



# Ingeniería Civil & Ambiental

INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIOS - DISEÑOS - ASESORÍAS  
GERENCIA E INTERVENTORÍA DE PROYECTOS



## PRESENTACIÓN DEL CONSULTOR

La firma **Ingeniería Civil & Ambiental** está conformada por un equipo de profesionales con amplia experiencia en trabajos de Consultoría, establecidos con sede principal en la ciudad de Medellín (Antioquia) y sucursal en Chinaberry Dr, Weston, Florida (EE.UU) . Tiene por objeto la prestación de servicios profesionales en diversas ramas de la Ingeniería de Consulta y la Arquitectura, tales como: la ingeniería ambiental, hidráulica, sanitaria, civil, planeación urbana y regional; cubriendo actividades complementarias cuando lo requieren los proyectos de desarrollo en disciplinas como la economía, administración, urbanismo y otras para lo cual se cuenta con la asesoría respectiva. La firma nació como una respuesta a las exigencias diarias de desarrollo de nuestro país, por esta razón está constituida por profesionales de diferentes ramas de la ingeniería con deseos de revertir los conocimientos adquiridos en diversas compañías consultoras del país.

Además de lo anterior **Ingeniería Civil & Ambiental**, ha logrado consolidar un equipo de estudio que incluye componente local con amplios conocimientos de la problemática planteada, lo que consolida aún más el éxito en la tarea que se le asigne por parte del Contratante.

Todo lo anterior nos permite asegurar un mejor producto para nuestros clientes y garantizar la implementación de herramientas de punta y el soporte directo de los fabricantes si el Contratante, así lo requiere.

### **MISIÓN**

La firma **Ingeniería Civil & Ambiental** es una entidad privada, que nació en 1989. Surgió como una respuesta a las necesidades del desarrollo del país y presta sus servicios especializados en las diferentes áreas de la Ingeniería y la Arquitectura a nivel municipal, departamental, nacional e internacional, con tecnologías de gran reconocimiento en el mercado. Tiene como fin mejorar cada día su posición competitiva a través de unos principios éticos y morales, brindando satisfacción al cliente con calidad y cumplimiento. Sin olvidar que el recurso humano de la empresa es parte integral en el desarrollo de sus actividades.

## **VISIÓN**

Ser líder en la prestación de los servicios de consultoría ofrecidos en el mercado Colombiano y especialmente en la **OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y EN SISTEMAS DE ALCANTARILLADOS (RESIDUALES, COMBINADOS Y PLUVIALES)**, mediante el mejoramiento continuo, el desarrollo del talento humano de nuestros profesionales, la implementación efectiva de tecnología y el respeto al medio ambiente, con el fin de satisfacer al máximo las necesidades de nuestros clientes.

## **VALORES CORPORATIVOS**

- Principio de Fe en Dios nuestro Creador
- Amor a la Patria y a sus Instituciones
- Trabajo
- Rectitud
- Respeto por la Dignidad Humana
- Responsabilidad Social
- Eficiencia
- Innovación
- Servicio Ilimitado de Postventa.

La Empresa, labora en las áreas de la **Ingeniería Civil e Ingeniería Ambiental**, en las siguientes especialidades:

1. **SISTEMAS DE ACUEDUCTOS:** Catastro Técnico de Redes de Distribución Hidráulica, Catastros de Usuarios, Modelación Hidráulica de Redes, Calibración de Redes, Sectorización Hidráulica de Redes dirigidos a la Disminución del Índice de Agua No Contabilizada (IANC), Modelación de Cloro Residual en Redes de Distribución de Agua Potable, Diseño de Sitios de Monitoreo de Cloro Residual, Análisis y Diseño de Conducciones, Optimización de Sistemas de Bombeo, Análisis de Diseño de Sistemas de Almacenamiento de Agua Potable, Diseño de Sistemas para Combatir Incendios Municipales, Diseño de Sistemas de Acueductos Rurales, Diseño de Sistemas Planes Maestros de Sistemas de Acueductos Municipales, Diseño y Optimización de Plantas de Tratamiento de Aguas Potable.

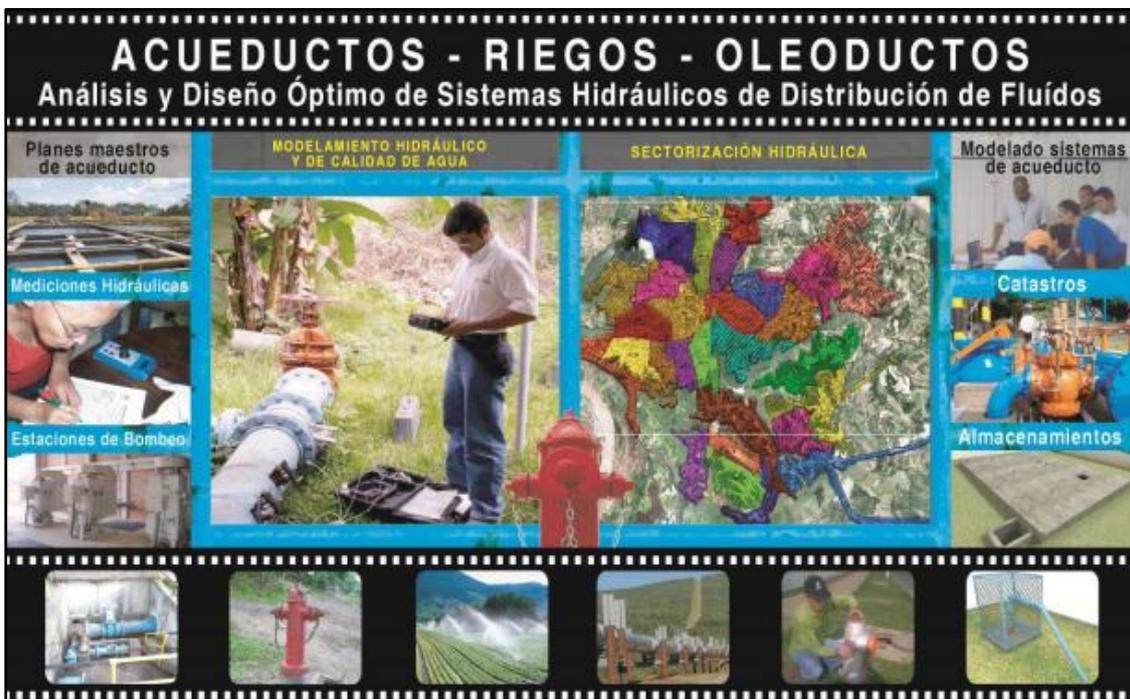
2. **SISTEMAS DE ALCANTARILLADOS:** Catastro Técnico de Redes de Alcantarillados, Catastros de Usuarios, Modelación Hidráulica de Redes, Calibración de Redes, Análisis y Diseño de Colectores e Interceptores, Determinación de edades del agua en los sistemas de alcantarillado, modelación de sedimentos, Diseño de Sistemas Planes Maestros de Sistemas de Alcantarillados Municipales, Diseño y Optimización de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.
3. **CANALES:** Diseño de Canales Urbanos y Determinación de Manchas de Inundación.
4. **VIAS DE COMUNICACIÓN:** Diseño Geométrico e Interventoría de obras de infraestructura vial.
5. **TOPOGRAFIA y GEODESIA:** Elaboración de Planos, ortofotomapas de ciudades de estudio, Fotos Aéreas y Mediciones.
6. **SERVICIOS BÁSICOS:** Diseño estructural, Geología y Geotecnia, estructuras hidráulicas, geología, topografía, servicio de GPS, ensayos de laboratorio y realización de planes desarrollo municipal.
7. **ARQUITECTURA:** Amoblamiento Urbano, Diseño de Edificaciones, Desarrollo Urbano, Diseño Arquitectónico de Instalaciones de Planta de Tratamiento, Estaciones de Bombeo, Estaciones Sectoriales de Control.
8. **RIEGOS, OLEODUCTOS Y GASEODUCTOS:** Análisis y Diseños Óptimo de Sistemas de Riegos, Oleoductos y Gaseoductos.
9. **MEDIO AMBIENTE:** Estudios de impacto y control ambiental, tratamiento y disposición de desechos, protección y control de erosión, y manejo de desechos líquidos.
10. **ORDENAMIENTO TERRITORIAL:** Formulación de planes de desarrollo y ordenamiento integral de cuencas.
11. **IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA DE PUNTA:** Para ello cuenta con un grupo de profesionales altamente calificados en dichos campos y con amplia experiencia. La Empresa brinda capacitación y asesoría permanente a profesionales y empresas consultoras sobre los últimos desarrollos en software y hardware para ingeniería.

Nuestra asesoría se ha convertido en un valioso aporte de conceptos y tecnología para el desarrollo de los proyectos que hemos desarrollado para entidades privadas y estatales, a nivel nacional.

### **PROYECTOS EJECUTADOS.**

Como muestra de nuestra capacidad para desarrollar proyectos de acueducto y saneamiento básico, se presenta a continuación un resumen de los proyectos donde la Empresa ha participado.

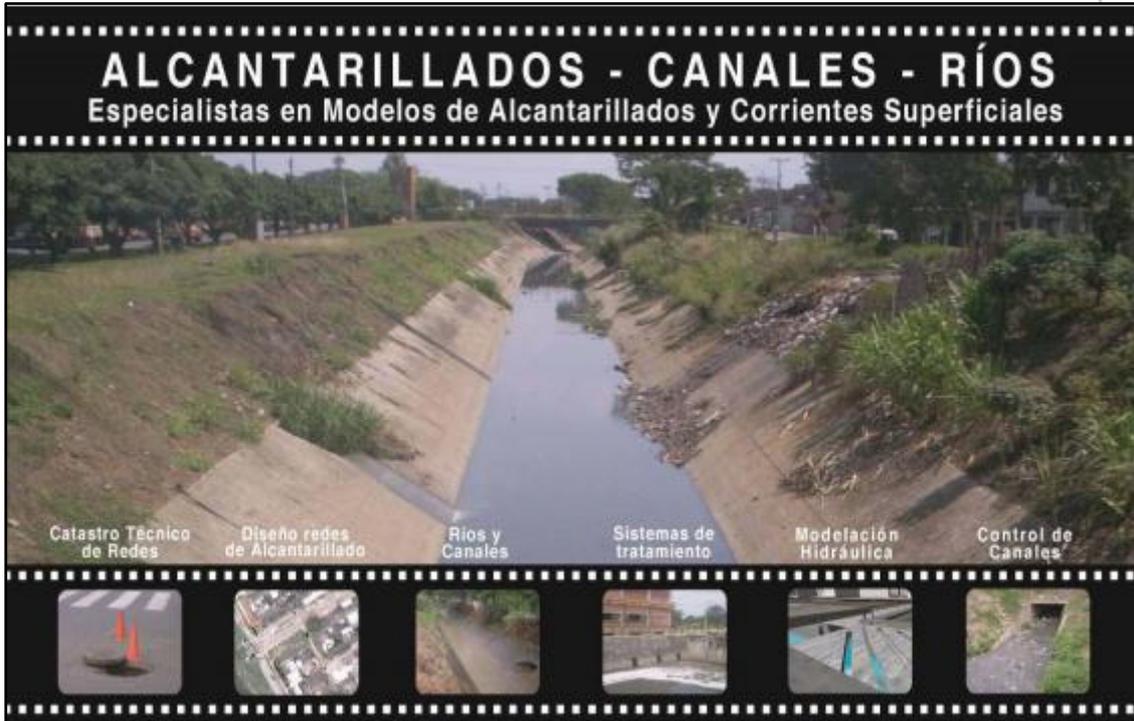
## **SISTEMAS DE ACUEDUCTO**



1. Optimización de los Servicios de Acueducto de las ciudades de Cali, Villavicencio, Pereira, Tulúa, Barrancabermeja, Arauca, Bosconia, entre otras, los trabajos incluyeron: Catastro Técnico de Redes, Modelación Hidráulica Sin Calibrar, Calibración de Redes Hidráulicas, Calibración de Calidad de Agua, Diseño Hidráulico de la Sectorización para la Disminución del Índice de Agua No Contabilizado (IANC), Transferencia de Tecnología, Cantidades de Obra y Presupuestos.

2. Variante de conducciones y diseño de redes de distribución para las redes de acueducto del municipio de Medellín, tales como la variante de Sedeco en la conducción Planta de Ayurá- Tanque de almacenamiento en Itagüí.
3. Diseño de grandes sistemas de acueductos multiveredales entre ellos el del Carmín, Cuchillas de San José y Mampuesto en el municipio de Rionegro-Antioquia, el más extenso financiado por FINDETER S.A. en el país y uno de los pocos acueductos construidos con la participación directa de la comunidad (Ver la publicación Desarrollo Territorial Año 3 No.6 de FINDETER S.A. de marzo de 1994). Y el multiveredal de Chipre-Llanogrande y Vilachuaga.
4. Supervisión de estudios del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado del Municipio de Rionegro- Antioquia.
5. Sistemas de Distribución Municipales de Aguas, tales como: Los sistemas de Acueducto de Sahagún, Tierralta y San Pelayo en el departamento de Córdoba.
6. Modelación Hidráulica, Calibración hidráulica, y Calidad de Agua del Modelo y sectorización.
7. Implementación del sistema de acueducto y alcantarillado para las ciudades de: Tulúa, Pereira, Villavicencio, Cali y Bosconia, entre otros.
8. Planes maestro de acueducto y alcantarillado del Municipio de Don Matías, San Pedro de Los Milagros , Santa Rosa de Osos, Puerto Berrío, Zaragoza en el departamento de Antioquia; Santa Rosa de Cabal y Pereira en Risaralda, Madrid, Cundinamarca, entre otros.
9. Interventoría de la Construcción del Acueducto Urbano por Gravedad para el Casco Urbano del Municipio de Carepa- Antioquia.

## SISTEMAS DE ALCANTARILLADOS – CANALES – RÍOS



### SISTEMAS DE ALCANTARILLADOS:

1. Optimización de los Servicios de Alcantarillados Sanitarios, y/o Pluvial y/o Combinado de las ciudades Cali, Pereira, Tulúa, Barrancabermeja y Arauca entre otras, los trabajos incluyeron: Catastro Técnico de Redes, Modelación Hidráulica Sin Calibrar, Identificación de sitios críticos y dimensionamiento de soluciones hidráulicas, Transferencia de Tecnología, Cantidades de Obra y Presupuestos.
2. Diseño de sistemas de evacuación, recolección, transporte y tratamiento de aguas residuales, tales como los sistemas de alcantarillados de los municipios de Sucre, Guaranda en el departamento de Sucre, de la Sierra en el Departamento de Antioquia y en los municipios de Cicuco, San Estanislao, Cordoba, Mahates, Talaigua, Turbaco, El Peñón, San Pablo, Simiti, Santa Rosa del Sur en el departamento de Bolívar.

3. Revisión técnica de los análisis y diseño de los alcantarillados de Chima, Momil, Canalete, Puerto Escondido, Los Córdoba, San Pelayo, Ciénaga de Oro y Sahagún en el departamento de Córdoba.
4. Diseño de Redes en rehabilitación de Alcantarillados en el sector de Manrique Oriental, en el Municipio de Medellín.
5. Planes maestro de acueducto y alcantarillado del Municipio de Don Matías, San Pedro de Los Milagros, Santa Rosa de Osos, Puerto Berrío en el departamento de Antioquia; Santa Rosa de Cabal en Risaralda, Alcantarillado Pluvial en Arauca.

#### **CANALES:**

1. Diseño de Obras Hidráulicas en el Río Medellín entre Bello y Copacabana, el cual incluye estudios y diseños detallados de las obras hidráulicas del Río Medellín, determinación de manchas de inundación para diversos períodos de retorno, obras de control para estabilización de taludes, socavación de márgenes, zonas erodadas, amueblamiento urbano en zonas verdes en los retiros del río, identificación y manejo de zonas de riesgos. Así como los diseños detallados de las estructuras de descargas de las quebradas la Tablaza, La Lina, La Trinidad, La Señorita, Piedras Blancas, Rodas, Los Escobar, Guasimal, Concretodo, El Tejar, El Ahogado, Niquía, Fontibón, Canteras, Doresky, Conasfaltos, Villanueva, El Porvenir, El Peaje, El Puente, El Remanso, La Seca y Quebradas, todas afluentes al Río Medellín entre Bello (Talleres del Metro) y Copacabana (Retén de mulas), en una longitud aproximada de 7 km para el Área Metropolitana.
2. Estudio y Diseños Hidrológico e Hidráulicos sobre las Quebradas La Honda, El Molino (2 sectores), Ramal Central de La Aguadita, El Bolo, La Granizala (2 sectores), La Herrera y La Bermejala (4 sectores), La Palencia, La Quintana, Malpaso, Chumbimbo, Antonio Nariño, La Rosa (3 sectores), El Aguacatillo, La Picacha, El Tetero, El Zancudo (2 sectores), La Cantera, La Pativilca (5 Sectores), La Carevieja, El Burro (2 sectores), Zanjón Santa Mónica, La Cañería y El Salado, para el Instituto MI RIO.
3. Determinación de mapas previsores de riesgos y evaluación de estructuras hidráulicas sobre el Río Concepción y sobre las quebradas La Justa, El Matadero, Las Animas, El Tejar, La Arango, La Palacio, La Montañita, La Alfaro, El Hospital y El Cementerio en el casco urbano de Concepción y sobre las quebradas de El Hospital, La Cañada, San

José, y Buenos Aires en la cabecera Municipal de Sonsón en el Departamento de Antioquia, para CORNARE.

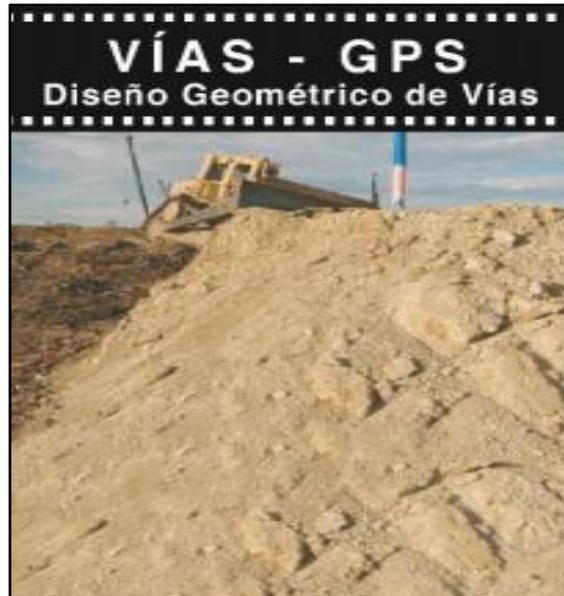
#### **MEDIO AMBIENTE:**

1. Diseño de las soluciones integrales de aseo de Manizales y Guaranda.
2. Estudios de Efecto Ambiental para exploración de pozos petroleros, tales como: El Dele-1, Dele-3, Buenos Aires A, Buenos Aires B, Buenos Aires C, Cusiana D y para la estación de bombeo del Oleoducto Colombia en Cauca.
3. Declaratoria de Efecto Ambiental para las vías Urrao – Buchado - Bahía Solano, La Frontera - Sonsón, La Lizama - San Alberto, Segovia - Belén y Plato - Bosconia, entre otros.
4. Estudios de impacto ambiental para proyectos de acueductos y alcantarillados en las ciudades de Quindí y Quevedo en la República del Ecuador y en Montería-Córdoba.
5. Diagnóstico Ambiental de Alternativas de las Vías Orito- Monopamba y Urrao-Buchado-Bahía Solano.
6. Estudios de Impacto Ambiental y Planes de Manejo Ambiental para Urbanizaciones, tales como: Urbanización Avellana Casas, Nueva Sede de Cotrafa, San Sebastián de Vizcaino, Quintas del Lago, Urbanización Industrial Vegas de Sabaneta y Portones de Sabaneta, Edificio la Polka, Edificio Santa Ana y otros.
7. Estudio del Plan Sectorial Ambiental del Municipio de Ovejas en el Departamento de Sucre, para FONADE.

#### **ORDENAMIENTO TERRITORIAL:**

1. Formulación de Planes de Desarrollo Municipal, tales como el de Sahagún- Córdoba, el cual contiene: Un Diagnóstico general, las metas y propósitos, las políticas y estrategias en el área económica, social y ambiental y el plan de inversiones de carácter operativo.
2. Plan de Ordenamiento y Manejo Integral de la Cuenca de la Quebrada el Molino-Zona Nororiental de Medellín.

## VIAS DE COMUNICACIÓN



1. Interventoría Técnica, Administrativa y Ambiental de la Rectificación, Ampliación y Pavimentación de la vía Puente Gavino - Gómez Plata - Carolina, en una longitud de 34.7 km, para el Departamento Administrativo de Valorización.
2. Interventoría de la Construcción del Centro Integrado de Comercialización y Transporte del Municipio de Guarne-Antioquia.

