	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA 1			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia		Aprobado		Pág.
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA		SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(78)

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	DANIEL EDUARDO ROZO CONTRERAS		
FACULTAD	DE INGENIERIAS		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA CIVIL		
DIRECTOR	FRANCISCO ALFONSO DURAN CASTRO		
TÍTULO DE LA TESIS	MODELACION DE LA RED DE ACUEDUCTO DE OCAÑA DESDE TANQUES PRINCIPALES DE DISTRIBUCION HASTA REDES DE 10” CON EL SOFTWARE EPANET PARA LA EMPRESA ESPO S.A “E.S.P”, EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
<p>ESTE PROYECTO DE GRADO BAJO LA MODALIDAD DE PASANTIAS ESTÁ BASADO EN LA MODELACIÓN DE LA RED MATRIZ DEL ACUEDUCTO DE OCAÑA DESDE LOS TANQUES BUENAVISTA, EL LLANITO, CRISTO REY Y ADAMIUAIN, INCLUYENDO LAS TUBERÍAS DE 10” HASTA 20”, EMPLEANDO EL SOFTWARE EPANET, CUYA METODOLOGÍA CONSISTIÓ EN CONOCER LA TOPOLOGÍA DE LA RED PARA EL POSTERIOR MONTAJE EN EPANET Y REALIZAR EL ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE DICHO SISTEMA, CON EL FIN DE GENERAR LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES QUE SEAN NECESARIAS DESDE EL PUNTO DE VISTA TÉCNICO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS:	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:



**MODELACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO DE OCAÑA DESDE TANQUES
PRINCIPALES DE DISTRIBUCIÓN HASTA REDES DE 10” CON EL SOFTWARE
EPANET PARA LA EMPRESA ESPO S.A “E.S.P”, EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA,
NORTE DE SANTANDER.**

Autor:

DANIEL EDUARDO ROZO CONTRERAS

CODIGO: 171957

Trabajo de grado modalidad pasantía para obtener el título de Ingeniero Civil

Director

Esp. FRANCISCO ALFONSO DURÁN CASTRO

Ingeniero Civil.

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍAS

INGENIERÍA CIVIL

Ocaña, Colombia

Noviembre, de 2019

Índice

Capítulo 1: Modelación de la red de acueducto Ocaña, desde tanques de almacenamiento hasta redes de 10”, administrado por ESPO S.A “E.S.P” en el municipio de Ocaña, Norte de Santander.....	1
1.1 Descripción de la empresa.....	1
1.1.1. Misión.....	4
1.1.2. Visión.....	4
1.1.3 Objetivos de la empresa:	5
1.1.4 Descripción de la estructura organizacional.....	6
1.1.5 Descripción de la dependencia.....	10
1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada.....	14
1.2.1. Planteamiento del problema	16
1.3 Objetivos de la pasantía.....	17
1.3.1 Objetivo general	17
1.3.2 Objetivos específicos.....	17
1.4 Actividades a desarrollar.....	18
1.5 Cronograma.....	19
 Capítulo 2. Enfoques referenciales.....	 20
2.1 Enfoque conceptual.....	20
2.2 Enfoque legal.....	32
 Capítulo 3. Informe del cumplimiento del trabajo.....	 39
3.1 Recopilación de la información y los parámetros técnicos de la red en estudio mediante la documentación existente y visitas de campo para la creación de la base de datos indispensables y su empleo en el software EPANET.....	39
3.1.1 Delimitar la zona de estudio.....	39
3.1.2 Establecimiento de los puntos donde se va a tomó la información con el personal del área.....	39
3.1.3 Diseño de formato para los datos obtenidos.....	42
3.1.4 Recolección de la información de los catastros de redes existentes.....	42
3.1.5 Realización de visitas de campo para toma de datos.....	43

3.1.6 Establecimiento de los datos obtenidos en el respectivo formato.	44
3.2 Aplicación de las herramientas de diseño y análisis de redes hidráulicas que ofrece el software EPANET para lograr simulaciones del comportamiento de la red en estudio.	45
3.2.1 estudiar el software EPANET.	45
3.2.2 Conocer las fórmulas matemáticas usadas por el software.	48
3.2.3 Definir los procedimientos de cálculo:.....	52
3.2.4 Ejecución de la modelación en el software EPANET.	54
3.3. Análisis del funcionamiento del tramo de la red de acueducto hasta 10” por medio de los resultados generados por el software EPANET para la generación de detalles de la actualidad del servicio prestado.....	54
3.3.1 Interpretar los resultados generados por el software.....	54
3.3.2 Comprobación del funcionamiento de la red..	55
3.3.3 Precisión del funcionamiento de la red según los parámetros técnicos vigentes..	55
3.3.4 Datos estadísticos de la red..	55
3.4 Evaluación de un Poster basado en los resultados del modelamiento para la formulación del diagnóstico, problemáticas e implementación de medidas de carácter técnico de la red en estudio.	56
3.4.1 Socialización las conclusiones obtenidas en el proyecto..	56
3.4.2 Señalación de los parámetros más importantes de modelación del caso de estudio..	57
3.4.3 Identificación de los tramos críticos de la red.....	57
3.4.4 Plasmar en un documento el proceso de montaje de la red en estudio.	57
3.4.5 Indicación de los ajustes necesarios a la red.	58
3.4.6 Elaboración del Poster.	58
3.5 Actividades complementarias.	59
3.5.1 Tabla de patrón de consumos.	59
3.5.2 Diseño para optimizar el sistema.	60
3.5.3 Demanda actual de la red.	60
Capítulo 4. Diagnostico final.	61
Capítulo 5. Conclusiones.	63
Recomendaciones.	65

Apéndice 67
Referencias..... 69

Lista de figuras.

Figura 1. Organigrama de ESPO S.A “ESP” Fuente: (E.S.P.O. S.A. "E.S.P", 2018) Fuente: Recuperado de: www.espo.com.co/estructura-administrativa/	6
Figura 2. Organigrama área físico operativa.....	10
Figura 3 Tanque Buenavista.	40
Figura 4 Planta de tratamiento el llanito.....	40
Figura 5 Planta de tratamiento Adamiuain.	41
Figura 6 Tanque de Cristo rey.	41
Figura 7 Medición altura del tanque.....	43
Figura 8 Medición del área de los tanques.....	44
Figura 9 Socialización en la Empresa.	56
Figura 10 Inscripción VI Encuentro de innovación y tecnología	59
Figura 11 Trabajo de oficina empresa ESPO S.A.....	60

Lista de tablas.

Tabla 1. Estructura organizacional del área físico operativa 2018	11
Tabla 2. Matriz DOFA de la situación actual de la dependencia con respecto al proyecto.....	15
Tabla 3. Actividades a desarrollar	18
Tabla 4. Cronograma de actividades.....	19
Tabla 5 Parámetros de Simulación	53
Tabla 6 Coeficiente de Rugosidad de las tuberías	53
Tabla 7 Longitud por Material.....	56

Capítulo 1: Modelación de la red de acueducto Ocaña, desde tanques de almacenamiento hasta redes de 10”, administrado por ESPO S.A “E.S.P” en el municipio de Ocaña, Norte de Santander.

1.1 Descripción de la empresa

La Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, ESPO SA “ESP”, nace del proceso de ajuste institucional llevado a cabo en la Empresa Municipal de Servicios Públicos, entidad descentralizada del orden municipal, que concluyó que lo más aconsejable para la viabilidad de la prestación de los servicios públicos que venían realizando el Municipio de Ocaña a través de este ente público consistía en la creación de una nueva Empresa, esta vez de carácter privado; es así como el Honorable Concejo Municipal de Ocaña, mediante el Acuerdo Municipal No 29 de 1994, facultó al Alcalde Municipal de Ocaña, para que como representante legal participara en la creación de la susodicha Empresa; es de destacar que paralelo al proceso de ajuste institucional, se trabajó al tenor y en concordancia con lo reglado con la nueva ley de servicios públicos domiciliarios, que acababa de ser expedida por el Congreso Nacional y que se conoce como la ley 142 de 1994. (ESPO S.A. "E.S.P", 2018)

De esta manera y con la participación de muchas personas naturales y jurídicas, que creyeron en el proyecto y con la anuencia del Municipio de Ocaña, como arrendador de los bienes afectados a la prestación de los servicios públicos y así mismo, como accionista de la nueva Empresa, nace ESPO S.A “ESP” como Sociedad Anónima, constituida mediante Escritura Pública No 246 del 13 de octubre de 1994, otorgada en la Notaria Segunda de Ocaña

debidamente inscrita en el Registro Mercantil de la Cámara de Comercio de Ocaña, bajo el No 613 del libro IX en la página No 40, con Matricula Mercantil No 49-004652-4 NIT 800245344-2. (ESPO S.A. "E.S.P", 2018)

El ejecutivo Municipal Sustentando en las facultades otorgadas por el referenciado Acuerdo No 29 de 1994, suscribe con ESPO S.A. "E.S.P", el 13 de octubre de ese mismo año, los -Contratos de Arrendamiento No 05 y 06, que recaían en la infraestructura afectada a la prestación de los Servicios Públicos, Acueducto, Alcantarillado y Aseo, con un término de cinco (5) años renovables por acuerdo entre las partes. (ESPO S.A. "E.S.P", 2018)

A mediados de octubre de 1999 el Alcalde JOSE AQUILES RODRÍGUES (Q.E.P.D.) haciendo uso de las facultades definidas en el Acuerdo No 29 de 1994 y en los contratos en mención, suscribe con el representante legal de ESPO S.A. "E.S.P" el Acta de Renovación Contractual del 16 de octubre de 1999, a través de la cual se renuevan los Contratos de Arrendamiento No 05 y 06 de 1994. Posteriormente el 3 de mayo del 2000 el Ing. IVAN ALFREDO MANZANO, en su calidad de alcalde encargado de la ciudad, suscribe con el Representante Legal de la Empresa, el Acta de Renovación No 06, mediante la cual se fija la duración de estos contratos, en el término de cinco (5) años más. (ESPO S.A. "E.S.P", 2018)

ESPO S.A. "E.S.P" es una empresa Ocañera que presta los servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo en la ciudad de Ocaña, suministrando de una manera oportuna y garantizando la continuidad y calidad de nuestros productos y servicios a nuestros Usuarios; clasificados de la siguiente manera y según dato tomado en el 2016:

Acueducto:	28.865
Alcantarillado:	27.916
Aseo:	28.693

ESPO S.A. "E.S.P" es una empresa de carácter privado, en la cual el Municipio de Ocaña es accionista con una participación accionaria del 34,19% y el resto 65,81% perteneciente a accionistas particulares, desde su creación nuestra Empresa se ha comprometido por el mejoramiento, desarrollo de la calidad de vida de nuestros clientes y la ciudad, constituyéndose en una organización bien estructurada, teniendo en cuenta nuestros principios y valores, añadiéndole la relación que podamos encontrar entre autoridad-responsabilidad, con el fin de poder adaptarnos al cambio organizacional-empresarial que la sociedad y la políticas de gobiernos nos imponga. (ESPO S.A. "E.S.P", 2018)

La empresa ha logrado posesionarse como una de las más sobresalientes del sector; contando con un grupo de talento humano calificado, con sentido de pertenencia, de fácil adaptación al cambio y con un enorme enfoque de trabajo en equipo. Nuestra empresa genera 17 empleos directos que conforman el organigrama de la empresa, y se representan en el personal de nómina vinculado a través de contratos laborales, igualmente se brinda apoyo al empresario Ocañero con la contratación de 16 empresas con las que se contratan nuestras actividades como recolección y transporte de residuos sólidos, y barrido de calles MANSEUR S.A.S. Y SERVICIOS RECONBAD S.A.S para el barrido, mantenimiento, ornato de los parques y zonas verdes de la ciudad REBASA S.A.S para el manejo de operación de la planta de tratamiento el algodón y llanito PURIFICAR OCAÑA S.A.S, para el mantenimiento, adecuación y vigilancia

del relleno sanitario MANRESA S.A.S para el análisis fisicoquímico y bacteriológicos para el control de la calidad del agua SERVIANALITICA PROFESIONALES S.A.S, para la toma de lectura, distribución de recibos y actividades conexas TECFON S.A.S y EZUS S.A.S. (ESPO S.A. "E.S.P", 2018)

Para la ejecución de actividades de seguimiento a los usuarios de servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo EDS AU S.A.S para el mantenimiento y operación de tanque y sistema de bombeo de Buenavista y Cristo Rey y Bocatoma Tupia, pertenecientes a la red acueducto Municipio de Ocaña y servicios generales sede administrativa ESPO S.A "E.S.P" SERVICIOS SAMARA S.A.S y para el mantenimiento de redes Acueducto y Alcantarillado del Municipio de Ocaña están: MULTISERVICIOS Y & P S.A.S SERVITAGUA S.A.S, SERVICIOS RRAA S.A.S., LOS FONTANEROS S.A.S., SERVIREDES OCAÑA S.A.S., Y AGUA RED OCAÑA S.A.S. (ESPO S.A. "E.S.P", 2018).

