

**PRÁCTICA EMPRESARIAL COMO AUXILIAR DE DISEÑO HIDROSANITARIO
APLICANDO EL SOFTWARE CYPECAD 2015**

CHRISTIAN JULIAN TORRES PRADA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2016**

**PRÁCTICA EMPRESARIAL COMO AUXILIAR DE DISEÑO HIDROSANITARIO
APLICANDO EL SOFTWARE CYPECAD 2015**

CHRISTIAN JULIAN TORRES PRADA

**Trabajo de Grado en la modalidad de práctica empresarial para optar al título
de Ingeniero Civil**

Director

ANDRÉS ALMEYDA ORTIZ

Ingeniero Civil, MS.c

Tutor

ABEDULIO CAMARGO BENÍTEZ

Ingeniero Civil

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2016

A mis padres Juan Carlos Torres Galvis y María Cristina Prada Escobar por darme su amor y apoyo incondicional en todo momento, también por su gran esfuerzo que me permite alcanzar esta meta.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Industrial de Santander y en especial a la Escuela de Ingeniería Civil, la cual por medio de su personal docente me guio hasta alcanzar este logro.

A mi director Andrés Almeyda Ortiz, quien siempre oriento mi trabajo.

A Abedulio Camargo Benitez por brindarme la oportunidad de hacer parte de este grandioso proyecto y además por su dedicación durante el desarrollo de la práctica.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. OBJETIVOS	16
1.1 OBJETIVO GENERAL	16
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	16
2. INFORMACIÓN CORPORATIVA	17
2.1 MISION	18
2.2 VISION.....	18
2.3 OBJETIVO SOCIAL	18
2.4 TIPO DE SERVICIOS	19
2.5 TIPO DE SERVICIOS	19
2.6 CLIENTES	20
3. MARCO CONCEPTUAL.....	21
3.1 DISEÑO HIDRAULICO	21
3.1.1 Modelos de configuración del diseño hidráulico.....	21
3.1.2 Componentes de diseño hidráulico	22

3.1.2.1 Tanque de almacenamiento y acometida	22
3.1.2.2 Tubería de agua potable	23
3.1.2.3 Aparatos de suministro	24
3.1.2.4 Sistema de abastecimiento por presión	25
3.1.2.5 Medidor	27
3.1.2.6 Montantes o Ramales	27
3.1.2.7.1 Accesorios para impulsión	27
3.1.2.7.2 Accesorios para succión	29
3.2 COMPONENTES DE DISEÑO SANITARIO	30
3.2.1 Componentes básicos	31
3.2.2 Accesorios	31
4. METODOLOGIAS DE DISEÑO.....	33
4.1 METODOLOGIA TRADICIONAL	33
4.1.1 Diseño hidráulico	33
4.2 MÉTODO CYPECAD 2015.....	37
4.2.1 Diseño hidráulico CYPECAD 2015	38
4.2.2 Diseño sanitario CYPECAD 2015	41
5. ESQUEMA COMPARATIVO MÉTODO MANUAL Y USO CYPECAD MEP (MECHANICAL- ELECTRICAL- PLUMBING) 2015.....	43

6. CONCLUSIONES.....	50
7. RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFIA.....	52

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Diámetros comerciales para tubería agua fría	24
Tabla 2. Diámetros comerciales para tubería de agua caliente	24
Tabla 3. Velocidad máxima aceptable en la tubería de succión, según el diámetro	30
Tabla 4. Diámetros comerciales para tubería de aguas sanitarias	31

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Logo Construingenieria Ltda.....	17
Figura 2. Parte trasera casa tipo conjunto Madeira Ruitoque Condominio	44
Figura 3. Parte posterior casa tipo conjunto Madeira Ruitoque Condominio	44

RESUMEN

TITULO: PRÁCTICA EMPRESARIAL COMO AUXILIAR DE DISEÑO HIDROSANITARIO APLICANDO EL SOFTWARE CYPECAD 2015*

AUTOR: CHRISTIAN JULIAN TORRES PRADA**

PALABRAS CLAVE: Diseño hidrosanitario, CYPECAD 2015, software, modelamiento hidrosanitario.

DESCRIPCIÓN:

En las últimas décadas el diseño hidrosanitario se ha consolidado como un área de gran importancia e incipiente crecimiento con alta demanda dentro la ingeniería civil. Así, se ha requerido una amplia destreza en optimización de los procedimientos y diseños con el fin proporcionar mayor eficiencia en los resultados y diseños finales, esto se ha facilitado gracias a la articulación de herramientas computacionales clave en la organización, modelamiento y cálculo de estructuras y redes; en este caso hidrosanitarias, tal es el caso de software como CYPECAD 2015, utilizado en la construcción de edificaciones y el diseño de redes hidrosanitarias.

El diseño hidrosanitario ha pasado de ser un área de poca importancia a una de las disciplinas en ingeniería en la cual se ha comenzado a tener mayor detalle y se le ha prestado mayor atención. En particular el área de ingeniería hidrosanitaria en Colombia se rige a partir de la “NTC 1500” (NORMA TECNICA COLOMBIANA – Código colombiano de fontanería), libros complementarios como “DISEÑO DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICACIONES” de Rafael Pérez Carmona”, entre otras. Paralelamente se ha innovado en la optimización de los diseños y procedimientos hidrosanitarios, tal es el caso del software CYPECAD con la extensión CYPECAD MEP (Mechanical- Electrical- Plumbing) mediante el cual se realiza el cálculo, dimensionamiento y comprobación de instalaciones de edificios en aspectos como: incendio, fontanería (agua caliente y agua fría), saneamiento (aguas pluviales y aguas negras).

Por otro lado la aplicación y manejo de dichos instrumentos debe estar bajo control de profesionales integrales que tengan un sólido conocimiento teórico y un ágil desempeño en campo, ahí es donde las prácticas empresariales adquieren importancia, confiriendo al estudiante buenas capacidades para complementar los conocimientos y las experiencias de campo forjando un perfil más completo y que provea mejor calidad en el desempeño profesional.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Andrés Almeyda Ortiz, Ingeniero Civil.

ABSTRACT

TITLE: INTERNSHIP AS AUXILIARY OF HYDROSANITARY DESIGN USING THE SOFTWARE CYPECAD 2015*

AUTHOR: CHRISTIAN JULIAN TORRES PRADA**

KEYWORDS: Hydro- sanitary design, CYPECAD 2015, software, hydro-sanitary modeling.

DESCRIPTION:

In the last decades the design hydro-sanitary has been consolidated as an area of great importance and incipient growth by discharge demands inside the civil engineering. This way, a wide skill has been needed in optimization of the procedures and designs by the purpose to provide major efficiency in the results and final designs, this has been facilitated thanks to the joint of computational key tools in the organization, modeling and calculation of structures and networks; in this case hydro-sanitary, such it is the case of software as CYPECAD 2015 used in the construction of buildings and the design of hydro-sanitary networks.

