sector, el 58,4 % restante se encuentra en buen estado. Se diligenciaron 144 formatos, que contienen 129 nodos y 246 accesorios de la red de acueducto del sector 7 de la ciudad de Armenia. Este sector esta totalmente asistido por el servicio de acueducto por parte de la E.P.A.

CUADRO CONCLUSIÓN SECTOR 7				
Barrio ó Línea expresa	Longitud Tubería (m)	No Formatos	No Nodos	No Accesorios
Barrio La Castilla	1516	32	32	38
Barrio Castilla Grande	866	24	24	38
Línea Expresa 6", 4" y 3"	3376	26	24	52
Línea Expresa 10", 6" y 4"	2856	72	72	118

- Se realizó el catastro de redes del sector 8, que esta conformado por 6 barrios, inspeccionados en su totalidad, cubriendo así, el 100 % del sector, de este se midieron 8145 m de tubería, correspondientes al 21,2 % del total de tubería inspeccionada. El sector 8 cuenta con 3314 m de tubería en mal estado que corresponde al 40,4 % del total de tubería del sector, también cuenta con 3242 m de tubería en regular estado de operación que corresponde al 39,5% del total de tubería inspeccionada en el sector, el restante 20,1 % de tubería se encuentra en buen estado. Se diligenciaron 157 formatos, que contienen información de 152 nodos y 216 accesorios de la red de acueducto de este sector.

CUADRO CONCLUSIÓN SECTOR 8				
Barrio	Longitud Tubería (m)	No Formatos	No Nodos	No Accesorios
Barrio El Placer	1797	26	24	37
Barrio 25 de Mayo	2207	47	46	57
Barrio Manuela Beltrán	1023	24	22	28
Barrio Belén	987	16	16	26
Barrio Belencito	738	12	12	20
Barrio El Prado	1444	32	32	48

- Se realizó el catastro de redes de la red de acueducto de la antigua estación del ferrocarril y el barrio Carolina Centro del sector 9, cuyas tuberías tienen una longitud de 720 m que corresponden al 1,8 % del total de tubería inspeccionada. El 41,7 % de estas tuberías se encuentran en mal estado. Se diligenciaron 19 formatos, que contienen información de 19 nodos y de 33 accesorios de la red de acueducto del sector 9 de la ciudad de Armenia.

- Se exploró y se levantó la red de acueducto del sector 10, que esta conformado por 17 barrios y 5 líneas expresas, fueron inspeccionados 5 barrios y las 5 tuberías principales en su totalidad, cubriendo el 45,4 % del sector, del cual se midió 18129 m de tubería, correspondiendo al 47,0 % del total de tubería inspeccionada. Determinando con base en la exploración realizada en el sector que, 10498 m, que corresponden al 58,0 % del total de la tubería inspeccionada del sector, presenta deterioro debido al material de la misma y al tiempo de servicio. Además de 3405 m de tubería (18,8 %) se encuentra en regular estado. El 23,2 % restante se encuentra en buen estado. Se diligenciaron 237 formatos, que contienen información de 235 nodos y 488 accesorios de la red de acueducto del sector 10. Este sector esta totalmente asistido con el servicio de acueducto por parte de las Empresas Públicas de Armenia, y es de mucha importancia ya que sus líneas expresas abastecen gran parte del sur de la ciudad.

CUADRO CONCLUSIÓN SECTORES 9 y 10				
Barrio ó Línea Expresa	Longitud Tubería (m)	No Formatos	No Nodos	No Accesorios
Estación del Ferrocarril y				
Barrio Carolina Centro	720	19	19	33
Línea Expresa 12'' y 4''	4450	65	64	121
Línea Expresa 14'' y 3''	3632	27	29	80
Línea Expresa 8'' y 2''	4581	46	46	100
Barrio Santa Fé	669	13	13	20
Barrio Obrero	290	7	7	11
Barrio Gaitán	746	10	10	24
Barrio Popular	3088	55	55	107
Barrio Cincuentenario	673	11	11	25

BIBLIOGRAFÍA

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

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

WOLF, Paul / RUSSELL C. BRINKER. TOPOGRAFÍA 9 edición. México D.F. grupo editorial ALFAOMEGA. 1997.

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

SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD. Especificaciones para el levantamiento de redes de acueducto. Empresas Publicas de Medellín. versión junio 2002.

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

.PAVCO. Tubosistemas para acueducto. Manual Técnico. Mayo 2003.

ROA V, MIGUEL ANGEL. Proyecto Materialización Perímetro Urbano Ciudad de Armenia. Alcaldía Municipal Armenia. 2004.

ANEXOS