1.1.1. Misión. En ESPO S.A. trabajamos con un alto sentido de responsabilidad social, eficiencia y eficacia en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo, buscando satisfacer las necesidades de agua potable y saneamiento básico con calidad y continuidad; contribuyendo a mejorar el nivel de vida de la comunidad. (ESPO S.A "E.S.P" 2018)

1.1.2. Visión: En el año 2030, la ESPO S.A." E.S.P" Sera una empresa líder en Ocaña y en la provincia en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de agua

potable, saneamiento básico y complementarios, operando bajos criterios de Sostenibilidad, Competitividad y respeto por el Medio Ambiente. (ESPO S.A “E.S.P” 2018)

1.1.3 Objetivos de la empresa:

Optimizar la dotación tecnológica con fin de apoyar los procesos del Sistema Integrado de Gestión de Calidad. (Álvarez, Actualización del catastro de la red de acueducto del municipio de Ocaña, Norte de Santander, 2014)

Mejorar continuamente la satisfacción del cliente mediante respuesta eficaz a las peticiones, quejas y reclamos, cumpliendo con la normatividad vigente. (Álvarez, Actualización del catastro de la red de acueducto del municipio de Ocaña, Norte de Santander, 2014)

Suministrar los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo con los estándares de calidad establecidos, con continuidad y una cobertura del 95% en el área urbana del Municipio de Ocaña. (Álvarez, Actualización del catastro de la red de acueducto del municipio de Ocaña, Norte de Santander, 2014)

Promover entre la comunidad el cuidado y protección del medio ambiente en el municipio. (Álvarez, Actualización del catastro de la red de acueducto del municipio de Ocaña, Norte de Santander, 2014)

1.1.4 Descripción de la estructura organizacional

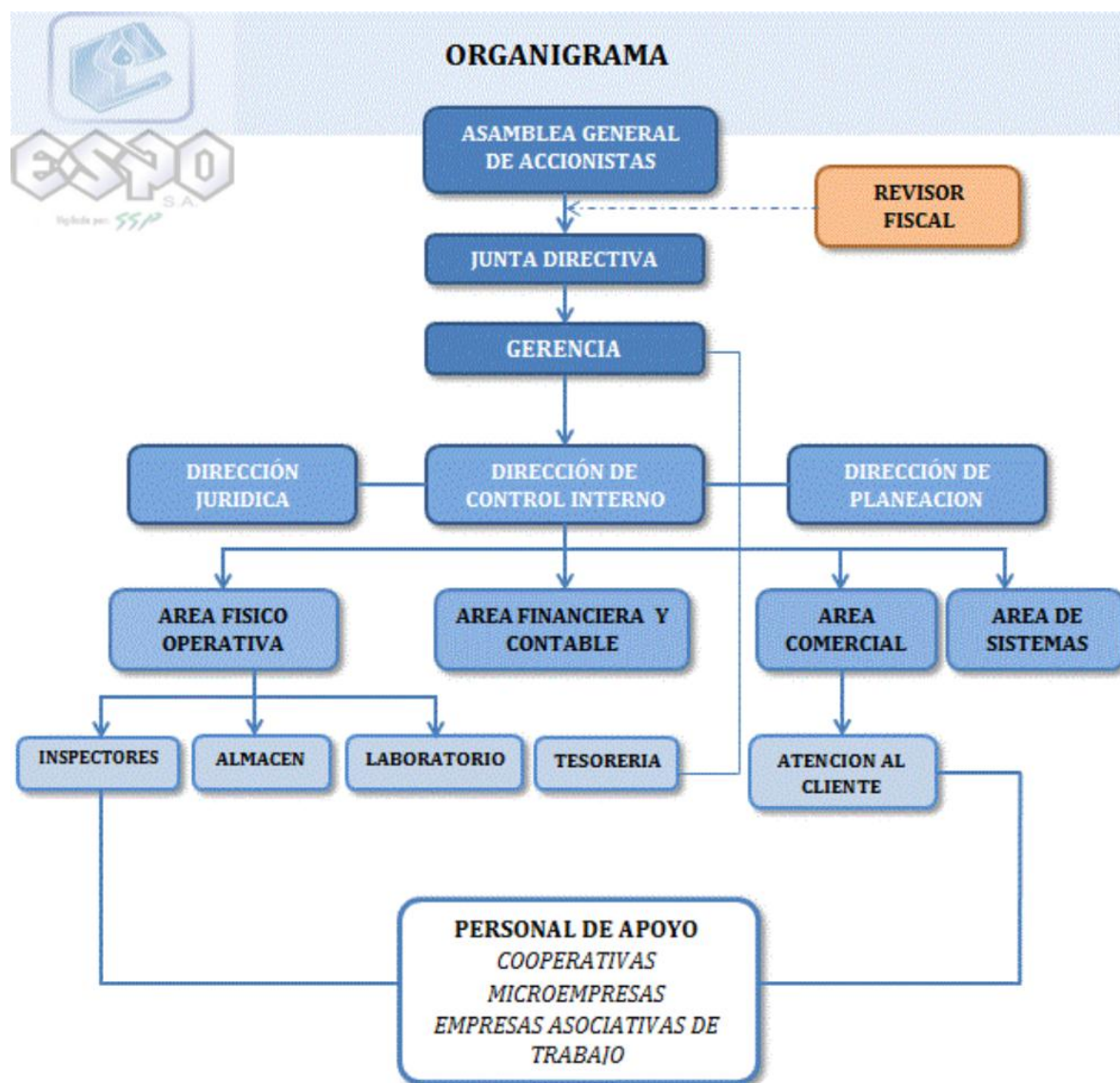


Figura 1. Organigrama de ESPO S.A “ESP” Fuente: (E.S.P.O. S.A. "E.S.P", 2018) Fuente:

Recuperado de: www.espo.com.co/estructura-administrativa/

Asamblea de Accionistas: La constituye el numero plural de accionistas inscritos en el libro de “registro de accionistas” o de sus representantes o mandatarios. Convocados y reunidos en las condiciones que señalan los estatutos. (Ramirez Rincon, 2015)

Junta Directiva: La junta directiva está formada por cinco (5) miembros principales quienes tendrán cada uno un suplente personal. La representación de las acciones de propiedad del municipio las ejercerá el alcalde municipal o su delegado, quien además será el presidente de la junta directiva y la elección de sus cuatro (4) miembros se hará en forma 13 que exista representaron directamente proporcional de la propiedad de accionaria en su composición. (Ramirez Rincon, 2015)

Gerencia: Es el representante legal y como tal debe encargarse de la materializar las acciones de necesarias para el cumplimiento del objeto social de la empresa. De igual forma debe ejecutar las direcciones que la junta directiva trace en relación con las políticas y metas empresariales, lo mismo que dirigir, coordinar, vigilar y controlar el personal de la empresa y la ejecución de las funciones o programas de esta. (Ramirez Rincon, 2015)

Revisor Fiscal: Deberá ser contador público, designado por la asamblea general de accionistas, para un periodo de un (1) año y su función principal es la de cerciorarse de que las operaciones se celebren o cumplan por cuenta de la empresa y se ajusten a las prescripciones de los estatutos, a las decisiones de la asamblea general y de la junta directiva. (Ramirez Rincon, 2015)

Control Interno: Implementa y evalúa el sistema de control interno de la empresa como parte integral para el cumplimiento de los fines sociales creando los instrumentos precisos para medir la efectividad de la empresa y sus funcionarios. (Ramirez Rincon, 2015)

Planeación: Recolecta y prepara toda la información necesaria para la elaboración y puesta en función de los planes y políticas gerenciales y empresariales que sirvan de sustento al cumplimiento del objetivo social. (Ramirez Rincon, 2015)

Dirección Jurídica: Presta la asesoría legal y jurídica que la empresa y sus empleados requieran previo poder otorgado por la gerencia. (Ramirez Rincon, 2015)

Área Físico Operativa: Planea, organiza, coordina y controla las labores de mantenimiento de la infraestructura física de acueducto, alcantarillado y aseo y las tareas realizadas por los encargados para tal fin. (Ramirez Rincon, 2015)

Área Financiera y Contable: Se encarga de mejorar el sistema financiero de la empresa y realiza las proyecciones económicas y financieras que ella requiere. (Ramirez Rincon, 2015)

Área Comercial: Establece las políticas y las actividades comerciales indispensables para brindar un servicio oportuno, confiable y eficiente a los usuarios del servicio, de manera que se asegure a la empresa la recuperación de ingresos necesarios para su expansión y crecimiento. (Ramirez Rincon, 2015)

Área de Sistemas: El responsable de la operación, mantenimiento y actualización de todo lo pertinente a los sistemas de computación de la empresa, así como prestar la asesoría técnica que se requiera. (Ramirez Rincon, 2015)

Almacén: Debe establecer un sistema ordenado y seguro de almacenamiento y entrega de todos los elementos y materiales que pertenezcan a la empresa o se vayan a adquirir. (Ramirez Rincon, 2015)

Atención al Cliente: Se encarga de la atención al público en general lo mismo que la recepción y trámite de la quejas, reclamos y peticiones que lo usuarios presenten. (Ramirez Rincon, 2015)

Inspectores: Revisan, inspecciona, evalúan y entregan todos los trabajos hechos por los contratistas de la parte operativa, lo mismo que lo relacionado con las plantas de tratamiento y el sistema de aseo al área físico operativa. (Ramirez Rincon, 2015)

Tesorería: Ejecuta las acciones tendientes a materializar la seguridad de los recaudos de dinero y de la protección de los títulos valores, así como realizar los pagos que se requieran. (Ramirez Rincon, 2015)

Secretaría: Revisa, recibe, clasifica, distribuye y controla documentos, datos y elementos correspondientes de la empresa, así como la recepción y atención de público y de llamadas telefónicas. (Ramirez Rincon, 2015)

Conductor y Mensajero: Conduce los vehículos de propiedad, de la empresa, transporta a los funcionarios de la empresa cuando así lo requieren, transporta los materiales adquiridos y entrega la correspondencia. (Ramirez Rincon, 2015).

1.1.5 Descripción de la dependencia



Figura 2. Organigrama área físico operativa.

Fuente: manual de procesos gerenciales de la empresa de servicios públicos de Ocaña ESPO S.A “E.S.P”.

Objetivo general del área físico operativo: Planear, organizar, ejecutar, coordinar y controlar las labores de mantenimiento de la infraestructura física de acueducto, alcantarillado y aseo y las tareas realizadas por los encargados contratados para tal fin.

Está conformada de la siguiente manera:

Tabla 1. Estructura organizacional del área físico operativa 2018

EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE OCAÑA ESPO S.A. "E.S.P"	
CARGO	RESPONSABLE
JEFE DEL ÁREA	ING. RAY CARLOS RAMIREZ RINCÓN
AUXILIAR DEL ÁREA	ING. YAIR CASTILLO
JEFE DE ALMACÉN	MARIA FERNANDA PAEZ
INSPECTORES	LUIS YARURO EDGARDO NAVARRO HUGO NAVARRO PEDRO DUARTE LUIS ARÉVALO LIBARDO GARCÍA
LABORATORISTAS	ING. LUIS CAMILO LEÓN
PASANTE	DANIEL EDUARDO ROZO CONTRERAS

Fuente: Pasante.