The hydro-sanitary design has gone from being an area of little importance to one of the disciplines in engineering which has begun to have more detail and has been paid more attention. In particular the area of plumbing engineering is governed Colombia from the "NTC 1500" (Colombian Technical Standard - Colombian Plumbing Code), supplementary books as "Design of plumbing and gas installations for buildings" of Rafael Perez Carmona "among other. In parallel there has been innovation in optimizing plumbing designs and procedures, as is the case with software CYPECAD CYPECAD MEP (Electrical- Mechanical- Plumbing) extension whereby the calculation, dimensioning and testing of building installation is carried out in areas as fire, plumbing (hot water and cold water), sanitation (rainwater and wastewater).

On the other hand the application and managing of the above mentioned instruments must be under control of integral professionals who have a solid theoretical knowledge and an agile performance in field, there it is where the managerial practices acquire importance, giving to the student good aptitudes to complement the knowledge and the field experiences forging a more complete profile and that provides better quality in the professional performance

* Degree Work

** Faculty of Physical-Mechanical Engineerings. Civil Engineering School. Director: Eng. M. Sc. Andrés Almeyda Ortiz.

INTRODUCCIÓN

El uso de software aplicado a la ingeniería ha tenido mayor acogida en los últimos años debido a las necesidades de realizar un mejor trabajo y en el menor tiempo posible. En diversas áreas de la ingeniería civil se ha evidenciado dicha aceptación a través del uso masivo de herramientas computacionales, en especial, aquellas que brindan un apoyo adicional en el diseño de estructuras y redes. Por otra parte la construcción en el área metropolitana de Bucaramanga (AMB) ha venido presentando un amplio crecimiento en cuanto a edificaciones de gran altura debido al déficit de espacio para construir. Por lo tanto se presenta una alta demanda de ingenieros especialistas en diseño hidrosanitario con énfasis en manejo de diferentes programas que permitan la optimización de los proyectos mejorando la calidad de los mismos.

Así mismo la formación integral articulando la academia con el ámbito laboral, se ha convertido en un factor importante en el perfil ingenieril, por lo tanto el siguiente informe refleja los aspectos más importantes de la práctica empresarial como auxiliar de diseño hidrosanitario en la empresa CONSTRUINGENIERIA LTDA; en la cual se llevaron a cabo distintos proyectos mediante el uso del software CYPECAD y simultáneamente se realizó el diseño tradicional con miras a realizar posteriores comparaciones que permitieran identificar fortalezas, debilidades y suministrar aportes de dicha experiencia al gremio de ingeniería hidrosanitaria en la ciudad.

En la actualidad el diseño hidrosanitario ha pasado de ser un área de poca importancia a una de las disciplinas en ingeniería en la cual se ha comenzado a tener mayor detalle y se le ha prestado mayor atención. En particular el área de ingeniería hidrosanitaria en Colombia se rige a partir de la “NTC 1500” (NORMA TECNICA COLOMBIANA – Código colombiano de fontanería), libros complementarios como “DISEÑO DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y DE

GAS PARA EDIFICACIONES” de Rafael Pérez Carmona y “NORMAS TÉCNICAS PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS CDMB”, entre otras. Paralelamente se ha innovado en la optimización de los diseños y procedimientos hidrosanitarios, tal es el caso del software CYPECAD con la extensión CYPECAD MEP (Mechanical-Electrical- Plumbing) mediante el cual se realiza el cálculo, dimensionamiento y comprobación de instalaciones de edificios en aspectos como: incendio, fontanería (agua caliente y agua fría), saneamiento (aguas pluviales y aguas negras), gas, iluminación, electricidad y telecomunicaciones.

De acuerdo a lo anterior el trabajo está estructurado en tres partes principales; la primera corresponde a un acercamiento conceptual acerca de los componentes básicos de diseño hidrosanitario así como las metodologías de diseño tradicionales y el método de CYPECAD 2015. En la segunda se hace una comparación de la metodología clásica de diseño frente al software CYPECAD 2015, se muestran tanto las ventajas como las desventajas de cada método.

Finalmente en la tercera se consolidan los resultados así como posibles recomendaciones que se pueden tener en cuenta en los proyectos de construcción de tipo residencial.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar una practica empresarial en CONSTRUINGENIERIA LTDA, como auxiliar en el área de diseño hidrosanitario aplicando el software CYPECAD 2015.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Elaborar un manual de usuario acerca del manejo del software CYPECAD 2015 aplicado directamente al modelamiento de redes hidrosanitarias.
- Construir un esquema comparativo del procedimiento usado a traves del software CYPECAD 2015 para diseño exclusivo de redes hidrosanitarias y la metodología tradicional de diseño con el fin de verificar su aplicabilidad e implementación en la empresa CONSTRUINGENIERÍA LTDA.
- Realizar informes semanales del trabajo que seran enviados al director de proyecto con periodicidad mensual y seran la base para la elaboración del manual de usuario.

2. INFORMACIÓN CORPORATIVA

Figura 1. Logo Construingeniería Ltda



Fuente: Construingeniería Ltda.

NOMBRE CONSTRUINGENIERIA LTDA.

DIRECCIÓN Calle 35 No. 28-28 Of. 101 - Bucaramanga

TELÉFONOS 6324486

E-MAIL gerencia@construingenieria.com

CONSTITUCIÓN No. 1640 de 22 de julio de 1996. Notaria 8 de Bucaramanga
No. 2673 de 10 de Noviembre de 1997. Notaria 8 de Bucaramanga

ACTIVIDAD INGENIEROS CIVILES CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

GERENTE ABEDULIO CAMARGO BENITEZ. Ingeniero Civil

AFILIACIONES Cámara de Comercio de Bucaramanga

CONSTRUINGENIERIA LTDA¹ nace en al año 1996 como una empresa cuyo objetivo primordial es la prestación de servicios profesionales y celebración de contratos de construcción y consultoría con entidades públicas y privadas en el área

¹ CAMARGO JIMENEZ, Juan Felipe. Práctica empresarial como auxiliar de diseño estructural de obras civiles mediante el software CYPECAD 2013. Tesis Ingeniero Civil. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, 2013

de la ingeniería civil, a través de la realización de obras tales como diseños estructurales, hidráulicos, sanitarios, redes de gas, redes contra incendios, para proyectos de vivienda, edificios, establecimientos comerciales y de servicios; además realiza interventorías de construcción de obras civiles; desarrolla gerencia de proyectos y construye obras civiles.

2.1 MISION

CONSTRUINGENIERÍA LTDA., ofrece a sus clientes, productos y servicios relacionados con el sector de la construcción principalmente en Bucaramanga y su área metropolitana. Mediante el apoyo en sistemas de gestión, brinda un alto nivel de calidad, responsabilidad y cumplimiento, siguiendo las normas técnicas y de ingeniería que exigen los diseños y las obras civiles, a través del aprovechamiento de su talento humano y sus recursos operativos y financieros.

2.2 VISION

CONSTRUINGENIERÍA LTDA., pretende establecerse como una de las más reconocidas e importantes empresas consultoras y constructoras de Santander y su área de influencia, caracterizándose por su imagen, reflejada en la calidad, responsabilidad y cumplimiento que garantice la satisfacción de nuestros clientes.

2.3 OBJETIVO SOCIAL

El objeto social de CONSTRUINGENIERIA LTDA. Es la prestación de servicios profesionales en construcción y consultoría de obras civiles con entidades públicas y privadas y en desarrollo de su objeto social podrá:

- Realizar diseños estructurales, hidráulicos, sanitarios, redes de gas y contra incendio.
- Prestar asesorías y hacer estudios ambientales.
- Realizar Interventoría de construcción de obra civil y/o diseño de proyectos.
- Realizar Gerencia de Proyectos.