## IMPLEMENTACION DE TECNOLOGIA DE PUNTA:

1. Suministro de Software de Modelamiento Hidráulico en el área de Acueductos y Alcantarillados, Selección Óptima de Sistemas de Tratamiento de Agua Residual y Simulación de Sistemas de Tratamiento de Agua Residual y/o entrenamiento de profesionales en el área de modelamiento hidráulico de sistemas de acueducto y alcantarillado para las empresas operadoras de servicios públicos de acueductos y alcantarillados: **EMCALI EICE ESP, EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLIN S.A E.S.P, EMPRESA DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS DE PEREIRA S.A E.S.P, CENTROAGUAS S.A E.S.P, EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE VILLAVICENCIO S.A E.S.P, ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS SOSTENIBLES S.A E.S.P, EMPRESA DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS S.A E.S.P, ACUANTIOQUIA S.A, EMPOCABAL S.A E.S.P, EMPRESA DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE MADRID, CUNDINAMARCA EAAAM ESP**, entre otros.



Ingeniería Civil & Ambiental  
INGENIEROS CONSULTORES

La Empresa en la actualidad es representante con exclusividad del software de modelación hidráulica y de manejo de activos para sistemas de acueducto y alcantarillados, así como de los diversos software para modelación hidráulica para corrientes superficiales de Innovyze Inc. Igualmente, ha sido representante autorizado para Colombia del software de las Empresas Norteamericanas MWHSOFT Inc., HYDROMANTIS Inc. PIZER Inc., STRUCTURAL COMPANY Inc. (SCI), BOSS INTERNATIONAL, HAESTAD METHODS, RESEARCH ENGINEERS Inc., ILOG, AUTODESK.

### **SERVICIOS BÁSICOS:**

En área de servicios básicos de la ingeniería se ha participado en el diseño de estructuras de obras de arte para vías urbanas y de primer orden, diseño estructural de edificios, diseños de obras hidráulicas, topografía, geología y desarrollo de software para diversas áreas de la ingeniería civil y ambiental.

# ***CASOS DE ÉXITO 1988-2019***



Ingeniería Civil & Ambiental

**ELBER DE J. HERNÁNDEZ D – INGENIERÍA CIVIL & AMBIENTAL  
HYDRAULIC MODEL SPECIALIST FOR WATER AND WASTEWATER SYSTEMS**

## **DISEÑO DE LA SECTORIZACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO Y OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN HIDRÁULICO. CONTRATO Nº 300-GAA-CC-452-2005**

**El contrato de consultoría N° 300-GAA-CC-452-2005, fue realizado por la empresa ELBER DE J. HERNÁNDEZ D – Ingeniería Civil & Ambiental, con un porcentaje de participación del noventa (90%) por ciento, en el periodo comprendido entre Noviembre del año 2005 y Noviembre del año 2007.**

**El contrato de consultoría abarcó diferentes actividades de los sistemas de acueducto, alcantarillado y fotogrametría del sistema Cali – Yumbo.**

**A continuación se muestran las principales actividades ejecutadas en cada una de las áreas.**





Ingeniería Civil & Ambiental

ELBER DE J. HERNÁNDEZ D – INGENIERÍA CIVIL & AMBIENTAL  
HYDRAULIC MODEL SPECIALIST FOR WATER AND WASTEWATER SYSTEMS

# DISEÑO DE LA SECTORIZACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO Y OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN HIDRÁULICA. CONTRATO Nº 300-GAA-CC-452-2005

## ÁREA ACUEDUCTO

1. **Actualización del Catastro Técnico** del sistema de distribución de acueducto en EMCALI a través de un S.I.G., vinculado al software para modelación, calibración y operación de redes en una longitud contractual **de 2.629 kilómetros.**

Elemento hidráulico	Cantidad
Longitud Total de Tuberías	<b>2821 Km</b>
Número Válvulas Reguladoras de Presión	<b>31</b>
Número de Válvulas de Corte	<b>18875</b>
Número de Hidrantes	<b>3219</b>
Número de Tanques	<b>45</b>
Número Estaciones Bombeo	<b>16</b>
Número de Tuberías del Modelo	<b>90812</b>
Número de Nudos del Modelo	<b>60349</b>
Número de Usuarios del Sistema de Acueducto	<b>534345</b>
Número de Macromedidores	<b>9</b>
Número de Manómetro Poste	<b>60</b>
Número de Puntos Pitométricos	<b>265</b>
Población Cali CENSO 2005	<b>2,039,626</b>
Población Yumbo CENSO 2005	<b>79,569</b>



Muestra de agua para cloro al interior del tanque.





Ingeniería Civil & Ambiental

ELBER DE J. HERNÁNDEZ D – INGENIERÍA CIVIL & AMBIENTAL  
HYDRAULIC MODEL SPECIALIST FOR WATER AND WASTEWATER SYSTEMS

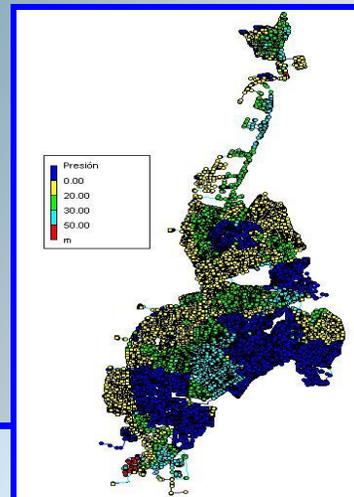
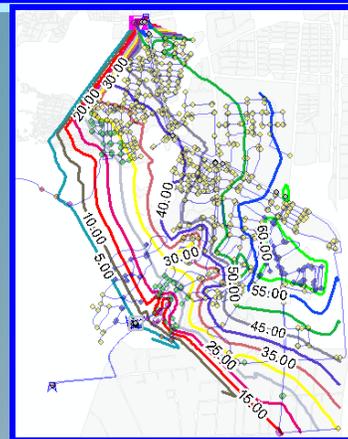
# DISEÑO DE LA SECTORIZACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO Y OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN HIDRÁULICA. CONTRATO Nº 300-GAA-CC-452-2005

## ÁREA ACUEDUCTO

Acorde con los requerimientos de EMCALI EICE ESP, la implementación de los modelos hidráulicos resultantes de los trabajos de catastro de redes y verificación topológica fueron implementados sobre el software de simulación hidráulica para sistema de distribución de agua potable con herramientas de modelación hidráulica y administración geoespacial de datos InfoWater Suite en versión ilimitada.

### 2. Modelación hidráulica de redes de acueducto existe con calibración hidráulica.

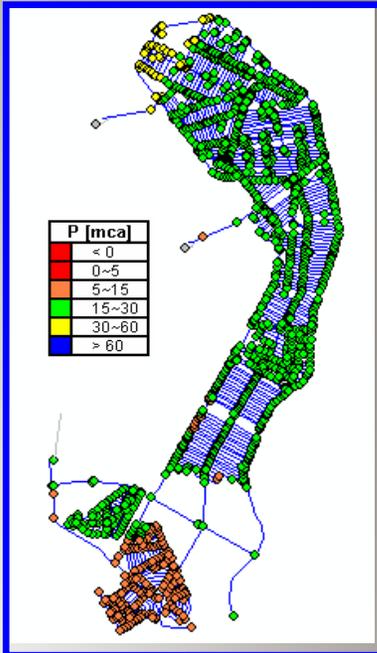
Se realizó la investigación de campo por sectores de las redes de acueducto de la Ciudad de Cali - Yumbo, para facilitar el manejo de la información; minimizar el tiempo requerido para la calibración; mejorar la precisión; facilitar el análisis de los resultados; entender el funcionamiento de cada subsistema con información de presiones, caudales, niveles en tanques, operación de bombas observadas durante el período de monitoreo. En donde contractualmente se debían monitorear como mínimo 400 puntos sobre el sistema de distribución de EMCALI incluyendo presiones, caudales, cloro y niveles en tanques. El consultor monitoreó en total **1425 puntos** en toda la ciudad.





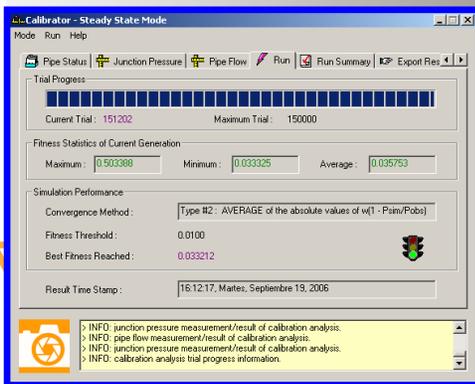
# DISEÑO DE LA SECTORIZACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO Y OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN HIDRÁULICO. CONTRATO Nº 300-GAA-CC-452-2005

## ÁREA ACUEDUCTO



La calibración de calidad de agua del sistema Cali – Yumbo, requirió de la información recolectada en campo por el Consultor, es decir de las medidas de cloro residual libre en la red, tanques de almacenamiento, plantas de tratamiento y estaciones de bombeo.

A continuación se relaciona el número de puntos que fueron acondicionados para toma de muestra de agua, en los diferentes sectores de la ciudad.



3. Calibración de calidad de agua para el sistema de distribución de agua potable (cloro residual) diseño del sistema de desinfección.

SECTOR	CLORO RESIDUAL		TOTAL MEDICIONES CLORO RESIDUAL
	HIDRANTES	GRIFOS	
1 CIUDAD JARDÍN	17	-	17
LA FLORA	22	-	22
BELLAVISTA	27	2	29
AGUCATAL			
4. TERRÓN	24	-	24
MAKRO-CANEY	13	-	13
DESEPAZ	12	-	12
ACOPI-YUMBO	24	4	28
NAPOLES – LA REFORMA	-	11	11
EL INGENIO	28	-	28
RED ALTA	44	6	50
YUMBO	12	9	21
RED BAJA	48	11	59
13. ACUEDUCTO LA RIVERA	3	6	9
<b>TOTAL</b>	<b>274</b>	<b>49</b>	<b>323</b>



Ingeniería Civil & Ambiental

ELBER DE J. HERNÁNDEZ D – INGENIERÍA CIVIL & AMBIENTAL  
HYDRAULIC MODEL SPECIALIST FOR WATER AND WASTEWATER SYSTEMS

# DISEÑO DE LA SECTORIZACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO Y OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN HIDRÁULICO. CONTRATO Nº 300-GAA-CC-452-2005

## ÁREA ACUEDUCTO

### 4. Diseño de la sectorización del sistema de distribución de acueducto: incluye las redes de distribución, sistema de bombeo y sistemas de almacenamiento.

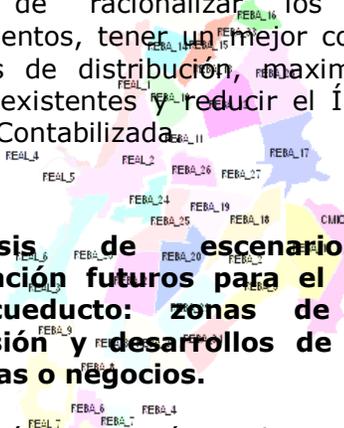
Se presentó el diseño de la sectorización definitiva de la Red de Acueducto de Cali (Cali-Yumbo) tendiente a la optimización de la capacidad hidráulica del sistema con el fin de racionalizar los futuros requerimientos, tener un mejor control de las redes de distribución, maximizar los recursos existentes y reducir el Índice de Agua No Contabilizada.

### 5. Análisis de escenarios de modelación futuros para el sistema de acueducto: zonas de futura expansión y desarrollos de nuevos sistemas o negocios.

Se analizó e integró en la modelación hidráulica los escenarios futuros de los diferentes sectores en los que fue dividida la ciudad de Santiago de Cali para dicha modelación, se tuvieron en cuenta todos los proyectos futuros a desarrollarse basados en la información suministrada por la entidad contratante.

### 6. Diseño Estaciones Sectoriales de Control y dimensionamiento de dispositivos hidráulicos.

Con el fin de regular los parámetros hidráulicos dentro de cada uno de los sectores propuestos el consultor realizó el diseño de **143 Estaciones Sectoriales de Control**, además el dimensionamiento de los dispositivos hidráulicos necesarios para mantener los parámetros de caudal, presión y calidad de agua en condiciones óptimas para el suministro de agua potable.





# DISEÑO DE LA SECTORIZACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO Y OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN HIDRÁULICO. CONTRATO Nº 300-GAA-CC-452-2005

## ÁREA ALCANTARILLADO

1. Modelación hidráulica de redes de alcantarillado sanitario existentes, sin calibración hidráulica.
2. Modelación hidráulica de redes de alcantarillado pluvial y combinado (canales y colectores) existentes, sin calibración hidráulica.
3. Análisis escenarios de modelación futuros para el sistema de alcantarillado: zonas de futura expansión y desarrollos de nuevos sistemas o negocios.

Acorde con los requerimientos de EMCALI EICE ESP, la implementación del modelo hidráulico resultante de los trabajos de catastro de redes y verificación topológica fue implementado sobre el software de simulación hidráulica para redes de alcantarillados con herramientas de modelación hidráulica y administración geoespacial de datos InfoSewer Suite Pro en versión ilimitada.

El trabajo incluyó la localización, nivelación geométrica convencional, la investigación de interior de cada uno de los pozos para obtener los siguientes datos: coordenadas de los centros de tapas, cotas rasantes de los pozos, cotas claves o bateas de las tuberías, diámetros y materiales de las tuberías.

**Las cantidades representativas finales del contrato en el área de alcantarillado son:**

LONGITUD TOTAL ALCANTARILLADO	3290 Km	PORCENTAJE
LONGITUD ALCANTARILLADO PLUVIAL	526 Km	16%
LONGITUD ALCANTARILLADO SANITARIO	662 Km	20%
LONGITUD ALCANTARILLADO COMBINADO	2102 Km	64%
LONGITUD TUBERIAS D<= 150mm	11.1 Km	0.3%
LONGITUD TUBERIAS D entre 150mm y 450 mm	2427 Km	73.7%
LONGITUD TUBERIAS D entre 450mm y 900 mm	555 Km	17 %
LONGITUD TUBERIAS D entre 900mm y 1200 mm	95 Km	2.9 %
LONGITUD TUBERIAS D entre 1200mm y 2200 mm	92 Km	2.8 %
LONGITUD TUBERIAS mayores 2200 mm	109 Km	3.3 %
CÁMARAS DE INSPECCIÓN	66477 UND.	
LONGITUD TUBERIA GRES	3.2 Km	0.09 %



Ingeniería Civil & Ambiental

**ELBER DE J. HERNÁNDEZ D – INGENIERÍA CIVIL & AMBIENTAL  
HYDRAULIC MODEL SPECIALIST FOR WATER AND WASTEWATER SYSTEMS**

# **DISEÑO DE LA SECTORIZACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO Y OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN HIDRÁULICO. CONTRATO Nº 300-GAA-CC-452-2005**

## **ÁREA ALCANTARILLADO**

<b>LONGITUD TOTAL ALCANTARILLADO</b>	<b>3290 Km</b>	<b>PORCENTAJE</b>
LONGITUD TUBERIA HORMIGÓN SIMPLE	3181 Km	96.7 %
LONGITUD TUBERIA PVC	69.2 Km	2.1%
LONGITUD TUBERIA LADRILLO	11.9 Km	0.36 %
LONGITUD TUBERIA HIERRO	2.3 Km	0.07 %
LONGITUD TUBERIA H.R.	9.3 Km	0.28 %
LONGITUD OTROS	13.4 Km	0.40 %
ESTRUCTURAS DE SEPARACIÓN	606 Und.	
SUMIDEROS	51007 UND.	

Una vez analizados los resultados obtenidos a partir de la modelación hidráulica del alcantarillado existente trabajando para aguas combinadas para un periodo de retorno de tres (3) años, El Consultor procedió a la realización de la optimización de la modelación de los escenarios futuros para la optimización de las redes de alcantarillado existentes, tomando como criterio de diseño los establecidos por las normas de EMCALI EICE ESP y como escenario futuro prioritario la optimización de las redes existentes del sistema de alcantarillado.





Ingeniería Civil & Ambiental

ELBER DE J. HERNÁNDEZ D – INGENIERÍA CIVIL & AMBIENTAL  
HYDRAULIC MODEL SPECIALIST FOR WATER AND WASTEWATER SYSTEMS

# DISEÑO DE LA SECTORIZACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO Y OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN HIDRÁULICO. CONTRATO Nº 300-GAA-CC-452-2005

## ÁREA FOTOGRAMETRÍA - TOPOGRAFÍA

### **1. Levantamiento de aerofotografías para construcción de una ortofotomapa en un área contractual de 15.000 Has.**

Para la elaboración de una Ortofotomapa final de las ciudades de Cali y Yumbo con un área total de **25326.93 Hectáreas**, el Consultor realizó los vuelos aéreos requeridos para la producción de las fotografías aéreas de la zona del proyecto, durante el proceso fueron georeferenciados y materializados diez (10) puntos de fotocontrol de primer orden. Para esto se utilizó la grabación de datos de posición que provee el Sistema de Posicionamiento Global por satélite, en modo diferencial estático, con dos georeceptores tipo geodésicos, marca TOPCON de doble frecuencia tipo hiper gd, gnss receiver y hiper ggd, gnss receiver y un software de post proceso TOPCON TOOLS.

### **1. Levantamiento Topográfico Altimétrico del sistema de alcantarillado.**

El Consultor requirió el Levantamiento Topográfico Altimétrico con nivelación convencional de 731 Km sobre el sistema de alcantarillado.

Igualmente con el fin de facilitar el amarre altimétrico de cualquier estructura del Sistema de Acueducto y Alcantarillado,

fueron construidos 274 mojones dentro de toda el área de estudio.





Ingeniería Civil & Ambiental

**ELBER DE J. HERNÁNDEZ D – INGENIERÍA CIVIL & AMBIENTAL  
HYDRAULIC MODEL SPECIALIST FOR WATER AND WASTEWATER SYSTEMS**

# **DISEÑO DE LA SECTORIZACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO Y OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN HIDRÁULICO. CONTRATO Nº 300-GAA-CC-452-2005**

## **ÁREA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA**

### **Transferencia de Tecnología Área Acueducto:**

Análisis Hidráulico, mediante el uso del software InfoWater Suite for ArcGis.

Análisis de Calidad de Aguas: Edad, Trazabilidad, Difusión de Sustancias, mediante el uso del software InfoWater Suite for ArcGis.

Análisis de Flujo de Incendios, mediante el uso del software InfoWater Suite for ArcGis.

Conexión a SCADA, mediante el uso del software InfoWater Suite for ArcGis.

Exportación e Importación de Datos, mediante el uso del software InfoWater Suite for ArcGis.

Calibración Hidráulica, mediante el aplicativo denominado InfoWater Calibrator.

Calibración de Calidad de Aguas, mediante el aplicativo denominado InfoWater WQ Calibrator.

Diseño Óptimo, mediante el aplicativo denominado InfoWater Designer.

Selección de Horarios Óptimos de Bombeo, mediante el aplicativo denominado InfoWater Scheduller.

Esqueletización de Redes, mediante el aplicativo denominado InfoWater Skeletonizer.

Análisis de Vulnerabilidad de las Redes, mediante el aplicativo denominado InfoWater Protector e Infowater Valve Critically.

Análisis de Contaminantes en el Sistema de Distribución, mediante el aplicativo denominado InfoWater Protector.

Análisis Espacial de Demandas, mediante el aplicativo denominado InfoWater Demand Allocator.

### **Transferencia de Tecnología Área Alcantarillado:**

Análisis Hidráulico, mediante el uso del software InfoSewer Pro Suite for ArcGis e Hydra con GISmaster.

Análisis de Calidad de Aguas: DBO mediante el uso del modulo denominado Water Quality

Análisis de Corrosión, mediante el uso del modulo denominado Corrosion Predictor

Análisis de Coberturas y Canalizaciones, mediante el uso del software InfoSewer Pro Suite for ArcGis e Hydra con GISmaster

Análisis de Estaciones de Bombeo, mediante el uso del software InfoSewer Pro Suite for ArcGis e Hydra con GISmaster.



# IMPLEMENTACIÓN DE LA MODELACIÓN DE LAS REDES DE ACUEDUCTO, CALIBRACIÓN HIDRÚLICA PARA AGUA NO CONTABILIZADA MEDIANTE EL SOFTWARE H2OMAP WATER Y H2OMAP CALIBRATOR. CIUDAD DE PEREIRA

## INTRODUCCIÓN

La ciudad de Pereira posee alrededor de 375000 habitantes, considerada la ciudad “Trasnochadora y Morena” la cual se encuentra en el departamento del Risaralda en Colombia. Está localizada al inicio de un valle donde confluyen las vertientes de los Rios Otún y Consota, es de característica topográfica escarpada con algunas zonas onduladas, se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de aproximadamente 1400 m, además su temperatura promedio es de 20°C.



El sistema de distribución de agua potable está considerado en tres zonas hidráulicas caracterizadas por tres almacenamientos principales. Consta de una longitud de 570 km, 3 estaciones de bombeo, 13 tanques de almacenamiento, 31 Válvulas Reguladoras de Presión conformando así 28 Sectores Hidráulicos independientes, el sistema posee 3497 válvulas de corte, 642 Hidrantes, 30 válvulas de purga, 51 ventosas, 2 Válvulas de Cheque, 2 válvulas controladoras de caudal, 2 válvulas controladoras de Nivel, 15 Cámaras para pitometría, 17 cámaras para medición de caudal y 67 totalizadores.