Inspectores: cuentan con un geófono para la detección de filtraciones en sistemas de acueducto.

Almacén: cuenta con el software "Solin" para proveedores e inventarios.

Laboratorio: espectrofotómetro Hach dr 3900 y plancha de agitación.

Funciones Específicas del Área Físico Operativa: Organizar, dirigir, coordinar y controlar los trabajos de mantenimiento y reposición de las redes de acueducto y alcantarillado y lo pertinente al servicio de aseo y de las actividades conexas con ellas.

Ejercer el control y la interventora de los trabajos relacionados con la ejecución de los contratos suscritos por la empresa para el mantenimiento de las redes de acueducto y

alcantarillado y para la ejecución del servicio de aseo, así como las de otras actividades conexas con estos servicios.

Elaborar mensualmente las actas de liquidación correspondientes a las cuentas de cobro presentadas por los contratistas de la empresa.

Suscribir actas de compromiso con relación al cumplimiento de los trabajos contratados luego de evaluar los informes de actividades de los contratistas.

Calcular los costos de las instalaciones, mejoras y ampliaciones de las redes.

Coordinar la ejecución de programas, proyectos y actividades, dirigidas a la operación, mantenimiento y reposición de las estructuras, equipos e instalaciones en los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo.

Elaborar los manuales operativos y mantenerlos actualizados.

Evaluar periódicamente los diferentes programas de orden técnico, operativos y preventivos adelantados por la empresa y programas las actividades a desarrollar para el mejoramiento de los servicios.

Realizar visitas de evaluación periódicas a todas las instalaciones de la empresa que dependen del área, tal como, bocatomas, plantas de tratamiento, tanques de almacenamiento, redes de distribución.

Elaborar informes y actualizar planos sobre las redes de acueducto y alcantarillado, rutas de distribución de recibos y rutas de recolección de basuras.

Velar por una correcta aplicación de las políticas de medición, con el fin de detectar fugas en conducciones y redes, medir la producción y controlar desperdicios.

Realizar la estadística sobre los caudales captados y los niveles de agua en las fuentes de abastecimiento.

Realizar visitas de inspección para evitar que se realicen conexiones no autorizadas a las redes de conducción y distribución de los sistemas de acueducto y alcantarillado y tomar los correctivos cuando se presente esta situación.

Inspeccionar el estado y condiciones de funcionamiento de las estructuras de vertimiento, pozos de inspección y de los sumideros existentes en el sistema de alcantarillado y programar las acciones de limpieza y conservación para garantizar su funcionamiento adecuado.

Vigilar los niveles de los tanques de almacenamiento de agua teniendo en cuenta las presiones de descarga.

Inspeccionar permanentemente el equipo y elementos utilizados en el sistema de tratamiento.

En coordinación con la dirección de planeación y siguiendo los alineamientos legales y ejecutar las acciones necesarias para la elaboración del plan integral sobre la disposición final de basuras.

Analizar sobre las solicitudes de disponibilidad para la prestación de servicios de acueducto y alcantarillado y conceptuar sobre su aprobación de conformidad con la debida justificación técnica.

Elaborar la liquidación de los valores a cobrar a los usuarios que se generen en las órdenes de trabajo ejecutadas por los contratistas.

1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada.

Para la emitir un diagnostico situacional del área, donde desarrolle mi pasantía se evaluaron las fortalezas, amenazas, debilidades y oportunidades, que a continuación se plasman.

Tabla 2. Matriz DOFA de la situación actual de la dependencia con respecto al proyecto.

EMPRESA	FORTALEZAS	DEBILIDADES
ESPO S.A “E.S.P” OCAÑA	<ul style="list-style-type: none"> • El área cuenta con recursos humanos y tecnológicos para la ejecución de proyectos planteados. • Reglamentos y políticas establecidos. • Se cuenta con una infraestructura propia para realizar el proyecto. • Se realizan programas de capacitación al personal. • Hay un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo. • Catastro básico de la red. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se cuenta con un proyecto parecido al que se estudia. • Es la etapa inicial del proyecto. • No hay dominio total del software.
OPORTUNIDADES	FO	DO
<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de las cotas y dimensiones de los tanques principales. • Software de dominio público. • La empresa brinda la oportunidad a estudiantes para realizar las pasantías. • Conocimiento del funcionamiento de la red de acueducto • Mejoramiento de la red. • El proyecto es de gran interés para la empresa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la calidad del servicio • Identificar mejoramientos para planes de expansión. • Iniciar la segunda etapa de la modelación de la red. • Se cuenta como manuales del software en internet. 	<ul style="list-style-type: none"> • No hay dominio total del software • No se cuenta con un tiempo límite para la elaboración del proyecto.
AMENAZAS	FA	DA
<ul style="list-style-type: none"> • Ocupaciones de los inspectores en otras actividades propias del área. • clima inadecuado en los días de visitas de campo. • Desconocimiento del funcionamiento real de la red de acueducto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades de tiempo extra laboral. • Facilidad para la inclusión de elementos en el software. 	<ul style="list-style-type: none"> • Retrasos en la entrega del proyecto. • No se pueden plantear soluciones y diagnósticos de la red.

Fuente: Pasante

1.2.1. Planteamiento del problema. La empresa ESPO S.A “E.S.P”, en su área física operativa es la encargada de satisfacer la necesidad básica de acueducto, alcantarillado y aseo para la ciudad de Ocaña, organizando, dirigiendo y coordinando los trabajos de mantenimiento, reposición y expansión que en su momento sean requeridos garantizando los parámetros de calidad y continuidad para cada uno de los servicios.

En la actualidad el servicio de acueducto se presta de manera constante y con calidades óptimas para el uso y consumo de sus usuarios, pero a su vez no se cuenta con un modelamiento que indique con certeza la situación real de la red, es por eso que se genera la necesidad de conocer de manera detallada el funcionamiento y el estado actual del sistema de acueducto, además de mantenerse al tanto de los cambios tecnológicos que el mundo requiere con herramientas que nos ayuden de manera más fácil y rápida a generar un diagnóstico certero sobre la misma, dada esta situación, la empresa, en su área físico operativa, plantea el objetivo de realizar una modelación de la red de acueducto, que en su etapa inicial se hará desde los tanques principales de distribución “el llanito”, “cristo rey” y “Buenavista”; para la ejecución de dicha modelación, se hará uso del software de dominio público EPANET, el cual realiza simulaciones de redes hidráulicas en tiempos prolongados, presentando además una serie de beneficios para el programador que harán que la experiencia en el programa sea satisfactoria y provechosa para la empresa, pues se pueden obtener las particularidades actuales del sistema y tomar decisiones en momentos requeridos, así como tener en cuenta los cambios y mejoramientos que haya necesidad de hacer cuando existan planes de expansión.

1.3 Objetivos de la pasantía

1.3.1 Objetivo general: Realizar la modelación de la red de acueducto del municipio de Ocaña desde los tanques principales de distribución hasta la red de 10” empleando el software EPANET para la empresa de servicios públicos ESPO S.A “E.S.P”

1.3.2 Objetivos específicos: Recopilar la información y los parámetros técnicos de la red en estudio mediante documentación existente y visitas de campo para la creación de una base de datos indispensables y su empleo en el software EPANET.

Aplicar las herramientas de diseño y análisis de redes hidráulicas que ofrece el software EPANET para lograr simulaciones del comportamiento real de la red en estudio.

Analizar de manera precisa el funcionamiento del tramo de la red de acueducto hasta 10” por medio de los resultados generados por el software EPANET para la generación de detalles de la actualidad del servicio prestado.

Someter a evaluación por revista indexada un Poster basado en los resultados del modelamiento para la formulación del diagnóstico, problemáticas e implementación de medidas de carácter técnico de la red en estudio.

1.4 Actividades a desarrollar.

Tabla 3. Actividades a desarrollar

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAS PARA CUMPLIR OBJETIVOS.
<p>Realizar la modelación de la red de acueducto del municipio de Ocaña desde los tanques principales de distribución hasta la red de 10” empleando el software EPANET para la empresa de servicios públicos ESPO S.A “E.S.P”</p>	<p>Recopilar la información y los parámetros técnicos de la red en estudio mediante documentación existente y visitas de campo para la creación de una base de datos indispensables y su empleo en el software EPANET.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Delimitar la zona de estudio. • Establecer los puntos donde se va a tomar información con el personal del área. • Diseñar un formato para los datos obtenidos. • Reunir información de los catastros de redes existentes. • Realizar visitas de campo para toma de datos. • Consignar los datos obtenidos en el respectivo formato
	<p>Aplicar las herramientas de diseño y análisis de redes hidráulicas que ofrece el software EPANET para lograr simulaciones del comportamiento real de la red en estudio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiar el software EPANET • Conocer las fórmulas matemáticas usadas por el software • Definir los procedimientos de cálculo. • Ejecutar la modelación en el software EPANET. • Interpretar los resultados generados por el software. • Analizar las perdidas por energía entre tanques. • Comprobar el funcionamiento de la red. • Precisar si la red funciona según los parámetros técnicos vigentes.
	<p>Analizar de manera precisa el funcionamiento del tramo de la red de acueducto hasta 10” por medio de los resultados generados por el software EPANET para la generación de detalles de la actualidad del servicio prestado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Socializar las conclusiones obtenidas del proyecto. • Señalar los parámetros más importantes de modelación del caso de estudio. • Identificar los tramos críticos de la red. • Plasmar en un documento el proceso del montaje de la red en estudio. • Indicar los ajustes necesarios a la red. • Seleccionar la temática a tratar en el artículo. • Redactar el artículo técnico de la red analizada.
<p>Someter a evaluación un Poster basado en los resultados del modelamiento para la formulación del diagnóstico, problemáticas e implementación de medidas de carácter técnico de la red en estudio.</p>		

Fuente: Pasante.

1.5 Cronograma.

Tabla 4. Cronograma de actividades.

Empresa: ESPO S.A. "E.S.P"	
Dependencia: Área físico operativa	
Jefe inmediato: Ing. Pablo Emilio Quintero Montaguth	
Duración: Cuatro meses (16 semanas)	
ACTIVIDADES	SEMANTAS
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
Delimitar la zona de estudio.	■
Establecer los puntos donde se va a tomar información con el personal del área.	■ ■ ■ ■ ■
Diseñar un formato para los datos obtenidos	■ ■ ■ ■ ■
Reunir información de los catastros de redes existentes.	■ ■ ■ ■ ■
Realizar visitas de campo para toma de datos.	■ ■ ■ ■ ■
Consignar los datos obtenidos en el respectivo formato.	■ ■ ■ ■ ■
Estudiar el software EPANET.	■ ■ ■ ■ ■
Conocer las fórmulas matemáticas empleadas por el software-	■ ■ ■ ■ ■
Definir los procedimientos de cálculo	■ ■ ■ ■ ■
Ejecutar la modelación en el software EPANET.	■ ■ ■ ■ ■
Interpretar los resultados generados por el software.	■ ■ ■ ■ ■
Analizar las pérdidas por energía entre tanques.	■ ■ ■ ■ ■
Comprobar el funcionamiento de la red.	■ ■ ■ ■ ■
Precisar si la red funciona según los parámetros técnicos vigentes.	■ ■ ■ ■ ■
Socializar las conclusiones obtenidas en el proyecto.	■ ■ ■ ■ ■
Señalar los parámetros más importantes de modelación del caso de estudio.	■ ■ ■ ■ ■
Identificar los tramos críticos de la red	■ ■ ■ ■ ■
Indicar los ajustes necesarios a la red	■ ■ ■ ■ ■
Plasmar en un documento el proceso del montaje de la red de estudio.	■ ■ ■ ■ ■
Seleccionar la temática a tratar en el artículo.	■ ■ ■ ■ ■
Redactar el artículo de la red analizada.	■ ■ ■ ■ ■

Fuente: Pasante

Capítulo 2. Enfoques referenciales.