- Desarrollar proyectos de construcción de obras civiles (vivienda unifamiliar, multifamiliar, edificios, construcciones institucionales, construcciones recreativas y comerciales y construcción de obras de urbanismo).
- Comprar, vender, exportar e importar toda clase de materiales y elementos relacionados con la construcción.
- Comprar, vender o tomar en arrendamiento bienes muebles o inmuebles para el desarrollo de sus actividades.
- Asociarse con otras personas naturales o jurídicas o fusionarse con otras sociedades comerciales de la misma índole para desarrollar objetos sociales afines.

2.4 TIPO DE SERVICIOS

CONSTRUINGENIERÍA LTDA., ofrece los servicios de consultoría en estudios y diseños detallados, interventoría de construcciones y/o diseños, gerencia de proyectos y construcción de edificaciones adecuada y obras de urbanismo, contando para ello con personas altamente calificadas y tecnología para satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes y así ampliar nuestra cobertura en el mercado.

2.5 TIPO DE SERVICIOS

CONSTRUINGENIERIA LTDA ofrece los siguientes servicios:

- Asesorías y consultorías de obra.
- Diseños estructurales, hidrosanitarios, redes de gas y contra incendio.
- Adecuaciones, reparaciones, remodelaciones y construcciones de obras civiles y obras de urbanismo.
- Interventoría de diseños y/o construcción de obras civiles.
- Gerencia de Proyectos.
- Asesorías y estudios ambientales.
- Presupuestos de obra.

2.6 CLIENTES

- URBANAS S.A.
- CORPORACIÓN PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA CDMB.
- ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA (amb).
- CONSTRUCTORA DIGAMMA S.A.
- CENTRO COMERCIAL CAÑAVERAL.
- ALMACENES ÉXITO.
- FUNDEMESA.
- SOCIEDAD DE SANTANDEREANA DE INGENIEROS.
- CONSORCIO AR LTDA.
- URBANIZACIÓN MINUTO DE DIOS
- UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
- MUNICIPIO DE BUCARAMANGA
- MUNICIPIO DE PIEDECUESTA
- FUNDACIÓN FOSUNAB
- NEVERLEMER

3. MARCO CONCEPTUAL

3.1 DISEÑO HIDRAULICO

Para la realización de un sistema de distribución de agua potable en edificaciones es de suma importancia tener en cuenta que los aparatos y equipos sean abastecidos con la mínima cantidad de agua necesaria para obtener un funcionamiento óptimo de presiones y velocidades. Así mismo dependiendo las necesidades de provisión de agua potable y la configuración de la edificación se acude a un modelo específico, a continuación se muestran los modelos más representativos:

3.1.1 Modelos de configuración del diseño hidráulico². Los sistemas de abastecimiento de agua se clasifican en cinco y son:

- **Tanque alto.** Ideal para edificaciones de máximo de tres pisos sujeto a la presión disponible de la red pública.
- **Tanque alto y bajo.** Tanque alto y bajo. Acometida a tanque bajo y paso directo a la red de bombeo de tanque alto. Los volúmenes que maneja son los siguientes: Volumen tanque bajo entre **60%** y **70%** del consumo diario y volumen tanque bajo entre **30%** y **40%** del consumo diario.
- **Tanque bajo, bombeo a tanque alto y equipo de presión elevado.** Acometida a tanque bajo y paso directo a la red de bombeo, se suministra agua por gravedad a pisos inferiores y por presión a pisos superiores.

² PEREZ CARMONA, Rafael. Diseño de Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificación. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2010.

- **Tanque bajo.** Es la configuración actualmente más usada, el volumen del tanque es igual al 100% del consumo diario y el suministro se da con equipo de presión.

- **Tanque bajo, alto y equipo de presión.** Esta configuración es usada para que el tanque alto sirva como reserva en caso de suspensión, pero al mismo tiempo se debe renovar permanentemente el agua depositada en el mismo³.

3.1.2 Componentes de diseño hidráulico. Al momento de realizar el diseño hidrosanitario debe haber claridad acerca de los elementos que conforman los sistemas básicos de diseño hidráulico. A continuación se hará mención de los mismos y se especificará acerca de las consideraciones, específicas para redes de abastecimiento de agua fría como caliente.

3.1.2.1 Tanque de almacenamiento y acometida⁴. Toda edificación debe poseer de tanques de reserva de agua potable así como un volumen útil, el cual garantice el abastecimiento de agua para un día de servicio como mínimo. A demás debe disponerse de un volumen de reserva, el cual se determinará mediante el conteo de habitantes que puedan vivir en la edificación, para cada tipo de edificación se tiene un consumo por habitante, el caso más usado es aquel donde el valor estimado esta entre de 200 litros / habitante y 250 litros / habitante tomando el primer valor en la mayoría de los casos.

Por otro lado la acometida es la tubería que se deriva de la red de distribución hasta el registro de corte de un usuario. Para verificar que la acometida cumpla con una presión óptima de llegada al tanque se tienen en cuenta cinco variables que son las siguientes: perdidas por medidor general y por fricción, presión de 14 m.c.a (metros

³ Ibid.

⁴ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Código Colombiano de Fontanería. NTC- 1500. Bogotá: ICONTEC, 2004.

columna de agua), correspondiente a la entrega por el amb (Acueducto metropolitano de Bucaramanga), nivel punto de empalme de la acometida y el nivel superior agua tanque llegada.

3.1.2.2 Tubería de agua potable. En el diseño hidráulico se tienen en cuenta las unidades de gasto, o de diseño de cada aparato, para ello las edificaciones deben diseñarse de manera que abastezca los aparatos y equipos con la mínima cantidad de agua necesaria para obtener un funcionamiento que satisfaga los requisitos de salubridad con presiones y velocidades adecuadas. Esta última se toma como máxima de 2 m/s para tuberías con diámetros comerciales entre ½” y 2 ½” según la NTC 1500 pero en CONSTRUINGENIERIA LTDA se limitó a 1.5 m/s por consideraciones de mayor seguridad.

Una vez se definen las velocidades máximas, se asigna un caudal de consumo; dado en litros/ segundo (l/s) expresado en UC (unidades de consumo) para facilitar los cálculos. Luego se procede al cálculo de unidades de consumo totales que conduce cada tubería accediendo a la curva demanda- gráfica de Hunter con el fin de verificar cuál es el caudal aproximado que transporta cada tubería. En la actualidad para las tuberías de agua fría se usan tuberías de PVC (Policloruro de Vinilo), aclarando que son tuberías que trabajan únicamente a presión y por otro lado para el suministro de agua caliente se tiene en cuenta un recubrimiento adicional para soportar altas temperaturas, empleándose así tubería CPVC (Policloruro de Vinilo Clorado). Los diámetros comerciales que se manejan se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 1. Diámetros comerciales para tubería agua fría

Diámetro nominal	
[In]	[mm]
1/2"	21
3/4"	26
1"	33
1 1/4"	42
1 1/2"	48
2"	60
2 1/2"	73
3"	88
4"	114
6"	168

Fuente: Mexichem, 2014.