En las condiciones actuales se tiene un porcentaje de Pérdidas Admisibles de 40 % aproximadamente, con un caudal Máximo Diario de 1430 l/s, aún cuando el sistema se encuentra con algunos sectores hidráulicos materializados e instrumentados, se presentan en gran parte de su sistema de distribución altas presiones conllevando a un alto Índice de Agua No Contabilizada (IANC), además la ciudad no contaba antes del proyecto con un modelo hidráulico del cien por ciento de las redes de distribución, ni con un catastro detallado de todos sus componentes hidráulicos.

## OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se contó con información catastral existente a nivel de planos digitales e impresos, pero no con fichas técnicas de catastro de los dispositivos hidráulicos del sistema de acueducto, por lo cual en el proyecto fue de carácter prioritario realizar un recorrido tramo por tramo y dispositivo por dispositivo hidráulico del sistema de distribución, para obtener así los planos de campo y la

información necesaria para la implementación del modelo hidráulico del sistema de acueducto.

Se contó así mismo con modelos hidráulicos de las redes principales originados en un proyecto de balance hidráulico hasta 10” pero se encontraban de manera independiente en archivos electrónicos diferentes y con la característica de no estar Georeferenciados.



## DESARROLLO DEL PROYECTO

El sistema de distribución se digitalizó en el 100%, contando con la longitud de los 570 km existentes y más de 17000 “links” entre tuberías, válvulas y bombas, así mismo se digitalizaron todos los componentes hidráulicos del sistema de distribución y cada uno de los elementos hidráulicos quedaron con una base de datos asociada y tres imágenes digitales concernientes al elemento, 2 fotografías digitales y 1 ficha técnica raster del elemento. Toda la implementación del modelo hidráulico de la red de distribución se ejecutó en el software H2OMap Water Suite, el cual es uno de los programas más avanzados en modelación y trabaja en ambiente GIS.

Para la asignación de demandas en el modelo hidráulico se utilizaron herramientas de última generación posibilitando de esta manera la creación de un modelo hidráulico lo más cercano a la realidad.

Se ejecutó todo un plan de trabajo de lecturas hidráulicas en la red de distribución, el cual se llevó a cabo por un periodo de alrededor de 1 mes.

Se analizó el comportamiento actual del sistema de distribución para periodos extendidos de simulación de 72 horas (3 días), se realizó la calibración hidráulica y análisis de calidad de agua, además de simulaciones de incendio para el sistema. Así mismo se realizó la optimización y diseño de la sectorización hidráulica para un periodo de diseño de 25 años y para diferentes periodos por quinquenios. Acorde con estos diseños se optimizaron 3 líneas existentes de bombeo y en conjunto con esta optimización se evaluaron los almacenamientos necesarios para abastecer el sistema para las condiciones futuras. Se realizó la evaluación y el dimensionamiento Hidráulico de más de 72 Estaciones de Control, al igual de más de 40 estaciones de regulación interna para los sectores Hidráulicos.



Registadores continuos de presión  
Data Logger



Registadores continuos de presión  
Carta Circular

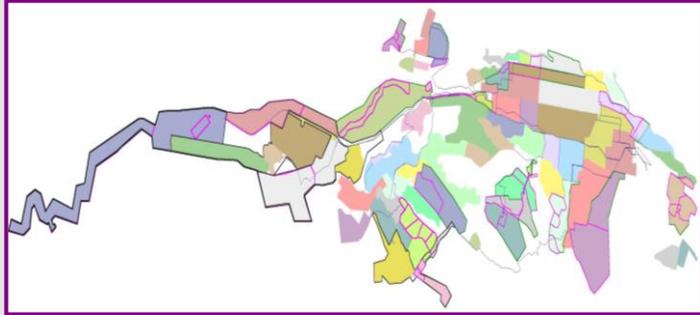




## RESULTADOS DEL PROYECTO

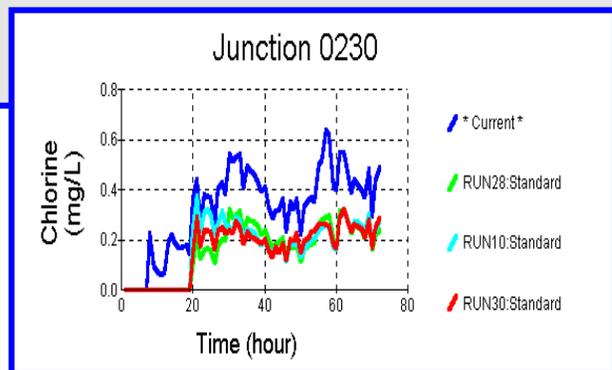
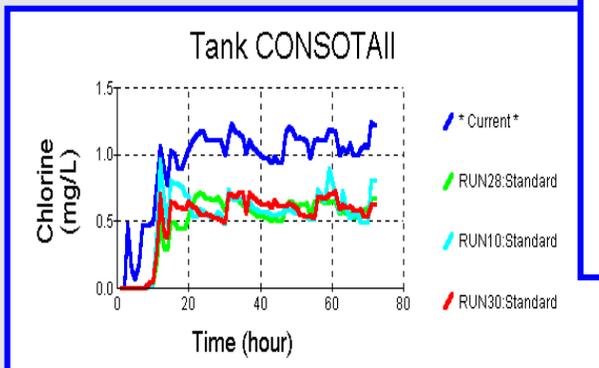
Como resultados del proyecto se puede resaltar un plan bien estructurado para que se realicen medidas de campo sobre la red de distribución de manera adecuada y óptima, también se obtuvo una respuesta inmediata para llevar a cabo el inicio de ejecución de obras para la materialización física de la sectorización del sistema de distribución, la cual quedó diseñada para mínimo 15 años en el futuro y con un total de 71 sectores hidráulicos para operación autónoma e individual, con los cuales se podrá en corto plazo reducir el Índice de Agua No Contabilizada (IANC) de la Ciudad, en un 10% aproximadamente, recuperando así una inversión de \$6.700'000'000 en un plazo equivalente.

Como resultado adicional, con el modelo hidráulico digitalizado se pueden optimizar las directrices de inversión a corto y a largo plazo, teniendo una proyección de la expansión del sistema de manera bien definida en el tiempo. Esto se puede lograr gracias a la versatilidad de la modelación hidráulica en el software H2OMap Water GIS. De igual forma en el modelo hidráulico se pueden consultar de manera visual con



imágenes digitales y con base de datos, toda la información concerniente a los diferentes dispositivos hidráulicos digitalizados en el modelo, debido a las propiedades GIS del software de modelación. De acuerdo a las diferentes calibraciones hidráulicas y de calidad de agua realizadas en el proyecto se plantearon condiciones más óptimas y responsables bajo las cuales se debe dosificar el cloro en el sistema de tratamiento potable.

La información obtenida de la digitalización del 100% de las redes de distribución de la ciudad se ha podido migrar en la actualidad a una plataforma en base GIS y ser aplicada en estos momentos por la empresa prestadora del servicio de acueducto para hacer uso de ella en diferentes dependencias.



GRAFICAS DE COMPORTAMIENTO DE CLORO RESIDUAL EN UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO



## CONCLUSIÓN

La ejecución de este proyecto presenta resultados muy prometedores debido a que si se tiene una inversión para la sectorización de **\$6.700'0000'000** produciría un aumento en la capacidad de producción debido a la disminución de las pérdidas de tal forma que la cantidad que dejarían de producir debido a la disminución del IANC retornaría la inversión en muy poco tiempo, alrededor de 1 año.



Ingeniería Civil & Ambiental

# MODELACIÓN Y CATASTRO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO EN EL SOFTWARE HYDRA CON IMPLEMENTACIÓN DEL GISMASTER PARA LA CIUDAD DE PEREIRA

## INTRODUCCIÓN

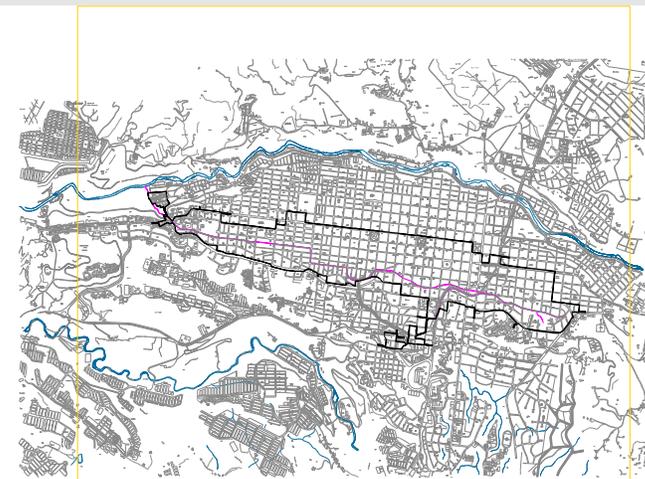
La **Ciudad de Pereira** posee alrededor de 375.000 habitantes, se ubica en el Departamento de Risaralda, región centro de Colombia y se encuentra a una altura de 1400m sobre el nivel del mar, con una temperatura ambiente promedio de 20°C.

En el sistema de alcantarillado actualmente existen **13.182** cámaras de inspección, **9.514** sumideros, **495** descargas a ríos y quebradas, en una longitud total de **544** km



*Panorámica del Viaducto Gaviria Trujillo Ciudad de Pereira*

## OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN



*Plano digital base de La Ciudad de Pereira*

Se contó con información catastral existente a nivel de planos digitales e impresos, pero no con fichas de catastro referenciadas en la base cartográfica de la ciudad, por lo cual se hizo necesario realizar una inspección detallada de cada uno de los elementos componentes del sistema de alcantarillado, en el que se evaluaron tanto sus características físicas, como su comportamiento hidráulico dentro del sistema; incluyendo además el levantamiento altimétrico de **6200** cámaras de Inspección.



## DESARROLLO DEL PROYECTO

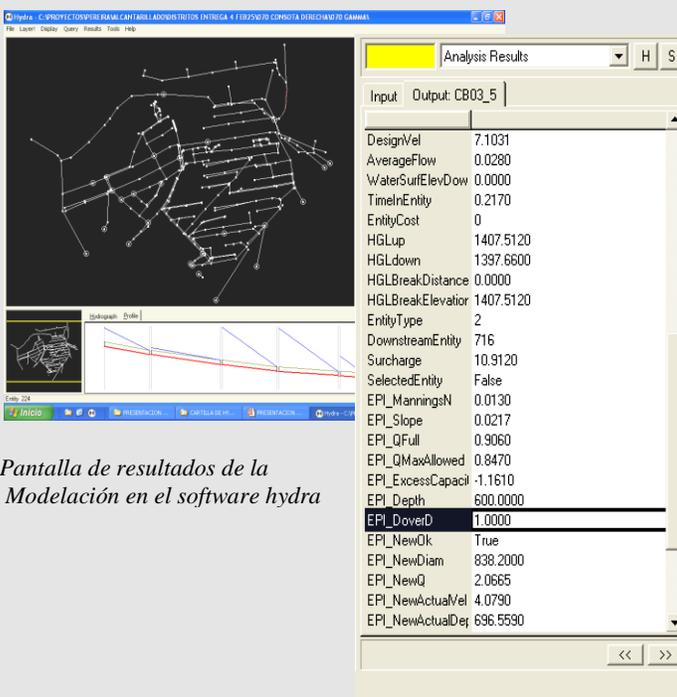
El proyecto se inició en *Julio del 2003* y tuvo una duración de **7 meses**, periodo en el que se digitalizó el 100% de los tramos de alcantarillado, implementando el GisMaster para registrar las redes en el software **HYDRA**, el cual es uno de los software más avanzados para la modelación hidráulica de alcantarillado, luego se procedió a ingresar la información técnica para cada cámara de inspección.

De esta manera se distribuyó la red en **25 Distritos** y **62 subdistritos sanitarios**, de los cuales cada elemento posee un registro fotográfico comprendido por una foto panorámica, una foto interna de la cámara de inspección y una foto de cada sumidero y cada una de ellas, vinculada a su correspondiente elemento en la red digitada con sus características técnicas y físicas.



Registro Fotográfico

## RESULTADOS DEL PROYECTO



Pantalla de resultados de la Modelación en el software hydra

Realizada la modelación de toda la red de alcantarillado, se obtuvo que el **95%** del sistema para aguas residuales operaba de manera óptima, pero para el análisis del sistema de las redes combinadas para un período de retorno de 5 años, arrojó como resultado una insuficiencia hidráulica del **28%** en todos los tramos del sistema. Adicionalmente por medio del programa se pudo identificar los sitios más vulnerables de la red, en los que se requería una intervención inmediata, dichos sitios fueron denominados **PRIORIDAD 1**, dando como resultados que actualmente el **3%** de los tramos del sistema son de carácter urgente y requieren un plan de atención inmediata de reposición que mejore el sistema hidráulico en estos sectores.



## ALCANCES DE LA MODELACIÓN



*Panorámica de sumidero*

Se puede decir que la Ciudad de Pereira en estos momentos cuenta con sus redes de alcantarillado completamente digitalizadas en un modelo hidráulico, con simulación para demandas futuras. Puede ser considerada como una ciudad pionera en el País en la utilización de un software como herramienta para el desarrollo y justificación de sus planes de inversión.

Además se puede establecer cualquier mecanismo de consulta de los elementos componentes del sistema de alcantarillado y migrar a una plataforma en base GIS para hacer uso de ella en cualquier tipo de aplicación en las diferentes dependencias de la Empresa.



Ingeniería Civil & Ambiental

# Diagnóstico, Sistematización y Actualización del Sistema de Acueducto del Municipio de Barrancabermeja-Departamento de Santander.

## INTRODUCCIÓN



Barrancabermeja está situada en el fértil valle del Magdalena, en la margen derecha del río que da nombre al valle. Posee una población aproximada de 247.500,00 habitantes dentro del casco urbano de la ciudad.

El agua es un recurso limitado en muchas partes del mundo y por lo tanto el hombre se ha dado a la tarea de implementar acciones tendientes a reducir las pérdidas de los sistemas de distribución de agua urbana a niveles económicamente aceptables. La sectorización de las redes de acueducto es una de las principales acciones ejecutadas en la actualidad, con miras a cumplir estos objetivos y mejorar la eficiencia de dichos sistemas de distribución para asegurar la sostenibilidad social y ambiental en el largo plazo.

## OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN



Dentro del levantamiento de la información básica y existente se verificaron todos los documentos, planos, planillas, archivos digitales de consultorías anteriores que fueron de mucha utilidad para el desarrollo del objeto del proyecto. La revisión de los planos de la planoteca de AGUAS DE BARRANCABERMEJA se realizó revisando los planos que corresponden a fechas posteriores al año 1990.

El trabajo en campo en cuanto a la elaboración de las fichas con la referenciación de los elementos se efectuó para todas las redes y para todos los accesorios visibles del sistema, el levantamiento se efectuó calle a calle.



## DESARROLLO DEL PROYECTO



Toda la información levantada en terreno, durante las actividades de catastro de redes, se tabuló en una base de datos. Esta base de datos contiene datos físicos y geométricos de los elementos así como esquemas de ubicación. Durante la fase de catastro se recolectó información de elementos como hidrantes, válvulas, puntos de purga y tuberías visibles, esta información de la base de datos de catastro fue vinculada al modelo hidráulico.

El trabajo en campo en cuanto a la elaboración de las fichas con la referenciación de los elementos se efectuó para todas las redes y para todos los accesorios visibles del sistema ya que no se contaba con suficiente información de referencia, por lo cual el levantamiento se efectuó calle a calle.

El programa empleado en la construcción del modelo hidráulico al trabajar en una plataforma GIS permite la asociación de toda la información que el usuario crea necesario a cada elemento que se encuentra en el sistema.

El horizonte de diseño del proyecto se extiende hasta el año 2038 para un caudal máximo horario de 1827,00 l/s y una población proyectada de 436.455,00 habitantes de acuerdo a la proyección de población y aprobada por planeación nacional para el Plan de Saneamiento Hídrico.

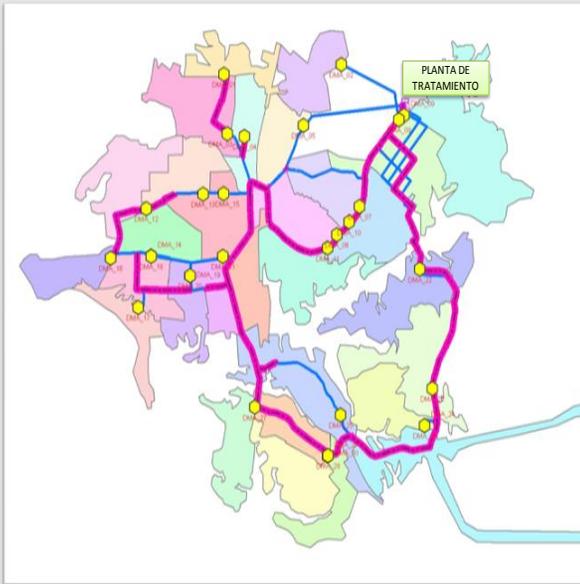


Se procedió al dimensionamiento de la red matriz con el fin de realizar un análisis de alternativas que permitiera escoger la solución más económica que satisfaga simultáneamente dos variables: una presión mínima de 15 m.c.a. en los puntos críticos de cada sector y una velocidad máxima de flujo correspondiente a 2,50 m/s a través de la red matriz, todo esto calculado para el horizonte de diseño del proyecto año 2038 (QMH de 1.771,00 l/s).



## RESULTADOS DEL PROYECTO

### Sectores Hidráulicos Propuestos



En la calibración dinámica del sistema de acueducto se ajustó el ochenta y un por ciento (81%) de los registros tomados en campo a las exigencias contractuales, en las cuales se exigió que el diez por ciento (10%) de los puntos presentaran diferencias entre presiones simuladas y calibradas inferiores al diez por ciento (10%) ó 5 m.c.a, cumpliendo de esta manera con un nivel de precisión que superó las expectativas contractuales.

La calibración de caudales logró ajustar el setenta y nueve por ciento (79%) de los registros de caudal obtenidos durante la fase de monitoreo con las exigencias contractuales, con lo cual se ratifica el alto grado de precisión con el que cuenta el modelo calibrado.

### Sector DMA\_02



La sectorización planteada en el municipio de Barrancabermeja corresponde a la conceptualización y diseño de treinta (30) Sectores Hidráulicos cada uno con una entrada única e independiente donde se garantizará la medición de caudal y regulación de presiones. La longitud total de redes proyectadas para la sectorización hidráulica planteada es de 39,81 km. aproximadamente.

La longitud de los sectores está comprendida entre un mínimo de 8,353 km y un máximo de 19,630 km. La longitud de redes por sector se encuentra entre el 2% y un 4% de la longitud total de las redes existentes. El número de usuarios para cada uno de los sectores hidráulicos concebidos se encuentra entre un mínimo de 497 suscriptores y un máximo de 3.018,00 suscriptores. El total de redes digitalizadas en el modelo es de 436,2 km.



Ingeniería Civil & Ambiental

# Diagnóstico, Sistematización y Actualización del Sistema de Alcantarillado del Municipio de Barrancabermeja-Departamento de Santander.

## INTRODUCCIÓN



Barrancabermeja es un municipio ubicado en el departamento de Santander. Está a 120 km al occidente de Bucaramanga, a orillas del Río Magdalena, en la región del Magdalena Medio, de la cual es la ciudad más importante y segunda en todo el departamento. Fue fundada en el año 1536.

A partir de un modelo de simulación hidráulico, el cual es una representación matemática del sistema real de alcantarillado ilustrado bajo una interfase gráfica, se simuló el comportamiento real tratando de emular las condiciones del sistema, desde el punto de vista estático y dinámico.

## OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN



La información base para el catastro de alcantarillado se obtuvo de los planos suministrados por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. y la oficina del Plan Maestro de Alcantarillado de Barrancabermeja. Se recibió información en medio magnético de planos de proyectos diseñados y ejecutados por distintos contratistas en diferentes zonas de la ciudad; adicionalmente nuestros profesionales realizaron un inventario de la información existente a nivel de planos en los archivos de la planoteca de la oficina del Plan Maestro de Alcantarillado, producto de la ejecución de varios planes maestros en la ciudad.



## DESARROLLO DEL PROYECTO



Se ejecutó el catastro técnico de la red de alcantarillado en todas las comunas del municipio de Barrancabermeja, realizando un barrido del cien por ciento (100%) sobre todos los elementos hidráulicos componentes del sistema de recolección, transporte y disposición final de las aguas lluvias y residuales en el casco urbano del municipio de Barrancabermeja para así poder conocer de forma integral el sistema. Los elementos catastrados fueron: cámaras de inspección, tuberías, sumideros, descargas, coberturas (box culvert) y canales. Durante el proceso descrito anteriormente se realizó especial énfasis en la identificación de la continuidad del flujo entre los distintos dispositivos hidráulicos.



La nivelación de los elementos se dividió en distritos sanitarios por comuna, cada distrito sanitario es un sector independiente, amarrado de un BM propuesto o de las placas de Plan Maestro, e IGAC, encontradas en toda la ciudad. Las placas y BM se les asignó una cota por medio de la nivelación de Primer Orden realizada, amarrados del NP 71SS6 del IGAC. Se realizaron circuitos cerrados para la verificación de errores y a su vez minimizarlos. Se tomaron en cuenta dos (2) tipos de error, de Precisión y Ordinario, este error varía por la formación del terreno y la longitud de la nivelación.



