

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



**Comparativa del software CYPE plumbing water systems para
diseño de instalaciones de suministro de agua potable en edificaciones
dentro del contexto guatemalteco frente al método de Hunter**

Trabajo de graduación presentado por Sergio Alejandro Soto Mejia para
optar el grado académico de Licenciado en Ingeniería Civil

Guatemala,

2022

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



**Comparativa del software CYPE plumbing water systems para
diseño de instalaciones de suministro de agua potable en edificaciones
dentro del contexto guatemalteco frente al método de Hunter**

Trabajo de graduación presentado por Sergio Alejandro Soto Mejia para
optar el grado académico de Licenciado en Ingeniería Civil

Guatemala,

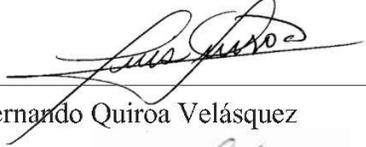
2022

Vo.Bo.

(firma)  _____
Ing. Otoniel Alejandro Echeverría Castellanos

Tribunal examinador:

(firma)  _____
Ing. Otoniel Alejandro Echeverría Castellanos

(firma)  _____
Ing. Luis Fernando Quiroa Velásquez

(firma)  _____
Arq. Sergio Estuardo de León Mazariegos

Fecha de aprobación del examen de graduación:

Guatemala, 08 de diciembre de 2022

CONTENIDO

	Página
LISTA DE GRÁFICOS.....	VIII
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. JUSTIFICACIÓN	3
III. OBJETIVOS	5
A Objetivo general	5
B Objetivos específicos	5
IV. MARCO TEÓRICO	6
A Metología BIM.....	6
1 Definición	6
2 ISO 19650-1:2018	6
3 Origen e historia	7
4 Niveles BIM	7
5 LOD (Level of Development)	7
6 ¿Qué es AEC?	8
7 Rol de la arquitectura	8
8 Rol de la ingeniería	9
9 Rol de la construcción.....	9
10 ¿Qué es MEP?.....	10
11 BIM Server Center.....	10
12 Open BIM Workflow	10
13 ¿Qué es IFC?.....	10
B Sistemas de suministro de agua potable para edificaciones.....	11
1 Definición de agua potable	11
2 Definición de sistema de suministro de agua potable.....	11
3 Origen e historia	11
4 Sistema de abastecimiento directo.....	12
5 Sistema de abastecimiento indirecto (por gravedad).....	12
6 Sistema de abastecimiento combinado.....	12
7 Sistema de abastecimiento por presión.....	12
8 Bombas hidráulicas	13
9 Requerimientos.....	13
9 Normativas.....	14

C	Métodos de cálculo	15
	1 Método de Darcy y Weisbach	15
	2 Fórmula de fricción de Colebrook y White	15
	3 Método de Hunter	16
	4 Método de Hunter Modificado	17
D	Librerías nacionales	17
	1 GERFOR S.A	17
	2 DURMAN by ALIAXIS	22
	3 AMANCO	25
E	Fase de exploración	26
	1 Normativa	26
	2 Configuración del programa	27
	3 Opciones de planos y de cálculos	28
	4 Selección de material y equipo	29
	5 Opciones de dimensionamiento y comprobaciones a realizar	29
	6 Entorno de trabajo.....	30
	7 Cálculos y chequeos	31
	8 Análisis gráfico de resultados	32
	9 Documentación	32
	10 Reporte de resultados	33
F	Fase de experimentación	34
	1 Modelo en Revit	34
	2 CYPE Plumbing Water Systems	35
G	BIM Server Center y Open BIM Workflow	38
	1 Vinculación a BIMserver.center	38
H	Análisis de resultados	39
V.	METODOLOGÍA	46
A	Fase de investigación	46
	1 Metodología BIM	46
	2 Sistemas de suministro de agua potable para edificaciones	46
	3 Métodos de cálculo	46
	4 Librerías nacionales (familias de REVIT)	47
B	Fase de exploración	47
C	Fase de experimentación	47
D	BIM Server Center y Open BIM Workflow	47
E	Análisis de resultados	47
VI.	CONCLUSIONES	49
VII.	RECOMENDACIONES.....	50
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	51

IX. ANEXOS	52
A Resultados: Método de Hunter Modificado	52
B Comparación de resultados.....	77

LISTA DE GRÁFICOS

Ilustración		Página
1	Ilustración de la tabla de valores permitidos para el agua potable según COGUA-NOR 29001	14
2	Ilustración de la fórmula de fricción de Colebrook y White	15
3	Ilustración de la ecuación de Darcy y Weisbach	16
4	Ilustración de la tabla de aparatos de Hunter	17
5	Tabla de detallamiento de planificación de combos de agua potable	18
6	Tabla de detallamiento de planificación de uniones de agua potable	19
7	Tabla de detallamiento de planificación de uniones de agua potable.....	20
8	Tabla de detallamiento de planificación de uniones de agua potable.....	20
9	Tabla de detallamiento de planificación de uniones de agua potable.....	21
10	Tabla de detallamiento de planificación de uniones de agua potable.....	21
11	Tabla de detallamiento de planificación de uniones de agua potable.....	21
12	Tabla de detallamiento de planificación de conteo de piezas de agua potable tipo ACC.....	22
13	Tabla de detallamiento de planificación de conteo de piezas de agua potable tipo IPS	23
14	Tabla de detallamiento de planificación de tuberías de agua potable tipo ACC.....	24
15	Tabla de detallamiento de planificación de tuberías de agua potable tipo IPS.....	25
16	Tabla de detallamiento de planificación de accesorios de agua potable	26
17	Tabla de detallamiento de planificación de tubería de agua potable	26
18	Tabla de detallamiento de planificación de tubería de agua potable con longitudes máximas.....	26
19	Tabla de normativas utilizadas por el software en cada región.....	27
20	Ilustración del panel de configuraciones del programa.....	28
21	Ilustración del panel de configuraciones del programa para planos y cálculos.....	28
22	Ilustración del panel de configuraciones del programa para materiales, tubería y accesorios.....	29
23	Ilustración del panel de configuraciones del programa para dimensionamiento de elementos	30
24	Ilustración del panel de configuraciones del programa para parámetros del entrono de trabajo	31
25	Ilustración del panel de configuraciones del programa para chequeos y comprobaciones de resultados	31
26	Ilustración del panel de configuraciones del programa para chequeos y comprobaciones de resultados	32
27	Ilustración del panel de configuraciones del programa para análisis gráfico.....	32
28	Ilustración del panel de configuraciones del programa para resolución de cálculos.....	33
29	Ilustración del panel de configuraciones del programa para documentación de resultados.....	34
30	Ilustración del modelo del edificio.....	35
31	Plantillas generadas en base al modelo de REVIT	36
32	Red hidráulica del edificio.....	37
33	Carpeta genera dentro de BIMserver.center.....	38
34	Archivos subidos a la plataforma.....	38

35	Tabla resumen de unidades de descarga, salidas, caudales y presiones de aparatos sanitario	40
36	Cálculo de aparatos por apartamento y su respectivo valor de unidad hunter.....	40
37	Tabla resumen de gastos probables en litros/segundos en función del número de Unidades Hunter	41
38	Ejemplo de cálculo utilizado para red de tubería utilizando el Método de Hunter Modificado.....	42
39	Fórmula de velocidad en m/s.....	43
40	Fórmula de Flamant, para estimación de pérdida de presión.....	43
41	Cuadro comparativo de resultados del nivel	44

RESUMEN

El presente trabajo está enfocado en la validación del software CYPEPLUMBING Water Systems para el diseño y cálculo de instalaciones de suministro de agua potable en edificaciones basado en normativa, tubería y accesorios guatemaltecos y su contraposición al método de diseño de Hunter. El programa CYPEPLUMBING Water Systems permite realizar el diseño y los chequeos pertinentes para configurar cualquier elemento de la instalación, ya sean conexiones, puntos de consumo, depósitos, bombas o tuberías tanto horizontales como verticales. Además, el programa es capaz de diseñar automáticamente la instalación de abastecimiento de agua que se desea introducir en la edificación y puede realizar un diseño parcial de cada elemento del sistema. Al contar con el diseño completo el programa ofrece a los usuarios la posibilidad de utilizar procesos de diseño iterativos aplicando criterios personalizados por el usuario para asegurar que el sistema cumpla con las normativas deseadas. El software se encuentra integrado en el flujo de trabajo Open BIM a través de la plataforma BIM Server Center, lo que posibilita la interoperabilidad y cooperación entre los distintos entes encargados de un proyecto.

Sin embargo, el Método de Hunter ha sido una herramienta práctica utilizada alrededor del mundo por largo tiempo (aún en la actualidad) debido a su alta asertividad al tomar en cuenta que no todos los dispositivos instalados de un sistema funcionan al mismo tiempo; dando como resultado, una distinción de diferentes tipos de flujo para un mismo sistema. El método está diseñado para determinar el caudal máximo probable y se basa en la suposición de que solo unos pocos dispositivos, de todos los conectados al sistema, entrarán en funcionamiento simultáneamente. El método se puede aplicar a grandes grupos de elementos porque la carga de diseño es tal, que es poco probable que se exceda (pero puede suceder). Hunter afirma que se logra una buena operación cuando las tuberías son lo suficientemente grandes para satisfacer la demanda de carga para la cantidad (m) de dispositivos totales (n) en el edificio. Hunter descubrió cómo aplicar el concepto a sistemas con varias clases que asignan el peso o la influencia de un dispositivo en relación con otros; el número que identifica un dispositivo será entonces una relación.

Con el conocimiento adecuado del programa y del Método de Hunter, CYPEPLUMBING Water Systems demuestra ser una gran herramienta dentro de la rama MEP, para la reducción de tiempo de diseño y sobre todo el asertividad de los diseños, pues los resultados al ser contrastados frente el Método de Hunter son similares. La gran flexibilidad del programa, junto con su implementación en el ecosistema BIM, lo convierten en una gran opción para su uso en la industria de la construcción guatemalteca.

ABSTRACT

The present work is focused on the validation of the CYPEPLUMBING Water Systems software for the design and calculation of drinking water supply facilities in buildings based on Guatemalan regulations, pipes and accessories and its opposition to the Hunter design method. The CYPEPLUMBING Water Systems program allows you to carry out the design and the pertinent checks to configure any element of the installation, be it connections, consumption points, tanks, pumps or both horizontal and vertical pipes. In addition, the program is capable of automatically designing the water supply installation to be introduced in the building and can carry out a partial design of each element of the system. By having the complete design, the program offers users the possibility of using iterative design processes applying criteria customized by the user to ensure that the system complies with the desired regulations. The software is integrated into the Open BIM workflow through the BIM Server Center platform, which enables interoperability and cooperation between the different entities in charge of a project.

However, the Hunter Method has been a practical tool used around the world for a long time (even today) due to its high assertiveness when taking into account that not all the installed devices of a system work at the same time, resulting in a distinction of different types of flow for the same system. The method is designed to determine the probable maximum flow rate and is based on the assumption that only a few devices out of all those connected to the system will come into operation simultaneously. The method can be applied to large groups of elements because the design load is such that it is unlikely to be exceeded (but can happen). Hunter claims that good operation is achieved when the pipes are large enough to meet the load demand for the number (m) of total devices (n) in the building. Hunter figured out how to apply the concept to systems with multiple classes that allocate the weight or influence of one device relative to others; the number that identifies a device will then be a relation.

With the adequate knowledge of the program and the Hunter Method, CYPEPLUMBING Water Systems proves to be a great tool within the MEP branch, for the reduction of design time and above all the assertiveness of the designs, since the results when contrasted against the Hunter's method are similar. The great flexibility of the program, together with its implementation in the BIM ecosystem, make it a great option for use in the Guatemalan construction industry.

I. INTRODUCCIÓN

Los proyectos de construcción en muchos países en vías de desarrollo han enfrentado problemas durante décadas debido a una considerable fragmentación de actividades, partes interesadas y disciplinas relacionadas. De hecho, esta dispersión dificulta que los profesionales de la construcción compartan información técnica. A su vez, la falta de intercambio de información conduce a una gran cantidad de errores, incluyendo extensiones de plazos, sobrecostos y numerosas deficiencias en distintos aspectos durante la ejecución del proyecto. BIM, o "Modelado de información de construcción", es el resultado de numerosos estudios destinados a mejorar la interoperabilidad del software en la industria de la arquitectura, la ingeniería y la construcción (AEC). La técnica BIM, que se considera una gran innovación digital, se basa en formatos de datos estandarizados y abiertos como el IFC ("Industry Foundation Classes"), los cuales generan una extensión de archivo compatible con una gran variedad de programas en la industria de la AEC. La metodología BIM tiene todo lo necesario para convertirse en uno de los estándares más importantes de la industria.

Claramente, con el auge de esta metodología, ciertos programas han ganado mayor interés que otros en lo que ha modelado y visualización de proyectos se refiere. Estos pueden ser programas como Revit, ArchiCAD o SketchUp, los cuales no solo integran la parte de diseño arquitectónico junto con el diseño estructural, sino que además de eso cuentan con herramientas de instalaciones mecánicas, hidráulicas y eléctricas (MEP). Esto representa una ventaja increíble en lo que a facilidad de visualización, integración y reducción de tiempo se refiere, ya que en un mismo modelo se pueden revisar todos los aspectos de un proyecto sin tener que recurrir a planos u otros programas. Sin embargo, una de las áreas menos tratadas en Guatemala, en lo que a la metodología BIM se refiere, es el tema de instalaciones hidráulicas. Claramente ArchiCAD, SketchUp y Revit cuentan con herramientas para su diseño, pero el objetivo principal de estos programas no es el del diseño de estos sistemas, sino más bien la integración en el modelo y su subsecuente visualización en conjunto. Es por esta razón que el presente trabajo se centra la revisión del programa CYPE Plumbing Water Systems, el cual es un software diseñado específicamente para diseño de sistemas de agua potable, con el fin de exponer su potencial uso en la metodología BIM guatemalteca, respetando nuestras normas, requerimientos y materiales y accesorios disponibles en el mercado nacional. Para tal efecto, el presente escrito se estructura en 10 segmentos principales: metodología BIM (1), sistemas de suministro de agua potable para edificaciones (2), métodos de cálculo (3), librerías nacionales (familias de REVIT) (4), uso del software CYPE Plumbing Water Systems (5), modelado de edificación para diseño hidráulico (6), diseño de sistema de agua potable con CYPE (7), BIM Server Center y Open BIM Workflow (8), análisis de resultados (9), recomendaciones (10) y conclusiones (11).

Para la realización del trabajo se requirió de una fase de investigación en dónde se determinaron conceptos importantes como la normativa bajo la cual se rigen los diseños de sistemas de agua potable en Guatemala (IPC y Guía de normas y estándares técnicos aplicados a agua y saneamiento FODM), conceptos relevantes acerca de la metodología BIM, el método de cálculo que utiliza el software CYPE Plumbing Water Systems (Darcy-Weisbach), el método de cálculo de fricción que utiliza el software Cype Plumbing Water Systems (Colebrook-White), el método de cálculo manual de uso generalizado en Guatemala (Método de Hunter Modificado), se obtuvieron las librerías de familias de instalaciones hidráulicas de las 3 empresas predominantes en el mercado guatemalteco (Gerfor, Durman y Amanco) y los distintos tipos de sistemas de abastecimiento de agua potable que existen. Además, se requirió de una fase de exploración, la cual se centró en su totalidad en el software CYPE Plumbing Water Systems. Aquí, se

investigaron sus capacidades, limitaciones, ventajas y desventajas, así como también su normativa y aplicabilidad en el entorno guatemalteco.

Se reconoció su compatibilidad con la metodología BIM ya que acepta formatos IFC y además es posible utilizarlo para el entorno Open BIM Workflow y utilizarlo con BIM Server Center. Por otro lado, la fase de experimentación consistió en la generación de un modelo arquitectónico de una edificación de 12 niveles para la cual se desarrolló el diseño de sistema de agua potable con el software de CYPE. Se realizaron 2 diseños, el primero mediante la utilización del programa (método de Darcy-Weisbach) y un segundo diseño mediante el método de Hunter Modificado (método más popular en Guatemala). Esto con el fin de comparar ambos diseños y evaluar su reciprocidad para el ámbito de la construcción y diseño guatemaltecos.

Juntamente con la fase de experimentación se llevó a cabo el chequeo de interoperabilidad del programa CYPE Plumbing Water Systems en el entorno BIM, mediante la utilización de BIM Server Center y Open BIM Workflow. La importación y exportación de formatos IFC por parte del programa, determinó su capacidad de integrarse a la metodología BIM ya que las librerías de las 3 empresas mencionadas en la fase de investigación requirieron que este fuera compatible con archivos de extensión rfa ya que fueron creados en Revit al igual que el modelo sobre el cuál se montó el diseño hidráulico. Finalmente, en el apartado de análisis de resultados, se determinó que ambas metodologías son congruentes y, aunque con diferencias marcables en el proceso de diseño y resultados, ambas cumplen con la normativa y los valores técnicos de diseño requeridos para su utilización en el ámbito nacional. Claramente, la utilización de un software de diseño especializado como lo es CYPE Plumbing Water Systems, representa una ventaja y una mejora frente al método probabilístico de Hunter. El ahorro de tiempo, correcciones puntuales e inmediatas, posibilidad de realizar automáticamente cuantificaciones de diseño, chequeos, generación de planos y variantes del diseño para resolver conflictos, hacen de este software una herramienta potencialmente útil para su implementación por parte de los profesionales guatemaltecos.

II. JUSTIFICACIÓN

El auge de la “Era digital” está rompiendo estereotipos y disrumpiendo la forma en que la AEC (arquitectura, ingeniería y construcción) se trabaja tradicionalmente. La implementación de la tecnología BIM (Building Information Modeling) se ha convertido en el centro de esta transformación, centrándose en ser el puente de información entre el diseño, la construcción, la administración y la operación de edificaciones. Las ventajas que presenta esta “revolución digital” frente a la práctica tradicional en el ámbito de la construcción son muchas y beneficia tanto a los clientes, como a los ejecutores de los proyectos y demás entes relacionados. En los últimos años se ha visto una creciente demanda de proyectos BIM, lo que ha alentado a la industria a mejorar los estándares y las herramientas disponibles para continuar con esta práctica y seguir evolucionando la industria de la construcción. Es por esto por lo que las instituciones educativas deben reconocer esta transformación e incluir la metodología BIM en el núcleo de sus contenidos para preparar a los futuros profesionales. La introducción a la metodología BIM presenta ventajas no solo para los estudiantes actuales sino también para profesionales que ya se encuentran laborando pues aquellos que implementen estas herramientas contarán con una ventaja significativa contra aquellos que se mantengan apegados a la “vieja guardia” o la escuela tradicional. (Javier Pereiro, 2018)

El software “CYPEPLUMBING Water Systems” es un ejemplo de las herramientas digitales que trabajan en el ecosistema de BIM bajo la metodología de trabajo “Open BIM”, la cual permite la inter- operabilidad entre programas, posibilitando la integración de arquitectura, ingeniería y construcción (AEC) en programas de diseño como: “REVIT” o “ArchiCAD”. “CYPEPLUMBING Water Sys- tems” cae dentro de la rama MEP, referente a las instalaciones: mecánicas, eléctricas y plomería. Dentro de la industria de la construcción la rama MEP se encarga de brindar apoyo al diseñador, calculista o dibujante en el desarrollo de los servicios para la construcción (Building Services Design Suite). Esto claramente lo vuelve una herramienta de relevancia, ya que permite a los usuarios definir todos los parámetros necesarios a utilizar (selección de materiales, equipos, alternativas de diseño y chequeos) y además permite realizar diseños de acuerdo con normas predeterminadas o personalizadas. (CYPE Ingenieros S.A, 2020)

“CYPEPLUMBING Water Systems” realiza el diseño hidráulico utilizando el método de “Darcy y Weisbach”, aplicando el factor de fricción de “Colebrook y White”. El software diseña redes de abastecimiento de agua potable de acuerdo con la configuración seleccionada (estándar o personalizada) y desarrolla los chequeos necesarios para comprobar el correcto funcionamiento del sistema. Además, realiza el análisis de árbol mediante el cálculo de cantidades brutas y simultáneas de caudal, las cuales son configurables por el usuario. Esto no es más que una herramienta de calidad utilizada a través de un proceso sistemático que permite al diseñador o calculista hallar la relación existente entre el sistema general y las instalaciones que lo componen. Una característica notable del programa es su capacidad de cálculo y desarrollo de representaciones gráficas de los peores y mejores tramos de tubería de la instalación, evidenciado los puntos conflictivos en dónde el diseñador debe prestar mayor atención. (CYPE Ingenieros S.A, 2019)

Sin embargo, las fluctuaciones en los sistemas de plomería ocurren en intervalos aleatorios e infrecuentes, con magnitudes variables. Y es por esta razón que el Dr. Hunter propuso la teoría de la probabilidad binomial para eventos simultáneos que determinaron los criterios de tamaño para los sistemas de drenaje y suministro de tuberías de agua potable. Esta propuesta fue tan buena que las cargas en ‘unidades de accesorios adimensionales’ producidas a partir de la probabilidad de

eventos simultáneos introducidos para el diseño de drenaje y suministro de agua tal como se aplican en códigos modelo y manuales en todo el mundo, se usaron para crear las tablas de carga de drenaje y suministro de agua en los programas de diseño de plomería modernos. (Hunter, 1940)

Con esto en mente el presente trabajo pretende comparar ambos métodos de diseño y poner a prueba la utilidad y el beneficio práctico que esta herramienta BIM potencialmente posee para su implementación en la industria de la construcción guatemalteca, corroborando su eficacia y eficiencia en el contexto nacional, tanto con normativa, tubería y accesorios, como su validación en el diseño y cálculo de instalaciones de suministro de agua potable en edificaciones frente al método de Hunter. Todo esto con el fin de proveer con una herramienta más a los profesionales de la construcción guatemaltecos, validando su utilización a nivel nacional en un área que se ha quedado estancada en su evolución digital, como lo es el caso del diseño hidrosanitario. (CYPE Ingenieros S.A, 2020)

III. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Comparar el diseño y cálculo de instalaciones de suministro de agua potable en edificaciones del software CYPEPLUMBING Water Systems para el contexto guatemalteco frente al método de cálculo y diseño de Hunter.

B. Objetivos específicos

- Implementar el software 'CYPEPLUMBING Water Systems' en un caso práctico contextualizado a la realidad guatemalteca, utilizando normativa, tubería y accesorios nacionales.
- Comparar los resultados obtenidos por el software 'CYPEPLUMBING Water Systems' contra el Método de Hunter buscando evidenciar ventajas o desventajas significativas del programa contra el cálculo manual de un sistema de abastecimiento de agua potable para un edificio de apartamentos de 12 niveles y 5 sótanos en el área capitalina.
- Validar la interoperabilidad entre los softwares 'CYPEPLUMBING Water Systems' y Revit, mediante la utilización de la Metodología BIM, a través de método de trabajo Open BIM Workflow.

IV. MARCO TEÓRICO

A. Metodología BIM

1. Definición. La metodología BIM o Building Information Modeling, por sus siglas en inglés (Modelado de Información para Edificaciones), es un proceso desarrollado para la creación y gestión de información de proyectos de construcción a lo largo de todo su ciclo de vida. Para tal efecto, se desarrolla una descripción digital coordinada de cada aspecto de la edificación, utilizando un conjunto de softwares especializados para cada etapa. Además, esta descripción digital incluye una combinación de modelos 3D cargados de valiosa información y datos estructurados asociados a cada aspecto del proyecto. Internacionalmente, la metodología BIM y las estructuras de datos asociadas se encuentran definidas dentro de las series de normas ISO 19650-1:2018. (Kubba, 2012)

2. ISO 19650-1:2018. La normativa ISO 19650-1: 2018 trata el tema de la organización y digitalización de información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluido el modelado de información de edificios (BIM). En el apartado de gestión de la información mediante el modelado de información de edificios, correspondiente a la parte primera: Conceptos y principios, se define la metodología BIM como: "uso de una representación digital compartida de un activo construido para facilitar los procesos de diseño, construcción y operación para formar una base confiable para las decisiones." (International Organization for Standardization, 2018)

3. Origen e historia. A finales de la década de 1950 fue desarrollado el software "Pronto" fue desarrollado por Patrick J. Hanratty. Este fue el primer software comercial desarrollado específicamente para la fabricación asistida por computadora o CAM, por sus siglas en inglés. Con el paso del tiempo, Hanratty, centró sus esfuerzos en el ámbito de gráficos generados por computadora, dando vida al DAC (Diseño automatizado por computadora) en 1961. Este fue el primer sistema CAM / CAD con gráficos interactivos. (Smith, 2007)

No fue sino hasta el año 1963, cuándo Ivan Sutherland desarrolló "Sketchpad". Este sería el primer software CAD, diseño asistido por computadora, que contaba con una interfaz gráfica para el usuario. Esto representó un adelanto tecnológico en el desarrollo de gráficos por computadora y cimentaría las bases para el desarrollo de los métodos de modelado de información en la industria de la construcción. (Smith, 2007)

En la década de 1970 saltaría a escena el arquitecto Charles M. Eastman, quién publicó su trabajo sobre un prototipo al cuál llamó: Building Description System (BDS). El escrito por Eastman desarrollaba la idea de un diseño paramétrico y representaciones 3D calculables de alta contraste que contaría con una base de datos integrada para realizar análisis visuales y cuantitativos. Además, trató el tema de la comprobación automatizada del modelo para contar siempre con una versión actualizada a diferencia de los diseños físicos los cuales quedan desactualizados con el paso del tiempo. El trabajo del señor Eastman planteaba las bases de lo que hoy conocemos como la metodología BIM. Él se encargó de diseñar el software de tal forma que a cada usuario tuviese acceso a una base de datos ordenada y clasificada según el área que trataba. Además de esto, la base de datos contaba con interfaces gráficas de usuario con vistas ortográficas y en perspectiva. El programa Building Description System (BDS) fue uno de los pioneros en la creación de bases de datos de edificaciones. (Eastman, 2011)

Durante los años 80 el genio de la informática Gábor Bojár desarrollo el software ArchiCAD, el cual se convertiría en el primer programa habilitado para la metodología BIM disponible en una

computadora. Con el pasar de los años, se desarrollaron numerosos programas que popularizaron el concepto BIM, como lo es el caso del programa REVIT en el año 2000. Sin embargo, la implementación de la metodología BIM se alcanzó en la última década, gracia a su implementación parcial en la legislación europea y su implementación en países como Estados Unidos, Japón y México. (Laiserin, 2003)

4. Niveles BIM.

a. Nivel "0". El proyecto no fomenta la colaboración y se basa en herramientas de dibujo CAD 2D en papel. El objetivo principal es producir información de producción en papel o en formato electrónico básico. Este es un nivel desactualizado que los profesionales de la industria ya no utilizan. (Shilton, 2018)

b. Nivel "1". Tanto el dibujo CAD 3D como el 2D se utilizan en BIM de nivel 1. Mientras que el CAD 3D se utiliza para diseños conceptuales, el CAD 2D se usa para crear documentos de aprobación reglamentarios e información de producción. En este nivel, los datos se comparten electrónicamente a través de un entorno de datos comunes (CDE) administrado por un contratista. Debido a que todos desarrollan y controlan sus propios datos, existe poca o ninguna colaboración entre las muchas partes interesadas en este nivel. (Shilton, 2018)

c. Nivel "2". Este nivel fomenta la colaboración al proporcionar a cada parte interesada su propio modelo CAD en 3D. Este nivel se distingue por el funcionamiento colaborativo y requiere una transmisión de información eficiente relacionada con el proyecto, así como una coordinación fluida entre todos los sistemas y partes interesadas. Todas las partes trabajan en sus propios modelos CAD en 3D locales y los datos se comparten utilizando un formato de archivo estándar. Las organizaciones pueden utilizar dicha tecnología para construir un modelo BIM federado combinando datos externos con su propio modelo. (Shilton, 2018)

d. Nivel "3". El alcance de este nivel no se ha definido completamente, pero ofrece una colaboración más amplia entre todas las partes interesadas a través de un modelo compartido alojado en un único repositorio. También se conoce como 'Open BIM'. La idea del Nivel 3 permite que todos los participantes trabajen en el mismo modelo al mismo tiempo, eliminando la posibilidad de información contradictoria. El nivel 3 sugiere utilizar un sistema integrado basado en estándares abiertos como IFC, con todos los datos del proyecto almacenados en un solo servidor. (Shilton, 2018)

5. LOD (Level of Development). El Instituto Americano de Arquitectos (AIA) estableció inicialmente LOD en 2008, cuando creó cinco niveles de desarrollo para caracterizar los niveles detallados en un modelo BIM. Sin embargo, el concepto de LOD existía mucho antes. La primera instancia del uso de LOD se remonta a Vico Software, una empresa de software de análisis de edificios que utilizó un método similar a LOD para vincular los modelos digitales con los costos del proyecto. En varias etapas del proceso de diseño, la organización hizo que todas las métricas y datos relacionados con un modelo digital fueran accesibles para todos. Con la incorporación de LOD 350, ahora hay seis etapas de desarrollo, y se estima que entre el 80 y el 90 por ciento de los elementos de un modelo deberían alcanzar al menos LOD 350. (Grytting, 2017)

La especificación de nivel de desarrollo (LOD) permite a los profesionales de la industria describir cómo la geometría de un elemento y la información que lo acompaña han cambiado con el tiempo. Refleja cuánto pueden confiar varios miembros del equipo en la información relacionada con una pieza específica. En varias fases de desarrollo, la especificación LOD ayuda a los diseñadores a definir las características inherentes de los elementos de un modelo. La

claridad de la visualización ofrece una profundidad de modelo, indicando cuánto y en qué nivel debe confiarse en el elemento de un modelo. (Grytting, 2017)

a. LOD 100 - Conceptual. Un símbolo u otra representación genérica del elemento del modelo se puede representar gráficamente en el modelo. Se pueden utilizar otros elementos del modelo para obtener información sobre el elemento del modelo. Cualquier dato derivado de los elementos LOD 100 debe tomarse con pinzas. (Madrid, 2015)

b. LOD 200 - Geometría Aproximada. El elemento del modelo es un sistema, objeto o ensamblaje genérico con cantidades, tamaño, forma, posición y orientación aproximadas que se representa gráficamente dentro del modelo. Cualquier dato derivado de los elementos LOD 200 debe tomarse con pinzas. (Madrid, 2015)

c. LOD 300 - Geometría Precisa. En términos de cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación, el elemento del modelo se representa gráficamente dentro del modelo como un sistema, objeto o conjunto específico. El elemento del modelo también puede tener datos no gráficos asociados. Se ha determinado el origen del proyecto y el elemento se ha colocado con precisión en relación con el origen del proyecto. (Madrid, 2015)

d. LOD 350 - Geometría Precisa con conexiones. El elemento del modelo es un sistema, objeto o ensamblaje específico que se representa gráficamente dentro del modelo en términos de cantidad, tamaño, forma, ubicación, orientación e interacciones con otros sistemas de construcción. El elemento del modelo también puede tener datos no gráficos asociados. (Madrid, 2015)

e. LOD 400 - Geometría lista para fabricación. El elemento del modelo es un sistema, objeto o ensamblaje específico que se representa gráficamente dentro del modelo en términos de tamaño, forma, ubicación, cantidad y orientación, así como información detallada, de fabricación, ensamblaje e instalación. El elemento del modelo también puede tener datos no gráficos asociados. (Madrid, 2015)

f. LOD 500 - Modelos As-built/Operacionales. En términos de tamaño, forma, ubicación, cantidad y orientación, el elemento del modelo es una representación validada en campo. Los elementos del modelo también pueden tener datos no gráficos conectados a ellos. (Madrid, 2015)

6. ¿Qué es AEC? Las siglas AEC representan los 3 pilares de la industria de la construcción: arquitectura, ingeniería y construcción. Los profesionales de AEC utilizan su experiencia en estas tres disciplinas distintas para trabajar juntos y llevar a cabo un proyecto manera más eficiente y efectiva. (Heiskanen, 2021)

7. Rol de la arquitectura. Los arquitectos son los encargados de desarrollar el concepto de diseño para la construcción de nuevos edificios o la restauración/rehabilitación de edificios preexistentes. Aunque comúnmente se les atribuye únicamente la estética visual de una edificación, en realidad los arquitectos deben crear diseños funcionales y que se rijan bajo las leyes y regulaciones de construcción nacionales e internacionales. Algunas de las responsabilidades de los arquitectos incluyen: (Augenbroe, 2002)

- a. Comprender los requisitos y deseos del cliente para traducirlos en dibujos y modelos de diseño.