Tabla 2. Diámetros comerciales para tubería de agua caliente

Diámetro nominal	
[In]	[mm]
1/2"	15
3/4"	20
1"	25
1 3/4"	32
1 1/2"	40
2"	50

Fuente: Mexichem, 2014.

3.1.2.3 Aparatos de suministro⁵. Para la instalación se debe precisar el espacio para que se cumplan los estándares establecidos para el diseño. A continuación se muestran los aparatos más comunes en uso residencial:

⁵ PEREZ CARMONA, Rafael. Diseño de Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificación. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2010.

- **Lavamanos.** Generalmente se diseña para un suministro entre una y dos unidades con o sin agua caliente. El desagüe debe drenar 0,4 l/s durante 15 s.
- **Sanitarios.** El suministro varía con la descarga, hay cisternas con capacidad de 8 a 12 litros y tiempo de llenado de 2.5 minutos. Existen tipo fluxómetro se usan solo de 6 a 8 litros de uso y su descarga es de 2,3 l/s.
- **Lavadero.** Debe garantizar espacio para lavado y fregado, su volumen es comúnmente de 150 litros y drenaje de 0,9 l/s.
- **Orinales.** Las cisternas producen un lavado intermitente, descargando 50 l/h y una descarga de 0,04 l/s.
- **Lavaplatos.** Existen de una o dos pocetas, normalmente se usan 15 litros para el fregado y 5 para enjuague.
- **Duchas.** Demanda un caudal mínimo de 0,32 l/s y su presión de llegada es de 10 kpa⁶.

3.1.2.4 Sistema de abastecimiento por presión⁷. Considerados sistemas más complejos debido a que dependen de múltiples características como tipo de servicio, volumen de agua requerido, presiones, simultaneidad de servicios, número de niveles, números de aparatos sanitarios, entre otros; ideales para edificaciones de

⁶ Ibid.

⁷ PEREZ MORALES, Guillermo. Concepto de medidor-Apuntes de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificios. {En línea}. {Febrero 2016} Disponible en: <<http://hidraulica.umich.mx/bperez/APUNTES%20INST-HID-SAN.pdf>>.

gran altura; los más nombrados son el sistema hidroneumático y el sistema de bombeo programado.

- **Sistema hidroneumático.** Se basan en el principio de compresibilidad del aire cuando es sometido a presión. De tal forma el agua que es suministrada desde el acueducto público u otra fuente (acometida), es retenida en un tanque de almacenamiento; de donde, a través de un sistema de bombas, es impulsada a un recipiente a presión (de dimensiones y características calculadas en función de la red), y que contiene volúmenes variables de agua y aire.

Cuando el agua entra al recipiente aumenta el nivel de agua acumulada, al comprimirse el aire aumenta la presión, cuando se llega a un nivel de agua y presión determinados, se produce la señal de parada de la bomba y el tanque queda en la capacidad de abastecer la red, cuando los niveles de presión bajan, a los mínimos preestablecidos, se acciona el mando de encendido de la bomba nuevamente.

- **Sistemas de presión constante.** Se identifican como aquellos sistemas de bombeo en donde se suministra agua a una red de consumo, mediante unidades de bombeo que trabajan directamente contra una red cerrada. Pueden ser:
 - **Sistema de bombeo contra red cerrada a velocidad fija.** Son aquellos sistemas donde dos o más bombas trabajan en paralelo a una velocidad invariable para cubrir demandas de consumo instantáneo.
 - **Sistema de bombeo contra red cerrada a velocidad variable.** Son aquellos sistemas en los cuales la unidad de bombeo varía su velocidad de

funcionamiento en razón al caudal de demanda de la red, mediante el cambio de velocidad en el impulsor de la bomba⁸.

3.1.2.5 Medidor. Dispositivo usado para medir la cantidad de agua que pasa a través del tubo de agua de servicio. Se mide en metros cúbicos, pies cúbicos, galones o litros. Sus características hidráulicas varían de acuerdo a las normas por las cuales son fabricados. Así mismo los datos más importantes son: el flujo mínimo, la carga de funcionamiento, horario, mensual y los máximos para cortos periodos.

3.1.2.6 Montantes o Ramales. Tuberías verticales comprendidas entre el alimentador y la salida de los servicios que cumplen la función de alimentar todas las plantas del edificio⁹.

3.1.2.7 Accesorios. En el diseño de sistemas para suministro de agua potable, ya sea fría o caliente se debe asegurar tanto la impulsión como la succión, y las pérdidas generadas debido a los accesorios más empleados para tales fines. Se destacan:

3.1.2.7.1 Accesorios para impulsión¹⁰. Al momento de realizar la impulsión debe tenerse en cuenta una serie de accesorios que facilitan el proceso y se ajustan dependiendo el tipo de configuración de la unidad residencial y de la distancia a la cual se encuentre el cuarto de máquinas. Se distinguen los siguientes:

⁸ PEREZ CARMONA, Rafael. Diseño de Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificación. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2010.

⁹ PEREZ MORALES, Guillermo. Concepto de ramal de montante o ramal- Apuntes de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificios. {En línea}. {Febrero 2016}. Disponible en: <<http://hidraulica.umich.mx/bperez/APUNTES%20INST-HID-SAN.pdf>>.

¹⁰ Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD. Concepto Tee. Lección 10. Instalaciones domiciliarias. {En línea}. {Febrero 2016} Disponible en: <http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102803/MODULO_ACADEMICO/leccin_10_instalaciones_domiciliarias.html>.

- **Ampliación.** Se puede asumir una longitud equivalente de doce veces el diámetro para efectos de diseño.
- **Válvula de retención.** También conocidas como válvulas “check” Son válvulas integrales que están destinadas a impedir la inversión del flujo en las tuberías.
- **Válvula tipo compuerta.** Su función principal es de cierre y apertura, es decir, permitir o impedir, a voluntad, el paso del fluido en una conducción.
- **Codos.** Accesorio de forma curva que se utiliza para cambiar la dirección del flujo de líneas de tuberías tantos grados como se especifiquen. En la impulsión suelen emplearse de radio corto o largo, dependiendo la necesidad constructiva. Así mismo hay de 45° y 90° dependiendo la necesidad.
- **Tee.** Se utilizan para distribuir el agua que circula por una sola tubería, en dos tuberías que van en dirección contraria. Se pueden distinguir de paso directo o de paso lateral dependiendo la configuración de la red de distribución de agua potable.
- **Tapones.** Se utilizan para cerrar algún extremo de la tubería¹¹.

Un aspecto relevante a considerar en la impulsión es la velocidad; por ende debe garantizarse una velocidad mínima de 1 m/s y máxima de 3 m/s.

¹¹ Ibid.