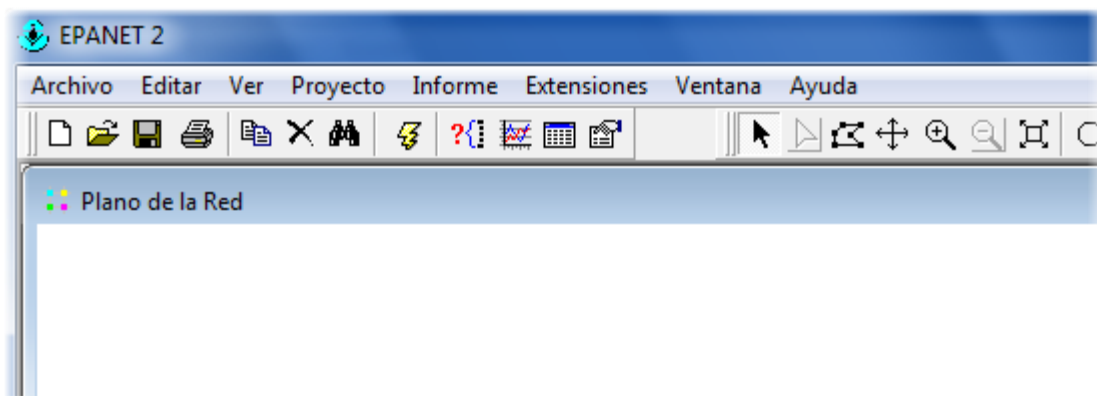
2.1 Enfoque conceptual.

A continuación encontramos la conceptualización referente al trabajo de pasantía realizado en la empresa de servicios públicos ESPO S.A

Epanet. Es una versión “matemática” de elementos físicos que encontramos en los Sistemas de Distribución de Agua Potable tales como Estanques, Embalses, Tuberías y Bombas, entre otros, de forma tal que, previa introducción de la información básica requerida por cada uno de ellos, se ensamble un modelo matemático que simulará las condiciones hidráulicas en dicho sistema, generando a su vez parámetros tales como presiones, niveles de agua y velocidades.

Con el uso de programas como EPANET el análisis y diseño de Sistemas de Distribución de Agua Potable se puede enfocar más en estudiar el comportamiento de la red para distintas condiciones físicas y operativas (niveles de Embalse o estanques, diámetros de tuberías, etc.) en vez de concentrarse en métodos de resolución manual que resultan, para Sistemas de cierta extensión y complejidad, algo engorrosos al menos en lo relativo a el cálculo manual.

Aun cuando en el mercado existe una variedad de programas para el Cálculo de Sistemas de Distribución de Agua Potable, EPANET tiene la gran ventaja de que es un **programa gratuito** que, además, resulta extremadamente fiable para la modelación de sistemas complejos.



(Civil, 2019)

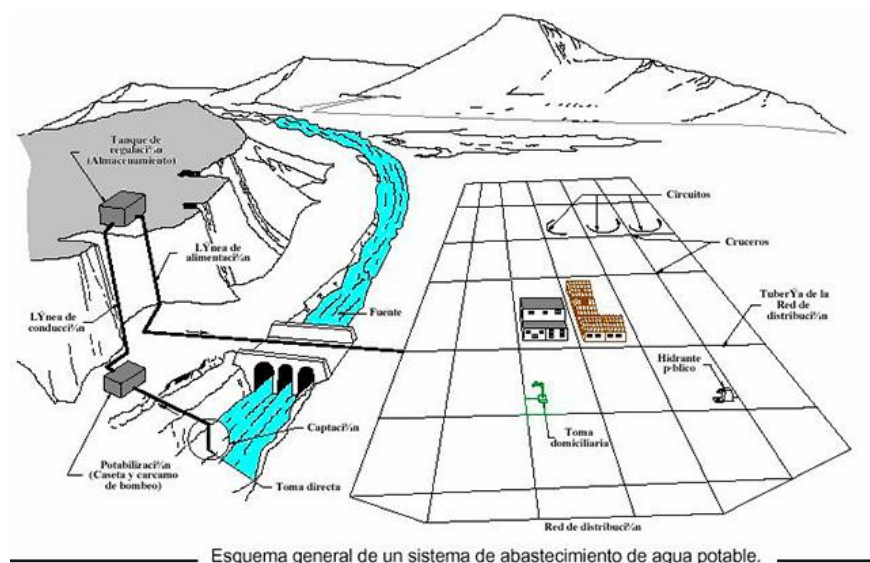
Red de distribución: Una Red de Distribución de Agua Potable es el conjunto de tuberías trabajando a presión, que se instalan en las vías de comunicación de los Urbanismos y a partir de las cuales serán abastecidas diferentes parcelas o edificaciones de un desarrollo.

La Red de Distribución de Agua Potable permite que el agua llegue desde el lugar de captación al punto de consumo en condiciones correctas, tanto en calidad como en cantidad. Este sistema se puede clasificar por la fuente de donde se toma el agua: agua de mar, agua superficial (de lagos o ríos), agua de lluvia almacenada, agua subterránea y las aguas procedentes de manantiales naturales.

Es importante tener en cuenta que esta agua antes de ser enviadas a las viviendas, industrias... en general al punto de consumo final, se transformará en agua potable. El tratamiento que se llevará a cabo varía en función del origen de estas. En general, el sistema consta de cinco partes principales: captación, almacenamiento de agua bruta, tratamiento, almacenamiento de agua tratada y red de distribución de agua potable.

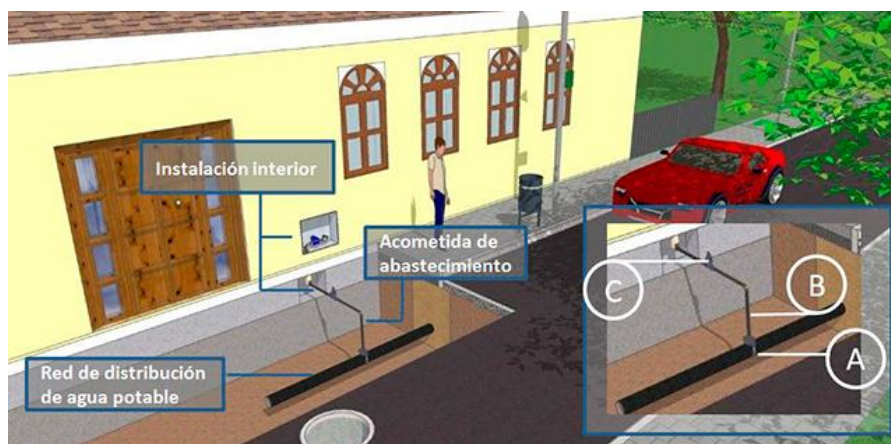
Todos ellos son importantes y necesarios, pero la red de distribución de agua en sí, debe estar perfectamente diseñada. Para ello, hay que tomar decisiones sobre si realizar una red abierta o ramificada, o realizar una red cerrada o mallada. En la primera de ellas, se cuenta con una tubería principal desde la cual parten los ramales que terminarán en puntos ciegos. La segunda, se logra con la conformación de mallas o circuitos a través de la interconexión entre los ramales de la Red de Distribución de Agua Potable.

La decisión de realizar un diseño u otro, es función del estudio de diversos parámetros de los cuales va a tener un alto peso factores técnico-económicos. En la valoración del tipo de diseño, no hay que perder de vista el objetivo final de cualquier Red de Distribución de Agua Potable que es hacer llegar agua a los puntos de consumo en condiciones óptimas de calidad, cantidad y con una presión de servicio adecuada (Iglesias, Diseño).



Esquema general de un sistema de abastecimiento de agua potable.

Fuente. (Iglesias, Diseño)



Fuente. (Iglesias, Diseño)

Coefficiente de rugosidad: La mayor dificultad en la aplicación de la Ecuación de Manning para estimar el caudal de una corriente está en la determinación del coeficiente de rugosidad "n", ya que no existe ningún método exacto para la selección de éste término. Seleccionar un valor de "n" significa estimar la resistencia al flujo en un canal determinado, lo cual, demanda una experiencia del Ingeniero para evitar que el problema se limite a un proceso de aproximaciones. En tal sentido, en este trabajo se estima el coeficiente de rugosidad "n" de Manning utilizando las funciones de distribución de velocidades obtenidas mediante los aforos realizados por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR) en los Grandes Ríos del sur de Venezuela. Como resultado de la investigación se ha encontrado que el valor de "n" se puede calcular en función del diámetro medio de las partículas de fondo.

(Yepez)

Caudal: El caudal es el volumen de agua que fluye a través de una sección transversal de un río o canal en la unidad de tiempo. En dinámica de fluidos, caudal es la cantidad de fluido que pasa en una unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. Menos frecuentemente, se identifica con el flujo másico o masa que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

1.- Determinación de la cantidad de agua que circula por unidad de tiempo en un canal, conducto u orificio en un punto dado mediante el uso de un medidor de corriente, varilla flotadora, vertedero, tubo pitot u otro dispositivo o método de medición.

2.- Volumen de agua que pasa por una sección dada en una determinada unidad de tiempo. Las expresiones más usadas son litros por segundo, litros por minuto, metros cúbicos por hora, metros cúbicos por día, etc. La operación comprende no solamente la medición de la velocidad del agua y el área de la sección de aforo de la corriente de agua sino también los subsiguientes cálculos necesarios.

3.- Resultados numéricos de una medición de descarga expresados en unidades apropiadas.

4.- Volumen o masa de un gas, líquido o material sólido que pasa por la sección transversal de un conducto en un momento dado; medido en unidades tal como kilogramos por hora (kg/h), metros cúbicos por segundo (m^3/s), litros por día (l/d).

5.- Flujo por unidad de tiempo generalmente expresado en litros o m^3 por segundo. Multiplicando el flujo por unidad de tiempo: día, mes o año hablamos de volúmenes de escurrimiento que en forma de promedios mensuales o anuales. En una cuenca o red fluvial definimos los cursos de agua básicamente en términos de caudales durante el año y en

volúmenes de escurrimiento anual. Un dato importante también es el caudal pico, o sea de la máxima crecida y caudal base o mínimo. Estos datos son básicos para saber cuánto de agua se tiene y entonces de cuanto se dispone para usar en las diferentes aplicaciones, lo que da importantes datos para una planificación hidrológica (Aguamarket, 2019).

Tanque de almacenamiento: El tanque de almacenamiento es una estructura con dos funciones: almacenar la cantidad suficiente de agua para satisfacer la demanda de una población y regular la presión adecuada en el sistema de distribución dando así un servicio eficiente (AGUERO 2004; GIZ 2017; USAID 2016). Su diseño y construcción son variados y van a depender de las condiciones del terreno, del material disponible en el área, de la mano de obra existente, etc. (SAGARPA s.f.). Pueden estar localizados antes o después de la planta de tratamiento, pero, independientemente de la fuente de agua utilizada, se recomienda aplicar una desinfección directa.