- b. Cuantificar y calificar el proyecto (presupuesto, características del sitio y permisos de construcción).
- c. Desarrollar una secuencia de operaciones y mantener registros para los informes diarios.
- d. Gestionar el proceso de licitación cuando los contratistas pujan por los trabajos.
- e. Aclarar detalles para los equipos de ingeniería y construcción y realizar cambios en los planos según sus recomendaciones y eventualidades.
- f. Certificar que el trabajo se completó de la manera acordada.

8. Rol de la ingeniería. Los ingenieros civiles son los encargados de supervisar proyectos de construcción, como grandes edificaciones, puentes, carreteras públicas y privadas, presas e instalaciones de suministro de servicios públicos. Entre sus responsabilidades se encuentran: (Augenbroe,2002)

- a. Realizar estudios de viabilidad e inspecciones de obra *in situ* (en el sitio).
- b. Elaboración de presupuestos de proyectos.
- c. Coordinación de recursos, tanto materiales como humanos y equipos.
- d. Supervisar el progreso y el cumplimiento de la seguridad industrial en los sitios de construcción.
- e. Asegurar el cumplimiento de las regulaciones municipales.
- f. Servir de puente entre el cliente y los contratistas.

9. Rol de la construcción. Finalmente, los gestores de proyectos de construcción coordinan el trabajo de contratistas y subcontratistas en un proyecto. Algunas de sus responsabilidades son: (Augenbroe, 2002)

- a. Trabajar al lado de arquitectos e ingenieros para desarrollar planes de contingencia, gestionar entregar y determinar presupuestos y costos.
- b. Contratación y gestión de subcontratistas y empleados.
- c. Asegurarse de que todo el trabajo esté a la altura del código.
- d. Distribuir recursos para mantener el proyecto andando.
- e. Gestionar las relaciones entre los profesionales de la industria AEC con los clientes y entes municipales.
- f. Creación de puntos de control como parte de la gestión general del tiempo.
- g. Identificar riesgos internos o externos, para cumplir con las entregas programadas y no retrasar el proyecto.

10. ¿Qué es MEP? En la industria de la construcción, la ingeniería MEP es la ciencia y el arte de planificar, diseñar y administrar los sistemas de instalaciones mecánicas, eléctricas y de plomería. Los sistemas MEP los encargados de la habitabilidad de un edificio. Además, ayudan en la toma de decisiones, la estimación de costos, la administración del proyecto, la documentación, y el mantenimiento de edificio. Los ingenieros mecánicos, eléctricos y de plomería se encargan de convertir el interior de un edificio en espacios funcionales y acogedores que todos conocemos y disfrutamos. (Shi, 2011)

- a. Instalaciones mecánicas (M). Los elementos de diseño mecánico como los sistemas de calefacción y refrigeración ayudan a que la vida en el interior sea más cómoda ya que nos permiten ocupar edificios todas las condiciones climáticas. Además, los elevadores nos ayudan a llegar a nuestro destino de una manera más eficiente y rápida. (Korman, 2010)
- b. Instalaciones eléctricas (E). Por su parte el sistema eléctrico de un edificio mantiene las luminarias, los electrodomésticos, talanqueras, cámaras de seguridad y demás elementos eléctricos de una edificación en funcionamiento. (Korman, 2010)
- c. Instalaciones de plomería (P). Los sistemas de plomería proporcionan agua potable para consumo, limpieza, jardinería y más. Además, los sistemas sanitarios se encargan de las aguas residuales pluviales y sanitarias de forma segura para los ocupantes de la estructura. (Korman,2010)

11. BIM Server Center. Esta herramienta es lo que se conoce como “entorno común de datos” de la casa desarrolladora CYPE Ingenieros. La idea detrás de la creación de este entorno es la de poder gestionar, vincular, compartir y actualizar proyectos constructivos en la nube, sin la necesidad de enviar los archivos por correo o cualquier otra fuente. Esto se logra gracias a la implementación de la tecnología Open BIM workflow, la cual se explica en el siguiente inciso. BIM Server Center posibilita la integración de todos los técnicos que forman parte del equipo del proyecto en un flujo de trabajo colaborativo, abierto y coordinado a través del intercambio y vinculación de archivos en formato IFC (ver inciso 12). (Solak, 2018)

12. Open BIM Workflow. El enfoque de Open BIM es la compatibilidad del flujo de trabajo de un modelado de información de construcción, en lugar de centrarse en la compatibilidad de datos. Lo que busca es que las partes involucradas de un proyecto puedan seleccionarse en función de su capacidad en un área específica y no en base a su uso de una marca de software. Esto da como resultado libertad a los miembros del equipo para usar el software que mejor se adapte a sus necesidades y puedan mantener un mejor control sobre sus propios datos de diseño, pudiendo al mismo tiempo colaborar con los demás miembros del equipo. Esto a su vez, les da una oportunidad a los proveedores de software más pequeños una oportunidad de competir con los proveedores más populares. (Zheng, 2014)

13. ¿Qué es IFC? Cuando se habla del modelo de datos IFC (Industry Foundation Classes), se hace referencia a una especificación neutral y de uso libre que no está controlada por ninguna casa desarrolladora como CYPE Ingenieros o Autodesk. Se trata de un formato de archivo dirigido específicamente a objetos con un modelo de datos desarrollado para facilitar la interoperabilidad de los programas de diseño y cálculo existentes en la industria de la construcción. Hablamos de un formato de uso común para su implementación en la metodología BIM. La especificación IFC está registrada por la Organización Internacional de Normalización (ISO) en su normativa ISO-16739 y

actualmente se encuentra en proceso de convertirse en el estándar internacional oficial. (Hietanen,2008)

B. Sistemas de suministro de agua potable para edificaciones

1. Definición de agua potable. El agua potable se define tanto por sus propiedades químicas, físicas y bacteriológicas, como por sus características organolépticas, por no suponer un riesgo para la salud del consumidor y cumple los requisitos lo especificados por las normas nacionales e internacionales. (COGUANOR, 2015)

2. Definición de sistema de suministro de agua potable. Por un sistema de suministro de agua potable se entiende e incluyen todas las fuentes, instalaciones y accesorios desde la fuente hasta el punto de entrega de agua potable al consumidor, como válvulas, bombas, conductos, tuberías, tanques, receptores, accesorios, equipos y cualquier otro accesorio u equipo utilizado con el fin de conducir agua potable para su consumo, almacenamiento y/o uso. (Kroehler, 2014)

3. Origen e historia. Durante generaciones, los seres humanos han estado almacenando y distribuyendo agua. Anteriormente, cuando los humanos vivían como cazadores/recolectores, el agua del río se usaba como fuente de agua potable. Las personas que permanecían en un lugar durante un período prolongado de tiempo solían estar cerca de un río o un lago. La gente usaba agua subterránea para beber cuando no había ríos o lagos en el área. Esto fue empujado hacia arriba desde el suelo a través de pozos. Cuando la población humana comenzó a expandirse rápidamente, el suministro de agua se volvió insuficiente. El agua para beber tenía que obtenerse de una fuente diferente. (Mays, 2007)

Jericó (Israel, Figura 1) almacenó agua en pozos que se utilizaron como fuentes hace unos 7000 años. La gente también comenzó a crear métodos de transporte de agua potable. Para el transporte se utilizaban simples canales excavados en la arena o en las rocas. Más tarde, también se utilizaron tubos huecos. Las palmeras huecas se emplearon en Egipto, mientras que los tallos de bambú se utilizaron en China y Japón. Eventualmente, se usaron arcilla, madera e incluso metal. La gente de Persia buscaba ríos y lagos subterráneos. El agua entraba en los pozos de la llanura a través de agujeros en las rocas. Alrededor del año 3000 a.C., la ciudad de Mohenjo-Daro (Pakistán) utilizaba un suministro de agua muy extenso. En esta ciudad existían baños públicos con instalaciones de calderas de agua y baños. (Mays, 2007)

En la antigua Grecia, el agua de manantial, el agua de pozo y el agua de lluvia se usaban desde muy temprano. Debido al rápido aumento de la población urbana, Grecia se vio obligada a almacenar agua en pozos y transportarla a la población a través de una red de distribución. El agua que se utilizaba se llevaba a través de alcantarillas, junto con el agua de lluvia. Cuando se llegaba a los valles, el agua se conducía a través de las colinas bajo presión. Los griegos fueron de los primeros en interesarse por la calidad del agua. Utilizaron cuencas de aireación para la purificación del agua. (Mays, 2007)

Los romanos fueron los mayores constructores y constructores de redes de distribución de agua de la historia. El aprovisionamiento se hacía con agua de río, de manantial o subterránea. Los romanos construyeron presas en los ríos, lo que resultó en la formación de lagos. El agua del lago se aireó y luego se bombeó al sistema. Debido a su alta calidad, el agua de montaña era la más popular. (Mays,2007)

Se crearon acueductos para el transporte de agua. El agua se distribuyó durante decenas de kilómetros a través de estos acueductos. Para la plomería de la ciudad se utilizaba hormigón, roca, bronce, plata, madera o plomo. Los contaminantes extraños se mantuvieron fuera de las ganancias de agua. (Mays, 2007)

Los acueductos ya no se usaban cuando el Imperio Romano se derrumbó. Entre el 500 y el 1500 d.C. se avanzó poco en el campo del tratamiento de aguas. Innumerables ciudades surgieron durante la Edad Media. En estas ciudades se utilizó plomería de madera. El agua provenía de ríos, pozos o fuentes fuera de la ciudad. Debido a que se arrojaron desechos y estiércol al lago, la situación se deterioró rápidamente. Las personas que bebían esta agua estaban enfermas y, a menudo, morían como resultado. Para aliviar la situación, la gente comenzó a beber agua de ríos fuera de la ciudad que no estaban contaminados. Los llamados aguadores entregaron el agua a la metrópoli. (Mays, 2007)

John Gibb creó el primer sistema de agua potable para toda una ciudad en Paisley, Escocia, en 1804 para alimentar con agua a sus blanqueadores y a toda la ciudad. El agua filtrada se entregó a Glasgow en tres años. En 1806, París tenía en funcionamiento un gran sistema de tratamiento de agua. Antes de ser filtrada, el agua se dejó reposar durante 12 horas. Los filtros estaban hechos de arena y carbón y debían cambiarse cada seis horas. James Simpson, un inglés, creó un filtro de arena para la purificación del agua potable en 1827. Este todavía se considera el monumento más importante para la salud pública en la actualidad. (Mays, 2007)

4. Sistema de abastecimiento directo. Cuando el abastecimiento de agua fría al mobiliario sanitario de los edificios proviene directamente de la red municipal, se lo denomina 'directo'. El uso de estos sistemas de abastecimiento ahorra la utilización de tanques elevados, cisternas y tinacos. (A.Rijsberman, 2000)

Para dar agua fría directamente a todos y cada uno de los sistemas hidrosanitarios de una edificación, la presión del agua en la red municipal debe ser como mínimo de 0,2 kg/cm² para que el agua llegue a todos los sistemas (incluso los más altos) y asegurar que sean abastecidos correcta y satisfactoriamente. (A.Rijsberman, 2000)

5. Sistema de abastecimiento indirecto (por gravedad). El agua fría se distribuye muchas veces en este sistema a través de tinacos o tanques elevados instalados en los techos de los edificios de cierta forma, o bien a través de tanques de agua o tanques de regularización construidos en terrenos elevados en general por la comunidad interesada. (A.Rijsberman, 2000)

6. Sistema de abastecimiento combinado. Cuando la presión en la red general para el suministro de agua fría es insuficiente para llegar a los depósitos de agua o depósitos elevados, principalmente por la altura de algunos edificios, se utiliza un sistema combinado (por presión y gravedad). Esto requiere la construcción de cisternas especiales o la instalación de tanques de almacenamiento en la parte inferior de los edificios. El agua se eleva a los tanques elevados desde las cisternas o tanques de almacenamiento ubicados en la parte inferior de las estructuras mediante un sistema auxiliar (una o más bombas). Luego se procede a realizar la distribución de agua por gravedad a varios niveles y mobiliario de forma específica o genérica, según el tipo de instalación y servicio requerido. (A.Rijsberman, 2000)

7. Sistema de abastecimiento por presión. El sistema de suministro de presión es más complicado y depende de las características del edificio, tipo de servicio, volumen de agua requerido, presiones, servicios simultáneos, número de niveles, cantidad de mobiliario, características del mobiliario, etc. Generalmente se resuelve con la implementación de:

- a. Equipos hidroneumáticos
- b. Equipos de bombeos programados

Cabe mencionar que se privilegia el sistema de abastecimiento por gravedad frente a los demás cuando las condiciones de los servicios, sus características, el número y tipo de mobiliario instalado o por instalar, y la altura de las edificaciones lo permita. Esto debido a las siguientes ventajas:

- 1) Continuidad del servicio
- 2) Seguridad de funcionamiento
- 3) Bajo costo
- 4) Mínimo mantenimiento

8. Bombas hidráulicas. Una bomba hidráulica es un medio para convertir la energía mecánica en energía hidráulica, según la definición estándar que se encuentra en los libros de texto. Dicho de otro modo, las bombas proporcionan energía al agua. Al intentar clasificar los muchos tipos de bombas hidráulicas, se deben definir algunos términos para evaluar las ventajas de un tipo de bomba sobre otro. Estos son los términos: (Pérez, 2006)

- 1) Amplitud de presión: estas son las restricciones de presión máxima que una bomba puede soportar mientras sigue funcionando de manera efectiva. Lb/in² es la unidad de medida.
- 2) Volumen: el volumen de fluido que una bomba puede suministrar en condiciones normales de funcionamiento. Las unidades son galones por minuto.
- 3) Amplitud de velocidad: está compuesta por las velocidades máximas y mínimas a las que la bomba puede funcionar satisfactoriamente dadas las condiciones de entrada y soporte de carga. las unidades son revoluciones por minuto (r.p.m.).
- 4) Eficiencia mecánica: la relación entre los caballos de fuerza de entrada teóricos requeridos para un cierto volumen a una presión específica y los caballos de fuerza de entrada reales necesarios para el volumen específico a una presión específica determina la eficiencia mecánica.
- 5) Eficiencia volumétrica: la relación entre el volumen de salida teórico a 0 lb/in² y el volumen real a cualquier presión aplicada se puede utilizar para calcular la eficiencia volumétrica.
- 6) Eficiencia total: se calcula multiplicando la eficiencia mecánica y volumétrica entre sí.

9. Requerimientos. Las normativas Los valores permitidos en Guatemala por la Normativa COGUANOR 29001 para considerar agua como agua potable: (COGUANOR, 2015)

Características	LMA	LMP
Color	5.0 u	35.0 u (a)
Olor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5.0 UNT	15.0 UNT (b)
Conductividad eléctrica	750 μ S/cm	1500 μ S/cm (d)
Potencial de hidrógeno	7.0-7.5	6.5-8.5 (c) (d)
Sólidos totales disueltos	500.0 mg/L	1000.0 mg/L

(a) Unidades de color en la escala de platino-cobalto
 (b) Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT)
 (c) En unidades de pH
 (d) Límites establecidos a una temperatura de 25°C

Figura 1. Ilustración de la tabla de valores permitidos para el agua potable según COGUANOR 29001. Elaboración propia.

10. Normativas. Las normativas nacionales e internacionales aplicables y rigentes en la actualidad para Guatemala en relación con el tema de sistemas de suministro de agua potable se encuentran en el siguiente listado sin un orden en particular: (COGUANOR, 2015)

- 1) Norma COGUANOR NTG 29001: Agua para consumo humano (agua potable). Especificaciones.
- 2) Norma COGUANOR NGO: 4010: Sistema Internacional de Unidades (SI)
- 3) Norma COGUANOR NGO: 29011 h2: Agua. Ensayos físicos. Determinación del color. Método de referencia.
- 4) Norma COGUANOR 29011 h12: Aguas. Ensayos físicos Determinación de turbiedad.
- 5) Norma COGUANOR 29012 h11: Aguas. Determinación de metales. Calcio. Método de referencia.
- 6) Norma COGUANOR 29012 h15: Aguas. Determinación de metales. Hierro.
- 7) Norma COGUANOR 29013 h7: Aguas. Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos. Cloruro. Método de referencia.
- 8) Norma COGUANOR NGO 29013 h13: Aguas. Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos. Fluoruro. Método de referencia.
- 9) Norma COGUANOR NGO 29013 h18: Aguas. Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos. Nitrógeno (nitrato).
- 10) Norma COGUANOR NGO 29013 h19: Aguas. Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos. Nitrógeno (nitrito). Método de referencia.
- 11) Norma COGUANOR NGO 29013 h23: Aguas. Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos. Potencial de hidrógeno (pH). Método de referencia.
- 12) Norma COGUANOR NGO 34039: Etiquetado de productos alimenticios envasados para consumo humano.

- 13) Norma COGUANOR NGO 49016: Productos envasados. Verificación del volumen neto y variaciones permitidas para el mismo.
- 14) Acuerdo Gubernativo 58-2019: Reforma de AG 236-2006
- 15) Acuerdo Gubernativo 110-2016: Reforma de AG 236-2006
- 16) Acuerdo Gubernativo 113-2009: Reglamento de normas sanitarias para la administración, construcción, operación y mantenimiento de los servicios de abastecimiento de agua para consumo humano.
- 17) Acuerdo Gubernativo 178-2009: Reglamento de certificación de calidad del agua.
- 18) Acuerdo Gubernativo 236-2006: Reglamentos de las descargas y reusó de las aguas residuales y de la disposición de lodos.
- 19) Acuerdo Ministerial 105-2008: Manual del Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos.
- 20) Acuerdo Ministerial 523-2013: Manual de especificaciones para la vigilancia y el control de la calidad del agua para consumo humano.

C. Métodos de cálculo

1. Método de Darcy y Weisbach. Actualmente el método de cálculo de Darcy y Weisbach en combinación con el diagrama de Moody, es la manera más popular para calcular pérdidas de energía resultantes del movimiento de fluidos en tuberías. Al utilizarla juntamente con las ecuaciones de continuidad, energía y pérdidas menores, el análisis y diseño de sistemas de tuberías pueden realizarse para cualquier fluido. Esto permite analizar la capacidad de un oleoducto, el diámetro de la tubería de agua o la caída de presión que se produce en un conducto de aire. El método de Darcy y Weisbach representa una herramienta matemática indispensable para el desarrollo de sistemas que muevan líquidos o gases de un punto a otro. (Brown, 2003)

Para $Re > 4000$:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1.14 - 2 \log_{10} \left(\frac{e}{D} + \frac{9.35}{Re \sqrt{f}} \right)$$

Donde:

- a) f = Factor de fricción
- b) e = Rugosidad interna de la tubería
- c) D = Diámetro interno de la tubería
- d) Re = Número de Reynolds

Figura 2. Ilustración de la fórmula de fricción de Colebrook y White.
Elaboración propia.

2. Fórmula de fricción de Colebrook y White. Esta fórmula proporciona un método matemático para el cálculo del factor de fricción, específicamente para tuberías que no son totalmente lisas ni totalmente rugosas. Debido a que contiene el término del factor de fricción “ f ” en ambos

datos de la fórmula se requiere de un proceso iterativo para encontrar el valor de “f”. Esto quiere decir que se resuelva a prueba y error. (Keady, 1998)

$$h_f = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2 * g}$$

Donde:

- a) h_f = Pérdida de carga
- b) f = Factor de fricción
- c) L = Diámetro interno de la tubería
- d) D = Diámetro interno de la tubería
- e) v = Velocidad del fluido
- f) g = Aceleración por gravedad

Figura 3. Ilustración de la ecuación de Darcy y Weisbach.
Elaboración propia.

Dada la dificultad de resolución de la ecuación de Colebrook y White para encontrar el factor de fricción “f”, se ha popularizado el uso de las fórmulas empíricas de Hazen y Williams para el flujo de agua a 15,5° (60° F) en donde es necesario la utilización de un coeficiente de pérdida de carga. Sin embargo, el valor del coeficiente de pérdida de carga puede oscilar entre el rango de 80 y 130, a veces salirse del rango, lo que provoca que la implementación de las fórmulas de Haze y Williams no sean adecuadas para la correcta predicción de la pérdida de carga. (Keady, 1998)

3. Método de Hunter. El enfoque de Hunter para calcular la carga en los sistemas de plomería se basa en asignar un peso unitario de instalación (f / u) a las instalaciones de plomería y luego convertirlos en galones equivalentes por minuto utilizando la hipótesis de probabilidad de utilización. Hunter notó que no todas las instalaciones están en uso al mismo tiempo. Las duraciones de uso y los intervalos entre usos son variados. Al recopilar el flujo promedio y el lapso de operaciones individuales para distintas instalaciones, calculó un aproximado de los caudales para varias instalaciones. (Hunter, 1940)

Hunter también descubrió una duración promedio entre usos sucesivos (frecuencia de uso) basada en datos recopilados en hoteles y apartamentos durante las horas pico de uso. Debido a que es poco probable que todas las instalaciones (hidrosanitarias) del edificio se usen al mismo tiempo, Hunter utilizó esta asunción como un factor importante a considerar al determinar cuántos accesorios se podrían operar simultáneamente. Hunter notó que, al aplicar una unidad de carga de instalación estándar a las instalaciones de plomería, la teoría de la probabilidad podría simplificarse considerablemente. Hunter le dio a la válvula de descarga un peso unitario de instalación base de 10, y a otros tipos de instalaciones se les dio un peso unitario de instalación basado en su tasa de flujo relativa y factor de tiempo de uso en comparación con la instalación base (válvula de descarga). Calculó un peso de 5 para el tanque de descarga y 4 para la bañera, lo que resultó en una relación de demanda de 1: 2: 2.5 para los tres tipos de instalaciones más prevalentes (válvulas de descarga, tanques de descarga y bañeras, respectivamente). (Hunter, 1940)

Aparato o grupo	Tipo de uso	Tipo de suministro	Unidades de aparato		Total
			Agua caliente	Agua fría	
Sanitario	Público	Fluxómetro	-	10	10
Sanitario		Tanque	-	5	5
Orinal Pedestal		Fluxómetro 1"	-	10	10
Orinal Pared		Fluxómetro 3/4"	-	5	5
Lavamanos		-	1.5	1.5	2
Tina		-	3	3	4
Regadera ducha		Mezclador	3	3	4
Lavaplatos		Mezclador	3	3	4
Sanitario		Privado	Fluxómetro	-	6
Sanitario	Tanque		-	3	3
Lavamanos	Mezclador		0.75	0.75	1
Tina	Mezclador		1.5	1.5	2
Regadera ducha	Mezclador		1.5	1.5	2
Grupo de baño	Sanitario Flux		2.25	6.75	8
Grupo de baño	Sanitario Tanque		2.25	4.5	6
Lavaplatos	Mezclador		1.5	1.5	2
Lavadora	-		2.25	2.25	3

Figura 4. Ilustración de la tabla de aparatos de Hunter.
Elaboración propia.

El diseñador puede asignar pesos de unidades de instalación a las instalaciones específicas involucradas en el diseño de un sistema utilizando las unidades tabuladas que se proporcionan en la tabla de arriba. Cuando se combinan, el total proporciona una base para calcular el caudal máximo probable en una tubería de agua. (Hunter, 1940)

Dentro de la instalación, se requerirá servicio de agua fría y caliente. Un grifo de bañera, por ejemplo, se clasificaría como 1 1/2 unidades de instalación en el sistema de agua fría y 1 1/2 unidades de instalación en el sistema de agua caliente. La tubería de suministro se calcularía de forma normal, mientras que la tubería de drenaje se diseñaría utilizando la cifra total de dos unidades de instalación. (Hunter, 1940)

4. Método de Hunter Modificado. Este método debe su nombre a la modificación de los valores de gasto que se utilizan en los cálculos, debido a la variación en la eficiencia de las instalaciones que se utilizan desde la invención del método hasta el día de hoy y debido a que, en países en vía de desarrollo como Guatemala, solamente se consume un porcentaje del resultado del gasto probable del método original. (Hunter, 1940)

Es importante mencionar que ambos métodos, tanto el Método de Hunter Modificado, como el método de Darcy-Weisbach utilizan simultaneidad, lo que se traduce a la utilización de un modelo probabilístico para la determinación de los caudales probables que son del interés para el diseñador. En otras palabras, este modelo es una representación formal de una teoría/hipótesis, la cual en este caso sería el hecho de la baja probabilidad que en un determinado momento todos los aparatos sanitarios sean utilizados al mismo instante. Esto se traduce en que mediante la implementación de dicho modelo no solo somos capaces de comparar “manzanas con manzanas y peras con peras” (en cuanto a comparación de resultados obtenidos por la utilización de ambos métodos se refiere), sino que también obtenemos los caudales máximos probables reales de un sistema.