3.1.2.7.2 Accesorios para succión¹². Un aspecto importante para la selección del diámetro de succión es que jamás puede ser inferior al diámetro de impulsión ni al orificio de entrada de la bomba, suele asumirse el diámetro comercial inmediatamente superior al seleccionado en la tubería de impulsión, [10] de manera similar que en la impulsión, en la succión es imprescindible la estimación de las pérdidas que se generan debido a los accesorios que intervienen en dicho proceso, se destacan:

- **Válvula de pie con coladera.** Colocadas al pie de las instalaciones. Tiene como finalidad permitir el cebado de la bomba manteniéndola llena aún después de parado el bombeo. [17]
- **Codos.** Al igual que en la impulsión se recomiendan utilizar de 90° o 45° y de radio corto (RC) o radio largo (RL) dependiendo la necesidad y el espacio arquitectónico para los mismos. [10]
- **Reducción.** Accesorios de forma cónica, fabricadas de diversos materiales y utilizados para disminuir el volumen del agua a través de las líneas de tuberías. Se recomiendan excéntricas para evitar la formación de bolsas de aire. [18] Para consideraciones de diseño de acuerdo a la NTC 1500 se acostumbra a realizar una aproximación de longitud equivalente de seis veces el diámetro. [10]

En definitiva para tubería de succión la velocidad máxima depende del diámetro, y debe establecerse teniendo en cuenta el cálculo de la altura neta de succión positiva NPSH (Cabeza neta de succión positiva) [19], es decir, la presión necesaria para

¹² PEREZ MORALES, Guillermo. Concepto de medidor-Apuntes de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificios. {En línea}. {Febrero 2016} Disponible en: <<http://hidraulica.umich.mx/bperez/APUNTES%20INST-HID-SAN.pdf>>.

mover el agua desde la cámara de succión hasta el impulsor de la bomba. Por lo tanto a continuación se muestran algunos diámetros y sus respectivas velocidades:

Tabla 3. Velocidad máxima aceptable en la tubería de succión, según el diámetro

Diámetro de la tubería de succión (mm)	Velocidad máxima (m/s)
50	0.75
75	1.00
100	1.30
150	1.45
200	1.60
250	1.60
300	1.70
Mayor que 400	1.80

Fuente: Ras 2000 Titulo B, 2010.

3.2 COMPONENTES DE DISEÑO SANITARIO¹³

Un desagüe sanitario es el conjunto de conductos y estructuras encargados de la descarga producto de las actividades fisiológicas humanas, desperdicios domésticos y en general las aguas negras o grises. Para la tubería sanitaria se usa tubería de Policloruro de vinilo clorado (PVC) y los diámetros comerciales que se manejan se presentan en la siguiente tabla:

¹³ PEREZ CARMONA, Rafael. Diseño de Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificación. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2010.

Tabla 4. Diámetros comerciales para tubería de aguas sanitarias

Diámetro nominal	
[In]	[mm]
1 1/2"	38
2"	51
3"	76
4"	102
6"	152

Fuente: Mexichem, 2014.

3.2.1 Componentes básicos. Existen tres tipos de componentes y son:

- **Sifones.** Elementos del sistema de evacuación que impiden la entrada de gases y olores provenientes de la propia red a las partes habitadas de una edificación.
- **Tuberías de evacuación.** Dentro de la tubería de evacuación se pueden distinguir tres elementos principales que son: Derivaciones, bajantes y colectores.
- **Tuberías de ventilación.** Se ventilan las tuberías de aguas negras para proteger los sellos hidráulicos y para oxigenar los drenajes¹⁴.

3.2.2 Accesorios. Dentro de los accesorios más empleados en tubería sanitaria encontramos:

- Tapones de inspección.
- Cajas de inspección.
- Codos a 45 ° y a 90°.

¹⁴ Ibid.

- Tees sanitarias (Dobles y reducidas).
- Yees sanitarias (Dobles y reducidas).
- Codo de re ventilación

4. METODOLOGIAS DE DISEÑO

4.1 METODOLOGIA TRADICIONAL

La metodología tradicional que se lleva a cabo en la actualidad mediante el uso herramientas computacionales de cálculo y dibujo son:

- **AutoCAD (Diseño Asistido por Computadora).** Permite el dibujo de la red sobre los planos arquitectónicos.
- **Excel.** Realiza las comprobaciones hidráulicas mediante hojas de cálculo programables.

4.1.1 Diseño hidráulico. En el diseño hidráulico se tuvo en cuenta conceptos básicos esenciales como:

- **Perdidas en el medidor.** Se tiene en cuenta tanto el caudal de diseño como el caudal nominal y se calcula mediante la ecuación :

$$H_m = \left(\frac{Q_d}{Q_{min}} \right)^2 * 10 \quad (1)$$

Donde:

$$H_m = \text{Pérdidas del medidor}$$

$$Q_d = \text{Caudal del medidor al primer punto de distribución}$$

$$Q_{min} = \text{Caudal mínimo según diámetro del medidor en } m^3/s$$

- **Pérdidas de energía de tubería y accesorios.** Para el cálculo de las pérdidas por fricción se efectúa generalmente mediante las siguientes ecuaciones empíricas dependiendo del diámetro de los tramos; Hazen Williams (2) o Flamant (3) mostradas respectivamente:

$$J = \frac{10,643 * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}} \quad (D > \emptyset 2'') \quad (2)$$

Donde:

$J =$ Pérdida de carga en m/m

$C =$ Coeficiente rugosidad

Hazen Williams

$D =$ Diámetro en m

$Q =$ Caudal en m^3/s

Vale la pena que la constante de rugosidad de Hazen Williams depende del material, en éste caso para el PVC que corresponde un valor de 150.

$$J = \frac{6,1 * C * Q^{1,75}}{D^{4,75}} \quad (D \leq \emptyset 2'') \quad (3)$$

Donde:

$J =$ Pérdida de carga en m/m

$C =$ Coeficiente rugosidad

Flamant

$D =$ Diámetro en m

$Q =$ Caudal en m^3/s

Así mismo es válido recordar que la constante de Flamant para la rugosidad es de 0,0001 en el caso de tuberías cuyo material sea PVC.

Luego se calculan las pérdidas de energía tanto de la tubería como de sus accesorios teniendo en cuenta la longitud total:

$$H_{parcial} = J * (L_{total}) \quad (4)$$

Donde:

H = Pérdida de energía en m

C = Coeficiente rugosidad

J = Pérdida de carga en m/m

L_{total} = longitud total en m

La longitud total está compuesta por la longitud de tramos rectos y la longitud correspondiente a accesorios (5), valor estimado a partir del método de longitudes equivalentes, consistente en definir, para cada accesorio en el sistema a estudiar una longitud virtual de tubería recta que, al utilizarse con la ecuación de pérdida por fricción (2) o (3), genere la misma pérdida asociada a la pérdida localizada del accesorio referido.¹⁵

$$L_{total} = L_{Tramos\ rectos} + L_{equ.\ accesorios} \quad (5)$$

Una vez determinados los conceptos fundamentales se procede a la realización del diseño hidráulico a través de la siguiente metodología:

- Cálculo de la dotación del proyecto.
- Cálculo de almacenamiento para consumo.

¹⁵ Tutoriales ingeniería civil. (2013). Concepto método de la longitud equivalente para accesorios. {En línea}. {Febrero 2016} Disponible en: <<http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/una-metodologia-adicional-para-el-calculo-de-perdidas-localizadas-la-longitud-equivalente/>>.

- Cálculo de almacenamiento para la red contra incendio.
- Cálculo de las unidades de consumo del proyecto.
- Cálculo de las redes hidráulicas internas usando el método de Hazen-Williams o Flamant.
- Cálculo de las redes hidráulicas para los montantes y tuberías del proyecto usando el método de Hazen-Williams.
- Diseño del sistema hidroneumático.
- Diseño de sistema de bombeo y cálculo de la bomba.