Producto de las actividades ejecutadas en esta fase se obtuvo: la elaboración de un modelo de simulación hidráulico del sistema de alcantarillado, que permitió realizar posteriormente simulaciones hidráulicas, facilitando con mayor rapidez y confianza el proceso de planeación y operación del sistema. La construcción de una base de datos del sistema de alcantarillado, un registro fotográfico detallado de cada elemento, planos record a escala 1:1000.

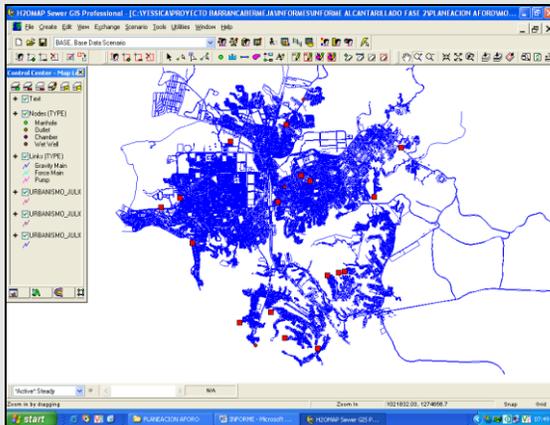


## RESULTADOS DEL PROYECTO



El catastro técnico de redes arrojó como resultado la construcción de un sistema de registro y archivo de información técnica estandarizada (fichas, planos, digitalización de base de datos, entre otros) y relacionada con todos los detalles técnicos de ubicación de tuberías, diámetros, materiales y en general toda la información asociada con los dispositivos hidráulicos.

Se digitalizó un total de 368,269 km de redes de alcantarillado con diámetros entre los 200 mm. y los 1800 mm., de igual manera fueron ingresadas al modelo 7771 cámaras de de inspección y 527 descargas.



Como consecuencia de todos los procesos de revisión e investigación del sistema de alcantarillado para las actividades de actualización del catastro técnico de redes del sistema, se obtuvo un modelo más confiable y de mejor calidad al que se hubiese obtenido a partir de la información registrada en los planos que poseía Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P y la oficina del Plan Maestro de Alcantarillado.



Ingeniería Civil & Ambiental

## Estudio y Diseño de Interceptores de Aguas Residuales para los Sectores Comunas 1,2,4,6 y 7 del Municipio de Barrancabermeja-Departamento de Santander.

### INTRODUCCIÓN



Barrancabermeja está ubicado a 120 km de Puerto Berrío al nororiente del departamento de Antioquia, limita al Norte con el municipio de Puerto Wilches, al Sur con los municipios de Puerto Parra, Simacota y San Vicente de Chucurí, al Oriente con los municipios de San Vicente del Chucuri y Girón y al Occidente con el río Magdalena.

En la actualidad en la ciudad de Barrancabermeja existen 296 descargas que contaminan los cuerpos de agua, de las cuales 67 son descargas provenientes de redes de alcantarillado combinado, 210 son descargas provenientes de redes de alcantarillado sanitario y 19 son plantas de tratamiento pequeñas o pozos sépticos.

### OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN



Para obtener la información básica se realizaron búsquedas de información de las redes de alcantarillado de la ciudad de Barrancabermeja en los archivos y planotecas de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P y en la oficina del Plan Maestro de Alcantarillado de Barrancabermeja, correspondiente al área de influencia de los colectores e interceptores existentes así como también de los canales, caños y cuerpos de agua de la ciudad donde actualmente se presentan las descargas de aguas residuales. Todos los diseños están apoyados en el modelo hidráulico existente de la ciudad, fotointerpretación de fotografías aéreas, estudios de suelos, ubicación de descargas de aguas residuales, topografía del área de estudio, hidrología y aspectos ambientales de la zona.



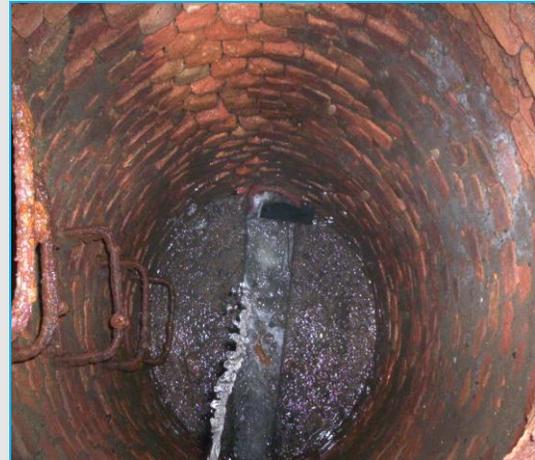
## DESARROLLO DEL PROYECTO



Con el propósito de realizar la verificación en campo de las cámaras de inspección próximas a las descargas cuyos caudales son considerados para ser integrados a los colectores propuestos se realizó una investigación de campo exhaustiva. En esta investigación de campo se verificaron los parámetros hidráulicos de los tramos de redes de alcantarillado cercanos al alineamiento de cada colector tales como diámetros de tubería, profundidades de batea, material de tubería, tipo de alcantarillado y adicionalmente el material de rasante presente en terreno del tramo de tubería aguas abajo.

Como requisito indispensable para el diseño de los colectores se efectuó un estudio de suelos en el que se realizaron diecinueve (19) perforaciones en sitios muy cercanos a los colectores propuestos.

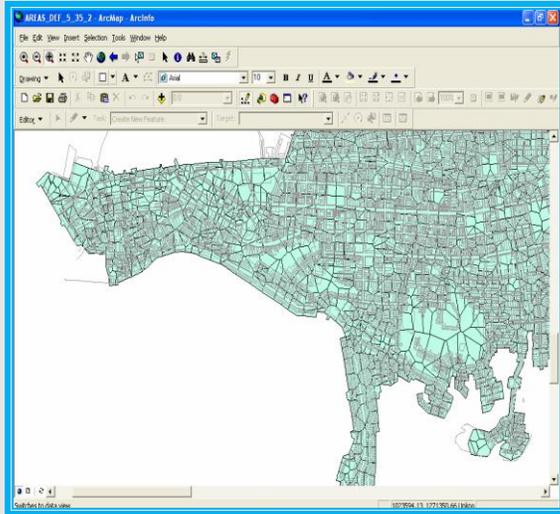
Con los estudios geotécnicos realizados se recopiló la información necesaria para planear, recomendar y diseñar las obras civiles en las zonas de influencia pertenecientes a los alineamientos de los colectores considerados para diseño, ofreciendo condiciones de estabilidad y combinando aspectos de geología y geotecnia, y luego dar el concepto técnico acerca de las propiedades geomecánicas del subsuelo y la estabilidad relativa del terreno.



Se efectuó el levantamiento planimétrico y altimétrico de las áreas aferentes al trazado de los colectores e interceptores para el saneamiento hídrico de la ciudad de Barrancabermeja.



## RESULTADOS DEL PROYECTO



Se realizó el diseño de una red principal de interceptores y colectores que interceptaran las descargas de aguas residuales provenientes de las redes secundarias, evitando la contaminación de los cuerpos de agua existentes en la ciudad; y permitiendo así transportar dichas aguas hasta el sitio previsto para el sistema de tratamiento San Silvestre.

<b>NOMBRE INTERCEPTOR</b>	<b>LONGITUD (m)</b>	<b>CANTIDAD DE CÁMARAS</b>
BELLAVISTA	988.077	23
BUENAVISTA	1061.104	24
CAMELIAS_LA ESPERANZA	3426.445	86
CICUENTENARIO II	524.625	17
CINCUENTENARIO I	1573.407	32
COMERCIO	1193.192	25
COVIBA	1616.005	36
LIMONAR	664.319	15
PARAISO	1987.485	49
POZO 7	4003.021	85
SAN JUDAS	790.605	19
SAN SILVESTRE	599.388	10

<b>NOMBRE INTERCEPTOR</b>	<b>LONGITUD (m)</b>	<b>CANTIDAD DE CÁMARAS</b>
<b>SUR ORIENTAL</b>	845.281	18
<b>Total General</b>	<b>19272.954</b>	<b>439</b>

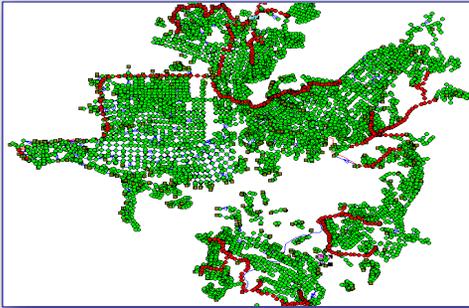
El diseño presentado contempla todos y cada uno de los elementos necesarios para el óptimo funcionamiento de la red, además de las estructuras especiales, como aliviaderos, cámaras auxiliares y descargas consideradas en el alineamiento del mismo, logrando con esto la recolección, transporte y disposición final del caudal residual, que actualmente origina contaminación en las zonas verdes y/o humedales de la ciudad.

<b>NOMBRE INTERCEPTOR</b>	<b>COMUNAS</b>	<b>Alivios Diseñados</b>
<b>Comercio</b>	1	3
<b>Coviba</b>	3	9
<b>San Silvestre</b>	3	2
<b>San Judas</b>	3	3
<b>Comuna 4</b>	4	14
<b>Pozo Siete</b>	5 - 6 - 7	16
<b>Paraíso</b>	7	7
<b>Camelias_ La Esperanza</b>	3 - 5	7
<b>Sur Oriental</b>	7	2
<b>Total General</b>		<b>63</b>

En los sistemas de evacuación de las aguas residuales, la topografía local puede exigir la ejecución de obras especiales denominadas sifones invertidos, los cuales son conductos cerrados que trabajan a presión por gravedad con el fin de superar obstáculos tales como quebradas, ríos, canalizaciones de aguas pluviales, carreteras, cruces de túneles, entre otros.



## RESULTADOS DEL PROYECTO



**En color rojo – Trazado de colectores propuestos.**

En la siguiente tabla se resumen los datos principales del sifón que fue diseñado en el municipio de Barrancabermeja.

NOMBRE DEL SIFÓN	Diseño Estructura	Díámetro (mm)	Longitud (m)
SIFÓN VILLARELYS	1	350	985,62



# DISEÑO DE LA SECTORIZACIÓN HIDRAÚLICA Y OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA CIUDAD DE TULÚA-COLOMBIA

## INTRODUCCIÓN

La ciudad de Tulúa posee alrededor de **180.000** habitantes, considerada el “Corazón” del Valle del Cauca en Colombia, es de características topográficas planas con una altura sobre el nivel del mar de aproximadamente 990 m, con una temperatura promedio de **25°C**.

El sistema de distribución de agua potable estaba considerado en dos zonas de presión antes del proyecto realizado y con una longitud de **318 km**, 4 estaciones de bombeo, 4 tanques de almacenamiento, 7 pozos profundos, **1.271 válvulas de corte**, 207 Hidrantes, 53 válvulas de purga, 10 ventosas, 4 Válvulas de Cheque y 20 Cámaras para pitometría.

Antes de la realización del proyecto la ciudad tenía un Índice de Agua No Contabilizada (**IANC**) superior a un **54 %**, con un caudal Máximo Diario de **616 l/s**, se



presentaban problemas de presión, de calidad del servicio y de calidad de agua en numerosos sitios de la red de distribución, además la ciudad no contaba con un modelo hidráulico de ningún tipo.

## OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se contó con información catastral existente del sistema de acueducto, tal como planos y fichas, en conjunto con esta información se hizo un recorrido tramo por tramo y dispositivo por dispositivo hidráulico del sistema de

distribución, obteniendo así los planos de campo y la información necesaria para la implementación del modelo hidráulico del sistema de acueducto.



## DESARROLLO DEL PROYECTO

Se digitalizó el sistema de distribución en el 100% de las redes de distribución contando con la longitud de los **318 km** existentes y más de **4100 tramos**, información que se ejecutó en el [software H2ONet Suite de MWHSoft Inc.](#), el cual para el periodo de desarrollo del proyecto era el software más avanzado en modelación.

Se analizó el comportamiento actual del sistema de distribución para periodos extendidos de simulación de 72 horas (3 días). En la consultoría se realizó la calibración hidráulica y el análisis de calidad de agua para el sistema además de

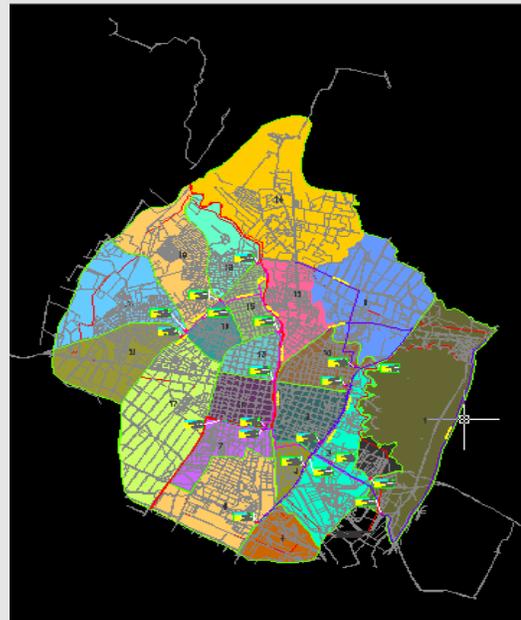
simulaciones de incendio. Así mismo se realizó la optimización y el diseño de la sectorización hidráulica para un periodo de 20 años. Acorde con ésto se optimizaron dos líneas existentes de bombeo, se dimensionó un tanque de almacenamiento para mejorar las presiones en el sistema de distribución y se diseñó una estación de bombeo completamente nueva para abastecer el nuevo tanque. De igual forma se completó el plano cartográfico base de la ciudad el cual tenía una desactualización de alrededor de 6 años.

## RESULTADOS DEL PROYECTO

Como resultados del proyecto se obtuvo la materialización física de la sectorización del sistema de distribución en la actualidad en 21 sectores hidráulicos para operación autónoma e individual, con los cuales se ha podido reducir el Índice de Agua No Contabilizada (IANC) de la Ciudad. Además se han optimizado las directrices de inversión a corto plazo por tener un modelo de la red de distribución completamente digitalizado en el cual pueden emular la realidad considerando un sin número de alternativas de operación del sistema. Se han mejorado las condiciones de salubridad y las condiciones de servicio, ya que el servicio en estos momentos es más continuo y con mayor presión. Se han podido establecer conectividades con el departamento de GIS ya que el software en el cual fue digitalizada la red permite un intercambio transparente con plataformas especializadas en GIS como ArcView o ArcInfo.

Las soluciones presentadas por los resultados del proyecto fueron tan exitosas que toda la materialización de la sectorización del sistema de distribución de agua potable se

llevó a cabo en un tiempo record de menos de 2 años, dando ésto muestra de las decisiones tan acertadas y óptimas asumidas durante el



desarrollo este proyecto de consultoría.

*Sectorización Hidráulica de la red de distribución del sistema de acueducto de la Ciudad de Tulúa- Valle del Cauca*



## CONCLUSIÓN

Entre los costos de las diferentes alternativas de solución para este sistema de distribución antes de la optimización, se tenían valores del orden de **\$ 42.000'000.000**, y la solución definitiva en precios de tubería para el año 2002, ascendió a **\$1.200'000.000**, mediante el

uso del software **DESIGNER**. Gracias a esta solución tan económica en relación con las otras alternativas que se habían planteado se pudo materializar dicha sectorización en un tiempo record, bajando el Índice de Agua No Contabilizada (IANC) de un **54%** a un **32%**.



## Levantamiento de Información del Catastro de Clientes, Redes e Infraestructura, Modelación de la Red, Detección de Puntos Críticos y Actividades Adicionales del Sistema de Alcantarillado

### INTRODUCCIÓN



Los sistemas de alcantarillado de los municipios de Apartadó, Chigorodó, Carepa, Turbo, Mutatá y los corregimientos de Belén de Bajirá y El Reposo, están compuestos por una serie de

estructuras que se interconectan de manera lógica para efectuar las actividades de recolección, transporte y disposición final de las aguas lluvias y residuales. Dentro de las estructuras más relevantes se pueden mencionar: Cámaras de inspección, tuberías, descargas y aliviaderos.

Los estudios y diseños estaban encaminados a proporcionar las soluciones que permitan prestar un óptimo servicio de alcantarillado, dadas las condiciones de crecimiento, seguridad y eficiencia en las poblaciones objeto de la consultoría y contar con esta como la principal herramienta de consulta para la evaluación y expansión del sistema de recolección, transporte y disposición final de aguas residuales.

### OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN



Se levantó toda la información correspondiente a la infraestructura de alcantarillado existente en cada una de las poblaciones objeto del contrato, en el periodo comprendido entre los meses de Marzo – Diciembre del año 2009, mediante visitas de campo en las que se contó con la colaboración de los diferentes operadores de los municipios y corregimientos.

Se realizó el catastro de redes del sistema de alcantarillado existente en cada una de las poblaciones objeto del contrato. La depuración de esta información fue consignada en una base de datos en Microsoft Access, con el objetivo que



## DESARROLLO DEL PROYECTO

ésta fuera posteriormente revisada e importada al modelo hidráulico construido. Lo anterior, permite que al seleccionar cada elemento se puede observar la información hidráulica y no hidráulica del elemento.



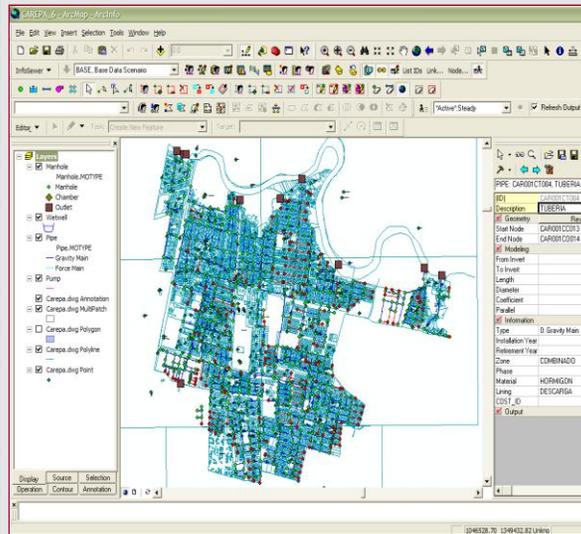
Durante el proceso de levantamiento de los dispositivos hidráulicos del sistema de alcantarillado se tomó la información detallada de cada elemento (Material, diámetro, tipos de alcantarillado, entre otros), de igual manera se tomaron tres (3) registros fotográficos (panorámica, tapa e interna). Dicha información fue registrada en la base de datos mencionada anteriormente, la que cuenta con tres (3) formularios denominados: Barrio, Datos e Imágenes.

A partir de la primera fase de catastro técnico de redes se identificaron los elementos no visibles y posteriormente se realizó la actividad de localización y la excavación de todos los elementos bajo la superficie de rasante en terreno destapado, afirmado y/o zona verde. La localización de los elementos no visibles se realizó con detectores de metales propiedad de la empresa, los cuales poseen las características óptimas para realizar dicha actividad. Una vez localizado el elemento se realizaron los apiques correspondientes y de esta manera poder obtener la información interna del elemento.

A cada uno de los elementos levantados se les tomaron las coordenadas X,Y, con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) de precisión submétrica, con el fin de que quedaran debidamente georreferenciados. Estos puntos posteriormente sirvieron como puntos de fotocontrol en la zona urbana. Para hacer la ortocorrección de las zonas perimetrales se definieron puntos en la zona rural y de expansión de los municipios, las cuales eran fácilmente definidas en la fotografía aérea de la población.



## RESULTADOS DEL PROYECTO



*Las cantidades representativas en cada uno de los ítems de alcantarillado son las siguientes:*

**A) Catastro de Clientes:** clientes existentes en el sistema de información comercial 36.457, cliente nuevo cargado en el sistema de información comercial 9.826, clientes potenciales 11.836, clientes potenciales a los cuales no se le puede prestar el servicio que están dentro del área de cobertura 8.852.

**B) Catastro de Infraestructura:** el catastro de infraestructura de alcantarillado y saneamiento de todos los municipios arrojó las siguientes cantidades: cuatro (4) sistemas de bombeo de aguas residuales, 1.216 km de colectores e interceptores de aguas residuales, cuatro (4) edificios de operación y tres (3) sistemas de aguas residuales.

**C) Catastro de Redes:** red de alcantarillado 320.087 km, cámaras de inspección 5300. Estructuras de alivio 6, estructuras de vertimiento 132.

Se realizó una identificación y clasificación de los sistemas de alcantarillado de aguas residuales de todos los municipios, en una serie de distritos sanitarios; teniendo en cuenta para ello, la configuración topológica de las redes, la topografía, las descargas, los parámetros del uso del suelo y áreas tributarias. Lo anterior permite identificar dentro del sistema total la existencia de subsistemas que se puedan analizar de forma independiente desde el punto de vista hidráulico, logrando así facilidad en: los trabajos de campo, construcción del modelo, manipulación de la información, modelación, análisis de resultados y presentación de los mismos



Ingeniería Civil & Ambiental

# MODELACION, CALIBRACION HIDRAULICA Y DE CALIDAD DE AGUA DEL MODELO DEL MPIO DE VILLAVICENCIO

## INTRODUCCIÓN



Villavicencio es una ciudad colombiana, capital del departamento del Meta, y es el centro comercial más importante de los Llanos Orientales, con una población urbana de 407 977 habitantes. Está situada en el Piedemonte de la Cordillera Oriental, al occidente del departamento del Meta, en la margen izquierda del río Guatiquía.