D. Librerías nacionales

1. **GERFOR S.A.** GERFOR es una multinacional dedicada a la fabricación y comercialización de tuberías y accesorios de PVC, grifería para el hogar, tejas de PVC y geo sistemas. Incluye plantas de fabricación en Colombia, Perú y Guatemala, así como centros de distribución en El Salvador y Honduras. Cuenta con librerías de uso libre de sus productos, los cuales están disponibles en Guatemala. Para el presente trabajo únicamente se considerarán las plantillas del apartado de agua potable. A continuación, se presentan las tablas de planificación que vienen incluidas con las plantillas y detallan las familias que contiene la misma: (Gerfor, 2022)

TABLA PLANIFICACION COMBOS							
Familia	DESCRIPCION	Fabricante	MATERIAL	Tamaño	DIAMETRO NOMINAL	DIAMETRO NOMINAL I	ANGULO Recuento
GF_COMBO CODO ROSCADO_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1/2"-ø1/2"	1/2"		1
GF_COMBO REDUCCION ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø3/4"-ø1/2"	3/4"	1/2"	1
GF_COMBO REDUCCION ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1"-ø3/4"	1"	3/4"	1
GF_COMBO REDUCCION ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1 1/4"-ø1/2"	1 1/4"	1/2"	1
GF_COMBO REDUCCION ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1 1/4"-ø3/4"	1 1/4"	3/4"	1
GF_COMBO REDUCCION ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1 1/4"-ø1"	1 1/4"	1"	1
GF_COMBO REDUCCION ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1 1/2"-ø1/2"	1 1/2"	1/2"	1
GF_COMBO REDUCCION ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1 1/2"-ø3/4"	1 1/2"	3/4"	1
GF_COMBO REDUCCION ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1 1/2"-ø1"	1 1/2"	1"	1
GF_COMBO REDUCCION ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1 1/2"-ø1 1/4"	1 1/2"	1 1/4"	1
GF_COMBO REDUCCION ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø2"-ø3/4"	2"	3/4"	1
GF_COMBO REDUCCION ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø2"-ø1"	2"	1"	1
GF_COMBO REDUCCION ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø2"-ø1 1/4"	2"	1 1/4"	1
GF_COMBO REDUCCION ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø2"-ø1 1/2"	2"	1 1/2"	1
GF_COMBO REDUCCION ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø2 1/2"-ø1"	2 1/2"	1"	1
GF_COMBO REDUCCION ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø2 1/2"-ø2"	2 1/2"	2"	1
GF_COMBO REDUCCION ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø3"-ø2"	3"	2"	1
GF_COMBO REDUCCION ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø4"-ø2 1/2"	4"	2 1/2"	1
GF_COMBO REDUCCION SOLDADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø3/4"-ø1/2"	3/4"	1/2"	1
GF_COMBO REDUCCION SOLDADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1"-ø1/2"	1"	1/2"	1
GF_COMBO REDUCCION SOLDADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1"-ø3/4"	1"	3/4"	1
GF_COMBO REDUCCION SOLDADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1 1/4"-ø1/2"	1 1/4"	1/2"	1
GF_COMBO REDUCCION SOLDADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1 1/4"-ø3/4"	1 1/4"	3/4"	1
GF_COMBO REDUCCION SOLDADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1 1/4"-ø1"	1 1/4"	1"	1
GF_COMBO REDUCCION SOLDADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1 1/2"-ø1/2"	1 1/2"	1/2"	1
GF_COMBO REDUCCION SOLDADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1 1/2"-ø3/4"	1 1/2"	3/4"	1
GF_COMBO REDUCCION SOLDADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1 1/2"-ø1"	1 1/2"	1"	1
GF_COMBO REDUCCION SOLDADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1 1/2"-ø1 1/4"	1 1/2"	1 1/4"	1
GF_COMBO REDUCCION SOLDADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø2"-ø1/2"	2"	1/2"	1
GF_COMBO REDUCCION SOLDADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø2"-ø3/4"	2"	3/4"	1
GF_COMBO REDUCCION SOLDADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø2"-ø1"	2"	1"	1
GF_COMBO REDUCCION SOLDADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø2"-ø1 1/4"	2"	1 1/4"	1
GF_COMBO REDUCCION SOLDADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø2"-ø1 1/2"	2"	1 1/2"	1
GF_COMBO REDUCCION SOLDADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø2 1/2"-ø1 1/2"	2 1/2"	1 1/2"	1
GF_COMBO REDUCCION SOLDADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø2 1/2"-ø2"	2 1/2"	2"	1
GF_COMBO REDUCCION SOLDADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø3"-ø1 1/2"	3"	1 1/2"	1
GF_COMBO REDUCCION SOLDADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø3"-ø2"	3"	2"	1
GF_COMBO REDUCCION SOLDADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø3"-ø1 1/2"	3"	2 1/2"	1
GF_COMBO REDUCCION SOLDADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø4"-ø2"	4"	2"	1
GF_COMBO REDUCCION SOLDADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø4"-ø1 1/2"	4"	2 1/2"	1
GF_COMBO REDUCCION SOLDADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø4"-ø3"	4"	3"	1
GF_COMBO SIFÓN 135 - CODO Cx45_PVCS	COMBO	GERFOR	PVCS_SCH40	ø3"-ø3"	3"		1
GF_COMBO SIFÓN 135 - CODO Cx45_PVCS	COMBO	GERFOR	PVCS_SCH40	ø4"-ø4"	4"		1
GF_COMBO SIFÓN 180 - CODO Cx90_PVCS	COMBO	GERFOR	PVCS_SCH40	ø2"-ø2"	2"		9000° 1
GF_COMBO SIFÓN 180 - CODO Cx90_PVCS	COMBO	GERFOR	PVCS_SCH40	ø3"-ø3"	3"		9000° 1
GF_COMBO TAPON ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1/2"	1/2"		1
GF_COMBO TAPON ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø3/4"	3/4"		1
GF_COMBO TAPON ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1"	1"		1
GF_COMBO TAPON ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1 1/4"	1 1/4"		1
GF_COMBO TAPON ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1 1/2"	1 1/2"		1
GF_COMBO TAPON ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø2"	2"		1
GF_COMBO TAPON ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø2 1/2"	2 1/2"		1
GF_COMBO TAPON ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø3"	3"		1
GF_COMBO TAPON ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø4"	4"		1
GF_COMBO UNION - BUJE SOLDADO_CPVC	COMBO	GERFOR	CPVC_SCH 40	ø3/4"-ø1/2"	3/4"	1/2"	1
GF_COMBO UNION - BUJE SOLDADO_CPVC	COMBO	GERFOR	CPVC_SCH 40	ø1"-ø1/2"	1"	1/2"	1
GF_COMBO UNION - BUJE SOLDADO_CPVC	COMBO	GERFOR	CPVC_SCH 40	ø1"-ø3/4"	1"	3/4"	1
GF_COMBO UNION - BUJE SOLDADO_PVCS	COMBO	GERFOR	PVCS_SCH40	ø2"-ø1 1/2"	2"	1 1/2"	1
GF_COMBO UNION - BUJE SOLDADO_PVCS	COMBO	GERFOR	PVCS_SCH40	ø3"-ø1 1/2"	3"	1 1/2"	1
GF_COMBO UNION - BUJE SOLDADO_PVCS	COMBO	GERFOR	PVCS_SCH40	ø3"-ø2"	3"	2"	1
GF_COMBO UNION - BUJE SOLDADO_PVCS	COMBO	GERFOR	PVCS_SCH40	ø4"-ø2"	4"	2"	1
GF_COMBO UNION - BUJE SOLDADO_PVCS	COMBO	GERFOR	PVCS_SCH40	ø4"-ø3"	4"	3"	1
GF_COMBO UNION - BUJE SOLDADO_PVCS	COMBO	GERFOR	PVCS_SCH40	ø6"-ø4"	6"	4"	1
GF_COMBO UNION ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1/2"-ø1/2"	1/2"		1
GF_COMBO UNION ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø3/4"-ø3/4"	3/4"		1
GF_COMBO UNION ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1"-ø1"	1"		1
GF_COMBO UNION ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1 1/4"-ø1 1/4"	1 1/4"		1
GF_COMBO UNION ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø1 1/2"-ø1 1/2"	1 1/2"		1
GF_COMBO UNION ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø2"-ø2"	2"		1
GF_COMBO UNION ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø2 1/2"-ø2 1/2"	2 1/2"		1
GF_COMBO UNION ROSCADA_PVCP	COMBO	GERFOR	PVCP_SCH 40	ø3"-ø3"	3"		1
GF_COMBO UNIÓN - ADAPTADOR DE LIMPIEZA_PVCS	COMBO	GERFOR	PVCS_SCH40	ø3"		3"	1
GF_COMBO UNIÓN - ADAPTADOR DE LIMPIEZA_PVCS	COMBO	GERFOR	PVCS_SCH40	ø4"		3"	1
GF_COMBO YEE - CODO Cx6_PVCS	COMBO	GERFOR	PVCS_SCH40	ø2"-ø2"	2"		9000° 1
GF_COMBO YEE - CODO Cx6_PVCS	COMBO	GERFOR	PVCS_SCH40	ø3"-ø3"	3"		9000° 1
GF_COMBO YEE - CODO Cx6_PVCS	COMBO	GERFOR	PVCS_SCH40	ø4"-ø4"	4"		9000° 1
GF_COMBO YEE - CODO Cx6_PVCS	COMBO	GERFOR	PVCS_SCH40	ø6"-ø6"	6"		9000° 1
Total general: 78							

Figura 5. Tabla de detallamiento de planificación de combos de agua potable.

Extraído de la plantilla de Gerfor.

TABLA PLANIFICACION UNIONES									
Familia	DESCRIPCION	Fabricante	CODIGO	MATERIAL	COLOR	Comentarios de tipo	Tamaño	ANGULO	SOLDADURA
GF_ADAPTADOR_HEMBRA_PVCP	ADAPTADOR HEMBRA PVCP SCH40-#1 1/2- PRODUCTO IMPORTADO- U/E 25	GERFOR	200139	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/2"-#1 1/2"		4.64 m
GF_ADAPTADOR_HEMBRA_PVCP	ADAPTADOR HEMBRA PVCP SCH40-#1 1/4- PRODUCTO IMPORTADO- U/E 25	GERFOR	200137	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/4"-#1 1/4"		3.50 m
GF_ADAPTADOR_HEMBRA_PVCP	ADAPTADOR HEMBRA PVCP SCH40-#1- U/E 90	GERFOR	100518	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1"-#1"		2.43 m
GF_ADAPTADOR_HEMBRA_PVCP	ADAPTADOR HEMBRA PVCP SCH40-#1/2- U/E 200	GERFOR	100517	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1/2"-#1/2"		1.09 m
GF_ADAPTADOR_HEMBRA_PVCP	ADAPTADOR HEMBRA PVCP SCH40-#2 1/2- PRODUCTO IMPORTADO- U/E 10	GERFOR	200101	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#2 1/2"-#2 1/2"		11.26 m
GF_ADAPTADOR_HEMBRA_PVCP	ADAPTADOR HEMBRA PVCP SCH40-#2- PRODUCTO IMPORTADO- U/E 25	GERFOR	200130	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#2"-#2"		6.57 m
GF_ADAPTADOR_HEMBRA_PVCP	ADAPTADOR HEMBRA PVCP SCH40-#3- PRODUCTO IMPORTADO- U/E 10	GERFOR	200138	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#3"-#3"		15.77 m
GF_ADAPTADOR_HEMBRA_PVCP	ADAPTADOR HEMBRA PVCP SCH40-#3/4- U/E 150	GERFOR	100519	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#3/4"-#3/4"		1.50 m
GF_ADAPTADOR_HEMBRA_PVCP	ADAPTADOR HEMBRA PVCP SCH40-#4- PRODUCTO IMPORTADO- U/E 5	GERFOR	200131	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#4"-#4"		23.65 m
GF_ADAPTADOR_MACHO_PVCP	ADAPTADOR MACHO PVCP SCH40-#1 1/2- U/E 65	GERFOR	100524	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/2"-#1 1/2"		4.64 m
GF_ADAPTADOR_MACHO_PVCP	ADAPTADOR MACHO PVCP SCH40-#1 1/4- U/E 70	GERFOR	100523	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/4"-#1 1/4"		3.50 m
GF_ADAPTADOR_MACHO_PVCP	ADAPTADOR MACHO PVCP SCH40-#1- U/E 100	GERFOR	100522	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1"-#1"		2.43 m
GF_ADAPTADOR_MACHO_PVCP	ADAPTADOR MACHO PVCP SCH40-#1/2- U/E 300	GERFOR	100520	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1/2"-#1/2"		1.09 m
GF_ADAPTADOR_MACHO_PVCP	ADAPTADOR MACHO PVCP SCH40-#2 1/2- PRODUCTO IMPORTADO- U/E 10	GERFOR	200102	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#2 1/2"-#2 1/2"		11.26 m
GF_ADAPTADOR_MACHO_PVCP	ADAPTADOR MACHO PVCP SCH40-#2- U/E 50	GERFOR	100525	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#2"-#2"		6.57 m
GF_ADAPTADOR_MACHO_PVCP	ADAPTADOR MACHO PVCP SCH40-#3- PRODUCTO IMPORTADO- U/E 10	GERFOR	200103	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#3"-#3"		15.77 m
GF_ADAPTADOR_MACHO_PVCP	ADAPTADOR MACHO PVCP SCH40-#3/4- U/E 200	GERFOR	100521	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#3/4"-#3/4"		1.50 m
GF_ADAPTADOR_MACHO_PVCP	ADAPTADOR MACHO PVCP SCH40-#4- PRODUCTO IMPORTADO- U/E 5	GERFOR	200104	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#4"-#4"		23.65 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #1 1/2"-#1 1/4- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	200158	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/2"-#1 1/4"		4.64 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #1 1/2"-#1- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	200157	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/2"-#1"		4.64 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #1 1/2"-#1/2- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	200156	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/2"-#1/2"		4.64 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #1 1/2"-#3/4- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	200147	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/2"-#3/4"		4.64 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #1 1/2"-#1- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	200155	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/2"-#1"		3.50 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #1 1/4"-#1/2- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	200140	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/4"-#1/2"		3.50 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #1 1/4"-#3/4- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	200154	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/4"-#3/4"		3.50 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #1/2"-#1/2- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	200153	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1"-#1/2"		2.43 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #1/2"-#1- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	200149	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/2"-#1"		2.43 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #1/2"-#1/4- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	200110	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1/2"-#1/4"		1.09 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #1/2"-#3/8- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	200111	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1/2"-#1/8"		1.09 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #2 1/2"-#1- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	200354	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#2 1/2"-#1"		11.26 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #2 1/2"-#1/2- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	200148	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#2 1/2"-#1/2"		11.26 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #2"-#1/2- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	200169	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#2"-#1/2"		6.57 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #2"-#1 1/4- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	200141	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#2"-#1 1/4"		6.57 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #2"-#1- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	200159	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#2"-#1"		6.57 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #2"-#3/4- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	200356	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#2"-#3/4"		6.57 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #1"-#1- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	200120	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1"-#1"		15.77 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #3/4"-#1/2- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	200112	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#3/4"-#1/2"		1.50 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #4"-#2 1/2- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	521692	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#4"-#2 1/2"		23.65 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #1 1/2"-#1- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	100528	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1"-#3/4"		4.65 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #1 1/2"-#1/2- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	100514	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/2"-#1/2"		9.27 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #1 1/2"-#1 1/4- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	100535	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/2"-#1 1/4"		9.27 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #1 1/2"-#1/2- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	100532	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/2"-#1/2"		9.27 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #1 1/2"-#3/4- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	100533	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/2"-#3/4"		9.27 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #1 1/4"-#1- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	100531	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/4"-#1"		7.01 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #1 1/4"-#1/2- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	100529	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/4"-#1/2"		7.01 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #1 1/4"-#3/4- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	100530	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/4"-#3/4"		7.01 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #1"-#1/2- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	100527	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1"-#1/2"		4.65 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #1 1/2"-#1 1/2- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	200132	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#2 1/2"-#1 1/2"		22.52 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #2 1/2"-#1- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	200305	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#2 1/2"-#1"		22.52 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40- #2 1/2"-#1 1/4- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	100538	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#2 1/2"-#1 1/4"		13.14 m

Figura 7. Tabla de detallamiento de planificación de uniones de agua potable.

Extraído de la plantilla de Gerfor.

GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40-#2"-#1 1/2- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	100540	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#2"-#1 1/2"		13.14 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40-#2"-#1 1/4- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	100539	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#2"-#1 1/4"		13.14 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40-#2"-#1/2- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	100536	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#2"-#1/2"		13.14 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40-#2"-#3/4- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	100534	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#2"-#3/4"		13.14 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40-#3"-#1/2- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	200099	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#3"-#1/2"		31.53 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40-#3"-#1- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	100708	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#3"-#1"		31.53 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40-#3"-#1/2- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	200106	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#3"-#1/2"		31.53 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40-#3/4"-#1/2- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	100526	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#3/4"-#1/2"		3.00 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40-#4"-#1/2- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	100707	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#4"-#1/2"		47.30 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40-#4"-#1- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	200133	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#4"-#1"		47.30 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40-#4"-#1/2- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	100706	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#4"-#1/2"		47.30 m
GF_BUIE_ROSCADO_PVCP	BUIE ROSCADO PVCP SCH40-#6"-#4- PRODUCTO IMPORTADO	GERFOR	200360	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#6"-#4"		118.25 m
GF_CODO_PVCP	CODO 90° PVCP SCH40-#1 1/2- U/E 200	GERFOR	100531	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/2"-#1 1/2"		90.00°
GF_CODO_PVCP	CODO 45° PVCP SCH40-#1 1/4- PRODUCTO IMPORTADO- U/E 25	GERFOR	200150	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/4"-#1 1/4"		45.00°
GF_CODO_PVCP	CODO 45° PVCP SCH40-#1- U/E 70	GERFOR	100630	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1"-#1"		45.00°
GF_CODO_PVCP	CODO 45° PVCP SCH40-#1/2- U/E 200	GERFOR	100628	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1/2"-#1/2"		45.00°
GF_CODO_PVCP	CODO 45° PVCP SCH40-#1/2- PRODUCTO IMPORTADO- U/E 10	GERFOR	200109	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/2"-#1 1/2"		45.00°
GF_CODO_PVCP	CODO 45° PVCP SCH40-#2- PRODUCTO IMPORTADO- U/E 25	GERFOR	200146	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#2"-#2"		45.00°
GF_CODO_PVCP	CODO 45° PVCP SCH40-#3- PRODUCTO IMPORTADO- U/E 10	GERFOR	200149	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#3"-#3"		45.00°
GF_CODO_PVCP	CODO 45° PVCP SCH40-#3/4- U/E 120	GERFOR	100629	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#3/4"-#3/4"		45.00°
GF_CODO_PVCP	CODO 45° PVCP SCH40-#1 1/4- U/E 150	GERFOR	200148	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/4"-#1 1/4"		45.00°
GF_CODO_PVCP	CODO 45° PVCP SCH40-#1 1/2- U/E 20	GERFOR	100545	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/2"-#1 1/2"		90.00°
GF_CODO_PVCP	CODO 90° PVCP SCH40-#1 1/4- U/E 30	GERFOR	100544	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/4"-#1 1/4"		90.00°
GF_CODO_PVCP	CODO 90° PVCP SCH40-#1- U/E 70	GERFOR	100543	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1"-#1"		90.00°
GF_CODO_PVCP	CODO 90° PVCP SCH40-#1/2- U/E 200	GERFOR	100541	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1/2"-#1/2"		90.00°
GF_CODO_PVCP	CODO 90° PVCP SCH40-#2 1/2- PRODUCTO IMPORTADO- U/E 10	GERFOR	200151	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#2 1/2"-#2 1/2"		90.00°
GF_CODO_PVCP	CODO 90° PVCP SCH40-#2- U/E 40	GERFOR	100546	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#2"-#2"		90.00°
GF_CODO_PVCP	CODO 90° PVCP SCH40-#3- U/E 12	GERFOR	100547	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#3"-#3"		90.00°
GF_CODO_PVCP	CODO 90° PVCP SCH40-#3/4- U/E 130	GERFOR	100542	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#3/4"-#3/4"		90.00°
GF_CODO_PVCP	CODO 90° PVCP SCH40-#4- U/E 6	GERFOR	100548	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#4"-#4"		90.00°
GF_CODO_PVCP	CODO 90° PVCP SCH40-#6- PRODUCTO IMPORTADO- U/E 1	GERFOR	200358	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#6"-#6"		90.00°
GF_TAPON_PVCP	TAPON ROSCADO PVCP SCH40-#1 1/2- PRODUCTO IMPORTADO- U/E 25	GERFOR	200161	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/2"		13.91 m
GF_TAPON_PVCP	TAPON ROSCADO PVCP SCH40-#1 1/4- PRODUCTO IMPORTADO- U/E 25	GERFOR	200160	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/4"		10.51 m
GF_TAPON_PVCP	TAPON ROSCADO PVCP SCH40-#1- U/E 150	GERFOR	100639	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1"		7.28 m
GF_TAPON_PVCP	TAPON ROSCADO PVCP SCH40-#1/2- U/E 400	GERFOR	100549	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1/2"		3.26 m
GF_TAPON_PVCP	TAPON ROSCADO PVCP SCH40-#2 1/2- PRODUCTO IMPORTADO- U/E 10	GERFOR	200108	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#2 1/2"		33.79 m
GF_TAPON_PVCP	TAPON ROSCADO PVCP SCH40-#2- PRODUCTO IMPORTADO- U/E 10	GERFOR	200129	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#2"		19.71 m
GF_TAPON_PVCP	TAPON ROSCADO PVCP SCH40-#3- PRODUCTO IMPORTADO- U/E 10	GERFOR	200109	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#3"		47.30 m
GF_TAPON_PVCP	TAPON ROSCADO PVCP SCH40-#3/4- U/E 200	GERFOR	100638	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#3/4"		4.50 m
GF_TAPON_PVCP	TAPON ROSCADO PVCP SCH40-#4- PRODUCTO IMPORTADO- U/E 5	GERFOR	200128	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#4"		67.57 m
GF_TAPON_PVCP	TAPON SOLDADO PVCP SCH40-#1 1/2- U/E 50	GERFOR	100552	PVCP_SCH_40	BLANCO	PRESION PVC	#1 1/2"		4.64 m

2. **DURMAN by ALIAXIS.** DURMAN ESQUIVEL Y ALIAXIS se unen para tener presencia en 13 países de Latinoamérica incluyendo Guatemala. Entre otros temas, forma parte de la industria de tuberías y accesorios para la conducción de fluidos. También cuenta con librerías de sus productos y accesorios (uso libre). Para este trabajo se consideraron únicamente las plantillas concernientes a agua potable: (Durman, 2022)

CONTEO DE PIEZAS				
System Type	Size	Family	Nominal Diameter	CÓDIGO
Durman ACC HIDRAULICO	6"ø-6"ø	Durman-Adaptador_Hembra-Sch40		9004239
Durman-Adaptador_Hembra-Sch40: 1				
Durman ACC HIDRAULICO	8"ø-6"ø	Durman-Buje soldado-Sch40		9004350
Durman ACC HIDRAULICO	10"ø-8"ø	Durman-Buje soldado-Sch40		9004131
Durman-Buje soldado-Sch40: 2				
Durman ACC HIDRAULICO	6"ø-6"ø	Durman-Codo-90-45_Sch40		2005886
Durman ACC HIDRAULICO	10"ø-10"ø	Durman-Codo-90-45_Sch40		9008411
Durman ACC HIDRAULICO	6"ø-6"ø	Durman-Codo-90-45_Sch40		2005938
Durman ACC HIDRAULICO	6"ø-6"ø	Durman-Codo-90-45_Sch40		2005938
Durman ACC HIDRAULICO	6"ø-6"ø	Durman-Codo-90-45_Sch40		2005886
Durman ACC HIDRAULICO	6"ø-6"ø	Durman-Codo-90-45_Sch40		2005886
Durman ACC HIDRAULICO	10"ø-10"ø	Durman-Codo-90-45_Sch40		9008411
Durman ACC HIDRAULICO	8"ø-8"ø	Durman-Codo-90-45_Sch40		9004351
Durman ACC HIDRAULICO	6"ø-6"ø	Durman-Codo-90-45_Sch40		2005886
Durman ACC HIDRAULICO	10"ø-10"ø	Durman-Codo-90-45_Sch40		9008411
Durman-Codo-90-45_Sch40: 11				
Durman ACC HIDRAULICO	10"ø-8"ø	Durman-Reduccion Concentrica-Sch40		
Durman ACC HIDRAULICO	10"ø-8"ø	Durman-Reduccion Concentrica-Sch40		
Durman ACC HIDRAULICO	10"ø-6"ø	Durman-Reduccion Concentrica-Sch40		
Durman ACC HIDRAULICO	10"ø-6"ø	Durman-Reduccion Concentrica-Sch40		
Durman ACC HIDRAULICO	10"ø-8"ø	Durman-Reduccion Concentrica-Sch40		
Durman-Reduccion Concentrica-Sch40: 5				
Durman ACC HIDRAULICO	6"ø	Durman-Tapon Roscado-Sch40		2005958
Durman ACC HIDRAULICO	6"ø	Durman-Tapon Roscado-Sch40		2005958
Durman-Tapon Roscado-Sch40: 2				
Durman ACC HIDRAULICO	10"ø	Durman-Tapon-Sch40		9041421
Durman ACC HIDRAULICO	10"ø	Durman-Tapon-Sch40		9041421
Durman ACC HIDRAULICO	10"ø	Durman-Tapon-Sch40		9041421
Durman ACC HIDRAULICO	8"ø	Durman-Tapon-Sch40		9004361
Durman-Tapon-Sch40: 4				
Durman ACC HIDRAULICO	10"ø-10"ø-10"ø	Durman-Tee_Sencilla-Sch40		9041419
Durman ACC HIDRAULICO	8"ø-8"ø-8"ø	Durman-Tee_Sencilla-Sch40		9004354
Durman ACC HIDRAULICO	10"ø-10"ø-10"ø	Durman-Tee_Sencilla-Sch40		9041419
Durman-Tee_Sencilla-Sch40: 3				
Durman ACC HIDRAULICO	6"ø-6"ø	Durman-Union Sencilla-Sch40		2005844
Durman ACC HIDRAULICO	6"ø-6"ø	Durman-Union Sencilla-Sch40		2005844
Durman ACC HIDRAULICO	8"ø-8"ø	Durman-Union Sencilla-Sch40		9004130
Durman ACC HIDRAULICO	10"ø-10"ø	Durman-Union Sencilla-Sch40		9004128
Durman-Union Sencilla-Sch40: 4				
Sin definir	6"ø-6"ø	Durman-Adaptador Macho-Sch40		2005927
Durman-Adaptador Macho-Sch40: 1				
Sin definir	6"ø-6"ø	Durman-Adaptador_Hembra-Sch40		9004239
Durman-Adaptador_Hembra-Sch40: 1				
Sin definir	6"ø-4"ø	Durman-Buje soldado-Sch40		9047996
Durman-Buje soldado-Sch40: 1				
Sin definir	10"ø-10"ø	Durman-Codo-90-45_Sch40		9008411
Durman-Codo-90-45_Sch40: 1				
Sin definir	10"ø	Durman-Tapon Roscado-Sch40		2011603
Durman-Tapon Roscado-Sch40: 1				
Sin definir	6"ø	Durman-Tapon-Sch40		2005958
Durman-Tapon-Sch40: 1				
Sin definir	10"ø-10"ø	Durman-Union Sencilla-Sch40		9004128
Durman-Union Sencilla-Sch40: 1				

Figura 12. Tabla de detallamiento de planificación de conteo de piezas de agua potable tipo ACC. Extraído de la plantilla de DURMAN by ALIAXIS.