4.1.2 Diseño sanitario. Con el diseño sanitario los aspectos más importantes son:

- **Hidráulica de desagüe.** Para que la tubería sanitaria trabaje correctamente debe funcionar a flujo libre. Por lo tanto si llegase a trabajar a tubo lleno esta podría crear presiones dañando las tuberías. Se recomienda que la tubería funcione 50% de su profundidad y en casos extremos a 75%.

Con frecuencia se usa la ecuación de Manning (6):

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

Donde:

n = Coeficiente de rugosidad de maning

R = Radio hidráulico en m

S = Pendiente de la línea de energía en m/m

Los pasos a seguir para la realización del diseño sanitario son los siguientes:

- Conteo de unidades de descarga internas para aguas negras.
- Conteo de unidades de descarga de bajantes para aguas negras.

- Chequeo de colectores para aguas negras.
- Chequeo de la red de ventilación.
- Cálculo de áreas de contribución para aguas lluvias.
- Diseño de bajantes para aguas lluvias
- Chequeo de colectores para aguas lluvias.

4.2 MÉTODO CYPECAD 2015¹⁶

CYPE (Cálculo Y Patología de Estructuras) ingenieros S.A es una empresa dedicada al desarrollo y comercialización de software técnico para profesionales de Arquitectura, Ingeniería y Construcción. Desde sus inicios en 1983 en España, contaba con una intensa actividad en el terreno de la ingeniería y el cálculo de estructuras, lo que motivó al desarrollo informático de aplicaciones para cubrir las necesidades propias y las de sus clientes. Como resultado de este trabajo, CYPE Ingenieros ocupa hoy en día una posición de liderazgo dentro del sector ofreciendo una variedad de programas que concentran potencia de cálculo, fiabilidad, sencillez y rapidez. Actualmente cuenta con cerca de 60.000 usuarios en Europa, Latinoamérica, África, Oceanía y Asia; entre empleados gubernamentales, universidades y compañías de estudios profesionales.

CYPECAD 2015 se caracteriza por ser una herramienta computacional con diferentes extensiones que incluyen diversas áreas de la ingeniería civil. Posee adicionalmente un apartado de fontanería y saneamiento, que permite diseñar la red a través de un plano arquitectónico previamente importado desde AutoCAD LT 2012.

Una vez se tiene la red modelada se procede a incluir los datos de diseño y se obtiene la información de partida, se procede al cálculo de la instalación o diseño

¹⁶ CYPE Ingenieros. (2015). CYPE Ingenieros Todo lo que somos, todo lo que hacemos para facilitar sus proyectos y obras. ¿Qué es CYPE? {En línea}. {Febrero 2016} Disponible en: <<http://www.cype.es/cypeingenieros/>>.

hidráulico, de acuerdo con los tipos de conducciones, diámetros y caudales aportados. Para ello se emplea el método de resolución que se detalla a continuación¹⁷.

4.2.1 Diseño hidráulico CYPECAD 2015¹⁸. En ésta sección el aspecto más importante concibe la formulación de las tuberías, es decir, resolver los segmentos de la red, para ello se calculan las caídas de altura piezométrica, entre dos nudos conectados por un tramo, con la fórmula de *Darcy-Weisbach* (7):

$$H_p = f * \frac{8 * L * Q^2}{\pi^2 * g * D^5} \quad (7)$$

Donde:

$H_p =$ Pérdida de carga en m. c. a

$l =$ longitud resistente de la conducción en m

$Q =$ Caudal que circula en la conducción en m

$g =$ Aceleración de la gravedad en m^2/s

$D =$ Diámetro interior de la conducción en m

Así mismo el factor de fricción “f” se encuentra en función del número de Reynolds (8) que representa la relación entre las fuerzas de inercia y las viscosas en la tubería.

¹⁷ Ibid.

¹⁸ CYPE ingenieros. Software para Arquitectura, ingeniería y construcción- Instalaciones de edificio. Alicante, QuarkXPress, 2011.

$$Re = \frac{V * D}{\vartheta} \quad (8)$$

Donde:

$V =$ Velocidad del flujo en la conducción en $\frac{m}{s}$

$D =$ Diámetro interior de la conducción en m

$\vartheta =$ Viscosidad cinemática del fluido en m^2/s

Cuando las fuerzas viscosas son predominantes (Re con valores bajos), el fluido discurre de forma laminar por la tubería. Cuando las fuerzas de inercia predominan sobre las viscosas (Re grande), el fluido deja de moverse de una forma ordenada (laminar) y pasa a régimen turbulento. Cuando el régimen es laminar, la importancia de la rugosidad es menor, respecto a las pérdidas debidas al propio comportamiento viscoso del fluido, que cuando es régimen turbulento, donde, por el contrario, la influencia de la rugosidad se hace más patente.

En edificios no se permite el flujo laminar en las conducciones, y para el cálculo en régimen turbulento del factor de fricción "F" se pueden utilizar dos ecuaciones, *Colebrook- White* (9) o *Malafaya Baptista* (10) a través de cálculos iterativos; explicadas a continuación:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 * \log\left(\frac{\varepsilon}{3.7 * D} + \frac{2.51}{Re * \sqrt{f}}\right) \quad (9)$$

Vale la pena aclarar que la ecuación de Malafaya- Baptista es más sencilla y es similar a la de Colebrook-White, pero evita las iteraciones en el cálculo, mediante una aproximación.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 * \log \left(\frac{\varepsilon}{3.7 * D} + \frac{2.51}{Re * (0.4894 * Re^{-0.11}) + 0.18 * Re^{-0.095} * \left(\frac{\varepsilon}{D}\right)^{0.6}} \right) \quad (10)$$

Donde:

f = Factor de fricción

ε = Rugosidad absoluta del material en m

D = Diámetro interior de la conducción en m

Re = Número de Reynolds

Como parámetro se necesita los datos de la viscosidad cinemática del fluido, 1.010e-6 m2/s para el agua fría y 0.478e-6 m2/s para el agua caliente, aunque estos datos son también editables en el programa.

Finalmente para realizar el dimensionamiento, el programa tratará de optimizar y seleccionar el diámetro mínimo que cumpla todas las restricciones (velocidad, presión), y en caso de que se haya elegido la opción de velocidad óptima, serán seleccionados aquellos diámetros que garanticen que la velocidad del fluido en ellos se aproxime más a la óptima.

Para iniciar el dimensionado, se establece el diámetro de cada uno de los tramos al menor de la serie del material asignado.

Hay que hacer notar que no se alterará durante el dimensionado el material del tramo, ya que las variaciones en el material empleado en una obra suelen ser limitadas por el mercado y los diámetros comerciales disponibles de cada sector geográfico.

Por otro lado el tramo que se encuentra en peores condiciones, es decir, cuya desviación sobre los límites de velocidad es la mayor, se modifica de la siguiente forma:

- Si la velocidad del fluido es mayor que el límite máximo, se aumenta el diámetro.
- Si la velocidad del fluido es menor que el límite mínimo, se disminuye el diámetro.

Una vez que los tramos cumplen estas condiciones, se comprueba si existen nudos que no cumplan con las condiciones de presión máxima y mínima. En caso de existir, se modificará el diámetro de las conducciones más cargadas, es decir, aquellas con una pérdida de carga unitaria mayor.