En general las acciones ejecutadas durante el proyecto estaban direccionadas hacia el logro a mediano plazo de la integración del modelo hidráulico de acueducto, el sistema de información Geográfico GIS y un sistema de adquisición de señales en tiempo real SCADA como herramientas fundamentales dentro del proceso de planeación, fortalecimiento y administración de la Empresa.

## OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN



Para los fines de revisión, adaptación y complemento del modelo hidráulico de la ciudad de Villavicencio, se agoto en primera instancia la etapa de búsqueda de información en varias fuentes entre las cuales se encuentra la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Villavicencio y la Oficina de Planeación del municipio.

Complementariamente se obtuvo un reporte de la Base Comercial de Suscriptores del sistema de acueducto y alcantarillado de la Empresa, reportes de daños en las redes, planillas de operación del sistema de bombeo, registros de dosificación de químicos en la planta de potabilización LA ESMERALDA y el Plan de ordenamiento territorial para el Municipio de Villavicencio.



## DESARROLLO DEL PROYECTO



La construcción del modelo hidráulico se realizó sobre el catastro de redes, implementando un software que debido a su plataforma y modelo de datos permite la integración transparente con GIS. Para el montaje de las redes se construyeron inicialmente esquemas topológicos, facilitando el análisis de redes mediante herramientas de tipo trazador, se reconstruyeron las conectividades entre elementos y tras la ejecución de procesos de sincronización de Geo Bases de datos se generaron los archivos de intercambio nativo del software propiedad de la EAAV.

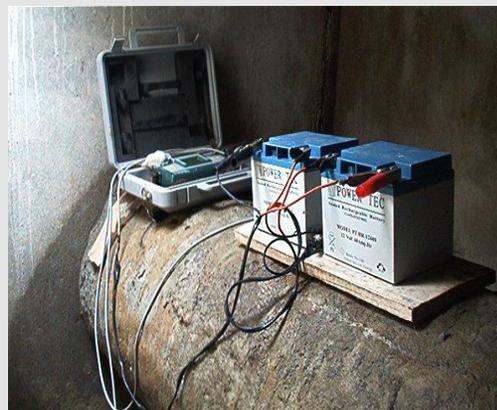


La asignación de cotas a los nudos de la red se realizó con base en la topografía levantada durante el catastro de redes mediante la creación de superficies digitales de terreno generadas vía TIN (Triangle Irregular Network) y vía RASTER. Mediante la herramienta EXTRACTOR incluida dentro del software de propiedad de la EAAV.

La superficie creada vía TIN o RASTER tiene un grado de exactitud bastante elevado dependiendo del número de puntos para efectuar la construcción de triángulos, sin embargo para puntos ubicados fuera de la red de vértices topográficos fue necesario minimizar el proceso de extrapolación para lo cual se realizó la lectura de puntos topográficos o GPS donde la superficie digital generada mostró la necesidad de densificación de datos.

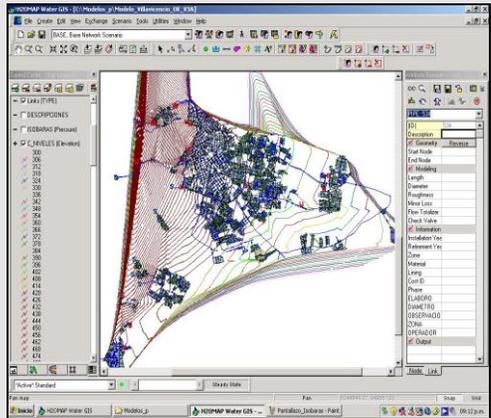
Teniendo en cuenta que del insumo de Catastro de Redes se dispone de una base de usuarios previamente geo referenciados, se adelantó el proceso de identificación y localización de los grandes clientes del sistema de acueducto en el Modelo, lo anterior se enlazó con el proceso de asignación espacial de demandas que permite ajustar el sistema a unos requerimientos mucho más reales en lo que a dotación se refiere en comparación con los métodos tradicionales de asignación de consumos al esquema general.

Se definieron varios grupos para los diferentes tipos de demandas con el objeto de brindarles flexibilidad al sistema en la distribución del porcentaje de pérdidas incluidas en la dotación bruta.





## RESULTADOS DEL PROYECTO

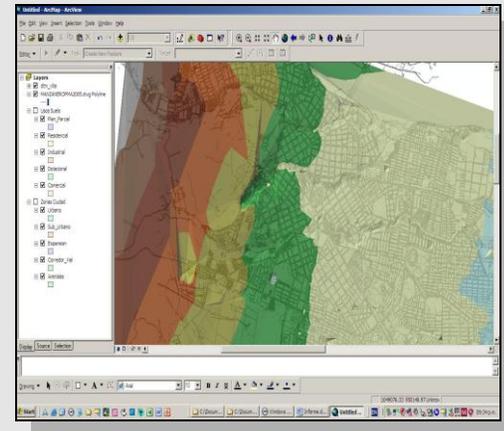


La modelación hidráulica se realizó en una longitud total aproximada de 750 km. La longitud total de las redes del sistema de distribución comprende 10828 tuberías, 10138 nudos, 17 tanques, 26 bombas, 1652 válvulas. Se georeferenciaron 62000 Grandes Consumidores para la totalidad de la red de distribución existente y su caudal se le asignó al modelo hidráulico.

Debido a los altos costos que implican realizar el montaje de grandes estructuras tales como almacenamientos y bombeos nuevos, para mejorar los niveles de presión de servicio, se trató en lo posible de considerar en el diseño todas y cada una de las estructuras físicas componentes de la red de distribución en la actualidad, con el objeto de que se pueda materializar en los diferentes periodos horizonte de diseño de las sectorizaciones físicas propuestas.

Se adoptó un valor para la velocidad máxima de 3 m/s para todo tipo de material. En cuanto a las presiones dinámicas residuales, se garantizaron valores mínimos de 15 m.c.a para

las horas de mayor consumo sobre todas las redes de distribución del sistema dentro de los sectores hidráulicos definidos y gradientes máximos en tuberías de 200 m/Km. para tuberías secundarias y terciarias, siempre y cuando no se afectara la presión dinámica residual.



La subdivisión del sistema en diversos sectores hidráulicos, permite que la disminución en el índice de agua no contabilizada (IANC), por este concepto pueda alcanzar en el corto plazo valores del orden del 10%.

El sistema de distribución de Villavicencio, debido a su topografía y su configuración dispone de presiones estáticas altas y adecuadas para un buen funcionamiento del sistema. Según el análisis se pudo concluir que no se estaban aprovechando adecuadamente estas características, lo cual sumado al alto Índice de Agua No Contabilizada (IANC) hacen que el funcionamiento del sistema sea deficiente y que se incrementen los costos de operación y a la vez se sacrifique la calidad del servicio prestado.



Ingeniería Civil & Ambiental

# PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, ESTUDIOS Y DISEÑOS I ETAPA PARA EL CATASTRO, SECTORIZACIÓN, VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS SELECCIÓN Y EVACUACIÓN DE LAS AGUAS LLUVIAS DEL MUNICIPIO DE ARAUCA

## INTRODUCCIÓN



El municipio de Arauca se encuentra localizado en el Departamento que lleva el mismo nombre, en el oriente Colombiano, en la región de la orinoquia sobre la margen derecha del Río Arauca, es la capital del Departamento y posee una población total aproximada de 82578 habitantes.

El sistema de drenaje pluvial es hidráulicamente insuficiente para recolectar y transportar, las aguas lluvias para todo el municipio de Arauca, inclusive para eventos con periodos de retorno de 2 años. Por lo anterior, se hace necesario las obras físicas de optimización del sistema de drenaje pluvial; pero adicionalmente asociadas a estas se deben recurrir a prácticas de buen manejo del sistema de drenaje, para de esta forma ayudar a mantener la eficiencia en el funcionamiento del sistema pluvial.

## OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN



Durante el periodo de ejecución del contrato se visitaron las oficinas de Planeación Municipal, Secretaria de Obras Publicas Municipales, Gobernación de Arauca, Empresas de Servicios Públicos de Arauca y Corporinoquia con el fin de recopilar la mayor información técnica posible acerca del alcantarillado pluvial de la ciudad de Arauca y de estudios que en el sector se estaban realizando, así como también la información geotécnica, de usos del suelo, topográfica, cartográfica, identificación de las fuentes receptoras de aguas lluvias y el sistema de fuentes hídricas y de humedales del municipio de Arauca.



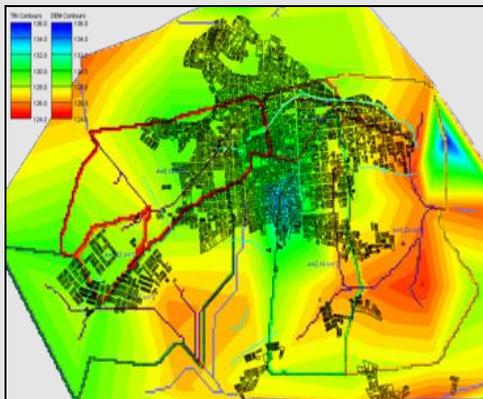
## DESARROLLO DEL PROYECTO



Una vez recopilada toda la información del municipio del municipio de Arauca en las diferentes dependencias de la ciudad, se procede a la instalación en el plano digital del municipio de Arauca el catastro de redes de acueducto y de alcantarillado sanitario, el plan vial y las fuentes hídricas y de cuerpos de agua del municipio de Arauca.



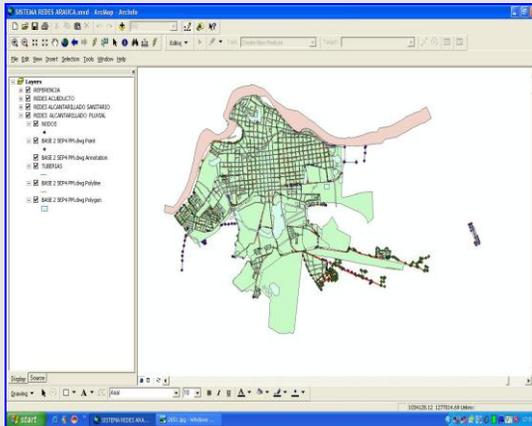
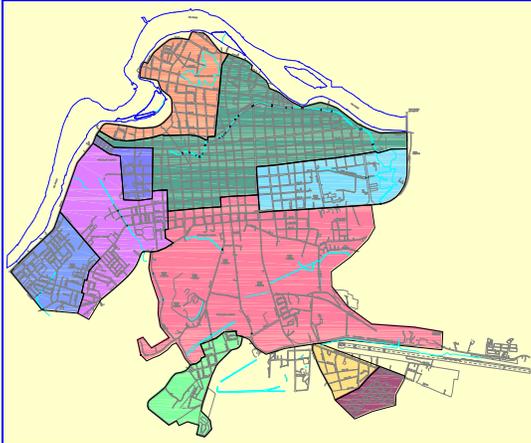
Para el catastro de redes de alcantarillado se realizó la investigación tramo a tramo de redes existentes, cunetas, canales principales y secundarios. Se identificaron estructuras hidráulicas complementarias, al igual que el material, estado, nomenclatura de cada estructura inspeccionada, tipo de rasante, material y estado de la tapa en el caso de las cámaras de inspección y sumideros. También se realizó la toma de 2 (dos) fotografías por calle o carrera y a toda estructura especial componente del sistema.



El catastro de las redes de alcantarillado pluvial de la ciudad de Arauca, comprendió 3 (tres) fases, primero la investigación de redes, segundo el levantamiento topográfico que incluyó la nivelación de cunetas levantamientos topográficos de canales y cuerpos de agua, y la nivelación de sectores sin alcantarillado pluvial, para la tercera fase se realizó la toma de información de las secciones transversales o todo lo largo y ancho de la ciudad, estas secciones se tomaron en el mismo sentido y orden en que se hizo la nivelación. Para esta actividad se tomó la información de las estructuras que pudieran afectar o variar el flujo de agua, como tapas de concreto, rejillas, o instalación de tubos que obstaculizaran la sección hidráulica de la cuneta o canal secundario.



## RESULTADOS DEL PROYECTO



Según la información levantada en campo, el alcantarillado pluvial de Arauca se pudo dividir en 9 sectores o distritos independientes. Es importante resaltar que al sistema pluvial de la ciudad ingresan aguas residuales en las cunetas y canales principales.

DISTRITO	NOMBRE	LONGITUD (m)	PORCENTAJE %
1	América	12.000	8,81
2	Córdoba	59.471	43,65
3	Madre Vieja	14.852	10,90
4	Babillas	18.795	13,80
5	12 de Octubre	4.255	3,12
6	Corocoras	6.345	4,66
7	Chorrera	13.282	9,75
8	Llano	3.228	2,37
9	Fundadores	4.003	2,94
<b>TOTAL</b>		<b>136.231</b>	<b>100</b>

Para la disposición final de las aguas lluvias del municipio de Arauca se hace necesario la implementación de sistemas de bombeo, debido a la topografía plana del municipio.

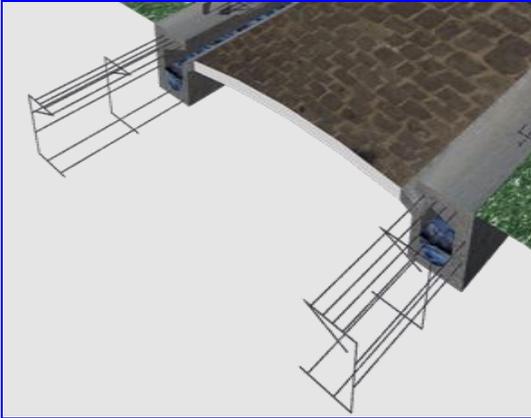
Se simularon 6 escenarios diferentes con un periodo de retorno de 5 años, cada uno con criterios de diseño específicos. Las alternativas fueron:

1. Simplificada, tubería en PVC a una profundidad de 0.20 m a la clave.
2. Convencional, Tubería en PVC a una profundidad de 1.20 m a la clave.
3. Cunetas de sección transversal semicircular.



## Ingeniería Civil & Ambiental

4. Vía – canal.
5. Cunetas de sección transversal triangular.
6. Cunetas de sección transversal rectangular.



Luego de la simulación, se selecciono la alternativa más conveniente para cada distrito.

Se realizo el estudio hidrológico con el objetivo de poder construir la curva IDF (Intensidad, Duración, Frecuencia) para el Municipio de Arauca con base en los datos de la estación del Aeropuerto de Arauca y cuya finalidad fue aportar los patrones de comportamiento de la lluvia que permitieron diseños confiables y efectivos para la ingeniería hidráulica a demás de la disposición de esta para estudios a largo plazo.





## DESARROLLO DEL PROYECTO

Las redes digitalizadas en el modelo hidráulico del corregimiento El Centro presenta las características de los elementos hidráulicos tales como válvulas, tuberías, reservorios, estaciones de bombeo, tanques de almacenamiento, que conforman el sistema de distribución.

La verificación de la topografía existente en el Corregimiento El Centro, se realizó con la implementación de levantamientos topográficos (x, y, z) con equipos GPS de precisión marca Thales Promark3, los cuales ofrecen un sistema completo de fácil manejo, con el software necesario para realizar levantamientos precisos en modo Estático, Stop & Go y Cinemático. Los datos topográficos obtenidos de los levantamientos se encuentran georeferenciados al Sistema Magna Sirgas con origen Bogotá, empleando para el posicionamiento geodésico en la zona empalme el Marco de Referencia Geodésico del municipio de Barrancabermeja.

En el corregimiento El Centro posterior a la fase de Catastro de Redes del sistema, se realizaron diferentes jornadas de medición, actividades previas que son indispensables para poder proceder a la calibración hidráulica de las redes.

Con la información obtenida de las diferentes jornadas de mediciones se procedió posteriormente a la calibración hidráulica del modelo y de esta manera finalmente realizar el planteamiento de las alternativas de solución y proceder así a seleccionar el diseño definitivo.

Para la medición de caudal se seleccionaron treinta y dos (32) puntos de tuberías visibles, las cuales fueron identificadas durante el catastro de redes o tuberías a las que fue factible acceder mediante apiques realizados en zonas verdes. Además de los treinta y dos (32) puntos mencionados, se tomó el registro de cada uno de los macromedidores que se encuentran instalados sobre la red de acueducto del corregimiento El Centro.

Del mismo modo se tomaron alrededor de ciento veinte (120) puntos de presión, en los cuales se instalaron registradores continuos por un periodo de una (1) semana como mínimo, con el fin de contar con datos suficientes para proceder a la calibración hidráulica del modelo, dichos puntos fueron distribuidos tanto en viviendas del corregimiento como en los diferentes bombes y tuberías donde fue posible instrumentar.



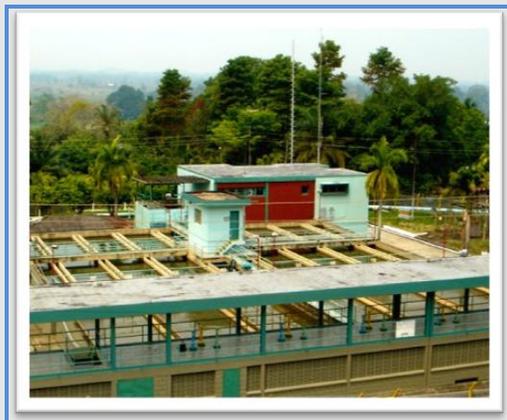


## DESARROLLO DEL PROYECTO

Para lograr la optimización del sistema de distribución se seleccionó la herramienta más potente existente para el diseño óptimo de sistemas de distribución de agua potable, la cual usa la técnica del algoritmo genético, permitiéndonos obtener la solución más económica una vez definidos unos parámetros técnicos de operación del sistema y costos de los diversos dispositivos requeridos.

El modelo de simulación hidráulico utilizado permitió evaluar hasta 500.000 posibles soluciones y escoger la solución óptima que cumpla con todos los requerimientos de control.

Se revisaron todos y cada uno de los tanques existentes, y se verificó la posibilidad de optimización u ampliación de cada uno de ellos. Se resalta, que ninguno de los tanques requirió ampliación, ya que su volumen disponible integrado a la red de distribución existente y las estaciones bombeo optimizadas, trabajan en condiciones seguras para el sistema, permitiendo almacenar y compensar los picos generados por las variaciones horarias en las demandas del sistema.



De acuerdo con la topografía suministrada por El Contratante existe un sector de la Lejía, al cual es imposible suministrarle agua con las condiciones de bombeo y dimensionamiento del sistema principal de abastecimiento de ECOPEPETROL, por lo cual fue necesario proyectar una pequeña estación de bombeo.

Con el fin de asegurar el éxito del proyecto, se propuso la construcción de macromedidores localizados a la salida de los tanques de almacenamiento hacia cada una de las veredas usuarias. Igualmente, se deben instalar macromedidores, en todas y cada una de las viviendas usuarias del sistema con el fin de racionalizar el consumo y poder así garantizar la presurización del sistema de distribución, a fin de garantizar continuidad, presiones residuales por encima de los 15 mca y valores de cloro residual libre por encima de 0.2 mg/l, las 24 horas del día, los 365 días de cada año.