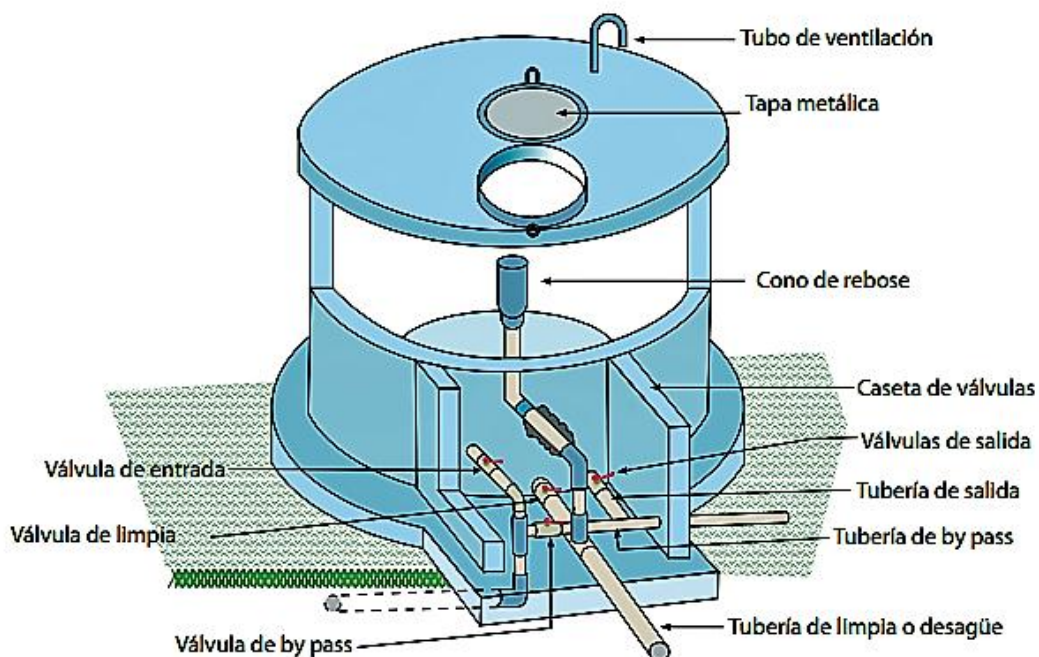
Ventajas; Suministrar el caudal máximo horario a la red de distribución

Tener agua de reserva en caso se interrumpa la línea de conducción

Proveer suficiente agua en situaciones de emergencia como incendios

Mantener presiones adecuadas en la red de distribución

Desventajas: Los tanques de almacenamiento grandes necesitan más soporte y conocimiento técnico con respecto al diseño, construcción, materiales, bombas, etc



Fuente. (Perez, 2019)

Topología. Parte de la matemáticas que estudia propiedades de los entes geométricos que permanecen invariables cuando se someten a transformaciones biunívocas y continuas (homeomorfismos). geom. Topología algebraica Parte de las matemáticas que utiliza métodos algebraicos para estudiar las propiedades topológicas de las figuras (**Larousse, 2009**).

La geometría se enriquece con el estudio de la estructura intrínseca de los entes geométricos que analizan Euler y Gauss, que condujo a la creación de la topología y la geometría diferencial.

En topología, dos objetos son equivalentes en un sentido mucho más amplio. Han de tener el mismo número de trozos, huecos, intersecciones, etc.

El campo de la topología, que tuvo un gran desarrollo en el siglo XX, es en sentido técnico un tipo de geometría transformacional, en que las transformaciones que preservan las propiedades de las figuras son los homeomorfismos (por ejemplo, esto difiere de la geometría métrica, en que las transformaciones que no alteran las propiedades de las figuras son las isometrías).

Esto ha sido frecuentemente expreso en la forma del dicho "la topología es la geometría de la página de goma". Desde los antiguos griegos, ha existido numerosas contribuciones a la geometría, particularmente a partir del siglo XVIII.

Aporta mejoras técnicas que permiten el uso de la interfaz con puertos RJ-45 sobre cable CAT 5, combinando así las ventajas de Ethernet con Firewire800. Soporta la conexión de hasta 63 dispositivos con cables de una longitud máxima de 425 cm con topología en árbol.

El matemático llama a esta nueva manera de ver los objetos geométricos «geometriam situs», término que hoy se traduce como topología, área actual de la matemática cuyo origen directo puede situarse en la resolución de este problema.

A topología (del griego τόπος, 'lugar', y λόγος, 'estudio') es la rama de las matemáticas dedicada al estudio de aquellas propiedades de los cuerpos geométricos que permanecen inalteradas por transformaciones continuas.

Las ramas de la matemática más comúnmente empleadas en la ciencia incluyen el análisis matemático, el cálculo numérico y la estadística, aunque virtualmente toda rama de la matemática tiene aplicaciones en la ciencia, incluso áreas "puras" como la teoría de números y la topología.

De allí el nombre de las enzimas. Las topoisomerasas son enzimas isomerasas que actúan sobre la topología del ADN. La necesidad de esta enzima fue reconocida incluso antes de ser descubierta, cuando la naturaleza de doble hélice del ADN fue resuelta por Watson y Crick; los autores notaron que debía haber algún mecanismo que pudiera resolver o solventar los enredos que surgirían de esta característica estructural.

Una función continua de \mathbb{R} en \mathbb{R} es aquella cuya gráfica puede dibujarse sin levantar el lápiz del papel (más formalmente su grafo es un conjunto conexo). La continuidad de funciones es uno de los conceptos principales del análisis matemático y de la topología.

El intentar visualizar los conceptos es un error frecuente entre los principiantes en la topología, que les hace avanzar muy lentamente cuando no pueden encontrar un ejemplo gráfico, tener una visión parcial de algunos conceptos, e incluso incurrir en errores.

En su faceta avanzada el surgimiento de la topología da la necesaria y correcta manera de pensar acerca de las nociones de cercanía y continuidad de nuestras concepciones espaciales.

(Larousse, 2009)

Autocad: La importancia jerárquica del CTB de AutoCAD Junto con los compañeros de clase hemos discutido más de una vez sobre los CTB y su influencia respecto a otras órdenes de grosores de línea.

Antes que nada vamos a explicar muy brevemente qué es y qué hace el CTB. Sencillamente es una herramienta de AutoCad que en el momento de imprimir permite realizar una conversión de colores y grosores. Es decir, trabajamos con unos colores y cuando se imprime lo hace en otros, es una “traductor”. Para realizar esto el CTB o también llamado estilo de ploteado tiene una tabla con todos los colores que vienen por defecto en el AutoCAD y en la que les puedes asignar otros colores de impresión y también muy importante, les puedes asignar un grosor predeterminado.

Bien, el dilema que a todos nos perturbaba y ha provocado enfrentamientos es el siguiente:

Si le asignamos un grosor a un color determinado en el CTB ¿podemos cambiar los grosores de línea por capa? ¿podemos cambiar grosor de línea por color?

Lo que no sabíamos era quién prevalecía sobre todos los demás o si existía una jerarquía de órdenes.

Como en mi profesión lo más importante es el aspecto visual y la transmisión de unos determinados códigos visuales el realizar pruebas de impresión y entender la herramienta que usamos es algo fundamental y aquí expongo mis experiencias personales.

La conclusión de la breve pero importante prueba ha sido que el CTB prevalece ante todo. En la asignación de grosores las líneas únicamente respetan el “estilo de ploteado” a no ser una serie de excepciones que explicaré más adelante en posteriores posts a parte de dar unos “tips” sobre metodología de trabajo.

Modelación: Un modelo es plasmar una realidad teniendo en cuenta todos los elementos y que sea lo más cercano posible a la realidad. Esto con el propósito de:

- Representación cercana de la realidad
- Clarificación de ideas y conocimientos, favoreciendo la comprensión del sistema
- Ilustración de conceptos
- Estructuración lógica
- Sensibilización del sistema a las modificaciones
- Controlar las posibles fuentes de variación
- Predicción de los posibles resultados
- Reducir costos antes de la implementación

Simulación: a idea es que la simulación permita comprobar el comportamiento de una persona, de un objeto o de un sistema en ciertos contextos que, si bien no son idénticos a los reales, ofrecen el mayor parecido posible. Así, es posible corregir fallos antes de que la experiencia, efectivamente, se concrete en el plano de lo real.

Dentro de áreas como la ingeniería industrial existe lo que se conoce como simulación de procesos. Se trata de una herramienta muy importante dentro del sector, pues facilita enormemente la realización de proyectos y tareas. ¿Cómo? Gracias a que se encarga de proceder a representar un proceso mediante otro que resulta mucho más sencillo y fácilmente comprensible.

Es decir, mediante este recurso lo que se logra es poder llevar a cabo diseños buenos a la primera y conseguir productos que permiten obtener un mayor beneficio o un coste competitivo en lo que se refiere a su propia fabricación.

A nivel económico y financiero, tendríamos que destacar otros tipos de simuladores. Así, por ejemplo, en España existe lo que se conoce como simulador de renta. Se trata de una herramienta que se pone al alcance de los ciudadanos para que puedan llevar a cabo de manera muy rápida y sencilla lo que es su declaración de la renta.

Por otro lado, también hay un sistema de simulación de elecciones. Gracias a él lo que se logra es realizar una aproximación a los resultados que se van a producir en unas elecciones, ya sean locales, regionales, nacionales o europeas, por ejemplo. En España este mecanismo recibe el nombre de simulador electoral.

Las simulaciones son habituales en el ámbito de la aviación. La formación de los pilotos incluye prácticas en simuladores que presentan todos los mandos de un avión para volar virtualmente en un ambiente simulado. De esta manera, si el piloto comete algún error propio del

proceso de aprendizaje, no sufrirá ningún daño ya que todo se trata de una simulación; en cambio, si el error se cometiera en un vuelo real, el avión podría caerse. Lo que ofrece la simulación, en este caso, es un ámbito seguro para la práctica. (Jaeyeok, 2019)

2.2 Enfoque legal. Se determina la ley que aplica a las empresas Públicas de Acueducto y Alcantarillado.

El Marco Legal de la Política de Regulación de los Servicios Públicos Domiciliarios

La creación, legitimación, ejecución, gestión, administración y producción que componen las fases de la toma de decisión e implementación de la política pública, tienen su precedente en un marco legal que tiene como fin establecer las reglas de juego o parámetros que determinarán sustancialmente las acciones de organizaciones y actores que intervienen en los procesos posteriores de la evaluación y ajustes de la política pública (Jones, 1970).

Para efectos de esta investigación, en este capítulo se procede a exponer lo consignado en la Constitución Política de Colombia de 1991 y la Ley 142 de Servicios Públicos Domiciliarios, en lo que respecta a la justificación, implementación y regulación de la prestación de servicios públicos. Además, se pretende ofrecer una perspectiva general del marco legal colombiano que resulte de utilidad como referente para diversas investigaciones interdisciplinarias respecto a la temática en estas páginas descrita.

La Constitución Política de Colombia de 1991 La política pública de regulación de los diferentes SPD en Colombia, se implementa a luz de unos principios constitucionales sustentados en la simple y elemental razón de que el acceso masivo a los servicios básicos es un factor fundamental en el proceso económico y social de una región. Por lo tanto, la calidad de vida y los niveles de salud de la población como indicadores de la eficiencia y cobertura de los servicios públicos, son realidades que obligaron a los constituyentes de 1991 a darle un rango constitucional al marco general de los SPD en Colombia.

Es así como en el Título XII "Del Régimen Económico y de la Hacienda Pública", Capítulo 1 "De las Disposiciones Generales", Artículos 333 y 334; y el Capítulo 5 "De la Finalidad Social del Estado y de los Servicios Públicos", Artículos 365 al 370, se institucionalizaron los principios rectores, los mecanismos de control y vigilancia, el régimen económico, la asistencia estatal para algunos sectores de la población y el carácter finalista del Estado, en relación con los SPD.

Mención de Algunos Artículos de la Constitución Política de 1991 Referentes a la Política de Regulación Estatal 1. Artículo 333: "La actividad económica y la iniciativa privada son libres, dentro de los límites del bien común. Para su ejercicio, nadie podrá exigir permisos previos, ni requisitos, sin autorización de la Ley. La libre competencia económica es un derecho de todos que supone responsabilidades.

La empresa, como base del desarrollo, tiene una función social que implica obligaciones; el Estado fortalecerá las organizaciones solidarias y estipulará el desarrollo empresarial. El Estado,

por mandato de la Ley, impedirá que se obstruya o se restrinja la libertad económica y evitará o controlará cualquier abuso que personas o empresas hagan de su posición dominante en el mercado nacional.

La ley delimitará el alcance de la libertad económica cuando así lo exijan el interés social, el ambiente y el patrimonio cultural de la Nación".