4.2.2 Diseño sanitario CYPECAD 2015. Una vez obtenidos los datos de partida (Configuración para aguas lluvias y tipo de vivienda), se procede al cálculo de la instalación, de acuerdo con los tipos de conducciones, diámetros y caudales aportados. En el caso de instalaciones de saneamiento, se utiliza el método de recuento de áreas y de unidades de desagüe (UDs), desde los aportes hasta la instalación general de saneamiento de la urbanización.

Por ello, la instalación debe ser ramificada y con un solo punto de vertido. Al dimensionar, el programa tratará de optimizar y seleccionar el diámetro mínimo que cumpla todas las restricciones.

Conductos, bajantes, canalones, entre otros componentes se dimensionan de acuerdo con las tablas de diseño y dimensionado de desagües en la edificación,

propuestas por el fabricante Uralita; empresa española especialista en materiales de construcción con más de cien años de experiencia e historia¹⁹.

¹⁹ Ibid.

5. ESQUEMA COMPARATIVO MÉTODO MANUAL Y USO CYPECAD MEP (MECHANICAL- ELECTRICAL- PLUMBING) 2015

A lo largo de la práctica realizada en la empresa CONSTRUINGENIERIA LTDA se llevaron a cabo distintos proyectos residenciales que tenían en cuenta el área de diseño hidrosanitario. Dentro de los proyectos manejados vale la pena mencionar:

- Akantus (Ubicación Bucaramanga-Santander /Dirección: Calle 50 No. 28-08 /Barrio: Sotomayor, Bucaramanga)
- Life 200 (Ubicación Bucaramanga-Santander /Dirección: Calle 200 con Carrera 25-12 /Sector Papi Quiero Piña, Floridablanca.)
- Portal de Antara (Ubicación Bucaramanga-Santander /Dirección: Cra. 15 1N-54 /Barrio: San Rafael, Bucaramanga)
- Madeira-Casa 09 (Ruitoque Condominio/ Dirección: Kilómetro 7 vía Piedecuesta, Piedecuesta)

De manera conjunta se realizó un manual de usuario “*Manual de usuario. Diseño de redes hidrosanitarias a través de CYPECAD 2015. Caso estudio: Casa 09-Madeira*” dividido en cuatro (4) secciones (Ver Anexo 1.):

- Sección 1: Introducción y descripción del proyecto.
- Sección 2: Definición de la geometría y dibujo de la red hidráulica.
- Sección 3: Definición de la geometría y dibujo de la red sanitaria.
- Sección 4: Listado de planos y resultados de la red hidráulica y sanitaria.

Conformando así la totalidad del manual de usuario; tomando como proyecto de referencia, la unidad residencial Madeira-Casa 09. (Ver Figura 2 y 3 Panorámica conjunto Madeira Ruitoque Condominio).

Figura 2. Parte trasera casa tipo conjunto Madeira Ruitoque Condominio



Fuente: URBANAS S.A

Figura 3. Parte posterior casa tipo conjunto Madeira Ruitoque Condominio



Fuente: URBANAS S.A

Se hace énfasis en el manual de usuario ya que correspondió únicamente a la metodología de trabajo de CYPECAD 2015 en el cual se recopilaron los aspectos más importantes que se deben tener en cuenta en el ingreso y tratamiento de diseño hidrosanitario, en ese sentido, los valores de ingreso más destacados son: velocidad mínima y máxima, coeficiente de rugosidad del material empleado, presión mínima y máxima en puntos de consumo, factor de fricción, pérdida de carga en consumo así como los datos para obtener posteriores resultados de diseño hidrosanitario como diámetros nominales para la red de abastecimiento de agua potable así como las presiones necesarias antes del medidor y diámetros para tuberías y bajantes en el caso de red sanitaria.

Una vez se tiene con claridad el funcionamiento del software CYPECAD 2015 se procede a realizar el esquema comparativo entre dicha metodología y la tradicional teniendo en cuenta cinco atributos básicos: costo, manejabilidad, funcionalidad, aplicabilidad y tiempo. A continuación se presenta la siguiente tabla donde se muestra el esquema comparativo entre los dos métodos:

Tabla 5. Esquema comparativo CYPECAD 2015 vs método tradicional

Atributos	CYPECAD 2015	Método tradicional
Costo	Costo aproximado de \$3'600.000 COP.	La licencia anual de AutoCAD LT 2012 tiene un costo de \$950.000 COP.
Manejabilidad	Posee una interfaz didáctica, facilitando el dibujo de la red hidrosanitaria y comprobaciones para diseño.	El manejo de los programas de dibujo (AutoCAD LT 2012) y programación (Excel) se torna más tedioso a la hora de realizar diseños y sus comprobaciones.
Funcionalidad	Funciones limitadas basadas estrictamente en un cálculo hidráulico. Lo cual conlleva a comprar una extensión adicional para insertar detalles constructivos en los planos.	La combinación de Excel y AutoCAD LT 2012 ofrece herramientas prácticas que van desde detalles constructivos hasta la creación hojas de cálculo para comprobaciones adicionales de diseño.
Aplicabilidad	Existen algunas variaciones respecto a los resultados finales.	Proporciona comprobaciones directas de la NTC 1500; reflejando una aplicabilidad casi absoluta a la normativa colombiana.
Tiempo	Sus cálculos internos rápidos lo convierten en una opción útil a la hora de realizar chequeos.	Las verificaciones de diseño y dibujo se vuelven tediosas aumentando el tiempo de diseño.

A continuación se explican las diferencias más evidentes, a partir de los atributos anteriormente mencionados, de tal forma se enuncian las ventajas y desventajas de las metodologías utilizadas:

- **Costo:** Se debe contemplar la compra adicional de la extensión CYPECAD MEP considerando que esta permite trabajar específicamente en el área de diseño hidrosanitario. Conjuntamente es opcional la adición de algunos complementos específicos como detalles constructivos, lo cual sin duda incrementa su costo. Esta licencia de compra tiene una duración de un año, permitiendo a la empresa renovar o no, dependiendo la utilización. Al compararla con el costo del paquete completo de Microsoft Office y AutoCAD LT 2012 este último llega a ser más económico de acuerdo al tiempo destinado para su uso.
- **Manejabilidad: CYPECAD 2015** posee una interfaz sencilla y limpia que permite su fácil entendimiento al momento de dibujar la red y realizar comprobaciones pertinentes. Además dentro del software se permite la descarga de ejemplos sobre fontanería, saneamiento, gas, entre otras disciplinas con el propósito de brindar una guía básica de la utilización del software. Por otra parte existe una herramienta auxiliar empleada especialmente por usuarios a través de foros en línea como soloarquitectura.com permitiendo resolver dudas concretas que poseen cada usuario en su diseño.

Confrontando éstas características con la manejabilidad que se tiene mediante el método tradicional; esta posee mayor dificultad ya que solamente en el caso de AutoCAD LT 2012 siendo un software de dibujo es ampliamente complejo en su interfaz y depende de comandos para su correcto uso. Adicionalmente Excel es una herramienta poderosa de cálculo pero requiere de revisiones minuciosas al programar hojas de cálculo que me permitirán realizar comprobaciones.