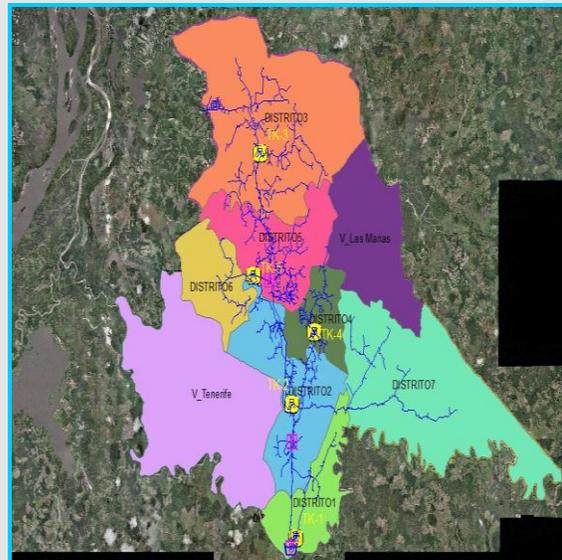
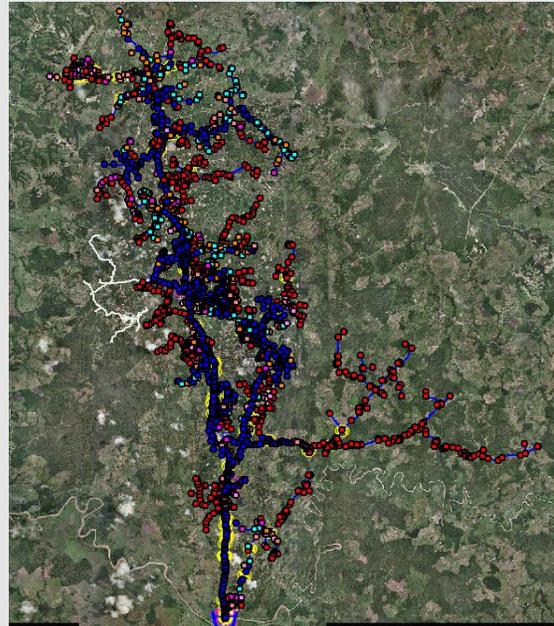




## RESULTADOS DEL PROYECTO

La longitud total de redes que se digitalizaron dentro del modelo de simulación hidráulica es de 263.49 Kilómetros, el número total de válvulas ingresadas es de ciento veintidós (122), cinco (5) tanques de almacenamiento, tres (3) reservorios (que representan la fuente de agua), doce (12) bombas que corresponden a los diferentes bombeos del sistema como son el potable, el industrial, el re bombeo, el del Tanque 3 y Tanque 5. Además para el sistema de distribución del acueducto veredal El Centro se definieron siete (7) distritos hidráulicos divididos físicamente de la siguiente manera

NOMBRE	VEREDA
DISTRITO 1	Campo 23 Oponcito
DISTRITO 2	Campo 16 Cretaceo Quemadero Campo 25 Vara Santa Baja
DISTRITO 3	Laureles Campo 45 Campo 38 Campo 5 Tierradentro
DISTRITO 4	Campo 13 Campo 14 Campo 22 Diamante Mercedes Alfonso López
DISTRITO 5	Pueblo Regao Progreso Palmar Planta Nueva La Forest La Ceiba La Cira
DISTRITO 6	Vara Santa Alta
DISTRITO 7	La Lejía





# Diseño de Colectores y Obras Complementarias Necesarias Para Optimización del Transporte de Aguas Residuales en las Cuencas Sanitarias Municipios de Apartadó, Carepa, Chigorodó, Mutata y Turbo

## INTRODUCCIÓN



En la primera fase del proyecto fue realizado un Diagnóstico e Identificación de Puntos Críticos, lo que permitió identificar las problemáticas del sistema de alcantarillado de cada uno de los municipios de Apartadó, Carepa, Chigorodó, Mutatá y Turbo, tanto en términos de saneamiento como de funcionamiento.

La identificación de las problemáticas y los puntos críticos conllevaron a proponer soluciones integrales para la recolección y el transporte de las aguas residuales y el manejo adecuado de las aguas lluvias, optimizando el uso de la infraestructura existente en cada una de las poblaciones que son objeto del proyecto.

## OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN



Para el trazado y diseño de los corredores, se contó con información del catastro realizado en el Contrato de Consultoría N° 001 de 2009, lo cual facilitó el manejo de información, de igual manera se realizaron visitas de campo a cada punto de vertimiento no sólo del sistema de alcantarillado existente sino de las descargas de domiciliarios individuales, con recorridos de campo se plantearon diferentes corredores para la recolección del ciento por ciento (100%) del caudal residual..



## DESARROLLO DEL PROYECTO



Como primera etapa del proyecto se realizó el diagnóstico de cada una de las cuencas sanitarias de los municipios objeto del contrato, para posteriormente entrar a evaluar una serie de alternativas que dieran paso al diseño hidráulico de los colectores para el transporte de las aguas residuales, con el objeto de contribuir con el saneamiento hídrico de los ríos receptores y caños existentes en cada uno de ellos.

Con el diagnóstico realizado a cada una de las poblaciones se consideró identificar las problemáticas del sistema de alcantarillado de cada uno de los municipios, tanto en términos de saneamiento como de funcionamiento.

Se realizó un estudio geotécnico que tuvo como objetivo entregar las recomendaciones para el diseño de las fundaciones del sistema de alcantarillado, con base en la descripción visual de los materiales del subsuelo, la identificación del material presente en la zona de estudio, y en sus alrededores, los resultados de laboratorio efectuados a muestras de suelo extraídas en las perforaciones mecánicas, y los análisis geotécnicos respectivos.



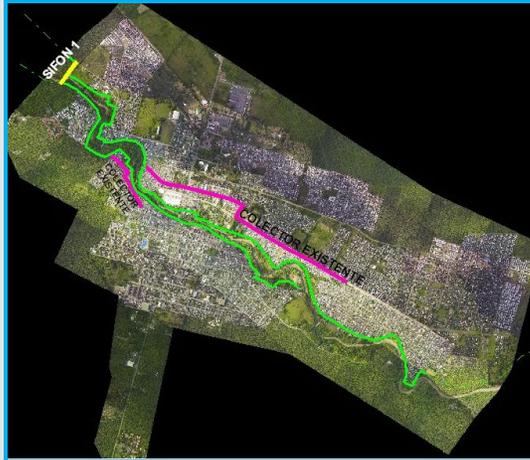
Se realizaron diferentes alternativas de trazado de colectores para cada uno de los municipios de Mutatá, Chigorodó, Carepa, Apartadó, Turbo, con el propósito de definir el recorrido más adecuado desde el punto de vista de porcentaje de recolección, costos, tiempo estimado de ejecución, requerimientos de servidumbres, alineamiento, requerimientos de rotura de pavimento, impacto ambiental entre otros.

Para el diseño de los colectores y aliviaderos se realizó el levantamiento topográfico altiplanimétrico con un total de 23,88 km y 32,16 km en amarres y cierres de poligonales, de igual manera se materializaron diez (10) mojones en concreto con placas de acero georeferenciado.





## RESULTADOS DEL PROYECTO



Dentro del alcance del contrato se consideró el Diseño Conceptual de un Sistema Alcantarillado Pluvial para cada población, para lo que el Consultor teniendo en cuenta los aspectos negativos que implican la construcción de nuevos sistemas o la optimización de sistemas de alcantarillados convencionales, recomendó la adopción de un sistema de alcantarillado pluvial superficial que aproveche la infraestructura vial existente. También se recomendó a los diferentes municipios la elaboración de un plan maestro pluvial que contemple la ingeniería de detalle y al menos cinco (5) opciones de cunetas laterales en vías, acorde con los parámetros de capacidad y altura de lámina de agua. En este ítem se consideraron tres (3) escenarios diferentes para el manejo de las aguas lluvias (alcantarillado separado, alcantarillado combinado existente con una mayor capacidad, manejo superficial de aguas).

El diseño presentado contempla todos y cada uno de los elementos necesarios para el óptimo funcionamiento de la red, además de las estructuras especiales, como aliviaderos, cámaras auxiliares y descargas consideradas en el alineamiento del mismo, logrando con esto la

recolección, transporte y disposición final del caudal residual, que actualmente origina contaminación en las zonas verdes y /o humedales de la ciudad.

NOMBRE INTERCEPTOR	Aliviadero Diseñados
Apartadó	23
Chigorodó	26
Carepa	8
Mutatá	3
Turbo	0
<b>Total General</b>	<b>60</b>

Debido a las características propias de la topografía local en la región de Urabá, y de las dificultades que esta propone en el diseño de los colectores, se hizo necesario el diseño de dos (2) sifones invertidos ubicados en los municipios de Apartadó y Chigorodó, con el fin de superar los ríos que llevan el mismo nombre con una longitud de 0,186 km.

Los datos principales de cada sifón se presentan a continuación:

MUNICIPIO	Número de Tuberías	Diámetro (mm)	Longitud (m)
APARTADÓ	3	600 - 300	73.28
CHIGORODÓ	2	250	113.26
<b>Total General</b>			<b>186.54</b>

Adicionalmente se hizo el análisis de alternativas para la localización de los sistemas de tratamiento para las aguas residuales, donde se propusieron cuatro (4) sitios para la ubicación de estos tratamientos, teniendo en cuenta la información de catastro departamental, los requerimientos de retiro del RAS 2000 y el perímetro urbano actual de cada población.



## RESULTADOS DEL PROYECTO

De igual manera se realizó el diseño de un (1) viaducto en el municipio de Carepa cuya longitud fue de cien metros (100 m).

En el área de topografía se realizó:

- Levantamiento altiplanimétrico de los corredores seleccionados para el diseño hidráulico de los colectores. De igual manera se realizó el amarre y cierre de las poligonales en cada población.
- Levantamiento altiplanimétrico de los puntos de descarga de los colectores propuestos.
- Levantamiento altiplanimétrico del lote donde se tiene proyectado construir la PTAR en el municipio de Mutatá.
- Levantamiento altiplanimétrico de las lagunas de oxidación La Yuquita y Yarumal en el municipio de Turbo.
- Levantamiento altiplanimétrico de las zonas proyectadas para diseño de sifones o cruces subfluviales.
- Materialización de diez (10) mojones en concreto con placa de acero Georeferenciado, los cuales fueron distribuidos en todas las poblaciones objeto del contrato. De igual manera, se materializaron treinta y tres (33) puntos de referencia.

Los modelos hidráulicos que se generaron para la modelación de los colectores propuestos fueron entregados en el software EPASWWM, así como también los planos planta perfil con información de cotas, pendiente, caudal, rugosidad, rasante, ancho de zanja, tipo de cimentación, diámetro de cámara, aliviaderos diseñados, cuadro resumen de aliviaderos.

El estudio geotécnico realizado dentro del estudio consideró las siguientes fases: Conceptualización de las Zonas de Estudio por medio de recorridos de campo y análisis de información existente, Trabajo de Campo, Ensayos de Laboratorio, Análisis de los Resultados y Recomendaciones.

El Consultor realizó las cantidades de obra y presupuesto de todas y cada una de las obras propuestas como colectores, así como de las obras complementarias como sifones, aliviaderos y viaducto.

MUNICIPIO	Longitud Colector (Km)	Mojones con Placa de Acero	Puntos de Referencia
Mutatá	9.09	2	2
Chigorodó	3.36	2	8
Carepa	8.40	2	4
Apartadó	0.60	2	8
Turbo (Colector)	2.43	2	7
Turbo (Lagunas)	-	-	4
<b>Total General</b>	<b>23.88</b>	<b>10</b>	<b>33</b>



## ESTUDIOS PARA LA FORMULACIÓN DE LOS PLANES MAESTROS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO (PLUVIAL Y SANITARIO) Y DISEÑOS DE DETALLE DE LOS PROYECTOS PARA LA CABECERA MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE MADRID, DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA”.

### INTRODUCCIÓN



El contrato de consultoría No. 050 de 2017 fue ejecutado bajo la modalidad de unión Temporal, integrado por ELBER DE JESÚS HERNÁNDEZ DÁVILA con participación del 20%, INGENIERIA CIVIL & AMBIENTAL – INGENIEROS CONSULTORES S.A.S con participación 79% y CARLOS MANUEL VERGARA BARVO con participación del 1%, la cual se denominó **UNIÓN TEMPORAL TAVOR**.

El contrato de consultoría abarcó diferentes actividades de los sistemas de acueducto, alcantarillado del área urbana del municipio de Madrid y de los centros poblados Chauta-Las Mercedes, Los

Arboles, Moyano, Puente Piedra, La Cuesta-Valle del Abra y El Corzo.

El contrato de consultoría tuvo como alcance la realización y entrega de los siguientes productos:

**Producto No. 1:** Diagnostico Integral y catatsro de redes.

**Producto No. 2:** Programa de gestión de demanda y control de pérdidas.

**Producto No. 3:** Alternativas propuestas y predimensionamiento.

**Producto No. 4:** Diseño conceptual de la alternativa seleccionada.

**Producto No. 5:** Criterios básicos de diseño.

**Producto No. 6:** Diseños definitivos de la alternativa seleccionada.

**Producto No. 7:** Análisis y gestión predial y ambiental.

**Producto No. 8:** Desarrollo comunitario.

**Producto No. 9:** Formulación del/los Proyectos y Presentación ante el MVCT.



A continuación se muestran las principales actividades ejecutadas en cada una de las áreas.

### PROYECCIONES DE POBLACIÓN

Se realizaron proyecciones de población para el área urbana del municipio de Madrid y de los centros poblados que hacen parte del alcance, lo anterior, con el fin de determinar la población actual y futura hasta el periodo horizonte de diseño, acorde con los lineamientos establecidos en Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico.

Año	Población (habitantes)
	Area Urbana
	<b>Geométrico</b>
<b>2018</b>	91,917
<b>2023</b>	113,448
<b>2028</b>	140,022
<b>2033</b>	172,820
<b>2038</b>	213,302
<b>2043</b>	263,266

Metodo geometrico para los centros poblados del municipio de Madrid, Cundinamarca									
Año	El Corzo	La Cuesta	Valle de Abra	Chauta	Las Mercedes	Los Árboles	Puente Piedra	Moyano	Sumatoria de Población
<b>2018</b>	435	209	191	828	254	649	2707	144	5417
<b>2023</b>	475	228	209	906	278	709	2959	157	5922
<b>2028</b>	520	250	228	990	304	776	3236	172	6475
<b>2033</b>	568	273	250	1083	332	848	3537	188	7079
<b>2038</b>	621	299	273	1184	363	927	3867	206	7739
<b>2043</b>	679	326	299	1294	397	1014	4228	225	8462

Una vez realizadas las proyecciones de población, se determinaron las dotaciones y demandas requerida para el periodo actual y futuro.

### AREA ACUEDUCTO

La Unión Temporal Tabor, realizó las siguientes actividades correspondientes al área de acueducto:



### CATASTRO DE REDES Y ELEMENTOS HIDRAULICOS DE ACUEDUCTO

A continuación se relacionan las longitudes de redes catastradas por en el área urbana y centros poblados del municipio de Madrid.

Descripción	Longitud de redes (ml)
Redes catastrada en el área urbana del municipio de Madrid.	130532.166
Redes catastrada en los centros poblados y veredas del municipio de Madrid.	35216.606
<b>Total</b>	<b>165748.772</b>

De igual manera la Unión Temporal Tabor, realizó el catastro de los siguientes elementos hidráulicos del sistema de acueducto del área urbana del municipio de Madrid y Centros poblados.

Elementos	Unidad	Cantidad
Válvulas Compuerta	und	417
Válvulas Hidrante	und	97
Válvulas de Purga	und	50

Válvulas Reguladoras de Presión	und	2
Válvulas Ventosa	und	15
Válvulas de Mariposa	und	1
Hidrantes	und	107
Macro medidores	und	63
<b>Total</b>		<b>752</b>

A demás de las actividades del levantamiento en campo de las características hidráulicas y no hidráulicas de las redes y elementos del sistema de acueducto la Unión Temporal Tabor realizó:

- **Digitalización de la topología de las redes existentes del sistema de acueducto por medio del software InfoWater Executive Suite For ArcGis, vinculando a su vez el ciento por ciento (100%) de la información recopilada en campo de los elementos (información hidráulica y no hidráulica).**

### CATASTRO DE INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

Ni en la alcaldía municipal, ni en la empresa de Acueducto, Alcantarillado y

Aseo de Madrid – EAAAM E.S.P se encontraron planos de las estructuras



que hacen parte de los sistemas de acueducto, por lo que la Unión Temporal Tabor realizó el catastro de infraestructura del sistema existente.

El catastro de infraestructura que realizó la Unión Temporal Tabor, consistió en actividades de levantamiento topográfico y dibujo técnico de las siguientes estructuras que hacen parte de los servicios de acueducto que existen en el municipio de Madrid y centros poblados, las cuales se mencionan a continuación:

- ✓ Planta de tratamiento de agua potable Convencional.
- ✓ Planta de tratamiento de agua potable El Corzo.
- ✓ Planta de tratamiento de agua potable Moyano.
- ✓ Planta de tratamiento de agua potable La Cuesta.
- ✓ Planta de tratamiento de agua potable Puente Piedra.
- ✓ Planta de tratamiento de agua potable Chauta.
- ✓ Planta de tratamiento de agua potable Sosiego.
- ✓ Estación de bombeo de agua potable localizada en la EAAAM E.S.P.
- ✓ Estación de bombeo de agua potable Los Arboles.
- ✓ Tanque Casablanca.
- ✓ Tanque de succión localizado en la EAAAM E.S.P.
- ✓ Tanque de almacenamiento La Cuesta.
- ✓ Tanque de almacenamiento del Valle del Abra.
- ✓ Tanque de almacenamiento de El Corzo.
- ✓ Pozo profundo Principal o Pozo No. 8.
- ✓ Pozo profundo Chauta.
- ✓ Pozo profundo La Cuesta.
- ✓ Pozo profundo Puente Piedra.
- ✓ Pozo profundo El Corzo.
- ✓ Pozo profundo Sosiego.
- ✓ Aljibe Moyano.

### **SISTEMA DE CONDUCCIÓN Y ADUCCIÓN**

Levantamiento topográfico del sistema de conducción y aducción existente en el municipio de Madrid y centros poblados.

<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>
Líneas de aducción del pozo principal a la PTAP Convencional-Compacta.	m	50.97
Linea de aducción captación Rio Subachoque - Convencional-	m	75.11



Compacta.		
Línea de conducción desde la EB al Tanque Casablanca	m	1927
Línea de conducción Norte desde el Tanque Casablanca	m	1029.36
Línea de conducción Sur desde el Tanque Casablanca	m	374.58
Líneas de aducción del pozo Sosiego a la PTAP Sosiego.	m	289.39
Líneas de conducción de la PTAP Sosiego a la PTAP Convencional (Proyectado)	m	3177.11
Línea de aducción pozo Lusitania a PTAP Convencional	m	1243.25
Línea de conducción desde el Tanque de la PTAP La Cuesta al Tanque del valle del Abra.	m	2246.84
Líneas de aducción del pozo La Cuesta a la PTAP La Cuesta.	m	111.22
Líneas de aducción del pozo Chauta a la PTAP Chauta.	m	30.97
Líneas de aducción del pozo Puente Piedra a la PTAP Puente Piedra	m	167.51
<b>TOTAL</b>		<b>10723.30</b>

### ***DIAGNOSTICO INTEGRAL DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO***

Se realizó del diagnóstico integral de los diferencias subsistemas que conforman el sistema de acueducto existente en el municipio de Madrid, como son:

**Sistema de Almacenamiento.**

**Sistema de Potabilización.**

**Sistema de Bombeo.**

**Sistema de Transporte y Distribución.**

**Sistema de Aducciones y Conducciones.**

**Sistema de Abastecimiento y captación**

### ***MEDICIONES DE PARÁMETROS DE PRESIÓN***

En el contrato se realizaron mediciones de presión y caudal sobre el sistema de transporte y distribución, para un total de **21.0128,079 horas**, las cuales fueron realizadas



con equipos de propiedad de ELBER DE J. HERNANDEZ D, en su calidad de asociado de la Unión Temporal Tabor.

## GEORREFERENCIACIÓN DE USUARIOS DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

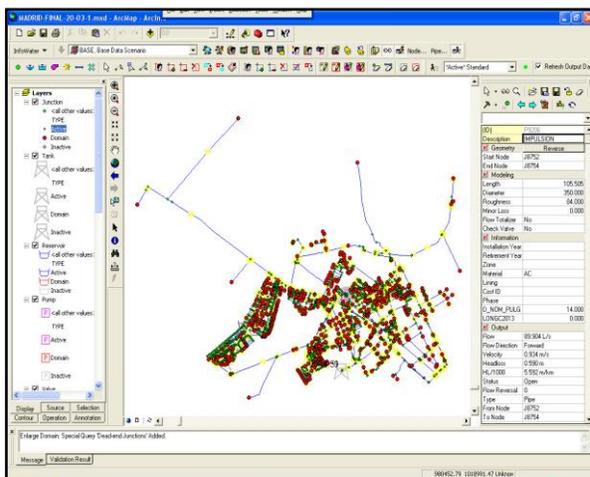


Teniendo en cuenta el listado de los consumos históricos por usuarios entregados por la división comercial de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Madrid – EAAAM E.S, la Unión Temporal Tabor realizó la georreferenciación espacial de 1881 usuarios con mayor consumo de los 26633 existentes en el municipio de Madrid.

## MODELACION HIDRAULICA DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

Una vez realizada la toma de mediciones de presión con equipos propios de Elber de J. Hernández D integrante de la Unión Temporal Tabor, la digitalización de la red en el software InfoWater Executive Suite For ArcGis, la toma de parámetros de cloros y la distribución de caudales, se realizó la Modelación y calibración de las redes existentes del sistema de Acueducto.

## DETERMINACIÓN DE PUNTOS MUERTOS EN EL SISTEMA DE ACUEDUCTO



Como resultado de la modelación y calibración hidráulica del sistema de acueducto existente se encontraron seiscientos (600) puntos muertos en la red, lo cual afecta notablemente la calidad de agua, debido principalmente al envejecimiento del agua en dichos extremos, que generan la pérdida de cloro en el sistema de acueducto del área urbana del municipio de Madrid. De igual manera se determinaron los puntos muertos para los centros poblados del municipio de Madrid.