2. Artículo 334: "La dirección general de la economía estará a cargo del Estado. Éste intervendrá, por mandato de la Ley, en la explotación de los recursos naturales, en el uso del suelo, en la producción, distribución, utilización y consumo de los bienes, y en los servicios públicos y privados, para racionalizar la economía con el fin de conseguir el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, la distribución equitativa de las oportunidades y los beneficios del desarrollo y la preservación de un ambiente sano.

El Estado, de manera especial, intervendrá para dar pleno empleo a los recursos humanos y asegurar que todas las personas, en particular las de menores ingresos, tengan acceso efectivo a los bienes y servicios básicos, también para promover la productividad y la competitividad, y el desarrollo armónico de las regiones".

3. Artículo 365: "Los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado. Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional.

Los servicios públicos estarán sometidos al régimen jurídico que fije la Ley, podrán ser prestados por el Estado, directa o indirectamente, por comunidades organizadas, o por particulares. En todo caso, el Estado mantendrá la regulación, el control y la vigilancia de dichos servicios. Si por razones de soberanía o de interés social, el Estado, mediante ley aprobada por la mayoría de los miembros de una y otra cámara, por iniciativa del Gobierno decide reservarse determinadas actividades estratégicas o servicios públicos, deberá indemnizar previa y plenamente a las personas que en virtud de dicha Ley, queden privadas del ejercicio de una actividad lícita".

4. Artículo 366: "El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable.

Para tales efectos, en los planes y presupuesto de la Nación y de las entidades territoriales, el gasto público social tendrá prioridad sobre cualquier otra asignación".

5. Artículo 367: "La Ley fijará las competencias y responsabilidades relativas a la prestación de los servicios públicos domiciliarios, su cobertura, calidad y financiación, y el régimen tarifario que tendrá en cuenta además de los criterios de costos, los de solidaridad y redistribución de ingresos. Los servicios públicos domiciliarios se prestarán directamente por cada municipio cuando las características técnicas y económicas del servicio y las conveniencias

generales lo permitan y aconsejen, y los departamentos cumplirán funciones de apoyo y coordinación. La ley determinará las entidades competentes para fijar las tarifas".

6. Artículo 368: "La Nación, los departamentos, los distritos, los municipios y las entidades descentralizadas podrán conceder subsidios, en sus respectivos presupuestos, para que las personas de menores ingresos puedan pagar las tarifas de los servicios públicos domiciliarios que cubran sus necesidades básicas".

7. Artículo 369: "La Ley determinará los deberes y derechos de los usuarios, el régimen de su protección y sus formas de participación en la gestión y fiscalización de las empresas estatales que presten el servicio. Igualmente, definirá la participación de los municipios o de sus representantes, en las entidades y empresas que les presten servicios públicos domiciliarios".

8. Artículo 370: "Corresponde al Presidente de la República señalar, con sujeción a la Ley, las políticas generales de administración y control de eficiencia de los servicios públicos domiciliarios y ejercer por medio de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, el control, la inspección y vigilancia de las entidades que los presten.

La finalidad de los anteriores fundamentos constitucionales, se condensa y se traduce de manera formal en los siguientes principios:

1. Finalidad social del Estado. La prestación de los servicios públicos es un eje del Estado porque es un factor de ordenamiento de la vida ciudadana, de desarrollo social y de eficiencia del gasto público.

2. Libre empresa. El Estado tiene el deber de asegurar la prestación eficiente de los SPD, pero no es necesario que tal prestación la hagan directamente las comunidades organizadas y los particulares tengan opciones preferentes para desempeñarse como prestadores. Este principio rompe el monopolio estatal con el fin de alcanzar mayores niveles de cobertura y de eficiencia, y crean unas condiciones económicas de competitividad.

3. Regulación, control y vigilancia estatal. El Estado mantiene las facultades de regulación, control y vigilancia de los SPD creando la CREG, la CRA y la CRT, adscritas respectivamente a los Ministerios de Minas y Energía, de Desarrollo Económico y de Comunicaciones. Así como la SSPDD que actuará como máximo ente fiscalizador de la gestión de los prestadores estatales, mixtos y privados.

4. Coordinación, concurrencia y subsidiaridad. Se ratifican los principios básicos de la descentralización administrativa, asignando competencias a la Nación y a las entidades territoriales, exhortándolas a apoyar técnica, financiera y económicamente a las entidades prestadoras de los servicios, y a asumir su prestación directamente cuando no haya interesados en hacerla. Igualmente, establece la posibilidad de subsidiar las necesidades básicas en materia de servicios, a aquellos segmentos de la población de menores ingresos.

5. Participación de los usuarios. El cumplimiento de los deberes como usuario, el respeto de sus derechos como tal y el papel participativo y fiscalizador ante la gestión de las empresas estatales prestadoras de servicios, destacan la importancia del individuo como depositario de la finalidad social del Estado".

Los artículos y principios expuestos anteriormente plantean que los servicios públicos ya no son un monopolio estatal, por lo cual el Estado regulará, controlará y vigilará la entrada de otras empresas al sector que se constituyan en competencia para las que ya se encuentran establecidas, adquiriendo la obligación de promover la productividad, la competitividad y el desarrollo armónico, es decir que la libertad de empresa se obstruye debido a las grandes inversiones que deberían asumir las nuevas empresas en relación con el mercado que tendría que compartir con otras firmas – las grandes inversiones, aún en un escenario sin regulación, son una barrera a la entrada dando a entender que no es un problema de la regulación –; esto unido a la presencia de economías a escala, conduciría a ineficiencias (Muñoz, 2019).

Capítulo 3. Informe del cumplimiento del trabajo.

3.1 Recopilación de la información y los parámetros técnicos de la red en estudio mediante la documentación existente y visitas de campo para la creación de la base de datos indispensables y su empleo en el software EPANET.

3.1.1 Delimitar la zona de estudio. Para tener un alcance del proyecto, se delimitó el área objeto de estudio y sus componentes, con el fin de familiarizarse con la red, por tanto, la zona de estudio es la línea matriz del acueducto de Ocaña, incluyendo los tanques principales de Buenavista bajo, el llanito, Cristo Rey y Adamiuaín, y las tuberías que conectan a dichos tanques entre sí, las cuales poseen diámetros desde 10” hasta 20” de diámetro nominal en diferentes materiales.

3.1.2 Establecimiento de los puntos donde se va a tomó la información con el personal del área. Dado que no se cuenta con toda la información disponible en un documento, se hicieron visitas de campo a los sitios relevantes en donde es posible tomar la información requerida, dicha labor se realizó con el personal del área operativa, pues son quienes tienen el conocimiento de la disposición, ubicación y funcionamiento de la red teniendo en cuenta planos y catastros existentes, Para tomar la información necesaria se establecieron los tanques principales de la red de distribución Buena vista bajo, El llanito, Cristo Rey y Adamiuaín.



Figura 3 Tanque Buenavista.



Figura 4 Planta de tratamiento el llanito



Figura 5 Planta de tratamiento Adamiuain.



Figura 6 Tanque de Cristo rey.

3.1.3 Diseño de formato para los datos obtenidos. Al momento de hacer las respectivas visitas de campo, se hizo necesario diseñar varios formatos, según la necesidad, con el fin de registrar las mediciones y observaciones obtenidas en campo para así tener un documento físico y con el fin de ingresar la información a una base de datos, de manera que pueda ser usada o actualizada de manera ágil según las necesidades de la empresa, para tal efecto se diseñó un formato en Excel en donde se indicó la información obtenida en campo. (Ver anexo 1)

3.1.4 Recolección de la información de los catastros de redes existentes. Con el fin de obtener la mayor cantidad de información confiable de los parámetros de la red, se recurrió a la base de datos con la que cuenta la empresa, en donde se pueden conseguir archivos como planos, catastros de redes y de válvulas o documentos de estudios realizados anteriormente con el propósito de tener una idea más acertada de los datos del proyecto y su posterior utilización en el desarrollo del mismo. Los archivos recolectados fueron; “plano de catastro de válvulas Ocaña”: plano realizado en el software Autocad, en el cual se contempla la distribución de la ciudad de Ocaña, la ubicación de la red de distribución y sus componentes como lo son los tanques de distribución, válvulas del sistema y tuberías con sus respectivos diámetros y materiales. Fuente: control interno ver anexo 2

- “Informe topográfico” ”: en este informe se obtuvieron los datos de las cotas superiores de los tanques en estudio como lo son los tanques de Buenavista, el llanito, Cristo Rey y Adamiuain. Ver anexo 3

3.1.5 Realización de visitas de campo para toma de datos. Se realizó la inspección visual de los elementos de la red a los cuales se tiene acceso por medio de visitas de campo, con la intención de verificar su funcionamiento, su estado, y tomar las medidas u observaciones que no se tenían registradas y que son de gran importancia para el avance del proyecto.

Para lo anterior se realizó la visita a los tanques que se incluyen en el proyecto como lo son los tanques de Buenavista, Cristo rey, El llanito y Adamiuaín y se tomaron las medidas de sus dimensiones con la ayuda del operario de turno y una cinta métrica, en caso de que fuera posible el acceso al fondo de cada tanque.



Figura 7 Medición altura del tanque



Figura 8 Medición del área de los tanques

3.1.6 Establecimiento de los datos obtenidos en el respectivo formato. Seguidamente de haber tomado las mediciones y observaciones logradas en las inspecciones y visitas de campo, se prosigue con el registro de los datos en el formato diseñado previamente para tal fin, produciendo un documento físico que respalde lo obtenido y que posteriormente se llevará a la base de datos de la empresa, de tal forma que la información esté disponible en cualquier momento tanto para la empresa, para el desarrollo del proyecto o para quien la pretenda en determinado momento, en este caso se registraron los datos obtenidos al medir las longitudes de los tanques. Ver anexo 4

3.2 Aplicación de las herramientas de diseño y análisis de redes hidráulicas que ofrece el software EPANET para lograr simulaciones del comportamiento de la red en estudio.

3.2.1 estudiar el software EPANET. Es un software de computación de dominio común que realiza simulaciones en régimen permanente y periodo extendido del comportamiento hidráulico y de la calidad de agua en redes de distribución a presión, para la realización del modelo es necesario disponer de la topología precisa y completa de la red.

Una red de distribución se compone de nudos y líneas, las cuales se conforman de la siguiente manera.

Nudos:

- **Conexiones:** Representan un elemento físico donde se unen las líneas o que también sirven como un punto hidráulico de inyección o extracción del fluido en la red.

Información mínima requerida:

Cota: altura en metros del terreno con respecto a una referencia.

Coordenadas X y Y: localización horizontal y vertical de la conexión en el plano en metros.

Demanda de agua: conexiones con consumo de la red expresado en valores de caudal, el valor es 0 si se trata de accesorio de unión.

Resultados obtenidos:

Altura total: es la altura o nivel piezométrico.

Presión: es la cabeza de presión.

- Tanques: son elementos físicos con capacidad de almacenamiento que puede variar con el tiempo y que suministran fluido a una red.

Información mínima requerida:

Cota: es la elevación o altura en metros del fondo del tanque respecto a una referencia.

Diámetro: es el diámetro del tanque de almacenamiento expresado en metros.

Nivel inicial: altura piezométrica dentro del tanque al momento de iniciar la simulación.

Nivel mínimo: nivel mínimo de operación del tanque medido en metros respecto a la cota solera, el depósito no aportará caudal a la red al llegar a este valor.

Nivel máximo: nivel máximo de operación del tanque medido en metros respecto a la cota solera, el depósito detendrá consumo de caudal al llegar a este valor.

- Embalses: son nudos que simulan ríos, lagos, océanos, pozos, acuíferos subterráneos y que se caracterizan por ser una fuente infinita, manteniendo su cota piezométrica constante a través del tiempo obteniendo así una energía constante durante el periodo de análisis.

Líneas:

- Tuberías: son elementos que permiten el transporte del fluido de un punto con mayor carga hidráulica hacia otro con menor carga hidráulica.