CONTEO DE PIEZAS				
System Type	Size	Family	Nominal Diameter	CÓDIGO
Durman IPS HIDRAULICO	6"ø	Durman-Brida Van Stone-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467		9062106
Durman IPS HIDRAULICO	6"ø	Durman-Brida Van Stone-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467		9062106
Durman-Brida Van Stone-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467: 2				
Durman IPS HIDRAULICO	3"ø-3"ø	Durman-Codo_90-45-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467	3"	9061753
Durman IPS HIDRAULICO	3"ø-3"ø	Durman-Codo_90-45-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467	3"	9007610
Durman IPS HIDRAULICO	6"ø-6"ø	Durman-Codo_90-45-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467	6"	9022544
Durman IPS HIDRAULICO	6"ø-6"ø	Durman-Codo_90-45-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467	6"	9022544
Durman IPS HIDRAULICO	6"ø-6"ø	Durman-Codo_90-45-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467	6"	9022544
Durman IPS HIDRAULICO	6"ø-6"ø	Durman-Codo_90-45-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467	6"	9004394
Durman IPS HIDRAULICO	6"ø-6"ø	Durman-Codo_90-45-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467	6"	9022544
Durman IPS HIDRAULICO	6"ø-6"ø	Durman-Codo_90-45-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467	6"	9004394
Durman IPS HIDRAULICO	6"ø-6"ø	Durman-Codo_90-45-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467	6"	9004394
Durman IPS HIDRAULICO	6"ø-6"ø	Durman-Codo_90-45-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467	6"	9004394
Durman IPS HIDRAULICO	6"ø-6"ø	Durman-Codo_90-45-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467	6"	9004394
Durman IPS HIDRAULICO	6"ø-6"ø	Durman-Codo_90-45-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467	6"	9004394
Durman IPS HIDRAULICO	6"ø-6"ø	Durman-Codo_90-45-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467	6"	9004394
Durman IPS HIDRAULICO	6"ø-6"ø	Durman-Codo_90-45-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467	6"	9004394
Durman IPS HIDRAULICO	6"ø-6"ø	Durman-Codo_90-45-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467	6"	9004394
Durman-Codo_90-45-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467: 13				
Durman IPS HIDRAULICO	4"ø-3"ø	Durman-Reduccion_soldada-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467		9008626
Durman IPS HIDRAULICO	4"ø-3"ø	Durman-Reduccion_soldada-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467		9008626
Durman-Reduccion_soldada-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467: 2				
Durman IPS HIDRAULICO	6"ø	Durman-Tapon_hembra_soldado-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467		9018553
Durman-Tapon_hembra_soldado-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467: 1				
Durman IPS HIDRAULICO	4"ø-4"ø-4"ø	Durman-Te soldada-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467		9061752
Durman IPS HIDRAULICO	6"ø-6"ø-6"ø	Durman-Te soldada-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467		9061782
Durman IPS HIDRAULICO	3"ø-3"ø-3"ø	Durman-Te soldada-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467		9061795
Durman-Te soldada-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467: 3				
Sin definir	1"ø-1"ø	Durman-Adaptador Hembra-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467		9011290
Durman-Adaptador Hembra-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467: 1				
Sin definir	3"ø-3"ø	Durman-Adaptador Macho-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467		9018549
Durman-Adaptador Macho-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467: 1				
Sin definir	4"ø	Durman-Brida Van Stone-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467		9062065
Durman-Brida Van Stone-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467: 1				
Sin definir	3"ø-3"ø	Durman-Codo_90-45-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467	3"	9061753
Durman-Codo_90-45-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467: 1				
Sin definir	2"ø-3/4"ø	Durman-Reduccion_soldada-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467		N/A
Durman-Reduccion_soldada-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467: 1				
Sin definir	6"ø	Durman-Tapon_hembra_soldado-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467		9018553
Durman-Tapon_hembra_soldado-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467: 1				
Sin definir	8"ø-8"ø-8"ø	Durman-Te soldada-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467		9023028
Durman-Te soldada-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467: 1				
Sin definir	4"ø-4"ø	Durman-Union_PVC_Lisa-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467		9061751
Durman-Union_PVC_Lisa-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467: 1				
Sin definir	1/2"ø-1/2"ø	Durman-Union_Universal-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467		2901679
Durman-Union_Universal-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467: 1				
Sin definir	3"ø-3"ø-3"ø	Durman-Yee_Soldada-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467		9061798
Durman-Yee_Soldada-PVC SCH 80 IPS - NTC 4404 - ASTM D2467: 1				

Figura 13. Tabla de detallamiento de planificación de conteo de piezas de agua potable tipo IPS. Extraído de la plantilla de DURMAN by ALIAXIS.

CONTEO DE LONGITUDES DE TUBERIAS					
Diameter	Length	Count	Material	Schedule/Type	System Type
Durman ACC HIDRAULICO					
6"					
6"	0.465	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
6"	0.496	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
6"	0.57	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
6"	0.58	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
6"	0.78	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
6"	0.797	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
6"	0.807	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
6"	1.145	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
6"	1.145	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
6"	1.973	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
6"	2.257	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
6"	2.305	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
6"	3.067	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
8"					
8"	0.397	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
8"	0.503	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
8"	0.508	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
8"	0.572	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
8"	0.729	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
8"	0.754	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
8"	1.142	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
8"	1.182	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
8"	3.044	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
10"					
10"	0.143	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
10"	0.45	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
10"	0.627	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
10"	0.668	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
10"	0.762	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
10"	0.813	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
10"	0.94	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
10"	1.139	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
10"	1.14	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
10"	1.938	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
10"	1.938	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
10"	2.141	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
10"	3.062	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman ACC HIDRAULICO
Ventilación					
4"					
4"	0.903	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Ventilación
6"					
6"	0.903	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Ventilación
8"					
8"	0.903	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Ventilación
10"					
10"	0.903	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Ventilación

Figura 14. Tabla de detallamiento de planificación de tuberías de agua potable tipo ACC. Extraído de la plantilla de DURMAN by ALIAXIS.

CONTEO DE LONGITUDES DE TUBERIAS					
Diameter	Length	Count	Material	Schedule/Type	System Type
Durman IPS HIDRAULICO					
1/2"					
1/2"	0.903	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
3/4"					
3/4"	0.903	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
1"					
1"	0.903	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
1 1/4"					
1 1/4"	0.903	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
1 1/2"					
1 1/2"	0.903	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
2"					
2"	0.903	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
2 1/2"					
2 1/2"	0.903	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
3"					
3"	0.096	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
3"	0.224	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
3"	0.298	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
3"	0.312	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
3"	0.403	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
3"	0.476	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
3"	0.903	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
4"					
4"	0.203	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
4"	0.407	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
4"	0.903	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
6"					
6"	0.208	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
6"	0.221	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
6"	0.229	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
6"	0.284	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
6"	0.416	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
6"	0.648	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
6"	0.687	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
6"	0.771	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
6"	0.797	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
6"	0.797	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
6"	0.798	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
6"	0.822	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
6"	0.844	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
6"	0.903	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
6"	0.966	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
6"	2.106	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
8"					
8"	0.903	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
10"					
10"	0.903	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
12"					
12"	0.903	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
14"					
14"	0.903	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
16"					
16"	0.903	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO
18"					
18"	0.903	1	PVC Presión Durman	PVC SCH 80 x 6 M	Durman IPS HIDRAULICO

Figura 15. Tabla de detallamiento de planificación de tuberías de agua potable tipo IPS. Extraído de la plantilla de DURMAN by ALIAXIS.

3. **AMANCO.** Somos una corporación mundial destacada que fabrica bienes y soluciones para una variedad de industrias, incluidas la construcción, la infraestructura, la agricultura, el transporte, las telecomunicaciones y la energía. Es un importante fabricante de tuberías y accesorios de PVC. Amanco Wavin Centroamérica se especializa en sistemas de distribución de agua potable, alcantarillado, recolección de agua de lluvia, distribución de electricidad, telecomunicaciones

y gas, así como geo sintéticos para la construcción de carreteras, túneles, embalses y barreras desuelo. (Amanco, 2022)

Amanco Wavin PVC Agua Potable Accesorios				
Cantidad	Descripción del producto	Referencia	Sistema	Nivel
1	RED PVC S40 100X50MM-4X2" B C/C	913098		
1	RED PVC S40 50X12MM-2X1/2" B C/C°	913134		
1	TE PVC SCH40 100 MM-4" BL C/CEM	914352		
Grand total: 3				

Figura 16. Tabla de detallamiento de planificación de accesorios de agua potable.

Extraído de la plantilla de AMANCO WAVIN.

Amanco Wavin PVC Agua Potable Accesorios				
Cantidad	Descripción del producto	Referencia	Sistema	Nivel
1	RED PVC S40 100X50MM-4X2" B C/C	913098		
1	RED PVC S40 50X12MM-2X1/2" B C/C°	913134		
1	TE PVC SCH40 100 MM-4" BL C/CEM	914352		
Grand total: 3				

Figura 17. Tabla de detallamiento de planificación de tubería de agua potable.

Extraído de la plantilla de AMANCO WAVIN.

Amanco Wavin PVC Agua Potable Accesorios				
Cantidad	Descripción del producto	Referencia	Sistema	Nivel
1	RED PVC S40 100X50MM-4X2" B C/C	913098		
1	RED PVC S40 50X12MM-2X1/2" B C/C°	913134		
1	TE PVC SCH40 100 MM-4" BL C/CEM	914352		
Grand total: 3				

Figura 18. Tabla de detallamiento de planificación de tubería de agua potable con longitudes máximas.

Extraído de la plantilla de AMANCO WAVIN.

E. Fase de exploración

1. Normativa. Este software permite el diseño y cálculo de instalaciones de abastecimiento de agua potable, completas o parciales, en cualquier tipo de edificio respetando diversas normativas predefinidas, así como el diseño de instalaciones a partir de configuraciones de cálculo personalizadas de otras normativas o de carácter técnico propio. Cabe mencionar que únicamente están activas las leyes adoptadas en cada programa para funcionar en esa nación, dependiendo del país de donde se recibe la licencia. Sin embargo, esto no limita la posibilidad de adquirir normas no incluidas inicialmente. Las normas que maneja el programa se enlistan en la siguiente tabla:

Norma	Región
CTE DB HS 4	
NBR 5626, NBR 7198	
NTC 1500	
NF DTU 60.11	
UNI 9182	
DR n.º 23/95 (RGSPDADAR)	
BS 6700	
IPC, UPC	
EN 806-3	
NORMAS PERSONALIZADAS	

Figura 19. Tabla de normativas utilizadas por el software en cada región.
Elaboración propia.

2. Configuración del programa. El programa permite especificar todas las configuraciones (opciones de dibujo y cálculo, selección de materiales y equipos, y opciones de dimensionamiento y verificación) requeridas para la planificación y diseño de las instalaciones, respetando las normas mencionadas anteriormente. También da la opción de personalizar la configuración del programa. (CYPE Ingenieros S.A, 2020)

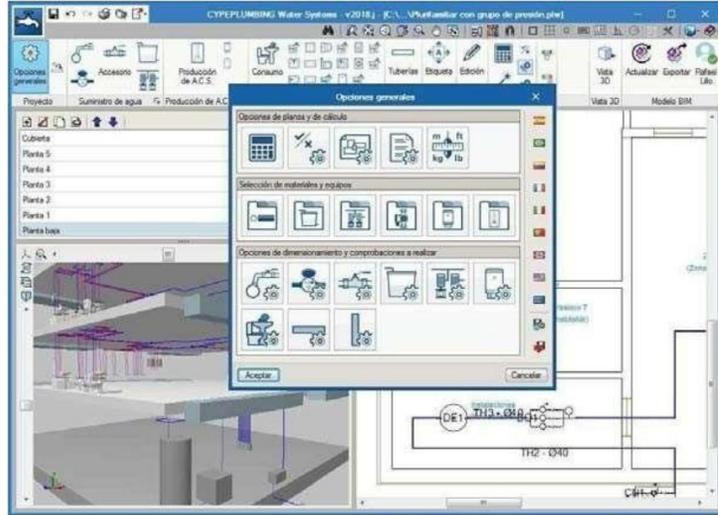


Figura 20. Ilustración del panel de configuraciones del programa.
 Extraída del manual técnico de CYPE PLUMBING WATERSYSTEMS.

3. Opciones de planos y de cálculos. El cálculo hidráulico se realiza mediante las fórmulas de "Darcy y Weisbach", mientras que el factor de fricción se calcula mediante la fórmula de Colebrook y White. El usuario tiene la capacidad de definir configuraciones generales de dibujo. Se podrá personalizar el tipo de línea que se utilizará en las tuberías de las instalaciones, el color de las capas que las contendrán, los símbolos generales que se utilizarán y las referencias que se escribirán en los planos de planta. (CYPE Ingenieros S.A, 2020)

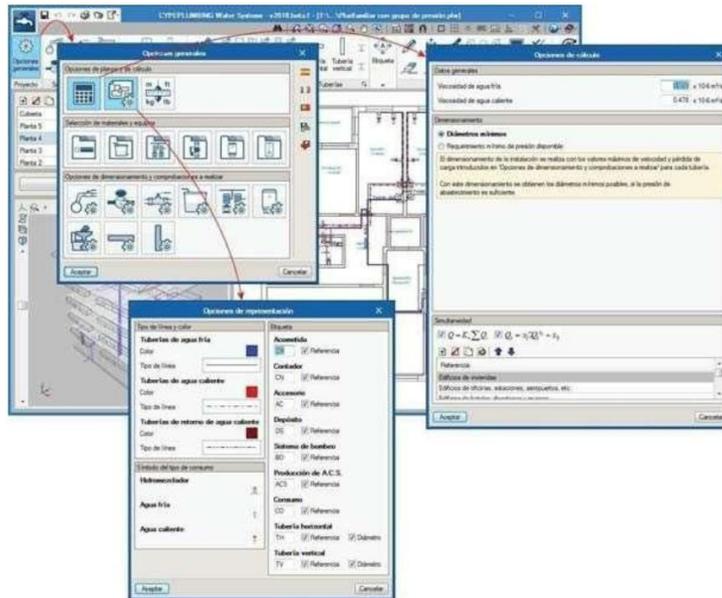


Figura 21. Ilustración del panel de configuraciones del programa para planos y cálculos.
 Extraída del manual técnico de CYPE PLUMBING WATERSYSTEMS.

4. Selección de material y equipo. Para la construcción de instalaciones, la aplicación proporciona catálogos de equipos predefinidos y permite la inclusión de catálogos totalmente personalizados. (CYPE Ingenieros S.A, 2020)

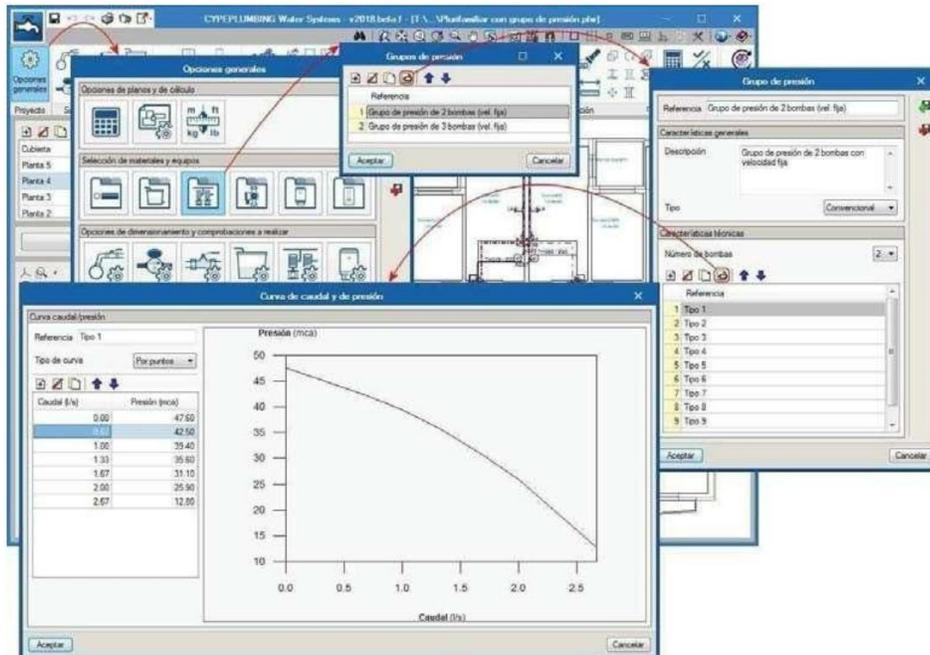


Figura 22. Ilustración del panel de configuraciones del programa para materiales, tubería y accesorios. Extraída del manual técnico de CYPE PLUMBING WATERSYSTEMS.

5. Opciones de dimensionamiento y comprobaciones a realizar. CYPEPLUMBING Water Systems también prevé la configuración de dimensionamientos e inspecciones de cualquier componente de la instalación, incluyendo puntos de acometida, consumos, depósitos, sistemas de bombeo y tuberías horizontales y verticales. (CYPE Ingenieros S.A, 2020)

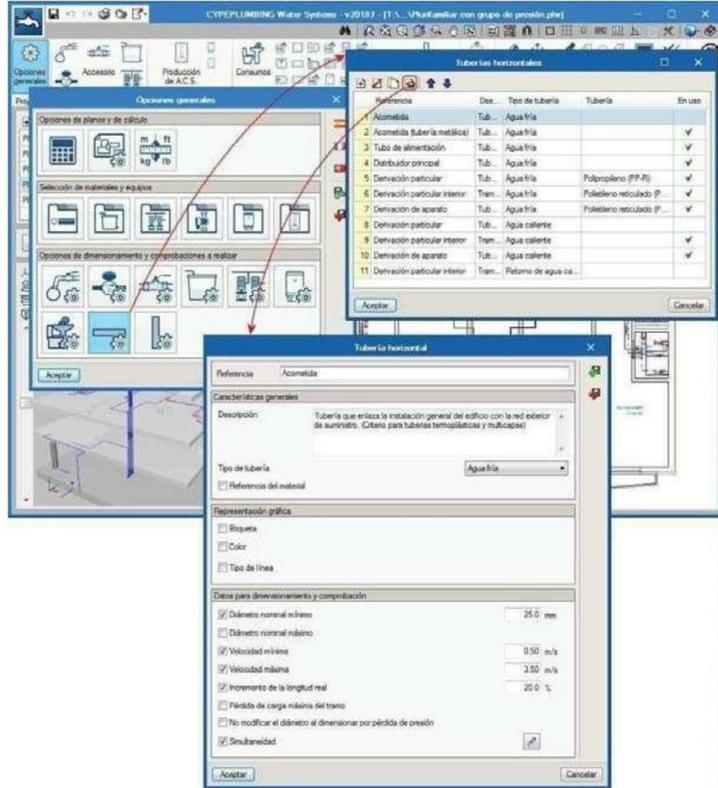


Figura 23. Ilustración del panel de configuraciones del programa para dimensionamiento de elementos. Extraída del manual técnico de CYPE PLUMBING WATERSYSTEMS.

6. Entorno de trabajo. El software está diseñado para operar en un entorno 2D, con la opción de ver la perspectiva 3D del sistema instalado en tiempo real. Le permite crear plantillas 2Da partir de su modelo BIM utilizando plantillas IFC, DXF-DWG, DWF o imágenes (.jpeg, .jpg, .bmp, .wmf). En las múltiples redes que la aplicación te permite construir, también puedes trabajar encapas: (CYPE Ingenieros S.A, 2020)

- a. Red de agua fría
- b. Red de agua caliente
- c. Red de retorno de agua

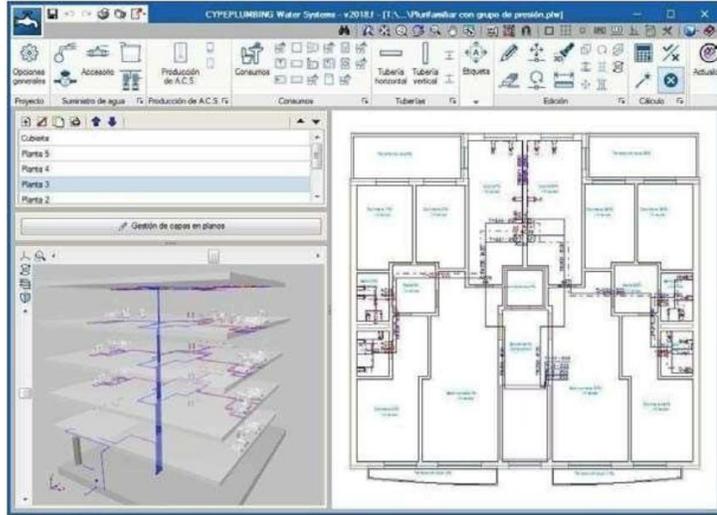


Figura 24. Ilustración del panel de configuraciones del programa para parámetros del entorno de trabajo. Extraída del manual técnico de CYPE PLUMBING WATERSYSTEMS.

Se puede usar un entorno 2D y 3D para manejar estas capas.

7. Cálculos y chequeos. El programa calcula las redes según la configuración estándar o personalizada elegida, además de realizar las inspecciones necesarias. Realizar un estudio del árbol de la instalación, calculando caudales brutos y simultáneos y configurando la simultaneidad si es necesario. Calcula y ejecuta la representación gráfica de las regiones más desfavorables y favorables de la instalación. CYPEPLUMBING Water Systems se encarga del dimensionamiento automático de la instalación de abastecimiento de agua potable del edificio o de instalaciones ya iniciadas. El programa considera las comprobaciones detalladas en el apartado. Opciones de dimensionamiento y comprobaciones a realizar". También es factible reducir el tamaño de cada componente de la instalación a una fracción de su tamaño original. (CYPE Ingenieros S.A, 2020)

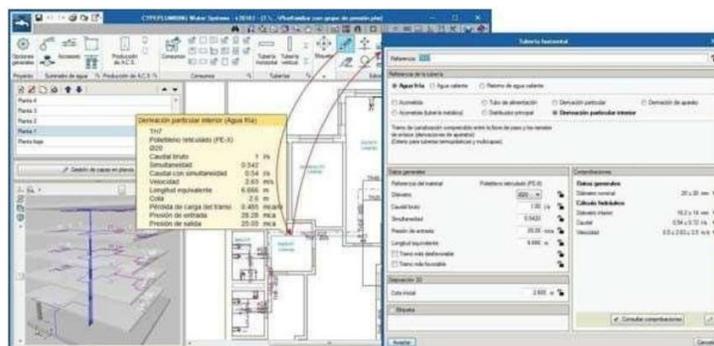


Figura 25. Ilustración del panel de configuraciones del programa para chequeos y comprobaciones de resultados. Extraída del manual técnico de CYPE PLUMBING WATERSYSTEMS.

El programa da avisos en caso de incumplimiento normativo o instalaciones mal construidas, permitiendo una correcta configuración. Los resultados se pueden ver en los propios elementos del

programa, así como en las listas de verificación que genera. (CYPE Ingenieros S.A, 2020)

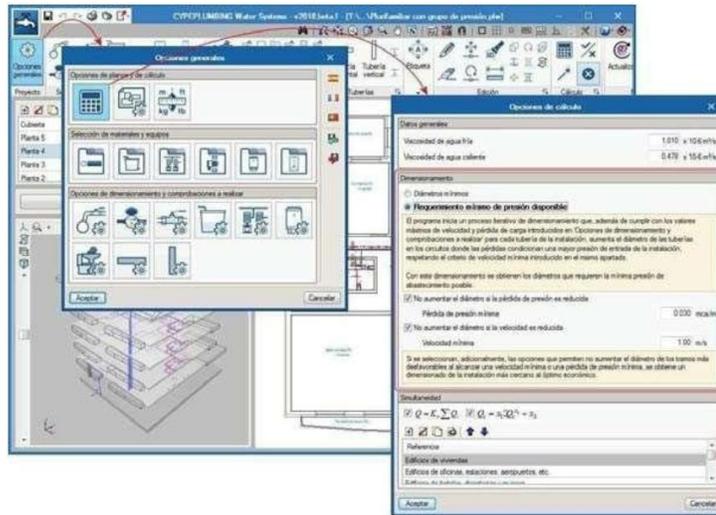


Figura 26. Ilustración del panel de configuraciones del programa para chequeos y comprobaciones de resultados. Extraída del manual técnico de CYPE PLUMBING WATERSYSTEMS.

8. Análisis gráfico de resultados. Una opción interesante del programa es el hecho que permite evaluar gráficamente los resultados de la instalación. El programa permite elegir los parámetros utilizados en el cálculo hidráulico de la instalación a evaluar, así como diseñar la instalación mediante una escala de colores para el análisis gráfico en pantallas 2D y 3D. Dentro del alcance general de la instalación, es factible investigar rangos individuales de resultados. (CYPE Ingenieros S.A, 2020)

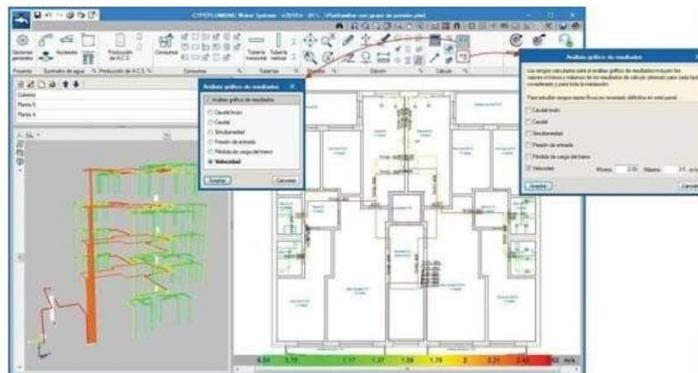


Figura 27. Ilustración del panel de configuraciones del programa para análisis gráfico. Extraída del manual técnico de CYPE PLUMBING WATERSYSTEMS.

9. Documentación. El programa genera la siguiente documentación en formato BC3:

- a. Listas de comprobaciones

b. Listas de mediciones

c. Listas de resultados

CYPEPLUMBING Water Systems crea distribuciones de suelo que se pueden configurar de diferentes maneras. Los planos de planta se pueden ordenar por edificio (que combina todas las leyendas de planos de planta) o por plano. Plantas que permiten gestionar las redes de saneamiento de diversas formas. Los planos se pueden imprimir y/o exportar desde la aplicación en una variedad de formatos (DXF, DWG, JPG, EMF, BMP). (CYPE Ingenieros S.A, 2020)

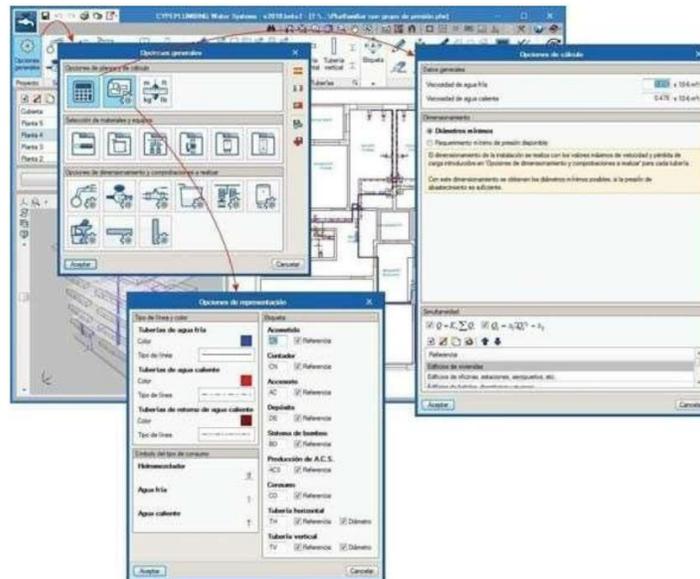


Figura 28. Ilustración del panel de configuraciones del programa para resolución de cálculos. Extraída del manual técnico de CYPE PLUMBING WATERSYSTEMS.

10. Reporte de resultados. La aplicación crea listas de los hallazgos recopilados, que se pueden imprimir directamente desde la computadora o exportar a una variedad de formatos (TXT, HTML, RTF, DOCX, PDF). La aplicación genera una lista de las tuberías y equipos que deben medirse. El formato estándar FIEBDC-3 (BC3) se puede utilizar para exportar esta medida. (CYPE Ingenieros S.A, 2020)

Estado de resultados de cálculo

Listado de resultados de cálculo

1.- AC1

Tramo	Tuberías horizontales											
	L_y (m)	L_{tot} (m)	Q_0 (l/s)	K	Q (l/s)	h (m)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	J (mca)	P_{int} (mca)	P_{ext} (mca)
TH1	1.228	2.133	14.98	0.144559	2.17	0	50	2"	1.1	0.04	34.97	34.89
TH2	0.945	1.134	14.98	0.144559	2.17	0	40.8	Ø50	1.66	0.07	26.65	26.57
TH3	6.725	12.27	11.26	0.167635	1.89	0	32.6	Ø40	2.26	0.16	26.57	24.65
TH4	1.269	1.523	11.26	0.167635	1.89	0	32.6	Ø40	2.26	0.16	2.8	2.56
TH5	6.673	8.008	11.26	0.167635	1.89	0	32.6	Ø40	2.26	0.16	43.57	42.31
TH6	7.892	9.47	1.86	0.48952	0.76	0	20.4	Ø25	2.33	0.29	27.66	24.88
TH7	0.204	0.291	1.86	0.48952	0.76	0	20.4	Ø25	2.33	0.29	24.38	24.29
TH8	5.128	6.666	1	0.542	0.54	0	16.2	Ø20	2.63	0.49	24.29	21.06
TH9	2.9	3.769	0.5	0.718506	0.36	0	16.2	Ø20	1.74	0.23	21.06	20.18
TH10	0.639	0.831	0.5	0.718506	0.36	0	16.2	Ø20	1.74	0.23	19.68	19.49
TH11	0.642	0.055	0.3	1	0.3	0	16.2	Ø20	1.46	0.17	19.49	19.48
TH12	0.712	3.314	0.1	1	0.1	0	12.4	Ø16	0.83	0.09	19.48	19.19
TH13	1.34	4.068	0.2	1	0.2	0	12.4	Ø16	1.66	0.3	19.48	18.27
TH14	0.627	0.815	0.2	1	0.2	0	16.2	Ø20	0.97	0.08	19.49	19.42
TH15	0.712	3.314	0.1	1	0.1	0	12.4	Ø16	0.83	0.09	19.42	19.13
TH16	0.815	3.438	0.1	1	0.1	0	12.4	Ø16	0.83	0.09	19.42	19.12
TH17	0.422	0.549	0.5	0.718506	0.36	0	16.2	Ø20	1.74	0.23	21.06	20.93
TH18	0.531	0.69	0.5	0.718506	0.36	0	16.2	Ø20	1.74	0.23	20.43	20.27
TH19	0.527	0.685	0.2	1	0.2	0	16.2	Ø20	0.97	0.08	20.27	20.21
TH20	0.737	3.345	0.1	1	0.1	0	12.4	Ø16	0.83	0.09	20.21	19.92
TH21	0.919	3.563	0.1	1	0.1	0	12.4	Ø16	0.83	0.09	20.21	19.9
TH22	0.196	0.255	0.3	1	0.3	0	16.2	Ø20	1.46	0.17	20.27	20.23
TH23	1.258	3.97	0.2	1	0.2	0	16.2	Ø20	0.97	0.08	20.23	19.9
TH24	0.82	3.444	0.1	1	0.1	0	12.4	Ø16	0.83	0.09	20.23	19.92
TH25	1.641	2.134	0.86	0.578196	0.5	0	16.2	Ø20	2.41	0.42	24.29	23.4
TH26	1.688	4.274	0.86	0.578196	0.5	0	16.2	Ø20	2.41	0.42	23.4	21.83
TH27	0.302	0.471	0.86	0.578196	0.5	0	16.2	Ø20	2.41	0.36	21.83	21.46
TH28	8.707	11.319	0.51	0.71318	0.36	0	16.2	Ø20	1.76	0.2	21.46	19.15
TH29	2.492	3.24	0.23	0.921807	0.21	0	16.2	Ø20	1.03	0.08	19.15	18.9
TH30	0.313	0.407	0.23	0.921807	0.21	0	16.2	Ø20	1.03	0.08	18.9	18.87
TH31	0.714	0.929	0.23	0.921807	0.21	0	16.2	Ø20	1.03	0.08	18.37	18.3
TH32	1.694	4.492	0.1	1	0.1	0	12.4	Ø16	0.83	0.07	18.3	17.97
TH33	0.74	0.717	0.11	1	0.11	0	16.2	Ø20	0.63	0.03	18.3	18.29

Figura 29. Ilustración del panel de configuraciones del programa para documentación de resultados. Extraída del manual técnico de CYPE PLUMBING WATERSYSTEMS.