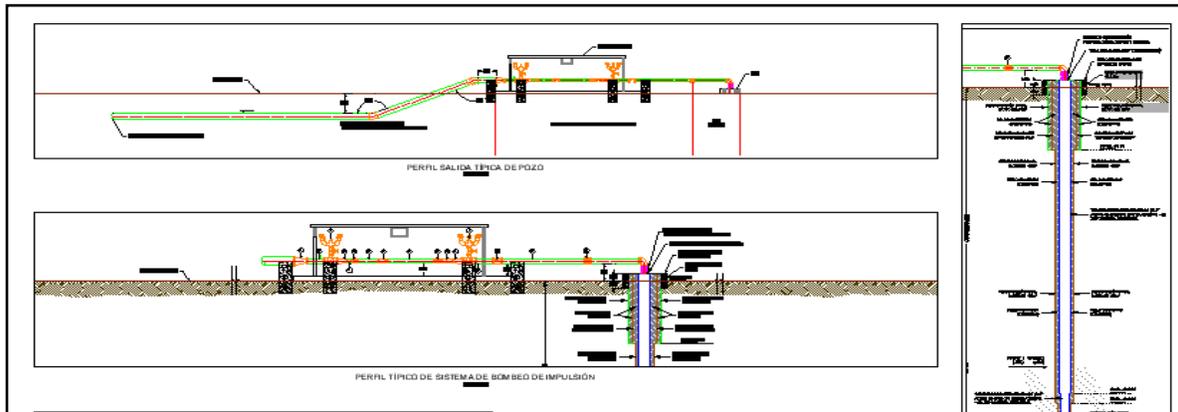


## DISEÑO

Como parte de la solución a la problemática existente en el área urbana y centros poblados del municipio de Madrid, y con el fin de mejorar el funcionamiento hidraulico, la Unión Temporal Tabor realizó los diseños detallados en los siguientes sistemas, entre otros:

### Sistema de abastecimiento y captación.

Con el fin de superar el déficit existente en el sistema de abastecimiento y captación la Unión Temporal Tabor proyecta las siguientes baterías de pozos profundos para la explotación de aguas subterráneas.



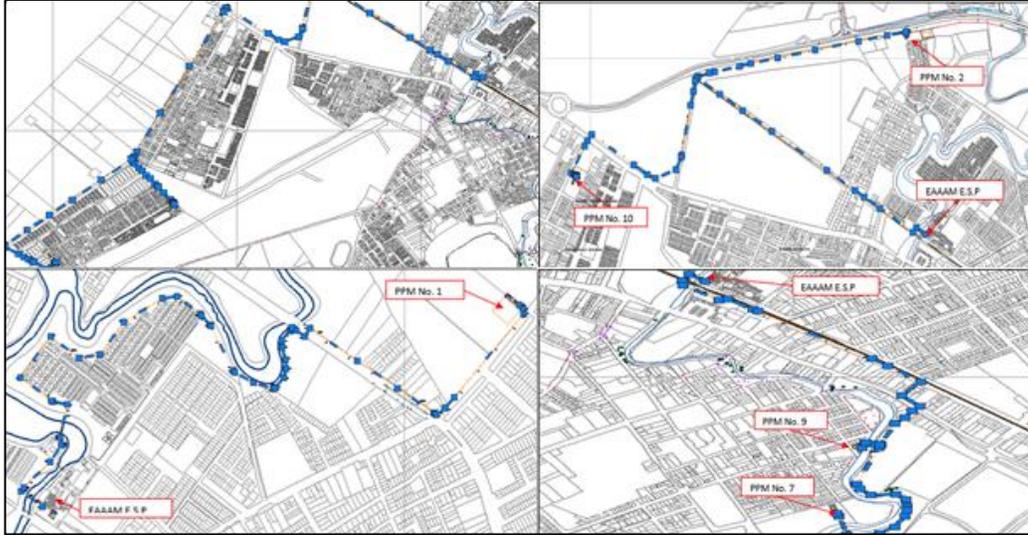
- Batería conformada por PPM No.5-PPM No.4 (Reposición Pozo Sosiego)
- Batería conformada por PPM No.10-PPM No.2
- Batería conformada por PPM No.1-PRM No. II (Reposición Pozo 8)
- Batería conformada por PPM No.8 –Pozo Profundo Lusitania
- Batería conformada por PPM No.7-PPM No.9

**Para la determinación de la localización de los pozos profundos proyectados la Unión Temporal Tabor realizó estudio de geoelectrica en toda el área urbana del municipio de Madrid, en total se realizaron seis (06) sondeos eléctrico vertical.**



### Sistema aducción.

Para la Interconexión entre los pozos profundos proyectados y el sistema de potabilización se proyectaron las siguientes líneas de aducciones.



	DI	Unidad	Cantidad
Linea de aducción PPM No. 5 a conexión con PMM No. 4	300	ml	1211.34
Linea de aducción PPM No. 5 a conexión con PMM No. 5	300	ml	360.64
Linea de aducción Conexión PPM No. 5 - PPM No. 4 a PTAP	300	ml	3002.05
Linea de aducción PPM No. 10 a conexión con PMM No. 2	300	ml	954.85
Linea de aducción PPM No. 2 a conexión con PMM No. 10	300	ml	861.83
Linea de aducción Conexión PPM No. 10 - PPM No. 2 a PTAP	300	ml	1112.70
Linea de aducción Conexión PPM No. 1 a	300	ml	1672.78

	DI	Unidad	Cantidad
PTAP			
Linea de aducción PPM No. 8 a conexión línea de aducción Lusitania Existente	300	ml	366.21
Linea de aducción PPM No. 7 a conexión con PMM No. 9	300	ml	544.16
Linea de aducción PPM No. 9 a conexión con PMM No. 7	300	ml	50.16
Linea de aducción Conexión PPM No. 7 PPM No. 9 a PTAP	300	ml	929.63
<b>Totales</b>		<b>ml</b>	<b>11066.35</b>

Como parte integral del diseño de las líneas de aducción se realizó:



- Diseño de anclajes.
- Análisis costo mínimo de energía generado por la operación del bombeo del pozo.
- Instalación de Válvulas ventosas.
- Instalación de Válvulas Purgas.
- Cerramientos.
- Diseño estructural, arquitectónico, eléctrico e hidráulico para nueve (09) Caseta de Estaciones de monitoreo de caudal, presión y nivel para el pozo profundo.

### Sistema de potabilización.

Para mejorar el funcionamiento del sistema potabilización la Unión Temporal Tabor realizó los siguientes diseños:

- Optimización y ampliación de la Planta de tratamiento de agua potable Convencional existente de 70 L/s a 120 L/s.
- Nueva Planta de tratamiento de agua potable proyectada para 260 L/s.

Para lo anterior se realizaron diseños arquitectónicos e hidráulicos.

### Sistema de transporte y distribución.

Para la optimización del funcionamiento hidráulico del sistema de transporte y distribución del municipio de Madrid, se realizó:

- **Sectorización hidráulica:** La Unión Temporal Tabor, por medio del software InfoWater Executive Suite For ArcGis diseñó la sectorización hidráulica para el municipio de Madrid. En total se realizaron veintitrés (23) sectores hidráulicos.



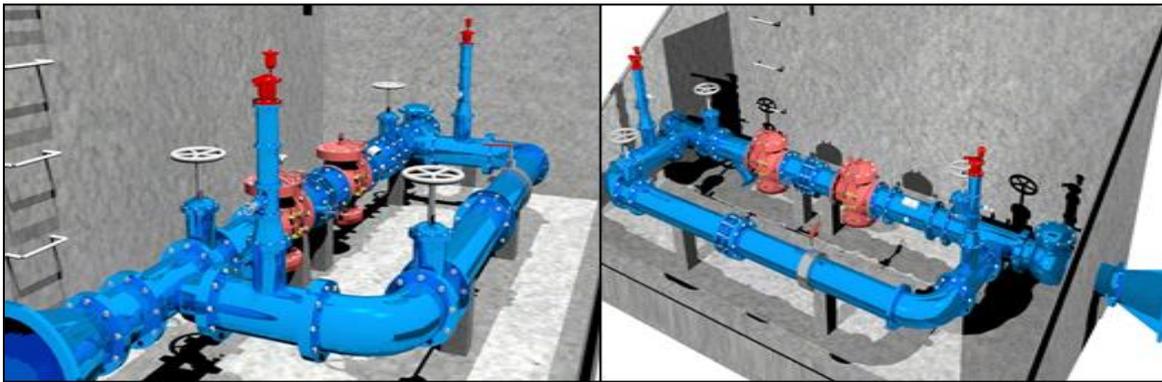
- **Red matriz compuesta por un anillo hidráulico:** La Unión Temporal Tabor, por medio del software InfoWater Executive Suite For ArcGis diseñó realizo el diseño de una red matriz compuesta por un anillo hidraulico, el cual tiene capacidad para



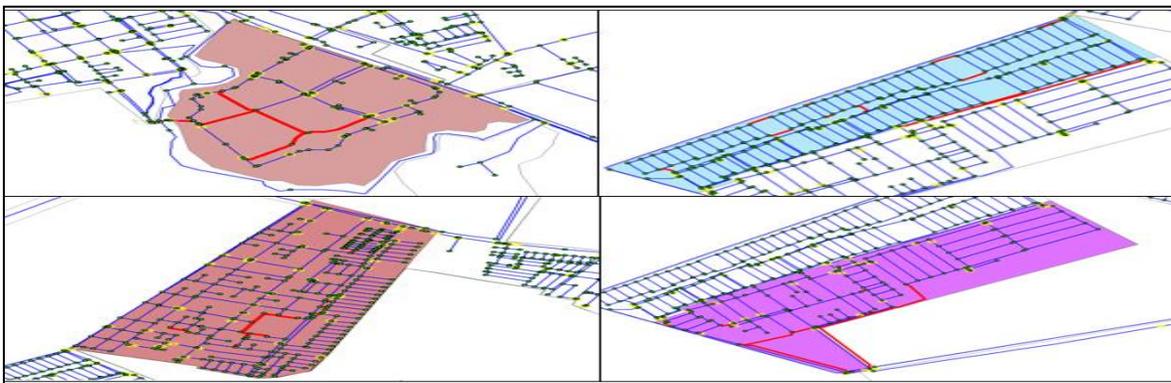
transportar el caudal requerido para el área urbana y centros poblados del municipio de Madrid.



- **Estaciones de control sectorial:** La Unión Temporal Tabor, realizó el diseño de veinte y tres (23) estaciones de control sectorial.



- **Refuerzos Internos de redes dentro de cada sector hidráulico:** La Unión Temporal realiza el diseño de nuevas para el sistema de transporte y distribución para el mejoramiento hidraulico dentro de cada sector hidraulico, las cuales se presentan a continuación:





## AREA ALCANTARILLADOS

La Unión Temporal Tabor, realizó las siguientes actividades correspondientes al área de acueducto:

### **CATASTRO DE REDES Y ELEMENTOS HIDRAULICOS DE ALCANTARILLADOS**

A continuación se relacionan las longitudes de redes catastradas por en el área urbana y centros poblados del municipio de Madrid.

ELEMENTO	CANTIDAD
Descargas a rio Subachoque	21
Descargas a vallados	9
Descargas a PTAR	3
Plantas de tratamiento de aguas residuales	3
Pozos de inspección existentes	2931
Pozos de inspección no convencionales	221

ELEMENTO	CANTIDAD
Pozos de inspección virtuales	35
Cámara con aliviadero lateral sencillo	1
Estaciones elevadoras	6
Sumideros	3123
Tramos de tuberías	3294
<b>TOTAL DE ELEMENTOS</b>	<b>9647</b>

Descripción	Longitud
Longitud de Redes del sistema de alcantarillado sanitario	34.988 km
Longitud de Redes del sistema de alcantarillado combinado	59.22 km
Longitud de Redes del sistema de alcantarillado	42. 294 km
<b>Total Longitud de redes de los sistemas de alcantarillados del área urbana del municipio de Madrid.</b>	<b>136.502 km</b>

Además de las actividades del levantamiento en campo de las características hidráulicas y no hidráulicas de las redes y elementos de los sistemas de alcantarillados la Unión Temporal Tabor realizó:



- **Digitalización de la topología de las redes existentes de los sistemas de alcantarillados por medio del software InfoSewer For ArcGis, vinculando a su vez el ciento por ciento (100%) de la información recopilada en campo de los elementos (información hidráulica y no hidráulica). En total se ingresaron a la topología de redes del sistema de alcantarillados 2931 pozos de inspección, 221 pozos de inspección no convencionales, 35 pozos de inspección virtuales, 1 cámara con aliviadero lateral sencillo, 6 estaciones elevadoras, 3294 tramos de tuberías correspondiente 136.502 km.**
- **Levantamiento altiplanimétrico y georreferenciación de 2931 pozos de inspección, 221 pozos de inspección no convencionales, 1 cámara con aliviadero lateral sencillo, 6 estaciones elevadoras y 3123 sumideros que hacen parte de los sistemas de alcantarillados.**

### **CATASTRO DE INFRAESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADOS**

Ni en la alcaldía municipal, ni en la empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Madrid – EAAAM E.S.P se encontraron planos de las estructuras que hacen parte de los sistemas de alcantarillados, por lo que la Unión Temporal Tabor realizó el catastro de infraestructura del sistema existente.

El catastro de infraestructura que realizó la Unión Temporal Tabor, consistió en actividades de levantamiento topográfico y dibujo técnico de las siguientes estructuras que hacen parte de los servicios de alcantarillados que existen en el municipio de Madrid y centros poblados, las cuales se mencionan a continuación:

Planta de tratamiento de agua residual El Trébol.

Estación de bombeo de agua residual Ballenitas.

Estación de bombeo de agua residual Echavarría.

Estación de bombeo de agua residual Cra 2 Calle 1B.

Estación de bombeo de agua residual Cra 6 Calle 15.

Estación de bombeo de agua lluvias Cra 23.

Estación de bombeo de agua lluvias Calle 15.

Planta de Tratamiento de Agua Residual PTAR Madrid II.

### **DIAGNOSTICO INTEGRAL DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADOS**

Se realizó el diagnóstico integral de los siguientes subsistemas:

- **Sistema de recolección y evacuación de aguas residuales:**
- **Sistema de recolección y evacuación de aguas lluvias:**
- **Sistemas de bombeo:**



## MODELACION HIDRAULICA DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADOS

Para la realización del diagnóstico, la Unión Temporal Tabor realizó mediciones de caudales por 48 Horas seguidas en los canales de entrada a las Plantas de Tratamiento de Agua Potable Madrid I y Madrid II y con la digitalización de la red existente en el software InfoSewer For ArcGis, se realizó la **Modelación hdraulica de las redes existentes de los sistemas de Alcantarillados.**

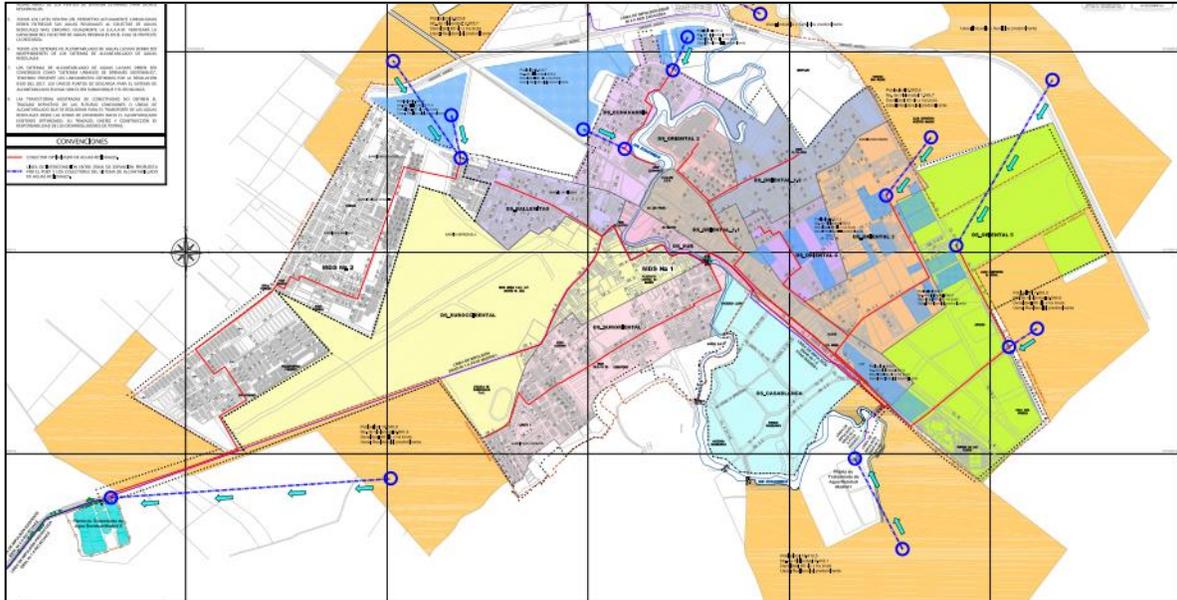
De igual manera la Unión Temporal Tabor, realizó la curva Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), para el municipio de Madrid, teniendo en cuenta las condiciones de cambio climatico, determinación de las areas tributarias para el municipio de Madrid.

## DISEÑO

Como parte de la solución a la problemática existente en el municipio de Madrid, y con el fin de mejorar el funcionamiento hidráulico, la Unión Temporal Tabor realizó los diseños detallados en los siguientes sistemas, entre otros:

### División de macrodistritos y distritos sanitarios

El sistema de recolección y evacuación se dividió en los siguientes macrodistritos y distritos sanitarios y se integró las areas de expansión deficinas en el PBOT:





## Recolección y Evacuación de aguas residuales domésticas, combinadas y pluviales



Los diseños y optimizaciones de las redes que hacen parte del sistema de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas, combinadas y pluviales se realizaron por medio del Software InfoSewer Pro Suite For ArcGIS

A continuación se presenta detalladamente las longitudes de optimización de redes para los sistemas de alcantarillados sanitario-combinado y pluvial por macrodistritos sanitarios.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Tubería alcantarillado corrugado DN=150 mm SN8 PEAD o equivalente	ml	3702
Tubería alcantarillado corrugado DN=200 mm SN8 PEAD o equivalente	ml	3905.264
Tubería alcantarillado corrugado DN=250 mm SN8 PEAD o equivalente	ml	2430.491
Tubería alcantarillado corrugado DN=300 mm SN8 PEAD o equivalente	ml	7135.365
Tubería alcantarillado corrugado DN=350 mm SN8 PEAD o equivalente	ml	1049.552
Tubería alcantarillado corrugado DN=400 mm SN8 PEAD o equivalente	ml	890.143
Tubería alcantarillado corrugado DN=450 mm SN8 PEAD o equivalente	ml	2050.93
Tubería alcantarillado corrugado DN=500 mm SN8 PEAD o equivalente	ml	2290.783
Tubería alcantarillado corrugado DN=600 mm SN8 PEAD o equivalente	ml	1713.087
Tubería alcantarillado corrugado DN=800 mm SN8 PEAD o equivalente	ml	4170.307
Tubería estructurada DN=1000 mm SN8 PEAD o equivalente	ml	799.44
Tubería estructurada DN=1500 mm SN8 PEAD o equivalente	ml	47.913
<b>TOTAL</b>		<b>30185.275</b>

## Sistema de bombeo de aguas residuales (EBAR) y aguas lluvias (EBALL) y sus respectivas líneas de impulsión



Para el sistema de bombeo de aguas residuales y aguas lluvias y líneas de impulsión, los cuales hacen parte integral del sistema de recolección y evacuación se realizó el diseño de las siguientes estructuras.

ESTACIÓN/ POZO	CAUDAL TOTAL (Lps)	LUGAR	LONGITUD IMPULSIÓN (m)	HDT (m)	Altura estática He (m)	Pérdida s (m)	CANTIDAD BOMBAS	CAUDAL/ BOMBA (Lps)	POTENCIA (kW)	POTENCIA (Hp)
EBAR 1 (2018-2030)	61.2	PTAR MADRID II	5192.41	17.5 8	10.79	6.79	3	20.4	5.54	7.43
									6.49	8.70
									7.05	9.45
EBAR 1 (2031-2043)	105.78	PTAR MADRID II	5192.41	29	10.79	18.7	3	35.26	14.59	19.57
									16.28	21.83
									28.4	38.09
EBAR 2	1.24	Conjunto Sabana Pijao	1151.44	8.3	6.98	1.32	2	1.24	0.45	0.60
									1.9	2.55
									1.1	1.48
EBAL 1	375	PTAR MADRID II	1386.43	20.6 9	11.53	9.16	3	125	34.02	45.62
									6.49	8.70
									66.3	88.91
EBAL 2	75	PTAR MADRID II	1251.58	34.5 4	10.46	24.08	2	37.5	34.02	45.62
									21	28.16
									82.32	110.39
EBAR 3 (2018-2030)	140.04	PTAR MADRID I	304.19	13.0 4	12.5	0.54	3	46.68	9.37	12.57
									14.1	18.91
									25.43	34.10
EBAR 3 (2031-2043)	242.04	PTAR MADRID I	304.19	13.9 9	12.5	1.49	3	80.68	14.75	19.78
									21.64	29.02
									53.39	71.60
EBAL 3	1356.12	PTAR MADRID I	31.23	13.6 8	13.16	0.52	3	452.04	72.27	96.92
									78.52	105.30
									74.9	100.44



De igual manera se diseñaron las siguientes líneas de impulsión:

DESCRIPCIÓN	Diámetro (pulg)	Longitud (m)
Línea de Impulsión de Aguas Residuales EBAR No 1: PTAR Madrid II a PTAR Madrid I	14	5192.41
Línea de Impulsión de Aguas Lluvias EBALL No 1 a Río Bojacá	20	1386.43
Línea de Impulsión de Aguas Lluvias EBALL No 2 a Río Bojacá	8	1251.58
Línea de Impulsión de Aguas Residuales EBAR No 2: Sabana Pijaos a red Zaragoza	2	1151.44
Línea de Impulsión de Aguas Residuales EBAR No 3 a PTAR Madrid I	18	304.19
Línea de Impulsión de Aguas Lluvias EBALL No 3 a Río Subachoque	27	31.23

## AREA TOPOGRAFÍA



Se realizaron actividades de campo del área de topografía, en las cuales se realizó la toma de puntos detallada de los dispositivos hidráulicos existentes de los sistemas de Acueducto y Alcantarillados en el área urbana del municipio de Madrid y en los Centros Poblados, (Árboles, Chauta, Corzo, La Cuesta, Moyano y Puente Piedra en los

sectorese la Punta, Pablo VI y el Trébol), se materializaron mojones para georreferenciación y control del proyecto y una pareja en cada uno de los Centros poblados nombrados anteriormente, en cada plano de detalle se encuentran ubicados y su respectiva tabla con las coordenadas (Norte, Este, Cota), referidas en el Sistema Magna Sirgas con Origen Bogotá, utilizadas por Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Los trabajos altiplanimétricos fueron enfocados como información base para el diagnóstico de los componentes de los sistemas de Acueducto y Alcantarillados, para la elaboración de las fases de alternativas y de los diseños definitivos.