Información mínima requerida:

Diámetro: es el diámetro útil de la tubería expresado en milímetros.

Longitud: longitud real del tramo de tubería indicado en metros.

Coefficiente de rugosidad: depende del material usado en la tubería y de la metodología usada para el cálculo de pérdidas de energía.

Resultados obtenidos:

Caudal: es el volumen por unidad de tiempo que circula por ese tramo de tubería.

Velocidad: es la distancia que recorre una partícula de fluido en un tiempo determinado.

Pérdidas: es la pendiente de la línea de energía o gradiente hidráulico.

Factor de fricción: parámetro adimensional usado para calcular la pérdida de carga en una tubería debido a su fricción.

- Válvulas: son líneas usadas para controlar el caudal o la presión en puntos determinados de la red.

Información requerida:

Nudo de inicio y fin: muestra el punto de partida y de llegada respectivamente de la válvula en estudio.

Diámetro: valor del diámetro útil de la válvula a usar en el modelo.

Tipo: permite seleccionar el tipo de válvula según la necesidad de la red.

Consigna: parámetro requerido para describir el funcionamiento de la válvula.

- Bombas: son elementos que adicionan energía a un fluido con el fin de transportarlo de un punto 1 a un punto 2, venciendo las pérdidas de energía presentes y la diferencia de altura topográfica.
- Ventajas de usar el software Epanet:
 - El tamaño de la red a analizar no tiene límite.
 - Calcula las perdidas por fricción en tuberías.
 - Modeliza diferentes tipos de válvulas y bombas.
 - Permite el almacenamiento de agua en tanques con cualquier tipo de geometría.
 - Epanet utiliza para su desarrollo el algoritmo del gradiente.
 - Es un programa de computación de dominio común para sistemas operativos Windows.

3.2.2 Conocer las fórmulas matemáticas usadas por el software. Con el fin de conocer más a fondo el funcionamiento del software, se hace necesario investigar las ecuaciones y procesos con las que este resuelve las solicitudes requeridas y así se comprendió el valor de los datos obtenidos. Las ecuaciones con las que EPANET realiza las simulaciones son las siguientes:

- Ecuaciones de pérdida de carga debido a la rugosidad

Método de Hazen-Williams:

$$HL = 4.727 * L * \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * d^{4.871}}$$

Donde: HL= perdidas en unidad de longitud.

L= longitud de la tubería en unidades de longitud.

C= coeficiente de rugosidad de Hazen.

Q= caudal en unidades de caudal.

d= diámetro de la tubería en unidades de longitud.

Método de Darcy-Weisbach:

$$HL = f * \frac{l}{d} * \frac{v^2}{2g}$$

Donde: HL= pérdidas en unidad de longitud.

f= factor de fricción, adimensional.

l= longitud de la tubería en unidades de longitud.

d= diámetro de la tubería en unidades de longitud.

v= velocidad del caudal.

g= aceleración de la gravedad.

Método de Chezy-Manning:

$$HL = 4.66 * n^2 * l * \frac{Q^2}{d^{5.33}}$$

Donde: HL= perdidas en unidad de longitud.

n= coeficiente de rugosidad de Manning.

d= diámetro de la tubería en unidades de longitud.

Q= caudal en unidades de caudal.

- Caudal:

$$Q = V * A$$

Donde: Q= caudal.

V= velocidad del tramo.

A= área de la tubería.

- Área de la tubería.

$$A = \frac{\pi * d^2}{4}$$

Donde: A= área de la tubería.

d= diámetro de la tubería.

- Ecuación de continuidad:

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 * V_1 = A_2 * V_2$$

$$\frac{\pi * d_1^2}{4} * V_1 = \frac{\pi * d_2^2}{4} * V_2$$

Donde: Q1 y Q2: caudales.

A1 y A2: áreas de las tuberías.

V1 y V2: velocidades de los caudales.

d1 y d2: diámetros de las tuberías.

- Velocidad del caudal.

$$V = \frac{Q}{A}$$

Donde: Q= caudal.

A= área de la tubería.

- Altura total:

$$Altura\ total = Z_i + P_i$$

Donde: Z_i= cota topográfica de la conexión i.

P_i= cabeza de presión de la conexión i.

- Presión:

$$P_i = altura\ total - Z_i$$

Donde: P_i= cabeza de presión en la conexión i.

Z_i= cota topográfica de la conexión i.

- Pérdida unitaria:

$$SF = \frac{HF}{L}$$

Donde: SF= pérdida unitaria (slope friction)

HF= pérdida de energía por fricción (headloss friction)

L= longitud de la tubería.

- Pérdidas menores:

$$HM = \frac{V^2}{2g}$$

Donde: HM: pérdidas menores

V= velocidad del tramo

g= aceleración de la gravedad.

- Factor de fricción:

Para régimen laminar:

$$f = \frac{64}{Re}$$

Donde: f= factor de fricción.

Re=número de Reynolds <2300

Para régimen turbulento:

$$f = \frac{0.25}{\left[\log_{10} \left(\frac{e/d}{3.7} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

Donde: f= factor de fricción.

e= coeficiente de rugosidad

d= diámetro de la tubería.

Re= número de Reynolds.

- Longitud de tuberías:

$$l = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

Donde: l= longitud de la tubería

xi y xj: coordenadas horizontales de los nudos i e j.

3.2.3 Definir los procedimientos de cálculo: para Epanet, basta con seleccionar en los valores por defecto la metodología de la ecuación de pérdidas de carga, las unidades del sistema y el tipo de fluido. Se eligieron los siguientes parámetros:

- Ecuación de pérdidas de carga debido a fricción: se asume la ecuación de Darcy-Weisbach como la fórmula para pérdidas de energía generadas por la longitud del tramo de tubería, por tanto se asume que el coeficiente de rugosidad se expresará en milímetros (mm), usando las demás variables con un conjunto coherente de unidades.
- Unidades del sistema: únicamente es necesario indicar las unidades del caudal, en este caso litros/segundo (L/s), para que Epanet asuma de manera automática el sistema internacional de medidas para los demás parámetros, haciendo de esta manera coherente las unidades del sistema. Las unidades de los demás parámetros se indican a continuación.

Tabla 5 Parámetros de Simulación

Elemento	Parámetro	Unidad	Símbolo
Tuberías	Caudal	Litros por segundo	L/s
	Longitud	Metros	m
	Diámetro	milímetros	mm
	Rugosidad	milímetros	mm
	velocidad	metros por segundo	m/s
	Pérdida unitaria	metros por kilometro	m/km
	Factor de fricción	adimensional	f
nudos	cota	metros	m
	demanda base	Litros por segundo	L/s
	altura	metros	m
	presión	metros	m

Fuente. Autor del proyecto

- Para brindarle a la red un mejor escenario de simulación, es conveniente incluir es las características de las tuberías el respectivo coeficiente de rugosidad, el cual ya está determinado según el material de dicha tubería.

Tabla 6 Coeficiente de Rugosidad de las tuberías

Material	Abreviatura	Coeficiente de rugosidad (mm)
Policloruro de vinilo	PVC	0.0015
Asbesto cemento	AC	0.03
Hierro fundido	HF	0.12

Fuente. Autor del proyecto

3.2.4 Ejecución de la modelación en el software EPANET. Para poder ejecutar la modelación de la red en estudio, es necesario graficar los elementos de esta misma, tales como lo son, para este caso, los tanques de almacenamiento y distribución, los nudos o conexiones, válvulas y las tuberías así como sus respectivas características y dimensiones, con el fin de tener un resultado con mayor grado de exactitud. Se ejecutó el software con los datos de campo y las características de los elementos del sistema, arrojando la modelación siguiente: ver anexo 5.

3.3. Análisis del funcionamiento del tramo de la red de acueducto hasta 10” por medio de los resultados generados por el software EPANET para la generación de detalles de la actualidad del servicio prestado.

3.3.1 Interpretar los resultados generados por el software. Luego de haber generado el montaje gráfico de la red de distribución que incluye los tanques principales, las tuberías con diámetros entre 10 y 20 pulgadas, se procede con la debida simulación, así como la visualización de los resultados generados por Epanet. Este software nos ofrece una variedad de formas para mostrar los datos producto de la ejecución, tal como lo son tablas, análisis gráficos, vistos en el plano e informes especiales. Para este caso se tuvieron en cuenta los resultados de los parámetros que nos sirven para hacer un análisis y a su vez generar tablas en donde podemos ver la información de cada uno de los elementos de la red. Ver anexo 6

3.3.2 Comprobación del funcionamiento de la red. Para generar una calibración de la red, se hizo necesario contar con información precisa, basada en datos estadísticos, resultados obtenidos de los diferentes sistemas de medición o de tareas de visualización en campo, de tal manera que nos sirvan como base para poder hacer un análisis comparativo de la red y los resultados obtenidos en el software EPANET, en el caso de estudio no se contó con esta información, pues los elementos de medición de caudal o de presiones no se encuentran en la empresa.

3.3.3 Precisión del funcionamiento de la red según los parámetros técnicos vigentes. Se tuvo en cuenta las disposiciones que se exigen en las normativas vigentes como lo son el capítulo B del RAS 2000 y la resolución 0330 de 2017 (nuevo RAS), para el campo de sistemas de redes de distribución de agua, principalmente lo indicado para los procesos de diseño y operación, así como parámetros mínimos de medición de sus componentes, y se obtuvieron los valores de los parámetros que se observan en la siguiente tabla, los cuales nos dieron un indicio del correcto funcionamiento de la red. Ver anexo 7.

3.3.4 Datos estadísticos de la red. Con el fin de tener datos que nos brinden el acceso a un conocimiento preciso y concreto, obtenemos la siguiente tabla con la que podemos observar en términos percentiles la distribución de los diferentes materiales usados en las tuberías del sistema de acueducto independiente de la ubicación de las mismas.

Tabla 7 Longitud por Material

LONGITUD POR MATERIAL		
MATERIAL	LONGITUD (M)	LONGITUD (km)
PVC	11501.69	11.50
AC	5643.71	5.64
HF	653.94	0.65
LONGITUD TOTAL	17799.34	17.80

3.4 Evaluación de un Poster basado en los resultados del modelamiento para la formulación del diagnóstico, problemáticas e implementación de medidas de carácter técnico de la red en estudio.

3.4.1 Socialización las conclusiones obtenidas en el proyecto. Se dio conocer a la empresa y al área interesada la finalización del proceso de pasantías, para el cual se realizó una reunión que contó con la presencia del jefe de área operativa, jefe de planeación, jefe de control interno y representante de la junta directiva, para dar a conocer el proceso, resultados, conclusiones y las sugerencias para la continuación del montaje de la red y las recomendaciones puntuales para el mejoramiento de la red de acueducto en el tramo estudiado.



Figura 9 Socialización en la Empresa.

3.4.2 Señalación de los parámetros más importantes de modelación del caso de estudio. Teniendo en cuenta que es una red existente, para hacer un análisis de calidad, se hizo necesario contar con toda la información detallada y de manera precisa, pues cualquier valor errado puede cambiar los resultados entregados.

3.4.3 Identificación de los tramos críticos de la red. Para tener un dimensionamiento real de la situación actual del comportamiento hidráulico de la red en estudio, fue necesario hacer una calibración de dicho sistema de acueducto comparando los valores arrojados por el software con los observados en el campo por medio de instrumentos de medición, para el caso analizado no se puede realizar el análisis en mención pues la empresa no cuenta con los elementos requeridos para obtener los parámetros de la red.