F. Fase de experimentación

1. Modelo en Revit. Para esta etapa, se procedió a desarrollar el modelo de la edificación para la cual se realizarán los cálculos y diseños hidráulicos. Debo agradecer a la constructora QUALICONS S.A, por haberme permitido el uso de los planos estructurales originales para su utilización en este trabajo de graduación. Claramente por temas de seguridad, el modelo desarrollado cuenta con pequeños cambios en su disposición para salvaguardar la identidad del proyecto. El proyecto está compuesto por 6 sótanos (divididos por segmento A y segmento B), lobby, 12 niveles de apartamentos y azotea.

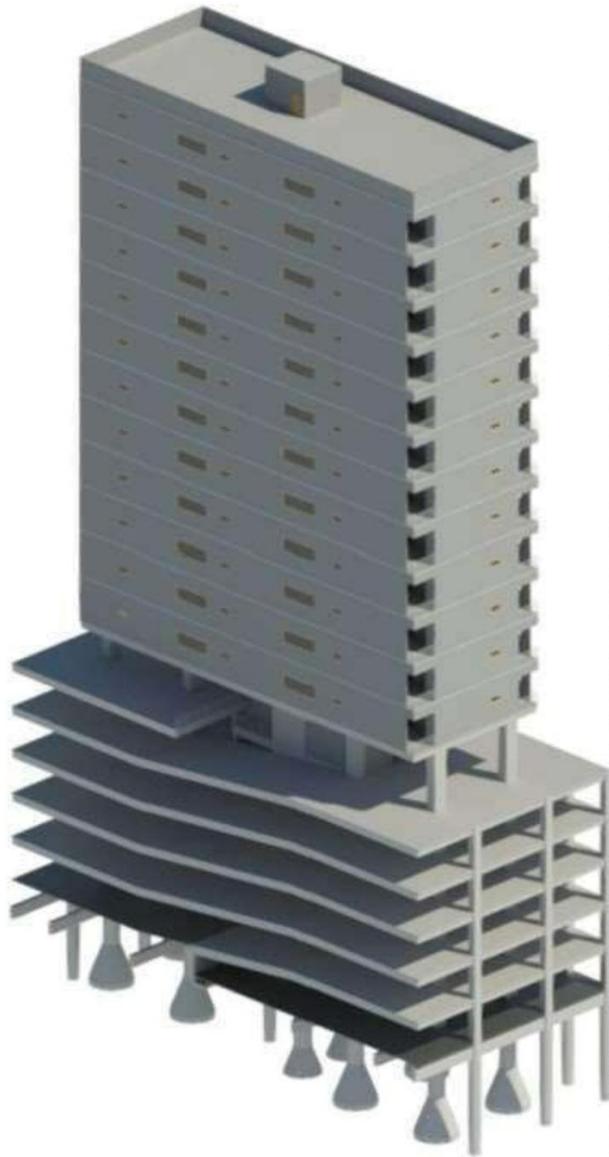


Figura 30. Ilustración del modelo del edificio.
Elaboración propia.

2. CYPE Plumbing Water Systems. Seguidamente se procedió a la utilización del software CYPE Plumbing Water Systems en su versión v.2022.h, la cual cuenta con la actualización que permite un entorno de trabajo 3D y 2D de manera simultánea, permitiendo al diseñador un rápido control de las vistas de trabajo del modelo. Para poder realizar esto fue necesario exportar del modelo de REVIT, los planos de cada planta para la posterior generación de plantillas. Estas se insertan en los niveles requeridos y permiten una referencia rápida y sencilla para poder comenzar el diseño.

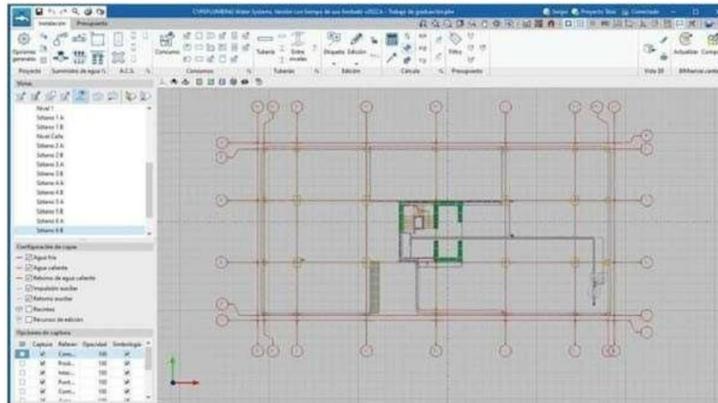


Figura 31. Plantillas generadas en base al modelo de REVIT.
Elaboración propia.

Con las plantillas insertadas en el programa, se investigó acerca de las posibles soluciones de diseño para este tipo de edificaciones. Finalmente se decidió por un sistema combinado. Este consiste en un tanque situado en el último sótano del edificio, el cual es abastecido por la red municipal y este por medio de 2 sistemas de bombeo independientes abastecen los sótanos y la planta baja del edificio, mientras que el segundo sistema de bombeo abastece un tanque elevado situado en la azotea, el cual a su vez se encarga de abastecer desde el nivel 12 al 1 de la edificación. Tomando en cuenta las normas previamente discutidas en este trabajo, se tomó la decisión en base a la ocupación máxima de parqueos y considerando 15 l/hb/d, una dotación de 18,000.00 litros de agua con un excedente de 1,200.00 litros, para un total de 19,200.00 litros de agua por habitante. Esto es suficiente para mantener en funcionamiento los servicios de agua durante 26 horas ininterrumpidas en algún caso de corte o desabastecimiento temporal. Además, se utilizó el catálogo de tuberías de PVC Gerfor.SA Guatemala, para el diseño de distribución de agua, el cual se encuentra enteramente disponible en el mercado nacional. El diseño de la red hidráulica cuenta con los siguientes aparatos y consideraciones:

- a. Inodoros con cisterna
- b. Lavamanos
- c. Lavabos
- d. Pilas
- e. Chorros
- f. Duchas
- g. Tinas
- h. Llave de corte general
- i. Batería de contadores
- j. Llaves de paso
- k. Lavadoras de ropa
- l. Manifolds

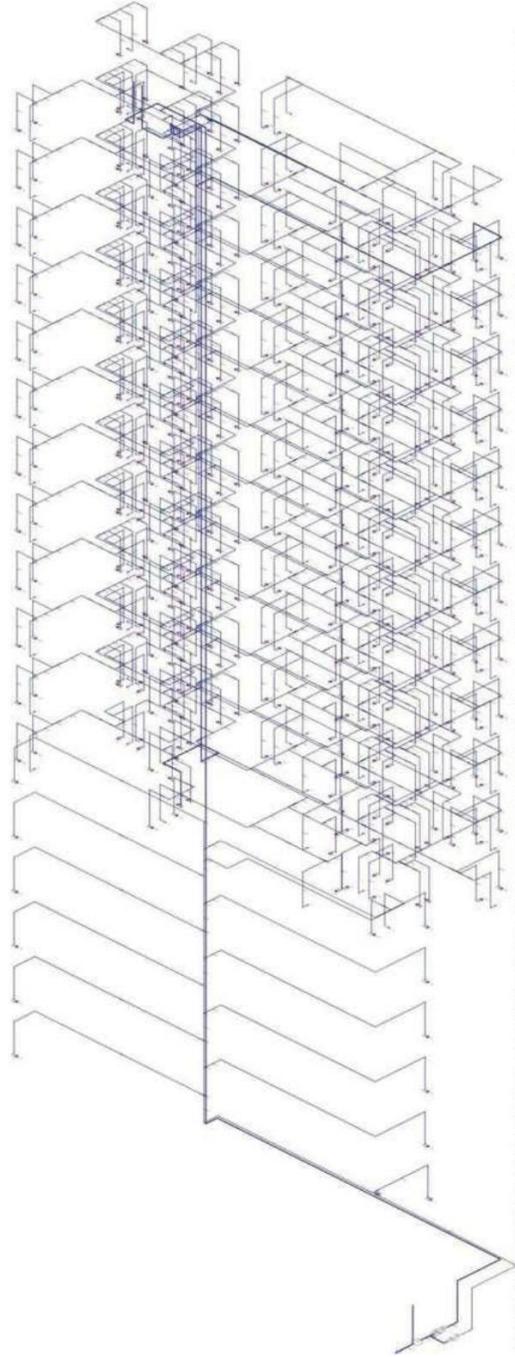


Figura 32. Red hidráulica del edificio.
Elaboración propia.

G. BIM Server Center y Open BIM Workflow

1. Vinculación a BIMserver.center. Una vez culminada la fase de modelado de la estructura principal y obra secundaria representativa para este trabajo de graduación, se procedió a realizar la vinculación del modelo 3D a BIMserver.center. Para poder realizar esta vinculación fue necesaria la exportación del modelo al formato .ifc. Dentro de BIMserver.center se generó una carpeta compartida con el asesor para poder darle un apropiado seguimiento a los avances y tener la disponibilidad de trabajarlo en diferentes dispositivos sin la necesidad de depender un solo ordenador o visualizador. Dentro de la carpeta se incluye el modelo ifc, planos de cada planta, comprobaciones, resultados, materiales utilizados, métodos de cálculo, etc.

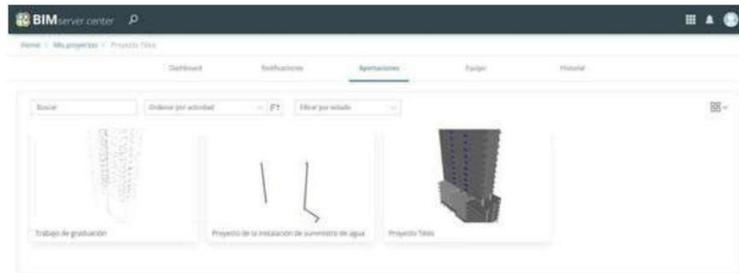


Figura 33. Carpeta genera dentro de BIMserver.center.
Elaboración propia.

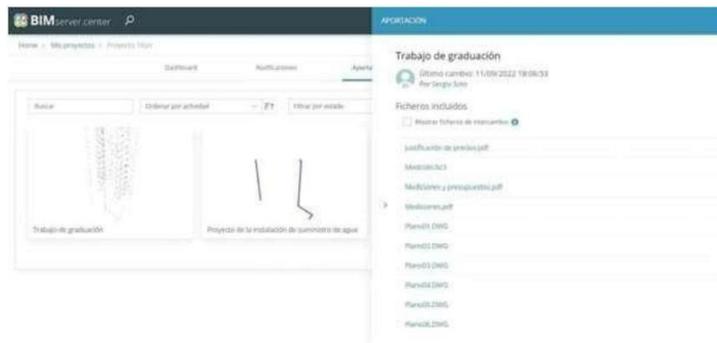


Figura 34. Archivos subidos a la plataforma.
Elaboración propia.

H. Análisis de resultados

Al mismo tiempo que se va realizando el modelado de la red hidráulica se van realizando los cálculos pertinentes. De este modo el modelador puede ir viendo en tiempo real el comportamiento y los cambios que van sucediendo con cada cambio o añadidura realizada en la red. Además, el programa cuenta con “alertas” que indican conexiones erróneas o incumplimiento de requerimiento preestablecidos. Los más comunes son por presión (estar por encima o por debajo de los límites), por diámetro de tubería y por velocidad del agua dentro de la tubería (por encima o por debajo de los límites). Esto fue de gran ayuda a lo largo del modelado del proyecto ya que, aunque un poco lenta al comienzo, la curva de aprendizaje se reduce de manera significativa ya que se vuelven intuitivas y repetitivas algunas situaciones y se pueden prever ciertas instancias antes de modelarlas. Como comentado antes, el programa utiliza la ecuación fricción de Colebrooke-White en conjunto con el método de Darcy-Weisbach. Claramente, al realizarlo el ordenador, la ecuación de fricción cuenta con un error menor al que podría llegarse realizando el cálculo manual. Más adelante se evidenciará esta afirmación. Además, la utilización del método de Darcy-Weisbach es una gran ventaja frente al Método de Hunter debido a su aplicabilidad y asertividad universal. Algunas de sus ventajas más relevantes son su base en fundamental, consistencia en las dimensionales, se puede utilizar para cualquier fluido, puede ser derivado analíticamente en la región de flujo laminar, es útil en la transición entre la región de flujo laminar y turbulento y su variación de factor de fricción está bien documentado.

La utilización del programa brinda una asertividad alta debido a que toma ventaja de la potencia del equipo y resuelve complejas fórmulas matemáticas (iterativas y no iterativas) en segundos y provee resultados visuales y fácilmente entendibles para el diseñador. La exactitud más la velocidad son los puntos fuertes del método de diseño con computadora, ya que si bien, la congruencia de los resultados depende única y explícitamente del diseñador, la capacidad de tener resultados de una manera tan rápida y en un ambiente gráfico en 3D aumenta la productividad y fomenta el trabajo rápido y eficiente. Se debe tomar en cuenta que estos resultados están 100 por ciento bajo norma

ya que el programa dentro de las configuraciones iniciales obliga al diseñador a elegir una norma bajo la cual regirse y contar con valores límites soportados, factores de reducción, factores de forma, materiales, aislantes térmicos, etc. Esto fue una ventaja en todo momento ya que las verificaciones de cumplimiento se hacían automáticamente tras la creación de cada tramo por lo cual siempre se sabía el estado exacto del sistema, además de las características de cada tubería en particular.

Para poder evaluar si los resultados exportados por el software son correctos y congruentes con la forma de cálculo utilizado en Guatemala, fue necesario ponerlos a prueba utilizando el método más conocido para diseño de redes de distribución de agua potables en nuestro país: Método de Hunter Modificado. Aunado a esto, fue necesario la utilización de una tabla proveída por EMPAGUA, en donde se enlistan las Unidades Hunter o Unidades Gasto por cada aparato que se vaya utilizando.

UNIDADES DE DESCARGA, SALIDAS, CAUDALES Y PRESIONES DE APARATOS SANITARIOS								
APARATO	TOMAS POR APARATO	USO PRIVADO		USO PUBLICO		PRESION RECOMENDADA		PRESIÓN MÍNIMA
		UNIDADES HUNTER	CAUDAL lt/seg	UNIDADES HUNTER	CAUDAL lt/seg	M.C.A.	kg/cm2	M.C.A.
BAÑERA O TINA	2	3	0.19	4	0.22	10.00	1.00	2.00
BEBEDERO	1	0.5	0.03	1	0.06	3.50	0.35	2.00
BIDET	2	2	0.13	3	0.19	5.00	0.50	2.80
DUCHA	2	2	0.13	3	0.19	10.00	1.00	2.00
INODORO CON FLUXOMETRO	1	6	0.32	10	0.50	10.00	1.00	7.00
INODORO CON TANQUE	1	3	0.19	5	0.25	7.00	0.70	2.80
LAVADERO DE SERVICIO	1	3	0.19	4	0.22	5.00	0.50	2.00
LAVADORA DE PLATOS	2	1	0.06	3	0.19	7.00	0.70	2.80
LAVADORA DE ROPA	2	3	0.19	5	0.25	7.00	0.70	2.80
LAVAMANOS	2	1	0.06	2	0.13	2.00	0.50	2.00
LAVATRASTOS	2	2	0.13	4	0.22	5.00	0.50	2.00
ORINAL CON FLUXOMETRO	1	6	0.32	10	0.50	10.00	1.00	7.70
ORINAL CON LLAVE	1	1	0.06	3	0.19	5.00	0.50	2.00
PILA	1	3	0.19	5	0.25	5.00	0.50	2.00
GRIFO para manguera de 15 mts	1	3	0.19	6	0.33	22.00	2.20	17.00

Figura 35. Tabla resumen de unidades de descarga, salidas, caudales y presiones de aparatos sanitario. EMPAGUA.

Como se puede apreciar en la tabla. Para cada uno de los distintos aparatos y del entorno de uso (uso privado o público) existen caudales probables con los cuales se calcula el diámetro de tuberías y las subsecuentes verificaciones de velocidad y presión dentro de las mismas. Este es el punto fuerte del método, ya que para los caudales de diseño únicamente basta con conocer la cantidad y tipo de aparatos por apartamento y en base a la sumatoria de Unidades Hunter se busca en la siguiente tabla el caudal probable pero dicho valor:

DATOS MANUALES				APTO 1		APTO 2		APTO 3		APTO 4		APTO 5	
No.	Aparato	USO	UG	#AP	UG								
1	LAVAMANOS	USO PRIVADO	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	LAVATRASTOS	USO PRIVADO	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
3	PILA	USO PRIVADO	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
4	BAÑERA O TINA	USO PRIVADO	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
5	DUCHA	USO PRIVADO	2	1	2	0	0	1	2	0	0	1	2
6	INODORO CON TANQUE	USO PRIVADO	3	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6
7	LAVADORA DE ROPA	USO PRIVADO	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
15	-	-	0		0		0		0		0		0
				9	21	8	19	9	21	8	19	9	21

Figura 36. Cálculo de aparatos por apartamento y su respectivo valor de unidad hunter.

Elaboración propia.

Como se observa en la figura anterior, al realizar el cálculo de aparatos y la sumatoria de unidades hunter por apartamento, lo que resta en el proceso es sumar el total de unidades por apartamento para obtener el valor total del nivel. Para este proyecto el valor total por nivel fue de 404 Unidades Hunter en todos los niveles, ya que el diseño se replica en cada nivel.

GASTOS PROBABLES EN LITROS/SEGUNDO EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE UNIDADES HUNTER																			
NUM UNID	LITRS SEG	NUM UNID	LITRS SEG	NUM UNID	LITRS SEG	NUM UNID	LITRS SEG	NUM UNID	LITRS SEG	NUM UNID	LITRS SEG	NUM UNID	LITRS SEG	NUM UNID	LITRS SEG	NUM UNID	LITRS SEG	NUM UNID	LITRS SEG
3	0.20	56	1.97	109	2.95	162	3.69	215	4.34	268	4.90	321	5.62	374	6.30	427	6.95	480	7.60
4	0.26	57	2.00	110	2.97	163	3.7	216	4.35	269	4.92	322	5.64	375	6.31	428	6.97	481	7.61
5	0.38	58	2.02	111	2.99	164	3.72	217	4.36	270	4.93	323	5.65	376	6.32	429	6.98	482	7.63
6	0.42	59	2.05	112	3.01	165	3.73	218	4.37	271	4.94	324	5.66	377	6.33	430	6.99	483	7.64
7	0.46	60	2.08	113	3.02	166	3.74	219	4.38	272	4.96	325	5.67	378	6.35	431	7.00	484	7.65
8	0.49	61	2.10	114	3.04	167	3.75	220	4.39	273	4.97	326	5.69	379	6.36	432	7.01	485	7.66
9	0.53	62	2.12	115	3.06	168	3.77	221	4.40	274	4.99	327	5.7	380	6.37	433	7.03	486	7.68
10	0.57	63	2.14	116	3.08	169	3.78	222	4.40	275	5.00	328	5.71	381	6.38	434	7.04	487	7.69
11	0.60	64	2.16	117	3.1	170	3.79	223	4.41	276	5.01	329	5.72	382	6.40	435	7.05	488	7.70
12	0.63	65	2.18	118	3.11	171	3.8	224	4.41	277	5.03	330	5.74	383	6.41	436	7.06	489	7.71
13	0.67	66	2.20	119	3.13	172	3.81	225	4.42	278	5.04	331	5.75	384	6.42	437	7.07	490	7.73
14	0.70	67	2.22	120	3.15	173	3.83	226	4.43	279	5.06	332	5.76	385	6.43	438	7.09	491	7.74
15	0.73	68	2.23	121	3.16	174	3.84	227	4.43	280	5.07	333	5.77	386	6.45	439	7.1	492	7.75
16	0.76	69	2.25	122	3.18	175	3.85	228	4.44	281	5.09	334	5.79	387	6.46	440	7.11	493	7.76
17	0.80	70	2.27	123	3.19	176	3.86	229	4.44	282	5.1	335	5.8	388	6.47	441	7.12	494	7.78
18	0.83	71	2.28	124	3.21	177	3.87	230	4.45	283	5.12	336	5.81	389	6.48	442	7.14	495	7.79
19	0.86	72	2.30	125	3.22	178	3.89	231	4.46	284	5.13	337	5.82	390	6.5	443	7.15	496	7.80
20	0.89	73	2.31	126	3.23	179	3.90	232	4.47	285	5.15	338	5.84	391	6.51	444	7.16	497	7.81
21	0.93	74	2.33	127	3.24	180	3.91	233	4.48	286	5.16	339	5.85	392	6.52	445	7.17	498	7.83
22	0.96	75	2.34	128	3.26	181	3.92	234	4.49	287	5.18	340	5.86	393	6.53	446	7.19	499	7.84
23	1.00	76	2.35	129	3.27	182	3.94	235	4.5	288	5.19	341	5.87	394	6.55	447	7.2	500	7.85
24	1.04	77	2.36	130	3.28	183	3.95	236	4.51	289	5.21	342	5.89	395	6.56	448	7.21	501	7.86
25	1.08	78	2.38	131	3.29	184	3.97	237	4.52	290	5.22	343	5.90	396	6.57	449	7.22	502	7.87
26	1.11	79	2.39	132	3.31	185	3.98	238	4.52	291	5.23	344	5.91	397	6.58	450	7.24	503	7.88
27	1.15	80	2.4	133	3.32	186	3.99	239	4.53	292	5.25	345	5.93	398	6.60	451	7.25	504	7.90
28	1.19	81	2.42	134	3.34	187	4.00	240	4.54	293	5.26	346	5.94	399	6.61	452	7.26	505	7.91
29	1.23	82	2.43	135	3.35	188	4.02	241	4.55	294	5.28	347	5.95	400	6.62	453	7.27	506	7.92
30	1.26	83	2.45	136	3.36	189	4.03	242	4.56	295	5.29	348	5.96	401	6.63	454	7.29	507	7.93
31	1.29	84	2.46	137	3.37	190	4.04	243	4.57	296	5.3	349	5.98	402	6.65	455	7.3	508	7.94
32	1.31	85	2.48	138	3.39	191	4.05	244	4.58	297	5.32	350	5.99	403	6.66	456	7.31	509	7.95
33	1.34	86	2.5	139	3.4	192	4.06	245	4.59	298	5.33	351	6.00	404	6.67	457	7.32	510	7.97
34	1.36	87	2.52	140	3.41	193	4.08	246	4.6	299	5.35	352	6.02	405	6.68	458	7.34	511	7.98
35	1.39	88	2.53	141	3.42	194	4.09	247	4.61	300	5.36	353	6.03	406	6.70	459	7.35	512	7.99
36	1.42	89	2.55	142	3.44	195	4.10	248	4.62	301	5.37	354	6.04	407	6.71	460	7.36	513	8.00
37	1.44	90	2.57	143	3.45	196	4.11	249	4.63	302	5.39	355	6.06	408	6.72	461	7.37	514	8.01
38	1.46	91	2.59	144	3.47	197	4.12	250	4.64	303	5.4	356	6.07	409	6.73	462	7.38	515	8.02
39	1.49	92	2.61	145	3.48	198	4.13	251	4.65	304	5.41	357	6.08	410	6.75	463	7.4	516	8.03
40	1.52	93	2.64	146	3.49	199	4.14	252	4.67	305	5.42	358	6.09	411	6.76	464	7.41	517	8.05
41	1.55	94	2.66	147	3.5	200	4.15	253	4.68	306	5.44	359	6.11	412	6.77	465	7.42	518	8.06
42	1.58	95	2.68	148	3.52	201	4.17	254	4.70	307	5.45	360	6.12	413	6.78	466	7.43	519	8.07
43	1.61	96	2.7	149	3.53	202	4.18	255	4.71	308	5.46	361	6.13	414	6.8	467	7.44	520	8.08
44	1.63	97	2.72	150	3.54	203	4.20	256	4.72	309	5.47	362	6.15	415	6.81	468	7.46	521	8.09
45	1.66	98	2.74	151	3.55	204	4.21	257	4.74	310	5.49	363	6.16	416	6.82	469	7.47	522	8.10
46	1.69	99	2.76	152	3.56	205	4.23	258	4.75	311	5.5	364	6.17	417	6.83	470	7.48	523	8.12
47	1.72	100	2.78	153	3.58	206	4.24	259	4.77	312	5.51	365	6.18	418	6.85	471	7.49	524	8.13
48	1.74	101	2.8	154	3.59	207	4.25	260	4.78	313	5.52	366	6.20	419	6.86	472	7.5	525	8.14
49	1.77	102	2.82	155	3.6	208	4.27	261	4.80	314	5.54	367	6.21	420	6.87	473	7.52	526	8.15
50	1.80	103	2.84	156	3.61	209	4.28	262	4.81	315	5.55	368	6.22	421	6.88	474	7.53	527	8.16
51	1.83	104	2.86	157	3.62	210	4.29	263	4.83	316	5.56	369	6.23	422	6.89	475	7.54	528	8.18
52	1.86	105	2.88	158	3.64	211	4.30	264	4.84	317	5.57	370	6.25	423	6.91	476	7.55	529	8.19
53	1.88	106	2.9	159	3.65	212	4.31	265	4.86	318	5.59	371	6.26	424	6.92	477	7.56	530	8.20
54	1.91	107	2.92	160	3.66	213	4.32	266	4.87	319	5.6	372	6.27	425	6.93	478	7.58	531	8.21
55	1.94	108	2.93	161	3.67	214	4.33	267	4.89	320	5.61	373	6.28	426	6.94	479	7.59	532	8.22

Figura 37. Tabla resumen de gastos probables en litros/segundos en función del número de Unidades Hunter.

EMPAGUA.

Utilizando la tabla anterior y los valores de los aparatos se fueron construyendo las tablas utilizadas por nivel y por apartamento, para el cálculo y chequeo del cumplimiento de las redes de distribución propuestas para dicho inmueble. Se debe recalcar que se debieron establecer ciertos límites en los cálculos para cumplir con las normativas previamente definidas en este trabajo. Para evitar sedimentación en la red de tuberías la velocidad mínima debe ser mayor o igual a 0.5 /s y deber tener una velocidad máxima igual o menor a 3.5 m/s. Para el correcto funcionamiento de los aparatos se estableció una presión mínima de 2 mca (0.2 kgf/cm²) y máxima de 50 mca (5 kgf/cm²). En cuánto el nivel de azotea en dónde se encuentra el tanque elevado y la primera red de distribución hacia el apartamento del nivel 12, se colocó el tanque tal que la altura entre el aparato más elevado (ducha) tuviera una diferencia de al menos 2 metros de altura respecto al tanque para asegurar la presión mínima de 2 mca. Esto es una práctica conocida a nivel mundial.