- **Funcionalidad:** Con respecto a la funcionalidad CYPECAD 2015 carece de funciones adicionales para complementar los planos finales en comparación con AutoCAD LT 2012 que provee más herramientas y comandos para presentar planos de forma más detallada y limpia.

- **Aplicabilidad:** La extensión de CYPECAD MEP es relativamente nueva si se le compara con su antecesora CYPECAD para modelamiento de estructuras, por lo tanto CYPECAD MEP presenta algunas variaciones respecto a la NTC 1500:

Diferencia en las unidades hunter o de gasto y en las unidades de desagüe de los aparatos (Ver Tabla 6).

Tabla 6. Análisis de Unidades de Desagüe (UD) CYPECAD Y NTC 1500

CYPECAD	UNIDADES DE DESAGUE (UD)			
	NTC 1500			
Aparato	UD (Pub)	UD (Pub)	UD (Priv)	UD (Priv)
Inodoro	5	5	4	3
Lavamanos	2	4	1	1
Ducha	3	4	2	2
Sifón de piso	-	1	-	1
Bañera	4	4	3	2
Lavadero	3	-	3	3
Lavadora	6	4	3	2
Orinal	4	3	4	3
Lavaplatos	6	4	3	2
Turco	-	-	-	-

A diferencia del método tradicional, CYPECAD 2015 tiene establecidas unidades de desagüe de acuerdo a la normativa española, dichas unidades deben confrontarse con las unidades de desagüe manejadas por la NTC 1500.

Limitación de selección de sector geográfico para aguas lluvias. Tanto la metodología usada por CYPECAD 2015 como la tradicional exige un valor de intensidad pluviométrica máxima en una hora; parámetro que depende de la situación geográfica, el periodo de retorno y la duración de la lluvia. Dicho valor puede tomarse seleccionando una de las veinte ciudades españolas que cuenta con

estaciones meteorológicas con datos de precipitaciones en intervalos de diez minutos a dos horas y periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 30 y 50 años, debido a que ninguna ciudad latinoamericana aparece en dicha lista. Vale la pena aclarar que éste valor afecta el diseño Sanitario tanto para las dos metodologías, específicamente en el dimensionamiento para tubería de aguas pluviales.

Variación en la pérdida de carga por accesorios (tees, codos, uniones, entre otros). Contrastando la metodología tradicional, CYPECAD 2015 permite incrementar el factor de fricción resultante con el objetivo de obtener resultados que incluyan pérdidas de otros elementos como codos y reducciones que pueden ser importantes en el cálculo. Mientras en la metodología tradicional se acostumbra a determinar la pérdida de cada accesorio a través del método de longitudes equivalentes explicado con anterioridad en el numeral 4.1.1 Diseño hidráulico.

- **Tiempo:** En cuanto al tiempo; es uno de los atributos más importantes en diseño ingenieril y en especial el hidrosanitario al usar el software CYPECAD 2015 garantiza una disminución notoria de los tiempos de dibujo de los isométricos preliminares de las redes tanto de distribución de agua potable como de saneamiento básico. El método tradicional es eficiente en cuanto a adaptabilidad con la normativa y chequeo de parámetros de diseño pero no lo suficientemente rápido en la parte esquemática, debido a que en el dibujo se vuelve algo tedioso al tener que re introducir ciertos datos una y otra vez con la posibilidad de cometer errores. Así mismo CYPECAD 2015 provee un ahorro de tiempo para los usuarios ya que no supone importaciones, conversiones de formatos y procedimientos que aunque sencillos, se vuelven tediosos si son repetitivos.

6. CONCLUSIONES.

Una vez analizados los parámetros de diseño hidráulico y sanitario establecidos por la Norma Técnica Colombiana NTC 1500 (Código colombiano de fontanería) y los lineamientos técnicos del software CYPECAD 2015, se logró evidenciar ciertas variaciones frente a su uso en el contexto regional, lográndose una reivindicación evidente del uso de la metodología tradicional, debido a la confianza de sus resultados y a la flexibilidad que provee a los usuarios, especialmente a las empresas de diseño hidrosanitario.

Con el propósito de generar una proyección y utilización futura del software, se realizó un material de apoyo acerca de la utilización del software CYPECAD 2015 para diseño de suministro de agua potable y saneamiento, con el propósito de facilitar su uso incluyendo procesos sencillos y técnicas de acceso rápidas, que estuvieran al alcance y entendimiento de los usuarios del programa.

Por otro lado si el software CYPECAD 2015 es comparado con el método tradicional, se puede deducir que con este último es posible establecer cálculos rápidos y sencillos usando la normativa nacional con posibilidad de ser programados a través de Excel y de tal forma realizar comprobaciones instantáneas y variaciones de los datos en el caso de que se quiera trabajar con un proyecto nuevo, observándose que las variables tiempo y la aplicabilidad de la metodología tradicional sobresalen sobre el método CYPECAD 2015, haciendo poco recomendable el software y manteniendo la preferencia de la metodología tradicional.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda complementar los parámetros y restricciones de diseño tanto hidráulico como sanitario que utiliza el software CYPECAD 2015 no solo en Colombia sino de Latinoamérica y el mundo; de manera que se adecuen mejor y provean resultados más precisos y se disminuyan simultáneamente el tiempo empleado en correcciones o ajustes y el costo generado, de tal forma que se logre una optimización de las nuevas tecnologías de diseño y se explote al máximo su potencial.

BIBLIOGRAFIA

- CAMARGO JIMENEZ, Juan Felipe. Práctica empresarial como auxiliar de diseño estructural de obras civiles mediante el software CYPECAD 2013. Tesis Ingeniero Civil. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, 2013.
- CYPE Ingenieros. CYPE Ingenieros Todo lo que somos, todo lo que hacemos para facilitar sus proyectos y obras. ¿Qué es CYPE? {En línea}. {Febrero 2016} Disponible en: <<http://www.cype.es/cypeingenieros/>>.
- CYPE Ingenieros. Software para Arquitectura, ingeniería y construcción-Instalaciones de edificio. Alicante, QuarkXPress, 2011.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Código Colombiano de Fontanería. NTC- 1500. Bogotá: ICONTEC, 2004.
- PEREZ CARMONA, Rafael. Diseño de Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificación. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2010. 240p.
- PEREZ MORALES, Guillermo. Concepto de medidor-Apuntes de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificios. {En línea}. {Febrero 2016} Disponible en: <<http://hidraulica.umich.mx/bperez/APUNTES%20INST-HID-SAN.pdf>>.

- PEREZ MORALES, Guillermo. Concepto de ramal de montante o ramal- Apuntes de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificios. {En línea}. {Febrero 2016}. Disponible en: <http://hidraulica.umich.mx/bperez/APUNTES%20INST-HID-SAN.pdf>.
- Tutoriales ingeniería civil. Concepto método de la longitud equivalente para accesorios. {En línea}. {Febrero 2016} Disponible en: <http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/una-metodologia-adicional-para-el-calculo-de-perdidas-localizadas-la-longitud-equivalente/>.
- Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD. Concepto Tee. Lección 10. Instalaciones domiciliarias. {En línea}. {Febrero 2016} Disponible en: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102803/MODULO_ACADEMICO/leccin_10_instalaciones_domiciliarias.html.