El área de influencia del proyecto está conformado por una topografía semi-plana, presentando una altura máxima alrededor de los 2550 msnm y una altura mínima de 2546 msnm aproximadamente.

La longitud de Red geodésica principal nivelada fue de 12.43 Km, llevando a cada mojón la cota geométrica desde la placa del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) seleccionada perteneciente a la red de nivelación principal de nuestro país.

La longitud nivelada en las redes de los sistemas de Acueducto y Alcantarillados es aproximadamente de 132 Km.

Se georreferenciaron los elementos hidráulicos y las estructuras que hacen parte del sistema de acueducto y de los elementos de los sistemas de

alcantarillados, amarrados a la red Magna-Sirgas con origen Bogotá.

La longitud levantada por la Unión Temporal para efectos del contrato fue de 49.73 Km en el área urbana del municipio Madrid y 52.41 Km en el área de los Centros Poblados, para un total de 102.43 Km, este levantamiento fue realizado con estación Total, se materializaron 12 mojones en el área urbana y 14 mojones en los centros poblados, y se les realizó su georreferenciación amarrados a la red Magna-Sirgas con origen Bogotá.

El área de levantamiento topográfico, incluye zona urbana, áreas de líneas de pozos proyectados, zona de influencia en los centros poblados y sectores de ubicación de plantas y bombes proyectados.

## AREA DE ARQUITECTURA

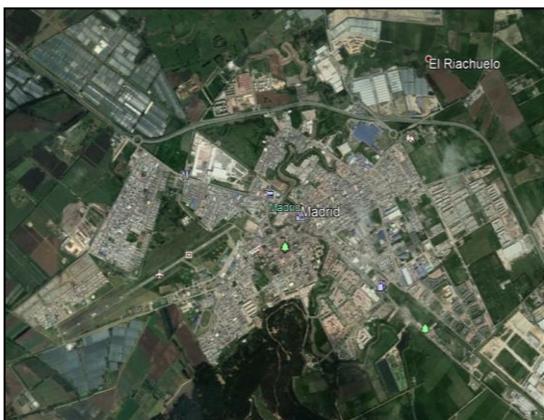
Dentro del área de arquitectura, se realizaron los planos correspondientes al catastro de infraestructura de los sistemas de acueducto y alcantarillados partiendo del dibujo en campo de las estructuras existentes realizados por los integrantes de la Unión Temporal Tabor, así como los requeridos en las alternativas propuestas para la solución de los sistemas y los planos de ingeniería de detalle.

- ✓ Planos fase diagnóstico acueducto: 100.
- ✓ Planos fase alternativas acueducto: 28.
- ✓ Planos fase diseños acueducto: 176.
- ✓ Planos fase diagnóstico alcantarillados: 71.
- ✓ Planos fase diseños alcantarillados: 225.



## PRESTACIÓN DE SERVICIOS Y SUMINISTROS PARA EL LICENCIAMIENTO, INSTALACIÓN PERSONALIZACIÓN, IMPLEMENTACIÓN, SOPORTE TÉCNICO Y MANTENIMIENTO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL DESARROLLO CARTOGRÁFICO Y GEOGRÁFICO DE LA EAAAM ESP EN SUS ÁREAS MISIONALES Y DE SOPORTE, Y DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MODELAMIENTO HIDRAULICO Y DISEÑO DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LA EAAAM ESP

### INTRODUCCIÓN



El contrato de prestación de servicios y compraventa No. 063 de 2019 fue suscrito entre ELBER DE JESÚS HERNÁNDEZ DÁVILA y la EMPRESA DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE MADRID, CUNDINAMARCA - EAAAM ESP.

El contrato tuvo como alcance la realización y entrega de los siguientes productos:

**Producto No. 1:** a. Un licenciamiento (1) para el uso a perpetuidad de un sistema de información especializado para el diseño y la modelación hidráulica de acueductos, que incluya modelación de la calidad de agua (Cloro Residual y bioterrorismo), diseño óptimo de bombeos, localización espacial de

demandas, análisis de vulnerabilidad del sistema de distribución de agua, calibración de calidad del agua (Cloro Residual) selección óptima de equipos de bombeo, calibración hidráulica diseño óptimo de redes. Igualmente, que pueda ser implementado en la operación y mantenimiento de las redes de distribución. Así como la actualización automática de los catastros de redes a futuro Incluye soporte y mantenimiento por un año, b. Programa de capacitación que contenga como mínimo: Entrenamiento, aplicación de estudios de caso y su evaluación que permita certificar la transferencia del conocimiento en modelación hidráulica básico y modelamiento hidráulico avanzado de redes de distribución de agua potable para el personal profesional de la EAAAM ESP, hasta cuatro (4) personas para 90 horas.

**Producto No. 2:** a. Un licenciamiento (1) para el uso a perpetuidad de sistemas de información especializado para el análisis de la modelación hidráulica de las redes de alcantarillado pluvial y sanitario que incluya diseño óptimo, simulación de calidad de agua: (H2S), trazabilidad de fuentes,



transporte de contaminantes, demanda bioquímica de oxígeno, transporte y acumulación de sedimentos y corrosión. Incluye soporte y mantenimiento por un año, b. Programa de capacitación que contenga como mínimo: Entrenamiento, aplicación de estudios de caso y su evaluación que permita certificar la transferencia del conocimiento en modelación hidráulico básico y modelamiento hidráulico avanzado de redes de alcantarillado para el personal profesional de la EAAAM ESP, hasta cuatro (4) personas para 40 horas.

**Producto No. 3:** a. Dos licenciamientos (2) para el uso a perpetuidad de un sistema de información para georeferenciación de usuarios, medidores, catastro de redes, accesorios, infraestructura y todos los demás elementos que hagan parte de la infraestructura de acueducto y alcantarillado en todos sus componentes. Incluye soporte y mantenimiento por un año, b. Programa de capacitación, entrenamiento, aplicación de estudios de casos y su evaluación que permita certificar la transferencia del conocimiento en sistemas de información geográfica para el personal profesional de la EAAAM ESP hasta diez (10) personas, para 20 horas, c. Implementación en la operación de los sistemas mencionados en este aparte en

los numerales 1, 2 y 3 dirigida a los operadores de la EAAAM ESP de las diferentes áreas en catastro de redes para un total de 20 operarios para 20 horas.

**Producto No. 4:** Personalización del sistema de información y su implementación para el mantenimiento de catastro de redes de acueducto y alcantarillado de acuerdo a lo establecido en la resolución RAS 0330 de 2017, el cual debe incluir: a. A partir de la cartografía existente y de los datos de catastro de redes poner en operación el modelo hidráulico para los sistemas de acueducto y alcantarillado (Pluvial y Sanitario) de la EAAAM ESP. b. Ingresar al modelo las características de los siguientes elementos de acueducto: 2350 Nodos de tubería, 485 válvulas, 104 hidrantes, 51 macromedidores, 3309 tramos de tubería. c. Ingresar al modelo hidráulico las siguientes características de elementos de alcantarillados: 33 descargas, 3188 pozos de inspección, 3294 tramos de tuberías. d. A partir del modelo hidráulico de la información de los componentes del sistema de acueducto y alcantarillado (Pluvial y Sanitario), poner en marcha el sistema de modelación de las redes de la EAAAM ESP en cumplimiento a lo referido en la resolución RAS 0330 de 2017 en los artículos 57 y 137.



## DESARROLLO DEL PROYECTO

- ✓ **Informes entregados como parte de los productos que hacen parte del contrato**

**Producto No. 1** - Entrenamiento, aplicación de estudios de caso y su evaluación que permita certificar la transferencia del conocimiento en modelamiento hidraulico básico y modelamiento hidraulico avanzado de redes de distribución de agua potable para el personal profesional de la EAAAM ESP, hasta cuatro (4) personas para 90 horas.

**Producto No. 2** - Entrenamiento, aplicación de estudios de caso y su evaluación que permita certificar la transferencia del conocimiento en modelamiento hidraulico básico y modelamiento hidraulico avanzado de redes de alcantarillado para el personal profesional de la EAAAM ESP, hasta cuatro (4) personas para 40 horas.

**Producto No. 3** - Programa de capacitación, entrenamiento, aplicación de estudios de casos y su evaluación que permita certificar la transferencia del conocimiento en sistemas de información geográfica para el personal profesional de la EAAAM ESP hasta diez (10) personas, para 20 horas.

**Producto No. 3** - implementación en la operación de los sistemas mencionados en este aparte en los numerales 1, 2 y 3 dirigida a los operadores de la EAAAM ESP de las diferentes áreas en catastro de redes para un total de 20 operarios para 20 horas.

**Producto No. 4** - Volumen No. 1 - Informe final de implementación de los sistemas de alcantarillados en el software de modelación hidraulico Infosewer Pro Suite.

**Producto No. 4** - Volumen No. 2 - Informe final de implementación del sistema de acueducto en el software de modelación hidraulico Infowater Executive Suite.

- ✓ **Curso especializado de entrenamiento en modelacion de redes de distribución de agua potable usando: infowater executive suite**

El entrenamiento se dividió en tres (3) grandes grupos,asi:

### 1. Modelamiento hidráulico básico

#### FASE I

Instalación y Configuración.

Mínimos Requerimientos del Sistema  
Configuración Recomendada del Sistema

Aprendiendo a Instalar

Uso de las ayudas en línea

Descripción de Capacidades del software

Parámetros de Construcción del Modelo

Modelo de Datos en **INFOWATER EXECUTIVE SUITE FOR ARCGIS**

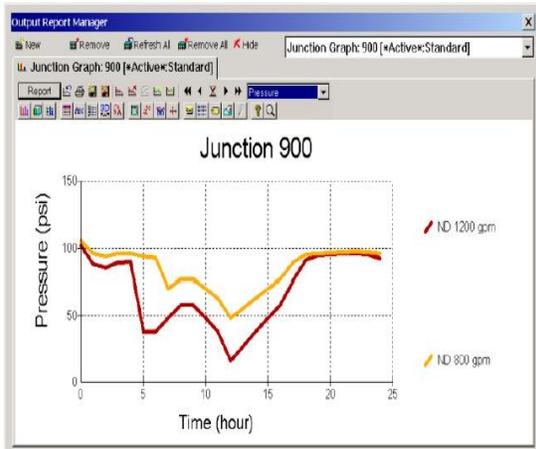
Capas del Software **INFOWATER EXECUTIVE SUITE FOR ARCGIS**

Creando Un Modelo en **INFOWATER EXECUTIVE SUITE FOR ARCGIS**



## FASE II

Corriendo un Modelo de Simulación  
 Animación de INFOWATER  
 EXECUTIVE SUITE FOR ARCGIS  
 Mostrando Resultados del Modelo  
 Construyendo un Modelo  
 Anotaciones en INFOWATER  
 EXECUTIVE SUITE FOR ARCGIS  
 Construyendo un Modelo en Calidad de  
 Agua  
 Gráficas y Reportes  
 Resultados en Contornos y Planos  
 Temáticos (INFOWATER EXECUTIVE  
 SUITE FOR ARCGIS)

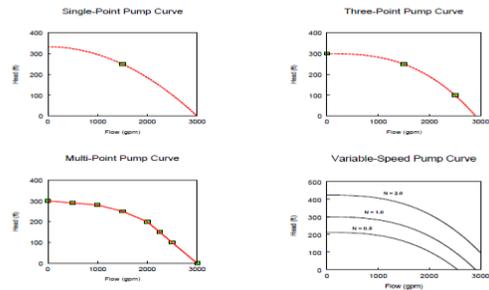


## FASE III

Análisis de Flujo de Incendio  
 Manejo de Escenarios  
 Manejo de Facilidades (Grupos de  
 Consultas, Grupos de Facilidades)

## FASE IV

Cálculo de Costos de Energía y Potencia  
 de las Bombas.  
 Interfase GIS  
 Interfase SCADA (Información  
 Superficial)



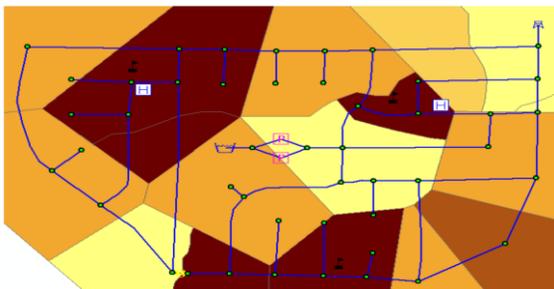
## 2. Modelamiento avanzado: plataforma suite

En esta etapa se entrenó a los profesionales sobre el uso de todas las características disponibles del software InfoWater for ArcGIS, y de sus módulos especializados para: modelación de calidad de agua, modelación de flujo de Incendio, Conexión a SCADA, entre otros. Los módulos impartidos en esta fase son:

1	Módulo de Diseño Optimo: <b>DESIGNER</b>
2	Módulo de Esqueletización: <b>SKELETONIZER</b>
3	Módulo de Calibración Hidráulica: <b>CALIBRATOR</b>
4	Modelación Crítica de Válvulas: <b>VALVE CRITICALITY MANAGER</b>
5	Módulo para Optimización de sistemas de Bombeo: <b>SCHEDULER</b>
6	Módulo de ubicación Espacial de Demandas: <b>DEMAND ALLOCATOR</b>
7	Módulo de Calibración de Calidad de Agua: <b>WQ CALIBRATOR</b>
8	Módulo de Modelación de eventos de Bioterrorismo y Análisis de Vulnerabilidad del Sistema de Distribución: <b>PROTECTOR</b>
9	Selección Optima de equipos de bombeo, mediante el uso de: <b>PUMP SYSTEM ANALYST</b>



- ✓ **Curso especializado de entrenamiento en modelación de alcantarillado usando: infosewer pro suite**



Durante el entrenamiento en el software Infosewer Pro Suite se desarrollaron los siguientes módulos:

### **MÓDULO I**

Introduction to INFOSEWER SUITE PRO ( COMBINED)

- Capas de INFOSEWER SUITE PRO Software
- Modelo de Datos INFOSEWER SUITE PRO
- Definiendo Componentes de INFOSEWER SUITE PRO
- Estableciendo Criterios de Diseño.

### **MÓDULO II**

- Construyendo el Modelo en INFOSEWER SUITE PRO
- Corriendo Análisis en Estado Permanente (Steady State Analysis)
- Mostrando los resultados del Modelo.
- Resultados de Mapeo y Contornos
- Corriendo simulaciones de

Diseño.

- Personalización de Bases de Datos.
- Anotación en Mapas.
- Análisis de Costos.
- Análisis de Reemplazos o Disposición de Tuberías paralelas.
- Corriendo Modelos Dinámicos.
- Perfiles, Gráficas y reportes de Tuberías

### **MÓDULO III**

- Manejo de Escenarios y Alternativas (Query Sets, facility Sets, Data Sets).
- Importación/Exportación de Datos en GIS.
- Herramientas de Validación de la Red

### **MÓDULO IV**

- Análisis de Aguas Lluvias

### **MÓDULO V**

- Uso del LOAD ALLOCATOR.

### **MÓDULO VI**

- Uso del H2S DETECTOR.

### **MÓDULO VII**

- Uso del H2S CORROSION PREDICTOR.



- ✓ **Curso especializado de entrenamiento en un software de sistemas de información geográfica for desktop basic single**

## MODULOS REALIZADOS

- **Módulo 1. Fundamentos de ArcGIS:** Introducción a los SIG y flujos de trabajo
- **Módulo 2. Edición en ArcGIS:** Herramientas de edición y trabajo
- **Módulo 3. Análisis espacial con SIG:** geoprocetamiento y flujos de trabajo en *Network Analyst* y *Spatial Analyst*.
- **Módulo 4: Diseño de planos y mapas:** salidas gráficas y composición de mapas
- **Módulo 5. Geodatabase:** Construcción de *Geodatabase* y *Feature Datasets*

El curso introdujo los conceptos sobre los SIG (Sistemas de Información Geográfica) y las herramientas de ArcGIS que se utilizan para visualizar características del mundo real, descubrir patrones y comunicar información. Usando los componentes de la plataforma ArcGIS como ArcMap y ArcGIS Scene se pudo trabajar con mapas SIG, explorar datos y realizar análisis mientras aprendían de los fundamentos que hacen parte de la tecnología SIG.

En el curso se trabajaron los siguientes temas:

- Líneas de trabajo comunes en ArcGIS.
- Construcción de geodatabase.

- Construcción y manejo de geodatabase multiusuario.

ArcGIS le ayuda con las tareas fundamentales para su organización:

**Planificación y análisis.** Mejora la capacidad de anticipar y gestionar el cambio mediante el uso de análisis espacial.

**Gestión de datos.** Mejor uso de los recursos para que los datos estén disponibles para aquellos que los necesitan

**Conocimiento operacional.** Alcanza una comprensión global de las actividades que afectan a la organización.

**El trabajo de campo.** Experimenta una mejor y más coordinada toma de decisiones y planifica sus operaciones de campo de manera más eficiente.

**ArcGIS Desktop** es el software SIG de escritorio de Esri, que ofrece una completa creación de mapas, análisis avanzado, visualización de datos, extensibilidad e integración de SIG en la web.

# ***NUESTROS CLIENTES***

**EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ – EAB E.S.P**



**EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI E.I.C.E E.S.P**



**EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P**



**AGUAS DE URABA S.A E.S.P**



**FINANCIERA DE DESARROLLO TERRITORIAL S.A. - FINDETER**



**AGUAS DE BOLIVAR S.A E.S.P**



**AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A E.S.P**



**EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE PEREIRA S.A E.S.P**



**EMPRESA DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE MADRID – EAAAM  
E.S.P**



**FONDO FINANCIERO DE PROYECTOS DE DESARROLLO -FONADE**



**FIDEICOMISO FIDUBOGOTA – FONDO EMPRESARIAL**



**FUNDACIÓN ECOPETROL PARA EL DESARROLLO DEL MAGDALENA MEDIO**



**EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE VILLAVICENCIO E.S.P.**



**EMPRESA MUNICIPAL DE SERVICIOS PUBLICOS DE ARAUCA**



**CENTROAGUAS S.A. ESP**



**PROACTIVA AGUAS DE MONTERIA S.A E.S.P**



**EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE PASTO, EMPOPASTO S.A. E.S.P.**



**EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE TAME CARIBABARE E.S.P.**



**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CENTRO DE ANTIOQUIA -  
CORANTIOQUIA**



**CVC- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA**



**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS  
NEGRO Y NARE "CORNARE"**



**ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADOS SOSTENIBLES S.A.**



**EMPRESA ANTIOQUEÑA DE ENERGIA S.A. E.S.P.**

**MUNICIPIO DE CAREPA, ANTIOQUIA.**

**MUNICIPIO DE GUARNE, ANTIOQUIA.**

**MUNICIPIO DE PUERTO NARE, ANTIOQUIA.**

**MUNICIPIO DE RIONEGRO, ANTIOQUIA.**

**INSITUTO MI RIO**

**MUNICIPIO DE ARAUCA, ARAUCA.**

**MUNICIPIO DE MONTERIA, CÓRDOBA.**

**MUNICIPIO DE SAHAGUN, CÓRDOBA.**

**MUNICIPIO DE TIERRALTA, CÓRDOBA.**

**MUNICIPIO DE SAN PELAYO, CÓRDOBA.**

**MUNICIPIO DE HATO NUEVO, LA GUAJIRA.**

**MUNICIPIO DE GUARANDA, SUCRE.**

**MUNICIPIO DE SUCRE, SUCRE.**

**MUNICIPIO DE SAN ANTONIO DE PALMITO, SUCRE.**

# ESPECIALISTAS EN OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