PRESIÓN														
KG/CM2	1.50	l/s	5.000	FM	40%	Vel máx	3.50	K	0.00056					
mca	15.04	m ³ /s	0.006	Contador		46.58	Vel mín	0.50						
DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO					N12 APARTAMENTO 1 - RAMAL 1									
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S/m	LONGITUD DE TUBERÍA[m]	LONGITUD EQUIV. [m]	LONGITUD TOTAL [m]	PERDIDA Hf [m]	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM [mca]	
404	TANQUE - MANIFOLD	0.00667	50	0.05	3.397	✓	0.20	3.40	1.88	4.76	2.589	-1.00	13.43	✓
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	2.44	0.98	3.42	1.699	0	11.75	✓
2	A-LAVABASTOS	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	2.44	0.98	3.42	1.699	0	11.75	✓
19	A-B	0.00096	20	0.02	2.932	✓	0.43	3.688	2.28	7.96	3.454	0	8.29	✓
6	B-B'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.42	1.7887	0.72	2.50	0.910	0	7.98	✓
3	B'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.0391	1.22	4.25	0.544	-1.0	9.74	✓
5	B'-PIA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.347	1.74	6.09	0.206	-1.0	9.68	✓
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	1.4872	0.59	2.08	0.583	0	7.40	✓
6	C-C'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.33	0.8237	0.51	1.15	0.143	0	7.26	✓
1	C-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.32	2.8245	1.13	3.95	0.480	-1.0	8.62	✓
5	C'-C''	0.00038	20	0.02	1.210	✓	0.30	0.8761	0.35	1.21	0.127	0	7.13	✓
3	C''-INODORO	0.00038	20	0.02	1.210	✓	0.30	2.8245	1.13	3.95	0.411	-1.0	8.62	✓
2	C''-DUCHA	0.00038	20	0.02	1.210	✓	0.30	3.095	1.58	5.52	0.574	-0.55	7.11	✓
7	C-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	5.541	2.22	7.76	1.126	0	6.28	✓
1	D-LAVAMANOS	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.811	1.12	3.94	0.571	-1.0	7.60	✓
6	D-B'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.42	0.8619	0.34	1.21	0.140	0	6.13	✓
3	D'-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.811	1.12	3.54	0.133	-1.0	7.89	✓
8	D'-BAÑERA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.876	1.53	5.41	0.183	-1.0	7.84	✓

Figura 38. Ejemplo de cálculo utilizado para red de tubería utilizando el Método de Hunter Modificado. Realización propia.

En la figura anterior se puede apreciar la forma de cálculo utilizada para el proyecto. Como discutido antes, se comienza con una primera columna en la cual se indican las Unidades Hunter. Se puede ver como estas van cambiando conforme se va avanzando en la red. Esto es debido a que al comienzo la red requiere de abastecer a X cantidad de aparatos sanitarios, pero conforme el diseñador va diseñando la red y va abasteciendo aparatos, estos van restándose de la red hasta que eventualmente se llega al aparato más alejado y solo queda su respectiva Unidad Hunter. Este avance progresivo en el diseño se puede apreciar en la segunda columna en donde se indican los tramos que iban siendo considerados hasta llegar a suplir el apartamento completo. Para el proyecto fue necesario la realización de 60, una por cada apartamento, ya que cada red es independiente por la utilización de manifolds.

Seguidamente, mediante una fórmula de búsqueda en Excel, se tabuló la tabla de gastos probables por Unidades Hunter y se empata el valor del caudal con su respectivo caudal probable. Inmediatamente después se comienza con diseño de la red hidráulica definiendo de manera iterativa un diámetro de tubería. Para ser congruentes con el diseño realizado en software se utilizaron únicamente los mismos diámetros con los que se contaba del listado de materiales de GERFOR, SA:

- 1) 20 mm
- 2) 25 mm
- 3) 32 mm
- 4) 40 mm
- 5) 50 mm
- 6) 63 mm
- 7) 75 mm
- 8) 90 mm
- 9) 110 mm
- 10) 125 mm

Seguidamente se realiza el cálculo de velocidad en base al caudal propuesto con el siguiente despeje de fórmula:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

Donde

Q: Caudal en m³/s

D: Diámetro en m

Figura 39. Fórmula de velocidad en m/s.
Realización propia.

Como se puede observar, aquí entran en juego los límites máximos y mínimos para la velocidad, evidenciando su cumplimiento con un cheque (cumple) o una cruz (no cumple). Este es el primer punto de validación para corroborar que el diseño se está realizando conforme a las normas y criterios predefinidos. Ahora bien, para poder calcular la pérdida de presión en las tuberías se utilizó la fórmula de Flamant, esto para utilizar una alterna a la que utiliza el programa (Hazen-Williams). La siguiente figura presenta este método alterno:

$$S = K * \frac{V^7}{D^4}$$

Donde

K: Coeficiente (PVC = 0.00056)

S: Pérdida de carga en m/mca

D: Diámetro de tubería

Figura 40. Fórmula de Flamant, para estimación de pérdida de presión.
Realización propia.

Ahora bien, una vez utilizada la fórmula de Flamant requerimos de conocer la longitud total del tramo analizado para multiplicarla por el valor S calculado y así obtener el valor Hf de pérdida de carga. Para esto se utilizó AutoCAD para realizar una cuantificación rápida y directa de los tramos analizados y se tomó en cuenta tanto la longitud horizontal como vertical según fuera presentándose el caso. Claramente aún se debía tomar en cuenta las pérdidas localizadas por aparatos utilizados en la red. Para tal efecto y teniendo en cuenta la utilización de métodos alternativos para la comprobación de datos entre el software y el cálculo a mano, se decidió por la utilización de un coeficiente FM, el cual representa un porcentaje propuesto de longitud equivalente para los tramos analizados. Debido a que se trata de una edificación habitacional y se cuenta con un uso intensivo de accesorios, se propuso en valor de FM de 40 por ciento. Esta longitud equivalente es sumada a la longitud total real del tramo para una longitud total considerando todos los casos previamente discutidos. Una vez determinada la longitud total del tramo se prosiguió con la subsecuente

multiplicación del valor S por la longitud para obtener el valor de Hf buscado. Para continuación del cálculo es necesario determinar el desnivel del tramo y tomarlo en cuenta, debido a la naturaleza del diseño, la mayoría de los aparatos presentaban un desnivel de -1.90 m desde el nivel de tubería que se ubica a 2.45 m sobre el nivel de piso terminado. Esto, mientras que las duchas se encontraban a un desnivel de -0.55 m ya que cuentan con una altura común de 1.9 m sobre el nivel de piso terminado en cada uno de los niveles de apartamentos.

Finalmente, se llegó al cálculo de presión final en los tramos definidos. Para esto el proceso consistió en sumar el valor de pérdida Hf con el desnivel del tramo y la presión del tramo previo. Esta sumatoria no podía ser menor a 2 mca ni mayor a 50 mca para considerarse como correcta en el diseño de la red hidráulica. Como se puede observar en la parte de anexos, todos y cada uno de los cálculos resultados en los 60 apartamentos fue realizado de manera satisfactoria, cumpliendo con los criterios definidos.

Este mismo proceso fue realizado para la segunda red de distribución propuesta en el edificio, la cual debía abastecer satisfactoriamente los sótanos y la planta baja del inmueble. Para dicho reto, fue necesario el planteamiento de un sistema de bombeo capaz de llevar el agua desde el Sótano 6 Ba una profundidad de -15.55 m debajo del nivel de calle. Para este se tomó la decisión de utilizar un grupo de presión de 2 bombas de velocidad fija tipo 1, las cuales proveen una presión de 60 mca, la cual probó ser suficiente para el abastecimiento correcto en forma y fondo de la red propuesta, no limitándose a menos de 2 mca ni rebasando los 50 mca de presión en la entrada de los aparatos. En la sección de anexos se encuentra la tabla con los cálculos realizados y sus respectivas verificaciones tanto de velocidad como de presión.

Para finalizar con este trabajo, se compararon los resultados obtenidos mediante el programa versus los resultados obtenidos con el Método de Hunter. Para tal efecto, se tomaron los últimos aparatos de cada red de distribución por apartamento, ya que estas presiones son el cúmulo de los cálculos de cada red individual. A continuación, se presenta uno de los cuadros realizados, el resto se encuentran en el apartado de anexos.

N12 - COMPARACIÓN DE RESULTADOS			
APTO	APARATO	CYPE PLUMBING	MÉTODO HUNTER
1	BAÑERA	7.38	7.84
2	BAÑERA	2.83	3.20
3	LAVATRASTOS	3.8	4.36
4	LAVAMANOS	6.98	8.18
5	INNODORO	8.97	10.80
<u>PRESIÓN PROM.</u>		6.98	7.84
<u>COINCIDENCIA</u>		89.00%	

Figura 41. Cuadro comparativo de resultados del nivel 12.
Realización propia.

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, se tomaron en consideración las presiones de entrada a cada aparato. Seguidamente se utilizó la mediana de ese conjunto de datos, para devolver la tendencia central del nivel. Finalmente se determinó con una división entre la mediana de los resultados del software y la mediana de los resultados del Método de Hunter para encontrar el porcentaje de coincidencia de ambos planteamientos. Al analizar las coincidencias de todos los casos, podemos comprobar que, para la red de los apartamentos, la coincidencia más baja fue de 77 por ciento. La diferencia entre un resultado y otro puede ser debida a varias razones. Una de ellas siendo el hecho

que el programa realiza cálculos exactos determinando mediante fórmulas cada uno de los valores que utiliza, a diferencia del Método de Hunter el cual utiliza un teorema probabilístico de gasto para encontrar los caudales probables a utilizar. Esto ocurre de igual forma con el cálculo de longitudes equivalentes y pérdidas localizadas ya que mediante el método a mano se consideró un factor FM de 40 por ciento, mientras que el programa calculó todas las pérdidas localizadas y definió su longitud equivalente con valores exactos. La aproximación que se logra mediante la fórmula de Flamant es buena, sin embargo, no tan exacta como realizar el cálculo de pérdida por fricción utilizando la rugosidad de la tubería, tal y como lo resuelve el programa. No obstante, el programa cuenta con una falencia importante, la cuál es la falta de colocación de accesorios. Esto repercute en la exactitud de las pérdidas de carga y en el modelo, ya que, sin estas, no es posible realizar una cuantificación correcta de todo lo necesario para la red ni la realización de un presupuesto completo utilizando el programa.

Sin embargo, aun tomando en consideración estos factores y las consideraciones que simplificaron los cálculos, el hecho que los valores resultantes del Método de Hunter mantuvieran una coincidencia constante por encima del 75 por ciento es suficiente para tomar como correctos ambos procedimientos. Ambos, cumplen con las restricciones y límites que se estipularon según las normas utilizadas para los diseños en Guatemala y ambos métodos utilizaron la tubería disponible en el país. Una diferencia en los resultados de menos del 25 por ciento en el tramo más complicado y alejado de la red es prueba de la realización correcta de ambos métodos.

V. METODOLOGÍA

A. Fase de investigación

Se comenzó recopilando toda la información necesaria que sea relevante o que pueda ayudar a desarrollar a profundidad los temas que se pretenden abarcar en el presente trabajo de tesis. Para facilitar la comprensión del escrito se decidió abarcar fase investigativa en temas principales:

1. **Metodología BIM.** En este tema se abarcó todo lo correspondiente a su historia, origen, variantes, evolución, requerimientos y usos que se le han dado a lo largo del tiempo. Además, se escudriñará acerca de su utilización en proyectos reales alrededor del mundo, programas que forman parte de este ecosistema y entes reguladores si es que aplicase. Dentro de este tema también se trabajó lo concerniente al de tema de instalaciones MEP (mecánica, electricidad y plomería) y el impacto que este ejerce sobre el ecosistema BIM. Se indagará acerca del formato IFC y el porqué de su importancia para el ámbito de la interoperabilidad entre programas, como también del uso y utilidad del recurso “BIM Server Center” para la cooperación y enlace entre AEC (arquitectura, ingeniería y construcción).

2. **Sistemas de suministro de agua potable para edificaciones.** Al realizar la investigación de este tema se pretende comprender la historia, normativas, requerimientos, variantes y todo lo relacionado con estos sistemas de abastecimiento. Se indagó acerca de sus limitaciones, entes reguladores nacionales y todo lo que se considere necesario para el correcto entendimiento del tema.

3. **Métodos de cálculo.** En esta parte de la fase de investigación se profundizó en los métodos de cálculo que serán puestos a prueba durante este trabajo de graduación. Se profundizó en el estudio del “método de Darcy - Weisbach” para el diseño y cálculo de instalaciones de suministro de agua potable y en la fórmula de fricción desarrollada por Colebrook y White, ambas

utilizadas por el programa “CYPEPLUMBING Water Systems”. En contraposición se estudiará el “método de Hunter” para el cálculo manual del diseño de abastecimiento de agua potable para poder comprender en su totalidad las ventajas o desventajas que cada método posee y realizar una comparativa imparcial basada únicamente en practicidad, eficiencia y asertividad del diseño en la etapa de análisis de resultados.

4. **Librerías nacionales (familias de REVIT).** Como último tema en la parte investigativa, pero no menos importante, se trabajó el estudio y recopilación de librerías nacionales relacionadas específicamente con tubería para plomería. Con las librerías recopiladas se realizó una comparativa en donde se evaluó la calidad de la información proveída por el fabricante para su uso en herramientas de plomería y se puntualizaron descripciones mínimas necesarias para poder ser usadas dentro del programa “CYPEPLUMBING Water Systems”. De no contar con una librería apta para su uso dentro del programa, se procederá a generar una.

B. Fase de exploración

Para esta fase nos centraremos en el programa “CYPEPLUMBING Water Systems”. Se estudió el programa a profundidad para conocer cada aspecto de este, evidenciando sus fortalezas y deficiencias, como también la manera de operar y requisitos para poder hacerse con el programa. En esta sección lo que se busca es familiarizarse con el programa para ser capaz de utilizarlo de una manera óptima en fases posteriores. También se investigaron programas homónimos a nuestro objeto de estudio para tener una base comparativa de sus capacidades y beneficios reales frente a otros programas en el mercado.

C. Fase de experimentación

Esta fase es el complemento de la fase de exploración pues es aquí en donde se desarrolló un modelo genérico de una edificación para realizar el diseño y cálculo de suministro de agua potable pertinente, tanto a mano (método de Hunter) como asistido (“CYPEPLUMBING Water Systems”). La finalidad del cálculo manual es la de contar con un punto de referencia que permita contrastar el método tradicional utilizado en Guatemala contra un método nuevo para la industria de la construcción nacional.

D. BIM Server Center y Open BIM Workflow

En esta etapa del proyecto se realizó una demostración de la interoperabilidad del sistema Open BIM workflow para el trabajo cooperativo utilizando “CYPEPLUMBING Water Systems”. Se desarrolló a través de la herramienta BIM Server Center exportando e importando archivos IFC desde REVIT hacia CYPEPLUMBING Water Systems y viceversa, evidenciando las posibilidades del uso de este programa en el ecosistema BIM y las ventajas que esto representa en el control de obra y mantenimiento de edificaciones.

E. Análisis de resultados

Como última etapa tenemos el análisis de resultados. Aquí se evalúan todos los aspectos del modelo y se procede a analizar la viabilidad real del modelo después de realizar los cambios

respectivos para que pueda cumplir con los requisitos estipulados en las etapas anteriores. Se concluirá el resultado del proyecto y se harán las recomendaciones y conclusiones correspondientes. Esta etapa representa la culminación de este trabajo de tesis.

VI. CONCLUSIONES

1. Como primer punto se concluye que la implementación del software Cype plumbing water systems en un caso práctico contextualizado a la realidad, mercado y oferta guatemalteca, fue realizada satisfactoriamente. Esto, teniendo en cuenta que no solo el modelo de la edificación corresponde a una estructura eregida en la Ciudad de Guatemala, sino que además de eso el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable fue diseñado enteramente con normativa, tubería y artefactos disponibles en el mercado guatemalteco al momento de realizar este trabajo.

2. Se concluye que la utilización del programa de la casa de CYPE, evidencia su potencial uso para el contexto guatemalteco habiendo realizado un diseño hidráulico de abastecimiento de agua potable que cumple con las normas y requisitos guatemaltecos. Además, los resultados de este programa, aunque utilizando una metodología diferente al método de Hunter, presentó resultados equiparables en eficiencia y distribución respecto al diseño realizado a mano. Claramente, la utilización del programa y las ventajas que presenta como lo son la realización automática de planos, cuantificación de tubería y accesorios, chequeos rápidos, variantes de diseño, detección de conflictos y propuestas alternas al diseño, representan una ventaja competitiva al momento de realizar estos diseños ya que reduce tiempos y aumenta la eficiencia del diseñador. Sin embargo, es importante mencionar que el programa depende 100 por ciento de la capacidad del diseñador.

3. Gracias al uso de la metodología BIM y la aplicación del método de trabajo Open BIM Workflow, juntamente con la exportación e importación de archivos en formato IFC, se concluye satisfactoriamente que la interoperabilidad entre ambos programas funciona adecuadamente sin presentar complicaciones innecesarias durante el desarrollo de los trabajos. Lo único que se requirió para que ambos programas fueran compatibles fue la conversión de archivos a formato IFC y con esto se pudo realizar el intercambio de modelos entre ambos programas con una facilidad increíble, sin la pérdida de información ni cambios inesperados en el modelo o archivos incompatibles.

VII. RECOMENDACIONES

Con base en las conclusiones presentadas, los profesionales deberían considerar incluir en su radar de herramientas de diseño al programa Cype plumbing water systems. Sin embargo, para alguien que no está familiarizado con los softwares de modelado, la interfaz no resulta tan intuitiva y pueda que el profesional no se encuentre en capacidad de utilizar el programa de la manera en que lo necesita. Es por esto por lo que se recomienda que los profesionales que quieren añadir a su repertorio este o programas similares, aprendan a utilizar los programas de modelado más populares en el mercado como los son Revit, SketchUp o ArchiCAD, para familiarizarse con este tipo de entorno y poder dar el paso a softwares más especializados como los son la categoría MEP.

Además de eso, es importante notar que el programa utilizado el método de Darcy-Weisbach aplicando el método de Colebrook-White para la obtención de los factores de fricción presentes en el sistema. Esto claramente presenta variaciones en los resultados, si se compara con el método más utilizado en Guatemala (más utilizado en EE. UU y Latinoamérica) el cual es el método de Hunter modificado. Esto no limita la capacidad del software, pero requiere de la interpretación y raciocinio ingenieril del diseñador para evaluar si lo que el programa está presentando cumple con la normativa guatemalteca y las características que él requiere del diseño.

Otro tema para tomar en consideración para evaluar el potencial efecto en los resultados de los modelos es la utilización de otros materiales distintos al PVC utilizado en este trabajo, como por ejemplo tubería tipo HG, hierro negro, cobre y/o CPVC. Dichos materiales cuentan con distintas rugosidades las cuales afectan los valores de cálculo directamente y podrían influir en manera significativa en los resultados. Asimismo, se exhorta a adentrarse aún más en las herramientas del programa, especialmente en aquellas que no fueron consideradas en este trabajo como por ejemplo el tema de costos y presupuestos, el cuál puede ser interesante utilizarlo juntamente con un programa como ARQUIMIDES, por ejemplo.

Finalmente, se recomienda que para estudios posteriores se centren en el complemento de este programa el cual es Cype plumbing sanitary systems. Este trabajo solo se centra en los sistemas de agua potable, pero los sistemas hidrosanitarios merecen una igual atención por parte de los profesionales guatemaltecos. Se considera que sería interesante la comparativa de este programa respecto a la metodología tradicional para el diseño de sistemas sanitarios en Guatemala y comprobar que en efecto su aplicación es igualmente apta para nuestro mercado. Sin embargo, esto no excluye la utilización de otros programas igualmente capaces de realizar lo visto en este proyecto como lo pueden ser: SketchUp, Archicad, Tekla Structures, Blender, MicroStation, Vectorworks Architect, Plumber, 4M, OpenFlowsGEMS, etc.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Amanco. (2022). *Amanco Historia*.
- A.Rijsberman, M. (2000). *Different approaches to assessment of design and management of sustainable urban water systems*.
- Augenbroe, G. (2002). *Knowledge management in the architecture, engineering and construction industry*.
- Brown, G. (2003). *The History of the Darcy-Weisbach Equation for Pipe Flow Resistance*.
- COGUANOR. (2015). *Agua para consumo humano (agua potable)*. Especificaciones.
- CYPE Ingenieros S.A. (2019). *Developing projects with CYPE and REVIT - User Guide V 2.0*.
- CYPE Ingenieros S.A. (2020). *CYPEPLUMBING Water Systems - Manual de Usuario*.
- Durman. (2022). *Durman Historia*.
- Eastman, C. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*.
- Gerfor. (2022). *Gerfor Tuberías Historia*.
- Grytting, I. (2017). *Use of LOD Decision Plan in BIM-projects*.
- Heiskanen, A. (2021). *The Construction Technology Handbook*.
- Hietanen, J. (2008). *IFC Model View Definition Format*.
- Hunter, R. (1940). *Methods of Estimating Loads in Plumbing Systems*.
- International Organization for Standardization. (2018). *Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM)*.
- Javier Pereiro. (2018). *Introducing BIM into Education: Oportunities and Challenges*. Keady, G. (1998). Colebrook-White Formula for Pipe Flows.
- Korman, T. (2010). *Using Building Information Modeling To Teach Mechanical, Electrical, And Plumbing Coordination*.
- Kroehler, C. (2014). *Potable Water Quality Standards and Regulations: A Historical and World Overview*.
- Kubba, S. (2012). *Handbook of Green Building Design and Construction*.
- Laiserin, J. (2003). *Graphisoft on BIM*.
- Madrid, A. (2015). *Nivel de desarrollo LOD*.
- Mays, L. (2007). *A brief history of urban water supply in antiquity*.
- Pérez, L. (2006). *Determinación de los parámetros de funcionamiento y recurso residual medio de una bomba hidráulica*.
- Shi, W. (2011). *Building Information Modeling and simulation for the mechanical, electrical, and plumbing systems*.
- Shilton, M. (2018). *Digital Futures – BIM in Landscape Design: A UK Perspective*. Smith, D. (2007). *An Introduction to Building Information Modeling (BIM)*.
- Solak, M. (2018). *Structural Design with OpenBIM: From the Architectural model to the structural analysis with a state-of-art calculation engine*.
- Zheng, Q. (2014). *Cloud and Open BIM-Based Building Information Interoperability Research*.

IX. ANEXOS

A. Resultados: Método de Hunter Modificado

PRESION									
KG/CM2	1.50	1/5	6.000	FM	40%	Vel máx	3.50	K	0.00056
mca	15.04	m3/s	0.006	Contador	46.58	Vel mín	0.50		

43.13

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N12 - APARTAMENTO 1 - RAMAL 1			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m3/s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S/(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA HF (m)	DESIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)			
404	TANQUE - MANIFOLD	0.00667	50	0.05	3.397	✓	0.20	3.40	1.36	4.76	2.589	-1.00	13.45			
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	2.44	0.96	3.42	1.699	0	11.75			
2	A LAVATRASTOS	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	2.44	0.96	3.42	1.699	-1.5	8.44			
19	A-B	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	5.688	2.28	7.96	3.454	0	8.29			
6	B-B'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	1.7887	0.72	2.50	0.330	0	7.98			
3	B' LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.0591	1.22	4.25	0.144	-1.9	9.74			
3	B' PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.347	1.74	6.09	0.206	-1.9	9.68			
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	1.4572	0.59	2.08	0.583	0	7.40			
6	C-C'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.9237	0.33	1.15	0.143	0	7.26			
1	C' LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.9245	1.13	3.95	0.488	-1.9	8.67			
5	C''	0.00038	20	0.02	1.210	✓	0.10	0.9314	0.35	1.23	0.127	0	7.13			
3	C' INODORO	0.00038	20	0.02	1.210	✓	0.10	2.2345	1.13	3.95	0.411	-1.9	8.62			
2	C' DUCHA	0.00038	20	0.02	1.210	✓	0.10	2.946	1.58	5.12	0.574	-0.55	7.11			
7	C-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	5.541	2.22	7.76	1.126	0	6.28			
1	D LAVAMANOS	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.811	1.12	3.94	0.573	-1.9	7.60			
6	D-D'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.9619	0.34	1.21	0.149	0	6.13			
3	D' INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.811	1.12	3.94	0.133	-1.9	7.89			
3	D' BAÑERA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.876	1.55	5.43	0.183	-1.9	7.84			

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N12 - APARTAMENTO 2 - RAMAL 1			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m3/s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S/(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA HF (m)	DESIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)			
404	TANQUE - MANIFOLD	0.00667	50	0.05	3.397	✓	0.20	3.40	1.36	4.76	2.589	-1.00	13.45			
19	MANIFOLD - A	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	12.657	5.06	17.72	7.686	0	5.76			
4	A-A'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.8566	0.34	1.20	0.064	0	5.70			
1	A' LAVAMANOS	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	2.8375	1.14	3.97	0.312	-1.9	7.45			
3	A' INODORO	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	3.3325	1.33	4.67	0.349	-1.9	7.35			
15	A-B	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	0.8522	0.34	1.19	0.388	0	5.37			
2	B LAVATRASTOS	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	5.9138	2.37	8.28	2.696	-1.9	4.58			
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	2.9204	1.17	4.09	1.146	0	4.23			
6	C-C'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.5716	1.07	3.75	0.464	0	4.11			
3	C' PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.059	1.24	4.34	0.147	-1.9	5.87			
3	C' LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.4128	0.97	3.38	0.114	-1.9	5.90			
7	C-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	9.6613	3.86	13.53	1.963	0	2.26			
1	D LAVAMANOS	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.9636	1.59	5.55	0.805	-1.9	3.36			
6	D-D'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.92	0.37	1.29	0.159	0	2.11			
3	D' INODORO	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.1578	0.86	3.02	0.438	-1.9	3.57			
3	D' BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.9511	1.58	5.53	0.803	-1.9	3.20			

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N12 - APARTAMENTO 2 - RAMAL 1			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m3/s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S/(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA HF (m)	DESIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)			
404	TANQUE - MANIFOLD	0.00667	50	0.05	3.397	✓	0.20	3.40	1.36	4.76	2.589	-1.00	13.45			
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	15.034	6.01	21.05	10.470	0	2.98			
12	A-B	0.00063	20	0.02	2.005	✓	0.25	1.3517	0.54	1.89	0.476	0	2.50			
6	B-B'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.449	0.18	0.63	0.078	0	2.42			
3	B' PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.653	1.46	5.11	0.173	-1.9	4.15			
3	B' LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.9896	1.19	4.17	0.141	-1.9	4.18			
6	B-C	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	1.172	0.47	1.64	0.203	0	2.90			
1	B' LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	3.58	1.15	4.93	0.499	-1.9	3.70			
5	B''	0.00038	20	0.02	1.210	✓	0.10	0.5029	0.20	0.70	0.073	0	2.23			
3	B'' INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	1.13	1.27	4.38	0.148	-1.9	3.98			
2	B'' DUCHA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	1.7912	0.72	2.51	0.285	-0.55	2.69			
7	A-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.325	1.13	3.57	0.576	0	2.40			
1	D BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	4.9477	1.98	6.93	1.005	-1.9	3.30			
4	D-D'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.2601	0.10	0.36	0.019	0	2.38			
3	D' INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.102	1.64	5.74	0.194	-1.9	4.09			
1	D' LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.0599	1.22	4.28	0.145	-1.9	4.14			
2	A-C	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	4.49	1.80	6.29	0.336	0	2.64			
2	C LAVATRASTOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.9533	1.58	5.53	0.187	-1.9	4.36			

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N12 - APARTAMENTO 4 - RAMAL 1			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m3/s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S/(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA HF (m)	DESIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)			
404	TANQUE - MANIFOLD	0.00667	50	0.05	3.397	✓	0.20	3.40	1.36	4.76	2.589	-1.00	13.45			
19	MANIFOLD - A	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	8.333	3.23	11.57	5.060	0	6.39			
8	A-A'	0.00039	20	0.02	1.528	✓	0.16	2.0312	0.97	3.39	0.540	0	7.64			
1	A' LAVATRASTOS	0.00039	20	0.02	1.528	✓	0.16	2.0104	1.16	4.07	0.620	-1.9	6.00			
6	A''	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.6444	1.15	4.01	0.496	0	7.34			
3	A' LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.2995	1.22	4.52	0.156	-1.9	8.09			
3	A' PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.217	1.29	4.50	0.152	-1.9	8.09			
11	A-B	0.00060	20	0.02	1.910	✓	0.23	2.5869	1.03	3.62	0.837	0	7.55			
4	B-B'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	5.2404	2.10	7.34	0.392	0	7.16			
3	B' INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.5243	1.41	4.93	0.167	-1.9	8.89			
1	B' LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.1	1.24	4.34	0.147	-1.9	8.91			
7	B-C	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	5.307	2.11	7.37	1.070	0	6.48			
3	D BAÑERA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.099	1.64	5.74	0.194	-1.9	8.19			
3	D' INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.3399	1.34	4.68	0.158	-1.9	8.22			
1	D' LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.334	1.71	6.07	0.205	-1.9	8.18			