3.4.4 Plasmar en un documento el proceso de montaje de la red en estudio. Se generó una guía en la cual se incluye las generalidades del software, su interfaz y los elementos que lo conforman, así como la manera de generar y leer los resultados obtenidos, además se indicó el proceso del montaje y análisis de la red en estudio con el fin de orientar a quien quiera continuar con el ensamble de los demás diámetros de la red o simplemente quiera conocer y usar EPANET. ver anexo 8

3.4.5 Indicación de los ajustes necesarios a la red: se indicaron los ajustes o cambios mínimos requeridos para que la red mejore su capacidad de funcionamiento hidráulico y por tanto obtener un mejor servicio para la comunidad. Los cambios requeridos son la sustitución de tuberías antiguas y de materiales que sean propensos a aumentar su coeficiente de rugosidad, así como los que por sus características, prevean un aumento significativo del coeficiente de rugosidad, cambiándolos por materiales de mejor capacidad hidráulica como lo es el PVC, actualmente se encuentran en labores de cambio de 325 metros lineales de asbesto cemento.



Fotografía 1 Sustitución de 325 m. lineales en tubería PVC

3.4.6 Elaboración del Poster. Se hizo un poster en el que se detallan las actividades realizadas a lo largo del proceso de las pasantías, incluyendo las respectivas conclusiones y los resultados obtenidos, así como la metodología empleada en el desarrollo de la pasantía. El poster se presentó en el VI encuentro internacional de innovación tecnológica, realizado en la universidad Francisco de Paula Santander de Ocaña, en donde se expuso a la comunidad universitaria y asistentes particulares, dicho evento involucró poster de las demás escuelas de la facultad de ingenierías. Ver anexo 13


UNIVERSIDAD FRANCISCO DE
PAULA SANTANDER
OCAÑA
NIT 800163130-0

Recibo Oficial de Caja # 211379
 Fecha Registro: 27/09/19 Hora 11:29
 Fecha Ingreso: 27/09/19
 Recibí de: Rozo Contreras Daniel Eduard
 Documento: 171957
 Elaboró: Lucy Stella Velasquez Ovallos

C Concepto	Valor
1 Congresos	\$ 10.000

Total: \$ 10.000

Firma y Sellado



www.ufpso.edu.co

Figura 10 Inscripción VI Encuentro de innovación y tecnología

3.5 Actividades complementarias.

3.5.1 Tabla de patrón de consumos. Se elaboró una curva de patrón de consumo, basándose en datos de una ciudad típica y con costumbres similares a la ciudad de Ocaña, con el fin de poder hacer simulaciones en periodo extendido del comportamiento hidráulico, haciendo variaciones del consumo de agua en un día en periodos de 24 horas. Ver anexo 9

3.5.2 Diseño para optimizar el sistema. Se elaboraron algunas propuestas de diseño en las cuales se hizo la sustitución de la tubería saliente del tanque de Buenavista, cuyo material es asbesto cemento, por tubería de diferentes diámetros en material PVC, haciendo el análisis en unión platino y biaxial, con la intención de observa cual nos produce un caudal deseado a futuro, mejorando así la capacidad hidráulica del sistema. Se realizaron un total de 9 diseños, en donde se escogió el diámetro de 20 pulgadas en PVC unión platino. Ver anexo 10 y anexo 11

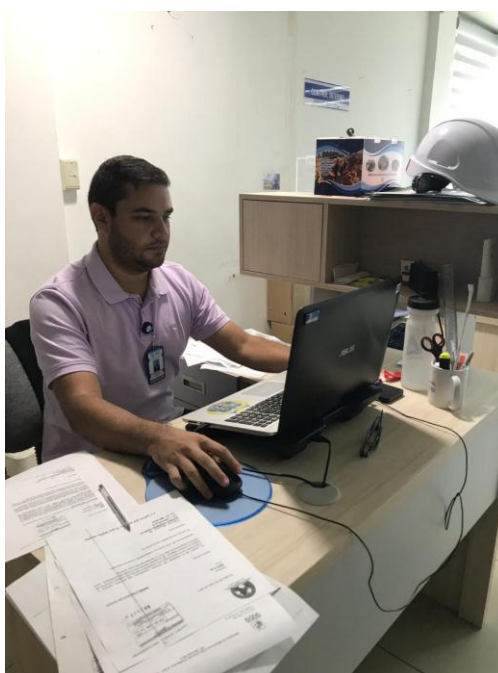


Figura 11 Trabajo de oficina empresa ESPO S.A.

3.5.3 Demanda actual de la red. Con la finalidad de obtener un valor del caudal promedio diario consumido en el sistema de acueducto, se efectuó una tabla en donde, con base al número de suscriptores se proyecta un estimado de los usuarios de la red y por tanto la cantidad demandada de agua en términos de litro por segundo. Ver anexo 12

Capítulo 4. Diagnostico final.

Actualmente la empresa ESPO S.A “E.S.P” cuenta con los resultados obtenidos de la modelación en el software EPANET de la línea matriz del acueducto de Ocaña, con los cuales puede continuar con el proceso del montaje de la totalidad de la red y así generar un diagnóstico más detallado del funcionamiento de dicho sistema, cumpliendo además con lo propuesto por la normativa de diseño, operación y mantenimiento de sistemas de acueductos para Colombia; se dejan además indicadas una serie de recomendaciones en las que sobresalen la instalación de elementos de medición de presión y de caudal en determinados puntos de la red, con el fin de obtener el registro de datos que le generen a la empresa un mayor control en las cantidades de agua demandadas, vigilando las posibles pérdidas por fugas o por contrabando del fluido igualmente mejorando las condiciones de presiones de la red con el fin de evitar la mayor cantidad de daños posibles en la misma.

Cabe resaltar que gracias a los diseños planteados en las actividades planteadas en las pasantías, la empresa tomó la decisión de cambiar 325 metros lineales de tubería de asbesto cemento de 25 años de antigüedad y de diámetro nominal de 18 pulgadas, por tubería de 20 pulgadas de diámetro en material PVC; estos cambios se ejecutan actualmente en el ramo comprendido entre los barrios la Coruña y los almendros de la ciudad de Ocaña, quedando pendiente la sustitución de 1413 metros lineales de tubería.

Estos trabajos se realizan con la intención de mejorar la capacidad hidráulica del sistema, aumentando el caudal en aproximadamente 70 litros por segundo para un periodo de diseño de 25 años y con la cantidad de población que existirá en ese entonces, con estos cambios de tubería también se mejora la calidad del servicio en aspectos de la calidad, puesto que la tubería de PVC posee mejores características para el transporte del líquido, manteniendo las características y especificaciones requeridas para que el agua sea apta para el consumo humano.

Capítulo 5. Conclusiones.

Se realizó el montaje de la red de acueducto de Ocaña, incluyendo los tanques de distribución principales y las tuberías comprendidas entre ellos, usando los datos suministrados por la empresa y las visitas de campo realizadas, dicha información se obtuvo de manera parcial, lo cual no nos permite generar un análisis completo de la red indicada.

Se generó un análisis de algunos parámetros del sistema con la ayuda de los resultados que EPANET entrega por medio de sus diferentes tablas y de la normativa vigente en Colombia para el diseño y operación de redes de acueducto, adicionalmente se obtuvieron valores de caudal cercanos a los teóricos conocidos, con lo cual se puede deducir que la simulación del sistema es cercana a la realidad de la misma.

Se originó el catastro de las redes de tuberías y los demás elementos que conforman la red, en el que se indican cada una de las propiedades de cada elemento, lo cual es de gran importancia para la empresa, pues se tiene un conocimiento más preciso del sistema de acueducto y sirve de base para la toma de decisiones al momento de analizar cambios para su mejoramiento en el futuro.

Con la intención de mejorar el servicio prestado por la empresa, se hizo la propuesta del cambio de tubería de asbesto cemento por tubería de PVC, realizando y analizando varios diseños para una población futura.

A pesar de tener un modelamiento de la red, no fue posible realizar el proceso de calibración de la misma, pues en la actualidad, el sistema no cuenta con instrumentos de medición que nos permitan comparar los resultados obtenidos en EPANET con los visualizados en campo, dicha calibración debe generarse para identificar los tramos en donde se hace necesario tomar medidas que mejoren el servicio prestado.

Gracias a los resultados obtenidos en datos estadísticos de la composición de las tuberías de la red, podemos inferir que el material predominante es el PVC en un 64.62%, y el restante en materiales como hierro fundido y asbesto cemento, donde se observa que existe un 35.38% de materiales que por sus características no son los más apropiados para el comportamiento hidráulico y de calidad del agua del sistema en estudio.

Recomendaciones.

Continuar con el proceso de montaje y simulación de la red incluyendo diámetros menores y los demás elementos del sistema con el fin de generar una mayor realidad de la misma, hasta llegar a la totalidad del modelamiento y así, de esta forma, cumplir con los artículos 57 y 91 de la resolución 0330 de 2017.

Contemplar sitios de salida para la medición de caudales y de presiones en la red que pueden ser de uso permanente o de uso intermitente.

Instalar instrumentos de medición de caudales provistos de sistemas de telemetría, ubicados a la salida de los tanques de distribución de la red en estudio, con la intención de cumplir con lo redactado en el artículo 73 de la resolución 0330 de 2017. Se aceptan como macromedidores: caudalímetros electromagnéticos, caudalímetros ultrasónicos, placas de orificio y sistemas Venturi.

Instalar en la red de distribución equipos que tengan la facultad de tomar y almacenar mínimo 50.000 datos de presiones al mes y así lograr lo propuesto en el artículo 74 de la resolución 0330 de 2017.

Con la ayuda de los datos obtenidos de medición de caudal es posible realizar la curva de consumo de agua en Ocaña, sus patrones de consumo horario y los factores de multiplicación de

la demanda K1y K2, con el fin de lograr lo pedido en el artículo 90 de la resolución 0330 de 2017.

Rescatar e integrar a este proceso de los resultados de pasantías anteriores y que se puedan considerar importantes para la continuación de este proyecto.

Teniendo todo lo anterior sí es posible realizar una calibración real de la red de distribución y generar así los cambios necesarios para su mejoramiento, su diseño de planes futuros de expansión o alguna de las necesidades requeridas de quien esté a cargo de determinado proyecto.

Apéndice.

Apéndice A. Tabla de Propiedades de los Tanques

Apéndice B. Plano de Catastro de Válvulas

Apéndice C. Informe Topográfico

Apéndice D. Propiedades de los Tanques

Apéndice E. Modelación del Acueducto de Ocaña

Apéndice F. Inventario de la Red.

Apéndice G. Resultados de la Red.

Apéndice H. Montaje de la Red

Apéndice I. Patrón de Consumos

Apéndice J. Diseño propuesto

Apéndice K. Datos Diseño propuesto

Apéndice L. Demanda por Usuarios

Apéndice M. Poster VI Encuentro Internacional de Innovación Tecnológica

Referencias

- Aguamarket. (20 de 09 de 2019). www.aguamarket.com.
- Civil, T. d. (20 de 09 de 2019). www.ingenieriaciviltutorailaldia.com.
- E.S.P.O. S.A. "E.S.P". (Enero de 2018). Estructura Organizacional. Obtenido de <http://www.espo.com.co/estructura-organizacional/>: <http://www.espo.com.co/estructura-organizacional/>
- ESPO S.A. "E.S.P", E. (2018). ESPO S.A. Obtenido de Empresa de Servicios Públicos de Ocaña ESPO S.A. "E.S.P": <http://www.espo.com.co>
- Iglesias, M. S. (Diseño). Diseño, construcción y Explotación de Obras Hidráulicas.
- Jaeyeok, Y. (20 de 09 de 2019). [wordpress](http://wordpress.com).
- Larousse. (2009). Diccionario enciclopédico Vox 1.
- Muñoz, R. A. (20 de 09 de 2019). Enciclopedia Virtual. Obtenido de www.eumed.net.
- Perez, L. R. (20 de 09 de 2019). Agua y sostenimiento sostenible. Obtenido de www.Agua y sostenimiento sostenible.com.
- Ramirez Rincon, R. C. (2015). REALIZACIÓN DEL CATASTRO DE LAS REDES PRINCIPALES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LAS ZONAS DE ESTUDIO 6, 7, 8, 9 Y 10 DEL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE OCAÑA (NORTE DE SANTANDER). Ocaña, Norte de Santander, Colombia.
- Yepez, M. O. (s.f.). Cálculo del coeficiente de rugosidad. UC.