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N12 - APARTAMENTO 5 - RAMAL 1			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m3/s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S/(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA HF (m)	DESIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)			
404	TANQUE - MANIFOLD	0.00667	50	0.05	3.397	✓	0.20	3.40	1.36	4.76	2.589	-1.00	13.45			
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	2.423	0.97	3.39	1.687	0	11.76			
6	A-A'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.1	0.08	0.28	0.026	0	11.73			
3	A' LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.1811	1.27	4.45	0.150	-1.9	13.48			
15	A-B	0.00030	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.883	1.55	5.44	0.184	-1.9	13.44			
3	A-B'	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	0.9711	0.39	1.36	0.443	0	11.32			
2	B PILA	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	2.6205	1.05	3.67	1.195	-1.9	12.02			
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	3.4495	1.39	4.83	1.353	0	9.56			
7	C-C'	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	0.7206	0.29	1.01	0.146	0	9.82			
3	C' BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.3045	1.32	4.63	0.671	-1.9	11.05			
4	C''	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.8344	0.33	1.17	0.062	0	10.88			
1	C' LAVAMANOS	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	3.955	1.58	5.54	0.296	-1.9	12.59			
3	C' INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.3045	1.32	4.63	0.156	-1.9	12.73			
6	C-D	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	4.499	1.80	6.30	0.780	0	9.19			
1	C' LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	3.3346	1.33	4.67	0.578	-1.9	10.51			
5	D-D'	0.00038	20	0.02												

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO											N11 - APARTAMENTO 1 - RAMAL 1			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)	
303	TANQUE - MANIFOLD	0.00540	50	0.05	2.750	✓	0.14	5.80	2.32	8.12	1.130	-3.40	15.72	✓
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	2.44	0.98	3.42	1.699	0	14.02	✓
2	A-LAVATRASTOS	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	7.474	2.99	10.46	5.205	-1.9	10.71	✓
19	A-B	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	5.688	2.28	7.96	3.454	0	10.57	✓
6	B-B'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	1.7887	0.72	2.50	0.310	0	10.26	✓
3	B'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.0391	1.22	4.25	0.144	-1.9	12.01	✓
3	B'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.347	1.74	6.09	0.206	-1.9	11.95	✓
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	1.4872	0.59	2.08	0.583	0	9.67	✓
6	C-C'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.8237	0.33	1.15	0.143	0	9.53	✓
1	C'-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.8245	1.13	3.95	0.489	-1.9	10.94	✓
5	C''-C''	0.00038	20	0.02	1.210	✓	0.10	0.8761	0.35	1.23	0.127	0	9.40	✓
3	C''-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.8245	1.13	3.95	0.134	-1.9	11.17	✓
2	C''-DUCHA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.945	1.58	5.52	0.187	-0.55	9.77	✓
7	C-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	5.541	2.22	7.76	1.126	0	8.55	✓
1	D-LAVAMANOS	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.811	1.12	3.94	0.571	-1.9	9.88	✓
6	D-D'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.8619	0.34	1.21	0.149	0	8.40	✓
3	D'-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.811	1.12	3.94	0.133	-1.9	10.16	✓
3	D'-BAÑERA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.876	1.55	5.43	0.183	-1.9	10.11	✓

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO											N11 - APARTAMENTO 2 - RAMAL 1			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)	
303	TANQUE - MANIFOLD	0.00540	50	0.05	2.750	✓	0.14	5.80	2.32	8.12	1.130	-3.40	15.72	✓
19	MANIFOLD - A	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	12.657	5.06	17.72	7.686	0	8.03	✓
4	A-A'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.8566	0.34	1.20	0.064	0	7.97	✓
1	A'-LAVAMANOS	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	2.8375	1.14	3.97	0.212	-1.9	9.72	✓
3	A'-INNODORO	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	3.3325	1.33	4.67	0.249	-1.9	9.62	✓
15	A-B	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	0.8522	0.34	1.19	0.388	0	7.64	✓
2	B-LAVATRASTOS	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	5.9138	2.37	8.28	2.696	-1.9	6.85	✓
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	2.9204	1.17	4.09	1.146	0	6.50	✓
6	C-C'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.676	1.07	3.75	0.464	0	6.38	✓
3	C'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.099	1.24	4.34	0.147	-1.9	8.14	✓
3	C'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.4128	0.97	3.38	0.114	-1.9	8.17	✓
7	C-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	9.6613	3.86	13.53	1.963	0	4.54	✓
1	D-LAVAMANOS	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.9636	1.59	5.55	0.805	-1.9	5.63	✓
6	D-D'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.92	0.37	1.29	0.159	0	4.38	✓
3	D'-INNODORO	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.1578	0.86	3.02	0.438	-1.9	5.84	✓
3	D'-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.9511	1.58	5.53	0.803	-1.9	5.47	✓

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO											N12 - APARTAMENTO 2 - RAMAL 1			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)	
303	TANQUE - MANIFOLD	0.00540	50	0.05	2.750	✓	0.14	5.80	2.32	8.12	1.130	-3.40	15.72	✓
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	15.034	6.01	21.05	10.470	0	5.25	✓
12	A-B	0.00063	20	0.02	2.005	✓	0.25	1.3517	0.54	1.89	0.476	0	4.77	✓
6	B-B'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.449	0.18	0.63	0.078	0	4.69	✓
3	B'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.653	1.46	5.11	0.173	-1.9	6.42	✓
3	B'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.9806	1.19	4.17	0.141	-1.9	6.45	✓
6	B''-B''	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	1.172	0.47	1.64	0.203	0	4.57	✓
1	B''-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.88	1.15	4.03	0.499	-1.9	5.97	✓
5	B''-B''	0.00038	20	0.02	1.210	✓	0.10	0.5029	0.20	0.70	0.073	0	4.50	✓
3	B''-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.13	1.25	4.38	0.148	-1.9	6.25	✓
2	B''-DUCHA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	1.7912	0.72	2.51	0.088	-0.55	4.96	✓
7	A-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.835	1.13	3.97	0.376	0	4.67	✓
3	D-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	4.8477	1.98	6.83	1.005	-1.9	5.57	✓
4	D-D'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.2601	0.10	0.36	0.019	0	4.65	✓
3	D'-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.102	1.64	5.74	0.194	-1.9	6.36	✓
1	D'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.0599	1.22	4.28	0.145	-1.9	6.41	✓
2	A-C	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	4.49	1.80	6.29	0.326	0	4.91	✓
2	C-PILA*	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.9533	1.58	5.53	0.187	-1.9	6.63	✓

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO											N12 - APARTAMENTO 4 - RAMAL 1			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)	
303	TANQUE - MANIFOLD	0.00540	50	0.05	2.750	✓	0.14	5.80	2.32	8.12	1.130	-3.40	15.72	✓
19	MANIFOLD - A	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	8.333	3.33	11.67	5.060	0	10.66	✓
8	A-A'	0.00049	20	0.02	1.560	✓	0.16	2.4212	0.97	3.39	0.549	0	10.11	✓
2	A'-LAVATRASTOS	0.00049	20	0.02	1.560	✓	0.16	2.9104	1.16	4.07	0.660	-1.9	11.35	✓
6	A''-A''	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.8644	1.15	4.01	0.496	0	9.61	✓
3	A''-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.2996	1.32	4.62	0.156	-1.9	11.36	✓
3	A''-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.217	1.29	4.50	0.152	-1.9	11.36	✓
11	A-B	0.00060	20	0.02	1.910	✓	0.23	2.5869	1.03	3.62	0.837	0	9.82	✓
4	B-B'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	5.2404	2.10	7.34	0.392	0	9.43	✓
3	B'-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.5243	1.41	4.93	0.167	-1.9	11.16	✓
1	B'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.1	1.24	4.34	0.147	-1.9	11.18	✓
7	B-C	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	5.267	2.11	7.37	1.070	0	8.75	✓
3	D-BAÑERA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.099	1.64	5.74	0.194	-1.9	10.46	✓
3	D'-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.3399	1.34	4.68	0.158	-1.9	10.49	✓
1	D'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.334	1.73	6.07	0.205	-1.9	10.45	✓

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO											N11 - APARTAMENTO 5 - RAMAL 1			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)	
303	TANQUE - MANIFOLD	0.00540	50	0.05	2.750	✓	0.14	5.80	2.32	8.12	1.130	-3.40	15.72	✓
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	2.423	0.97	3.39	1.687	0	14.03	✓
6	A-A'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.2	0.08	0.28	0.035	0	14.00	✓
3	A'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.1811	1.27	4.45	0.150	-1.9	15.75	✓
3	A'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.883	1.55	5.44	0.184	-1.9	15.71	✓
15	A-B	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	0.9711	0.39	1.36	0.443	0	13.59	✓
2	B-PILA	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	2.6206	1.05	3.67	1.195	-1.9	14.29	✓
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	3.4496	1.38	4.83	1.353	0	12.24	✓
7	C-C'	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	0.7206	0.29	1.01	0.146	0	12.09	✓
3	C'-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.3045	1.32	4.63	0.671	-1.9	13.92	✓
4	C''-C''	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.8344	0.33	1.17	0.062	0	13.25	✓
1	C''-LAVAMANOS	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	3.955	1.58	5.54	0.296	-1.9	14.86	✓
3	C''-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.3045	1.32	4.63	0.156	-1.9	15.00	✓
6	C-D	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	4.499	1.80	6.30	0.780	0	11.46	✓
1	C'-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	3.3346	1.33	4.67	0.578	-1.9	12.78	✓</

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO											N10 - APARTAMENTO 1 - RAMAL 1			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf (m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)	
202	TANQUE - MANIFOLD	0.00418	50	0.05	2.129	✓	0.09	5.80	2.32	8.12	0.722	-3.40	18.40	✓
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	2.44	0.98	3.42	1.699	0	16.70	✓
2	A-LAVATRASTOS	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	7.474	2.99	10.46	5.205	-1.9	13.39	✓
19	A-B	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	5.688	2.28	7.96	3.454	0	13.24	✓
6	B-B'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	1.7887	0.72	2.50	0.310	0	12.93	✓
3	B'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.0391	1.22	4.25	0.144	-1.9	14.69	✓
3	B'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.347	1.74	6.09	0.206	-1.9	14.63	✓
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	1.4872	0.59	2.08	0.583	0	12.35	✓
6	C-C'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.8237	0.33	1.15	0.143	0	12.21	✓
1	C'-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.8245	1.13	3.95	0.489	-1.9	13.62	✓
5	C''-C''	0.00038	20	0.02	1.210	✓	0.10	0.8761	0.35	1.23	0.127	0	12.08	✓
3	C''-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.8245	1.13	3.95	0.134	-1.9	13.85	✓
2	C''-DUCHA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.945	1.58	5.52	0.187	-0.55	12.44	✓
7	C-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	5.541	2.22	7.76	1.126	0	11.22	✓
1	D-LAVAMANOS	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.811	1.12	3.94	0.571	-1.9	12.55	✓
6	D-D'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.8619	0.34	1.21	0.149	0	11.08	✓
3	D'-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.811	1.12	3.94	0.133	-1.9	12.84	✓
3	D'-BAÑERA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.876	1.55	5.43	0.183	-1.9	12.79	✓

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO											N10 - APARTAMENTO 2 - RAMAL 1			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf (m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)	
202	TANQUE - MANIFOLD	0.00418	50	0.05	2.129	✓	0.09	5.80	2.32	8.12	0.722	-3.40	18.40	✓
19	MANIFOLD - A	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	12.657	5.06	17.72	7.686	0	10.71	✓
4	A-A'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.8566	0.34	1.20	0.064	0	10.65	✓
1	A'-LAVAMANOS	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	2.8375	1.14	3.97	0.212	-1.9	12.40	✓
3	A'-INNODORO	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	3.3325	1.33	4.67	0.249	-1.9	12.30	✓
15	A-B	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	0.8522	0.34	1.19	0.388	0	10.32	✓
2	B-LAVATRASTOS	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	5.9138	2.37	8.28	2.696	-1.9	9.53	✓
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	2.9204	1.17	4.09	1.146	0	9.18	✓
6	C-C'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.676	1.07	3.75	0.464	0	9.06	✓
3	C'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.099	1.24	4.34	0.147	-1.9	10.82	✓
3	C'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.4128	0.97	3.38	0.114	-1.9	10.85	✓
7	C-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	9.6613	3.86	13.53	1.963	0	7.21	✓
1	D-LAVAMANOS	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.9636	1.59	5.55	0.805	-1.9	8.31	✓
6	D-D'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.92	0.37	1.29	0.159	0	7.05	✓
3	D'-INNODORO	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.1578	0.86	3.02	0.438	-1.9	8.52	✓
3	D'-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.9511	1.58	5.53	0.803	-1.9	8.15	✓

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO											N12 - APARTAMENTO 2 - RAMAL 1			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf (m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)	
202	TANQUE - MANIFOLD	0.00418	50	0.05	2.129	✓	0.09	5.80	2.32	8.12	0.722	-3.40	18.40	✓
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	15.034	6.01	21.05	10.470	0	7.93	✓
12	A-B	0.00063	20	0.02	2.005	✓	0.25	1.3517	0.54	1.89	0.476	0	7.45	✓
6	B-B'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.449	0.18	0.63	0.078	0	7.37	✓
3	B'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.653	1.46	5.11	0.173	-1.9	9.10	✓
3	B'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.9806	1.19	4.17	0.141	-1.9	9.13	✓
6	B''-B''	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	1.172	0.47	1.64	0.203	0	7.25	✓
1	B''-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.88	1.15	4.03	0.499	-1.9	8.65	✓
5	B''-B''	0.00038	20	0.02	1.210	✓	0.10	0.5029	0.20	0.70	0.073	0	7.17	✓
3	B''-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.13	1.25	4.38	0.148	-1.9	8.93	✓
2	B''-DUCHA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	1.7912	0.72	2.51	0.088	-0.55	7.64	✓
7	A-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.835	1.13	3.97	0.576	0	7.35	✓
3	D-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	4.8477	1.98	6.83	1.005	-1.9	8.25	✓
4	D-D'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.2601	0.10	0.36	0.019	0	7.33	✓
3	D'-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.102	1.64	5.74	0.194	-1.9	9.04	✓
1	D'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.0599	1.22	4.28	0.145	-1.9	9.09	✓
2	A-C	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	4.49	1.80	6.29	0.326	0	7.59	✓
2	C-PILA*	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.9533	1.58	5.53	0.187	-1.9	9.30	✓

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO											N12 - APARTAMENTO 4 - RAMAL 1			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf (m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)	
202	TANQUE - MANIFOLD	0.00418	50	0.05	2.129	✓	0.09	5.80	2.32	8.12	0.722	-3.40	18.40	✓
19	MANIFOLD - A	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	8.333	3.33	11.67	5.060	0	13.34	✓
8	A-A'	0.00049	20	0.02	1.560	✓	0.16	2.4212	0.97	3.39	0.549	0	12.79	✓
2	A'-LAVATRASTOS	0.00049	20	0.02	1.560	✓	0.16	2.9104	1.16	4.07	0.660	-1.9	14.03	✓
6	A''-A''	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.8644	1.15	4.01	0.496	0	12.29	✓
3	A''-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.2996	1.32	4.62	0.156	-1.9	14.03	✓
3	A''-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.217	1.29	4.50	0.152	-1.9	14.04	✓
11	A-B	0.00060	20	0.02	1.910	✓	0.23	2.5869	1.03	3.62	0.837	0	12.50	✓
4	B-B'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	5.2404	2.10	7.34	0.392	0	12.11	✓
3	B'-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.5243	1.41	4.93	0.167	-1.9	13.84	✓
1	B'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.1	1.24	4.34	0.147	-1.9	13.86	✓
7	B-C	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	5.267	2.11	7.37	1.070	0	11.43	✓
3	D-BAÑERA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.099	1.64	5.74	0.194	-1.9	13.14	✓
3	D'-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.3399	1.34	4.68	0.158	-1.9	13.17	✓
1	D'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.334	1.73	6.07	0.205	-1.9	13.12	✓

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO											N10 - APARTAMENTO 5 - RAMAL 1			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf (m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)	
202	TANQUE - MANIFOLD	0.00418	50	0.05	2.129	✓	0.09	5.80	2.32	8.12	0.722	-3.40	18.40	✓
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	2.423	0.97	3.39	1.687	0	16.71	✓
6	A-A'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.2	0.08	0.28	0.035	0	16.68	✓
3	A'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.1811	1.27	4.45	0.150	-1.9	18.42	✓
3	A'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.883	1.55	5.44	0.184	-1.9	18.39	✓
15	A-B	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	0.9711	0.39	1.36	0.443	0	16.27	✓
2	B-PILA	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	2.6206	1.05	3.67	1.195	-1.9	16.97	✓
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	3.4496	1.38	4.83	1.353	0	14.91	✓
7	C-C'	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	0.7206	0.29	1.01	0.146	0	14.77	✓
3	C'-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.3045	1.32	4.63	0.671	-1.9	16.00	✓
4	C''-C''	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.8344	0.33	1.17	0.062	0	15.93	✓
1	C''-LAVAMANOS	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	3.955	1.58	5.54	0.296	-1.9	17.54	✓
3	C''-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.3045	1.32	4.63	0.156	-1.9	17.68	✓
6	C-D	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	4.499	1.80	6.30	0.780	0	14.13	✓
1	C'-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	3.3346	1.33	4.67	0.57			

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N9 - APARTAMENTO 1 - RAMAL 1			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA HF(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)			
101	TANQUE - MANIFOLD	0.00280	50	0.05	1.426	✓	0.04	5.80	2.32	8.12	0.358	-3.40	21.44	✓		
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	2.44	0.98	3.42	1.699	0	19.74	✓		
2	A-LAVASTRASTOS	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	7.474	2.99	10.46	5.205	-1.9	16.44	✓		
19	A-B	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	5.688	2.28	7.96	3.454	0	16.29	✓		
6	B-B'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	1.7887	0.72	2.50	0.310	0	15.98	✓		
3	B'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.0391	1.22	4.25	0.144	-1.9	17.73	✓		
3	B'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.347	1.74	6.09	0.206	-1.9	17.67	✓		
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	1.4872	0.59	2.08	0.583	0	15.39	✓		
6	C-C'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.8237	0.33	1.15	0.143	0	15.25	✓		
1	C'-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.8245	1.13	3.95	0.489	-1.9	16.66	✓		
5	C''-C''	0.00038	20	0.02	1.210	✓	0.10	0.8761	0.35	1.23	0.127	0	15.12	✓		
3	C''-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.8245	1.13	3.95	0.134	-1.9	16.89	✓		
2	C''-DUCHA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.945	1.58	5.52	0.187	-0.55	15.49	✓		
7	C-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	5.541	2.22	7.76	1.126	0	14.27	✓		
1	D-LAVAMANOS	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.811	1.12	3.94	0.571	-1.9	15.60	✓		
6	D-D'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.8619	0.34	1.21	0.149	0	14.12	✓		
3	D'-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.811	1.12	3.94	0.133	-1.9	15.88	✓		
3	D'-BAÑERA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.876	1.55	5.43	0.183	-1.9	15.83	✓		

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N9 - APARTAMENTO 2 - RAMAL 1			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA HF(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)			
101	TANQUE - MANIFOLD	0.00280	50	0.05	1.426	✓	0.04	5.80	2.32	8.12	0.358	-3.40	21.44	✓		
19	MANIFOLD - A	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	12.657	5.06	17.72	7.686	0	13.75	✓		
4	A-A'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.8566	0.34	1.20	0.064	0	13.69	✓		
1	A'-LAVAMANOS	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	2.8375	1.14	3.97	0.212	-1.9	15.44	✓		
3	A'-INNODORO	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	3.3325	1.33	4.67	0.249	-1.9	15.34	✓		
15	A-B	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	0.8522	0.34	1.19	0.388	0	13.36	✓		
2	B-LAVASTRASTOS	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	5.9138	2.37	8.28	2.696	-1.9	12.57	✓		
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	2.9204	1.17	4.09	1.146	0	12.22	✓		
6	C-C'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.676	1.07	3.75	0.464	0	12.10	✓		
3	C'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.099	1.24	4.34	0.147	-1.9	13.86	✓		
3	C'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.4128	0.97	3.38	0.114	-1.9	13.89	✓		
7	C-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	9.6613	3.86	13.53	1.963	0	10.26	✓		
1	D-LAVAMANOS	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.9636	1.59	5.55	0.805	-1.9	11.35	✓		
6	D-D'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.92	0.37	1.29	0.159	0	10.10	✓		
3	D'-INNODORO	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.1578	0.86	3.02	0.438	-1.9	11.56	✓		
3	D'-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.9511	1.58	5.53	0.803	-1.9	11.19	✓		

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N9 - APARTAMENTO 3 - RAMAL 1			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA HF(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)			
101	TANQUE - MANIFOLD	0.00280	50	0.05	1.426	✓	0.04	5.80	2.32	8.12	0.358	-3.40	21.44	✓		
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	15.034	6.01	21.05	10.470	0	10.97	✓		
12	A-B	0.00063	20	0.02	2.005	✓	0.25	1.3517	0.54	1.89	0.476	0	10.49	✓		
6	B-B'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.449	0.18	0.63	0.078	0	10.42	✓		
3	B'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.653	1.46	5.11	0.173	-1.9	12.14	✓		
3	B'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.9806	1.19	4.17	0.141	-1.9	12.17	✓		
6	B''-B''	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	1.172	0.47	1.64	0.203	0	10.29	✓		
1	B''-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.88	1.15	4.03	0.499	-1.9	11.69	✓		
5	B''-B''	0.00038	20	0.02	1.210	✓	0.10	0.5029	0.20	0.70	0.073	0	10.22	✓		
3	B''-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.13	1.25	4.38	0.148	-1.9	11.97	✓		
2	B''-DUCHA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	1.7912	0.72	2.51	0.085	-0.55	10.68	✓		
7	A-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.835	1.13	3.97	0.576	0	10.39	✓		
3	D-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	4.9477	1.98	6.93	1.005	-1.9	11.29	✓		
4	D-D'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.2601	0.10	0.36	0.019	0	10.37	✓		
3	D'-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.102	1.64	5.74	0.194	-1.9	12.08	✓		
1	D'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.0599	1.22	4.28	0.145	-1.9	12.13	✓		
2	A-C	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	4.49	1.80	6.29	0.336	0	10.63	✓		
2	C-PILA*	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.9533	1.58	5.53	0.187	-1.9	12.35	✓		

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N9 - APARTAMENTO 4 - RAMAL 1			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA HF(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)			
101	TANQUE - MANIFOLD	0.00280	50	0.05	1.426	✓	0.04	5.80	2.32	8.12	0.358	-3.40	21.44	✓		
19	MANIFOLD - A	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	8.333	3.33	11.67	5.060	0	16.38	✓		
8	A-A'	0.00049	20	0.02	1.560	✓	0.16	2.4212	0.97	3.39	0.549	0	15.83	✓		
2	A'-LAVASTRASTOS	0.00049	20	0.02	1.560	✓	0.16	2.9104	1.16	4.07	0.660	-1.9	17.07	✓		
6	A''-A''	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.8644	1.15	4.01	0.496	0	15.33	✓		
3	A''-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.2996	1.32	4.62	0.156	-1.9	17.08	✓		
3	A''-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.217	1.29	4.50	0.152	-1.9	17.08	✓		
11	A-B	0.00060	20	0.02	1.910	✓	0.23	2.5869	1.03	3.62	0.837	0	15.54	✓		
4	B-B'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	5.2404	2.10	7.34	0.392	0	15.15	✓		
3	B'-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.5243	1.41	4.93	0.167	-1.9	16.88	✓		
1	B'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.1	1.24	4.34	0.147	-1.9	16.90	✓		
7	B-C	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	5.267	2.11	7.37	1.070	0	14.47	✓		
3	D-BAÑERA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.099	1.64	5.74	0.194	-1.9	16.18	✓		
3	D'-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.3399	1.34	4.68	0.158	-1.9	16.21	✓		
1	D'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.334	1.73	6.07	0.205	-1.9	16.17	✓		

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N9 - APARTAMENTO 5 - RAMAL 1			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA HF(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)			
101	TANQUE - MANIFOLD	0.00280	50	0.05	1.426	✓	0.04	5.80	2.32	8.12	0.358	-3.40	21.44	✓		
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	2.423	0.97	3.39	1.687	0	19.75	✓		
6	A-A'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.2	0.08	0.28	0.035	0	19.72	✓		
3	A'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.1811	1.27	4.45	0.150	-1.9	21.47	✓		
3	A'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.883	1.55	5.44	0.184	-1.9	21.43	✓		
15	A-B	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	0.9711	0.39	1.36	0.443	0	19.31	✓		
2	B-PILA	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	2.6206	1.05	3.67	1.195	-1.9	20.01	✓		
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	3.4496	1.38	4.83	1.353	0	17.96	✓		
7	C-C'	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	0.7206	0.29	1.01	0.146	0	17.81	✓		
3	C'-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.3045	1.32	4.63	0.671	-1.9	19.04	✓		
4	C''-C''	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.8344	0.33	1.17	0.062	0	18.98	✓		
1	C''-LAVAMANOS	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	3.955	1.58	5.54	0.296	-1.9	20.58	✓		
3	C''-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.3045	1.32	4.63	0.156	-1.9	20.72	✓		
6	C-D	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	4.499	1.80	6.30	0.780	0	17.18	✓		
1	C''-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	3.3346	1.33	4						

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO											N8 - APARTAMENTO 1 - RAMAL 2			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf (m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)	
404	TANQUE - MANIFOLD	0.00667	50	0.05	3.397	0.20	17.00	6.80	23.80	6.422	-14.60	23.22	✓	
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	0.50	2.44	0.98	3.42	1.699	0	21.52	✓	
2	A-LAVATRASTOS	0.00093	20	0.02	2.960	0.50	7.474	2.99	10.46	5.205	-1.9	18.21	✓	
19	A-B	0.00086	20	0.02	2.737	0.43	5.688	2.28	7.96	3.454	0	18.06	✓	
6	B-B'	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	1.7887	0.72	2.50	0.310	0	17.75	✓	
3	B'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.0391	1.22	4.25	0.144	-1.9	19.51	✓	
3	B'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	4.347	1.74	6.09	0.206	-1.9	19.45	✓	
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	0.28	1.4872	0.59	2.08	0.583	0	17.17	✓	
6	C-C'	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	0.8237	0.33	1.15	0.143	0	17.03	✓	
1	C'-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	2.8245	1.13	3.95	0.489	-1.9	18.44	✓	
5	C'-C''	0.00038	20	0.02	1.210	0.10	0.8761	0.35	1.23	0.127	0	16.90	✓	
3	C''-INODORO	0.00038	20	0.02	1.210	0.10	2.8245	1.13	3.95	0.411	-1.9	18.39	✓	
2	C''-DUCHA	0.00038	20	0.02	1.210	0.10	3.945	1.58	5.52	0.574	-0.55	16.87	✓	
7	C-D	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	5.541	2.22	7.76	1.126	0	16.04	✓	
1	D-LAVAMANOS	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	2.811	1.12	3.94	0.571	-1.9	17.37	✓	
6	D-D'	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	0.8619	0.34	1.21	0.149	0	15.89	✓	
3	D'-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	2.811	1.12	3.94	0.133	-1.9	17.66	✓	
3	D'-BAÑERA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.876	1.55	5.43	0.183	-1.9	17.61	✓	

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO											N8 - APARTAMENTO 2 - RAMAL 2			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf (m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)	
404	TANQUE - MANIFOLD	0.00667	50	0.05	3.397	0.20	17.00	6.80	23.80	6.422	-14.60	23.22	✓	
19	MANIFOLD - A	0.00086	20	0.02	2.737	0.43	12.657	5.06	17.72	7.586	0	15.53	✓	
4	A-A'	0.00026	20	0.02	0.828	0.05	0.8566	0.34	1.20	0.064	0	15.46	✓	
1	A'-LAVAMANOS	0.00026	20	0.02	0.828	0.05	2.8375	1.14	3.97	0.212	-1.9	17.22	✓	
3	A'-INODORO	0.00026	20	0.02	0.828	0.05	3.3325	1.33	4.67	0.249	-1.9	17.12	✓	
15	A-B	0.00073	20	0.02	2.324	0.33	0.8522	0.34	1.19	0.388	0	15.14	✓	
2	B-LAVATRASTOS	0.00073	20	0.02	2.324	0.33	5.9138	2.37	8.28	2.696	-1.9	14.34	✓	
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	0.28	2.9204	1.17	4.09	1.146	0	13.99	✓	
6	C-C'	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	2.676	1.07	3.75	0.464	0	13.88	✓	
3	C'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.099	1.24	4.34	0.147	-1.9	15.63	✓	
3	C'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	2.4128	0.97	3.38	0.114	-1.9	15.67	✓	
7	C-D	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	9.6613	3.86	13.53	1.963	0	12.03	✓	
1	D-LAVAMANOS	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	3.9636	1.59	5.55	0.805	-1.9	13.13	✓	
6	D-D'	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	0.92	0.37	1.29	0.159	0	11.87	✓	
3	D'-INODORO	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	2.1578	0.86	3.02	0.438	-1.9	13.37	✓	
3	D'-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	3.9511	1.58	5.53	0.803	-1.9	12.93	✓	

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO											N8 - APARTAMENTO 3 - RAMAL 2			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf (m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)	
404	TANQUE - MANIFOLD	0.00667	50	0.05	3.397	0.20	17.00	6.80	23.80	6.422	-14.60	23.22	✓	
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	0.50	15.034	6.01	21.05	10.470	0	12.75	✓	
12	A-B	0.00063	20	0.02	2.005	0.25	1.3517	0.54	1.89	0.476	0	12.27	✓	
6	B-B'	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	0.449	0.18	0.63	0.078	0	12.19	✓	
3	B'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.653	1.46	5.11	0.173	-1.9	13.92	✓	
3	B'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	2.9806	1.19	4.17	0.141	-1.9	13.95	✓	
6	B-B''	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	1.172	0.47	1.64	0.203	0	12.07	✓	
1	B''-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	2.88	1.15	4.03	0.499	-1.9	13.47	✓	
5	B''-B'''	0.00038	20	0.02	1.210	0.10	0.5029	0.20	0.70	0.073	0	11.99	✓	
3	B'''-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.13	1.25	4.38	0.148	-1.9	13.74	✓	
2	B'''-DUCHA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	1.7912	0.72	2.51	0.085	-0.55	12.46	✓	
7	A-D	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	2.835	1.13	3.97	0.576	0	12.17	✓	
3	D-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	4.8477	1.98	6.83	1.095	-1.9	13.06	✓	
4	D-D'	0.00026	20	0.02	0.828	0.05	0.2601	0.10	0.36	0.019	0	12.15	✓	
3	D'-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	4.102	1.64	5.74	0.194	-1.9	13.86	✓	
1	D'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.0599	1.22	4.28	0.145	-1.9	13.91	✓	
2	A-C	0.00026	20	0.02	0.828	0.05	4.49	1.80	6.29	0.336	0	12.41	✓	
2	C-PILA*	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.9533	1.58	5.53	0.187	-1.9	14.12	✓	

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO											N8 - APARTAMENTO 4 - RAMAL 2			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf (m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)	
404	TANQUE - MANIFOLD	0.00667	50	0.05	3.397	0.20	17.00	6.80	23.80	6.422	-14.60	23.22	✓	
19	MANIFOLD - A	0.00086	20	0.02	2.737	0.43	8.333	3.33	11.67	5.060	0	18.15	✓	
8	A-A'	0.00049	20	0.02	1.560	0.16	2.4212	0.97	3.39	0.549	0	17.61	✓	
2	A'-LAVATRASTOS	0.00049	20	0.02	1.560	0.16	2.9104	1.16	4.07	0.660	-1.9	18.84	✓	
6	A'-A''	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	2.8644	1.15	4.01	0.496	0	17.11	✓	
3	A''-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.2996	1.32	4.62	0.156	-1.9	18.85	✓	
3	A''-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.217	1.29	4.50	0.152	-1.9	18.86	✓	
11	A-B	0.00060	20	0.02	1.910	0.23	2.5869	1.03	3.62	0.837	0	17.32	✓	
4	B-B'	0.00026	20	0.02	0.828	0.05	5.2404	2.10	7.34	0.392	0	16.93	✓	
3	B'-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.5243	1.41	4.93	0.167	-1.9	18.66	✓	
1	B'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.1	1.24	4.34	0.147	-1.9	18.68	✓	
7	B-C	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	5.267	2.11	7.37	1.070	0	16.25	✓	
3	D-BAÑERA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	4.099	1.64	5.74	0.194	-1.9	17.95	✓	
3	D'-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.3399	1.34	4.68	0.158	-1.9	17.99	✓	
1	D'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	4.334	1.73	6.07	0.205	-1.9	17.94	✓	

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO											N8 - APARTAMENTO 5 - RAMAL 2			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf (m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)	
404	TANQUE - MANIFOLD	0.00667	50	0.05	3.397	0.20	17.00	6.80	23.80	6.422	-14.60	23.22	✓	
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	0.50	2.423	0.97	3.39	1.687	0	21.53	✓	
6	A-A'	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	0.2	0.08	0.28	0.035	0	21.49	✓	
3	A'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.1811	1.27	4.45	0.150	-1.9	23.24	✓	
3	A'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.883	1.55	5.44	0.184	-1.9	23.21	✓	
15	A-B	0.00073	20	0.02	2.324	0.33	0.9711	0.39	1.36	0.443	0	21.08	✓	
2	B-PILA	0.00073	20	0.02	2.324	0.33	2.6206	1.05	3.67	1.195	-1.9	21.79	✓	
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	0.28	3.4496	1.38	4.83	1.353	0	19.73	✓	
7	C-C'	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	0.7206	0.29	1.01	0.146	0	15.59	✓	
3	C'-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	3.3045	1.32	4.63	0.671	-1.9	20.81	✓	
4	C'-C''	0.00026	20	0.02	0.828	0.05	0.8344	0.33	1.17	0.062	0	20.75	✓	
1	C''-LAVAMANOS	0.00026	20	0.02	0.828	0.05	3.955	1.58	5.54	0.296	-1.9	22.36	✓	
3	C''-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.3045	1.32	4.63	0.156	-1.9	22.50	✓	
6	C-D	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	4.499	1.80	6.30	0.780	0	18.95	✓	
1	C'-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	3.3346	1.33	4.67	0.578	-1.9	20.27	✓	
5	D-D'	0.00038	20	0.02	1.210	0.10	1.1543	0.46	1.62	0.168	0	18.78	✓	
2	D'-DUCHA	0.00038	20	0.02	1.210	0.10	3.3284	1.33	4.66	0.484	-1.9	20.20	✓	
1	D'-INODORO	0.00038	20	0.02	1.210	0.10	2.3809	0.95	3.33	0.346	-1.9	20.34	✓	

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO														N7 - APARTAMENTO 1 - RAMAL 2			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S/(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)				
303	TANQUE - MANIFOLD	0.00540	50	0.05	2.750	✓	0.14	5.80	2.32	8.12	1.130	-3.40	25.49	✓			
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	2.44	0.98	3.42	1.699	0	23.79	✓			
2	A-LAVASTASTOS	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	7.474	2.99	10.46	5.205	-1.9	20.48	✓			
19	A-B	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	5.688	2.28	7.96	3.454	0	20.33	✓			
6	B-B'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	1.7887	0.72	2.50	0.310	0	20.02	✓			
3	B'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.0391	1.22	4.25	0.144	-1.9	21.78	✓			
3	B'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.347	1.74	6.09	0.206	-1.9	21.72	✓			
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	1.4872	0.59	2.08	0.583	0	19.44	✓			
6	C-C'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.8237	0.33	1.15	0.143	0	19.30	✓			
1	C'-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.8245	1.13	3.95	0.489	-1.9	20.71	✓			
5	C''-C''	0.00038	20	0.02	1.210	✓	0.10	0.8761	0.35	1.23	0.127	0	19.17	✓			
3	C''-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.8245	1.13	3.95	0.134	-1.9	20.93	✓			
2	C''-DUCHA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.945	1.58	5.52	0.187	-0.55	19.53	✓			
7	C-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	5.541	2.22	7.76	1.126	0	18.31	✓			
1	D-LAVAMANOS	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.811	1.12	3.94	0.571	-1.9	19.64	✓			
6	D-D'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.8619	0.34	1.21	0.149	0	18.16	✓			
3	D'-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.811	1.12	3.94	0.133	-1.9	19.93	✓			
3	D'-BAÑERA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.876	1.55	5.43	0.183	-1.9	19.88	✓			

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO														N7 - APARTAMENTO 2 - RAMAL 2			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S/(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)				
303	TANQUE - MANIFOLD	0.00540	50	0.05	2.750	✓	0.14	5.80	2.32	8.12	1.130	-3.40	25.49	✓			
19	MANIFOLD - A	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	12.657	5.06	17.72	7.686	0	17.80	✓			
4	A-A'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.8566	0.34	1.20	0.064	0	17.73	✓			
1	A'-LAVAMANOS	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	2.8375	1.14	3.97	0.212	-1.9	19.49	✓			
3	A'-INODORO	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	3.3325	1.33	4.67	0.249	-1.9	19.39	✓			
15	A-B	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	0.8522	0.34	1.19	0.388	0	17.41	✓			
2	B-LAVASTASTOS	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	5.9138	2.37	8.28	2.696	-1.9	16.61	✓			
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	2.9204	1.17	4.09	1.146	0	16.26	✓			
6	C-C'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.676	1.07	3.75	0.464	0	16.15	✓			
3	C'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.099	1.24	4.34	0.147	-1.9	17.90	✓			
3	C'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.4128	0.97	3.38	0.114	-1.9	17.94	✓			
7	C-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	9.6613	3.86	13.53	1.963	0	14.30	✓			
1	D-LAVAMANOS	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.9636	1.59	5.55	0.805	-1.9	15.40	✓			
6	D-D'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.92	0.37	1.29	0.159	0	14.14	✓			
3	D'-INODORO	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.1578	0.86	3.02	0.438	-1.9	15.60	✓			
3	D'-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.9511	1.58	5.53	0.803	-1.9	15.24	✓			

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO														N7 - APARTAMENTO 3 - RAMAL 2			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S/(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)				
303	TANQUE - MANIFOLD	0.00540	50	0.05	2.750	✓	0.14	5.80	2.32	8.12	1.130	-3.40	25.49	✓			
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	15.034	6.01	21.05	10.470	0	15.02	✓			
12	A-B	0.00063	20	0.02	2.005	✓	0.25	1.3517	0.54	1.89	0.476	0	14.54	✓			
6	B-B'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.449	0.18	0.63	0.078	0	14.46	✓			
3	B'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.653	1.46	5.11	0.173	-1.9	16.19	✓			
3	B'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.9806	1.19	4.17	0.141	-1.9	16.22	✓			
6	B-B''	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	1.172	0.47	1.64	0.203	0	14.34	✓			
1	B''-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.88	1.15	4.03	0.499	-1.9	15.74	✓			
5	B''-B''	0.00038	20	0.02	1.210	✓	0.10	0.5029	0.20	0.70	0.073	0	14.26	✓			
3	B''-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.15	1.25	4.38	0.148	-1.9	16.02	✓			
2	B''-DUCHA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	1.7912	0.72	2.51	0.085	-0.55	14.73	✓			
7	D-A	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.835	1.13	3.97	0.576	0	14.44	✓			
3	D-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	4.9477	1.98	6.93	1.005	-1.9	15.33	✓			
4	D-D'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.2601	0.10	0.36	0.019	0	14.42	✓			
3	D'-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.102	1.64	5.74	0.194	-1.9	16.13	✓			
1	D'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.0599	1.22	4.28	0.145	-1.9	16.18	✓			
2	A-C	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	4.49	1.80	6.29	0.336	0	14.68	✓			
2	C-PILA*	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.9533	1.58	5.53	0.187	-1.9	16.39	✓			

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO														N7 - APARTAMENTO 4 - RAMAL 2			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S/(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)				
303	TANQUE - MANIFOLD	0.00540	50	0.05	2.750	✓	0.14	5.80	2.32	8.12	1.130	-3.40	25.49	✓			
19	MANIFOLD - A	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	8.333	3.33	11.67	5.060	0	20.42	✓			
8	A-A'	0.00049	20	0.02	1.560	✓	0.16	2.4212	0.97	3.39	0.549	0	19.88	✓			
2	A'-LAVASTASTOS	0.00049	20	0.02	1.560	✓	0.16	2.9104	1.16	4.07	0.660	-1.9	21.12	✓			
6	A''-A''	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.8644	1.15	4.01	0.496	0	19.38	✓			
3	A''-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.2996	1.32	4.62	0.156	-1.9	21.12	✓			
3	A''-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.217	1.29	4.50	0.152	-1.9	21.13	✓			
11	A-B	0.00060	20	0.02	1.910	✓	0.23	2.5869	1.03	3.62	0.837	0	19.59	✓			
4	B-B'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	5.2404	2.10	7.34	0.392	0	19.20	✓			
3	B'-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.5243	1.41	4.93	0.167	-1.9	20.93	✓			
1	B'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.1	1.24	4.34	0.147	-1.9	20.95	✓			
7	B-C	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	5.267	2.11	7.37	1.070	0	18.52	✓			
3	D-BAÑERA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.099	1.64	5.74	0.194	-1.9	20.22	✓			
3	D'-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.3399	1.34	4.68	0.158	-1.9	20.26	✓			
1	D'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.334	1.73	6.07	0.205	-1.9	20.21	✓			

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO														N7 - APARTAMENTO 5 - RAMAL 2			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S/(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)				
303	TANQUE - MANIFOLD	0.00540	50	0.05	2.750	✓	0.14	5.80	2.32	8.12	1.130	-3.40	25.49	✓			
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	2.423	0.97	3.39	1.687	0	23.79	✓			
6	A-A'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.2	0.08	0.28	0.035	0	23.76	✓			
3	A'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.1811	1.27	4.45	0.150	-1.9	25.51	✓			
3	A'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.883	1.55	5.44	0.184	-1.9	25.48	✓			
15	A-B	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	0.9711	0.39	1.36	0.443	0	23.36	✓			
2	B-PILA	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	2.6206	1.05	3.67	1.195	-1.9	24.06	✓			
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	3.4496	1.38	4.83	1.353	0	22.00	✓			
7	C-C'	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	0.7206	0.29	1.01	0.146	0	21.86	✓			
3	C'-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.3045	1.32	4.63	0.671	-1.9	23.08	✓			
4	C''-C''	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.8344	0.33	1.17	0.062	0	23.02	✓			
1	C''-LAVAMANOS	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	3.955	1.58	5.54	0.296	-1.9	24.63	✓			
3	C''-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.3045	1.32	4.63	0.156	-1.9	24.77	✓			
6	C-D	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	4.499	1.80	6.30	0.780	0	21.22	✓			
1	C'-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	3.3346	1.33</								

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N6 - APARTAMENTO 1 - RAMAL 2			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)			
202	TANQUE - MANIFOLD	0.00418	50	0.05	2.129	✓	0.09	5.80	2.32	8.12	0.722	-3.40	28.16	✓		
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	2.44	0.98	3.42	1.699	0	26.46	✓		
2	A-LAVASTASTOS	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	7.474	2.99	10.46	5.205	-1.9	23.16	✓		
19	A-B	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	5.688	2.28	7.96	3.454	0	23.01	✓		
6	B-B'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	1.7887	0.72	2.50	0.310	0	22.70	✓		
3	B'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.0391	1.22	4.25	0.144	-1.9	24.46	✓		
3	B'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.347	1.74	6.09	0.206	-1.9	24.39	✓		
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	1.4872	0.59	2.08	0.583	0	22.12	✓		
6	C-C'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.8237	0.33	1.15	0.143	0	21.97	✓		
1	C'-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.8245	1.13	3.95	0.489	-1.9	23.38	✓		
5	C''-C''	0.00038	20	0.02	1.210	✓	0.10	0.8761	0.35	1.23	0.127	0	21.85	✓		
3	C''-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.8245	1.13	3.95	0.134	-1.9	23.61	✓		
2	C''-DUCHA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.945	1.58	5.52	0.187	-0.55	22.21	✓		
7	C-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	5.541	2.22	7.76	1.126	0	20.99	✓		
1	D-LAVAMANOS	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.811	1.12	3.94	0.571	-1.9	22.32	✓		
6	D-D'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.8619	0.34	1.21	0.149	0	20.84	✓		
3	D'-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.811	1.12	3.94	0.133	-1.9	22.61	✓		
3	D'-BAÑERA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.876	1.55	5.43	0.183	-1.9	22.56	✓		

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N6 - APARTAMENTO 2 - RAMAL 2			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)			
202	TANQUE - MANIFOLD	0.00418	50	0.05	2.129	✓	0.09	5.80	2.32	8.12	0.722	-3.40	28.16	✓		
19	MANIFOLD - A	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	12.657	5.06	17.72	7.686	0	20.48	✓		
4	A-A'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.8566	0.34	1.20	0.064	0	20.41	✓		
1	A'-LAVAMANOS	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	2.8375	1.14	3.97	0.212	-1.9	22.17	✓		
3	A'-INODORO	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	3.3325	1.33	4.67	0.249	-1.9	22.06	✓		
15	A-B	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	0.8522	0.34	1.19	0.388	0	20.09	✓		
2	B-LAVASTASTOS	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	5.9138	2.37	8.28	2.696	-1.9	19.29	✓		
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	2.9204	1.17	4.09	1.146	0	18.94	✓		
6	C-C'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.676	1.07	3.75	0.464	0	18.83	✓		
3	C'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.099	1.24	4.34	0.147	-1.9	20.58	✓		
3	C'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.4128	0.97	3.38	0.114	-1.9	20.62	✓		
7	C-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	9.6613	3.86	13.53	1.963	0	16.98	✓		
1	D-LAVAMANOS	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.9636	1.59	5.55	0.805	-1.9	18.08	✓		
6	D-D'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.92	0.37	1.29	0.159	0	16.82	✓		
3	D'-INODORO	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.1578	0.86	3.02	0.438	-1.9	18.28	✓		
3	D'-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.9511	1.58	5.53	0.803	-1.9	17.92	✓		

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N7 - APARTAMENTO 3 - RAMAL 2			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)			
202	TANQUE - MANIFOLD	0.00418	50	0.05	2.129	✓	0.09	5.80	2.32	8.12	0.722	-3.40	28.16	✓		
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	15.034	6.01	21.05	10.470	0	17.69	✓		
12	A-B	0.00063	20	0.02	2.005	✓	0.25	1.3517	0.54	1.89	0.476	0	17.22	✓		
6	B-B'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.449	0.18	0.63	0.078	0	17.14	✓		
3	B'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.653	1.46	5.11	0.173	-1.9	18.87	✓		
3	B'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.9806	1.19	4.17	0.141	-1.9	18.90	✓		
6	B-B''	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	1.172	0.47	1.64	0.203	0	17.01	✓		
1	B''-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.88	1.15	4.03	0.499	-1.9	18.42	✓		
5	B''-B''	0.00038	20	0.02	1.210	✓	0.10	0.5029	0.20	0.70	0.073	0	16.94	✓		
3	B''-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.15	1.25	4.38	0.148	-1.9	18.69	✓		
2	B''-DUCHA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	1.7912	0.72	2.51	0.085	-0.55	17.41	✓		
7	D-A	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.835	1.13	3.97	0.576	0	17.12	✓		
3	D'-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	4.9477	1.98	6.93	1.005	-1.9	18.01	✓		
4	D-D'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.2601	0.10	0.36	0.019	0	17.10	✓		
3	D'-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.102	1.64	5.74	0.194	-1.9	18.80	✓		
1	D'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.0599	1.22	4.28	0.145	-1.9	18.85	✓		
2	A-C	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	4.49	1.80	6.29	0.336	0	17.36	✓		
2	C-PILA*	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.9533	1.58	5.53	0.187	-1.9	19.07	✓		

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N7 - APARTAMENTO 4 - RAMAL 2			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)			
202	TANQUE - MANIFOLD	0.00418	50	0.05	2.129	✓	0.09	5.80	2.32	8.12	0.722	-3.40	28.16	✓		
19	MANIFOLD - A	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	8.333	3.33	11.67	5.060	0	23.10	✓		
8	A-A'	0.00049	20	0.02	1.560	✓	0.16	2.4212	0.97	3.39	0.549	0	22.55	✓		
2	A'-LAVASTASTOS	0.00049	20	0.02	1.560	✓	0.16	2.9104	1.16	4.07	0.660	-1.9	23.79	✓		
6	A''-A''	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.8644	1.15	4.01	0.496	0	22.06	✓		
3	A''-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.2996	1.32	4.62	0.156	-1.9	23.80	✓		
3	A''-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.217	1.29	4.50	0.152	-1.9	23.81	✓		
11	A-B	0.00060	20	0.02	1.910	✓	0.23	2.5869	1.03	3.62	0.837	0	22.27	✓		
4	B-B'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	5.2404	2.10	7.34	0.392	0	21.87	✓		
3	B'-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.5243	1.41	4.93	0.167	-1.9	23.61	✓		
1	B'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.1	1.24	4.34	0.147	-1.9	23.63	✓		
7	B-C	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	5.267	2.11	7.37	1.070	0	21.20	✓		
3	D-BAÑERA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.099	1.64	5.74	0.194	-1.9	22.90	✓		
3	D'-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.3399	1.34	4.68	0.158	-1.9	22.94	✓		
1	D'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.334	1.73	6.07	0.205	-1.9	22.89	✓		

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N6 - APARTAMENTO 5 - RAMAL 2			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)			
202	TANQUE - MANIFOLD	0.00418	50	0.05	2.129	✓	0.09	5.80	2.32	8.12	0.722	-3.40	28.16	✓		
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	2.423	0.97	3.39	1.687	0	26.48	✓		
6	A-A'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.2	0.08	0.28	0.035	0	26.44	✓		
3	A'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.1811	1.27	4.45	0.150	-1.9	28.19	✓		
3	A'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.883	1.55	5.44	0.184	-1.9	28.16	✓		
15	A-B	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	0.9711	0.39	1.36	0.443	0	26.03	✓		
2	B-PILA	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	2.6206	1.05	3.67	1.195	-1.9	26.74	✓		
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	3.4496	1.38	4.83	1.353	0	24.68	✓		
7	C-C'	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	0.7206	0.29	1.01	0.146	0	24.53	✓		
3	C'-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.3045	1.32	4.63	0.671	-1.9	25.76	✓		
4	C''-C''	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.8344	0.33	1.17	0.062	0	25.70	✓		
1	C''-LAVAMANOS	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	3.955	1.58	5.54	0.296	-1.9	27.30	✓		
3	C''-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.3045	1.32	4.63	0.156	-1.9	27.44	✓		
6	C-D	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	4.499	1.80	6.30	0.780	0	23.90	✓		
1	C'-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	3.3346	1.33	4						

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N5 - APARTAMENTO 1 - RAMAL 2			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA HF(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)			
101	TANQUE - MANIFOLD	0.00280	50	0.05	1.426	✓	0.04	5.80	2.32	8.12	0.358	-3.40	31.21	✓		
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	2.44	0.98	3.42	1.699	0	29.51	✓		
2	A-LAVASTASTOS	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	7.474	2.99	10.46	5.205	-1.9	26.20	✓		
19	A-B	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	5.688	2.28	7.96	3.454	0	26.05	✓		
6	B-B'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	1.7887	0.72	2.50	0.310	0	25.74	✓		
3	B'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.0391	1.22	4.25	0.144	-1.9	27.50	✓		
3	B'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.347	1.74	6.09	0.206	-1.9	27.44	✓		
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	1.4872	0.59	2.08	0.583	0	25.16	✓		
6	C-C'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.8237	0.33	1.15	0.143	0	25.02	✓		
1	C'-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.8245	1.13	3.95	0.489	-1.9	26.43	✓		
5	C''	0.00038	20	0.02	1.210	✓	0.10	0.8761	0.35	1.23	0.127	0	24.89	✓		
3	C''-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.8245	1.13	3.95	0.134	-1.9	26.66	✓		
2	C''-DUCHA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.945	1.58	5.52	0.187	-0.55	25.25	✓		
7	C-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	5.541	2.22	7.76	1.126	0	24.03	✓		
1	D-LAVAMANOS	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.811	1.12	3.94	0.571	-1.9	25.36	✓		
6	D-D'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.8619	0.34	1.21	0.149	0	23.88	✓		
3	D'-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.811	1.12	3.94	0.133	-1.9	25.65	✓		
3	D'-BAÑERA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.876	1.55	5.43	0.183	-1.9	25.60	✓		

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N5 - APARTAMENTO 2 - RAMAL 2			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA HF(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)			
101	TANQUE - MANIFOLD	0.00280	50	0.05	1.426	✓	0.04	5.80	2.32	8.12	0.358	-3.40	31.21	✓		
19	MANIFOLD - A	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	12.657	5.06	17.72	7.686	0	23.52	✓		
4	A-A'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.8566	0.34	1.20	0.064	0	23.46	✓		
1	A'-LAVAMANOS	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	2.8375	1.14	3.97	0.212	-1.9	25.21	✓		
3	A'-INODORO	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	3.3325	1.33	4.67	0.249	-1.9	25.11	✓		
15	A-B	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	0.8522	0.34	1.19	0.388	0	23.13	✓		
2	B-LAVASTASTOS	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	5.9138	2.37	8.28	2.696	-1.9	22.34	✓		
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	2.9204	1.17	4.09	1.146	0	21.99	✓		
6	C-C'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.676	1.07	3.75	0.464	0	21.87	✓		
3	C'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.099	1.24	4.34	0.147	-1.9	23.63	✓		
3	C'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.4128	0.97	3.38	0.114	-1.9	23.66	✓		
7	C-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	9.6613	3.86	13.53	1.963	0	20.02	✓		
1	D-LAVAMANOS	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.9636	1.59	5.55	0.805	-1.9	21.12	✓		
6	D-D'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.92	0.37	1.29	0.159	0	19.86	✓		
3	D'-INODORO	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.1578	0.86	3.02	0.438	-1.9	21.32	✓		
3	D'-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.9511	1.58	5.53	0.803	-1.9	20.96	✓		

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N5 - APARTAMENTO 3 - RAMAL 2			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA HF(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)			
101	TANQUE - MANIFOLD	0.00280	50	0.05	1.426	✓	0.04	5.80	2.32	8.12	0.358	-3.40	31.21	✓		
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	15.034	6.01	21.05	10.470	0	20.74	✓		
12	A-B	0.00063	20	0.02	2.005	✓	0.25	1.3517	0.54	1.89	0.476	0	20.26	✓		
6	B-B'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.449	0.18	0.63	0.078	0	20.18	✓		
3	B'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.653	1.46	5.11	0.173	-1.9	21.91	✓		
3	B'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.9806	1.19	4.17	0.141	-1.9	21.94	✓		
6	B''	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	1.172	0.47	1.64	0.203	0	20.06	✓		
1	B''-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.88	1.15	4.03	0.499	-1.9	21.46	✓		
5	B''-B''	0.00038	20	0.02	1.210	✓	0.10	0.5029	0.20	0.70	0.073	0	19.98	✓		
3	B''-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.13	1.25	4.38	0.148	-1.9	21.74	✓		
2	B''-DUCHA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	1.7912	0.72	2.51	0.085	-0.55	20.45	✓		
7	A-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.835	1.13	3.97	0.576	0	20.16	✓		
3	D-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	4.9477	1.98	6.93	1.005	-1.9	21.06	✓		
4	D-D'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.2601	0.10	0.36	0.019	0	20.14	✓		
3	D'-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.102	1.64	5.74	0.194	-1.9	21.85	✓		
1	D'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.0599	1.22	4.28	0.145	-1.9	21.90	✓		
2	A-C	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	4.49	1.80	6.29	0.336	0	20.40	✓		
2	C-PILA*	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.9533	1.58	5.53	0.187	-1.9	22.11	✓		

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N7 - APARTAMENTO 4 - RAMAL 2			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA HF(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)			
101	TANQUE - MANIFOLD	0.00280	50	0.05	1.426	✓	0.04	5.80	2.32	8.12	0.358	-3.40	31.21	✓		
21	MANIFOLD - A	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	8.333	3.33	11.67	5.060	0	26.15	✓		
9	A-A'	0.00049	20	0.02	1.560	✓	0.16	2.4212	0.97	3.39	0.549	0	25.60	✓		
2	A'-LAVASTASTOS	0.00049	20	0.02	1.560	✓	0.16	2.9104	1.16	4.07	0.660	-1.9	26.84	✓		
6	A''	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.8644	1.15	4.01	0.496	0	25.10	✓		
3	A''-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.2996	1.32	4.62	0.156	-1.9	26.84	✓		
3	A''-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.217	1.29	4.50	0.152	-1.9	26.85	✓		
11	A-B	0.00060	20	0.02	1.910	✓	0.23	2.5869	1.03	3.62	0.837	0	25.31	✓		
4	B-B'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	5.2404	2.10	7.34	0.392	0	24.92	✓		
3	B'-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.5243	1.41	4.93	0.167	-1.9	26.65	✓		
1	B'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.1	1.24	4.34	0.147	-1.9	26.67	✓		
7	B-C	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	5.267	2.11	7.37	1.070	0	24.24	✓		
3	D-BAÑERA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.099	1.64	5.74	0.194	-1.9	25.94	✓		
3	D'-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.3399	1.34	4.68	0.158	-1.9	25.98	✓		
1	D'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.334	1.73	6.07	0.205	-1.9	25.93	✓		

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N5 - APARTAMENTO 5 - RAMAL 2			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA HF(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)			
101	TANQUE - MANIFOLD	0.00280	50	0.05	1.426	✓	0.04	5.80	2.32	8.12	0.358	-3.40	31.21	✓		
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	2.423	0.97	3.39	1.687	0	29.52	✓		
6	A-A'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.2	0.08	0.28	0.035	0	29.48	✓		
3	A'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.1811	1.27	4.45	0.150	-1.9	31.23	✓		
3	A'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.883	1.55	5.44	0.184	-1.9	31.20	✓		
15	A-B	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	0.9711	0.39	1.36	0.443	0	29.08	✓		
2	B-PILA	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	2.6206	1.05	3.67	1.195	-1.9	29.78	✓		
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	3.4496	1.38	4.83	1.353	0	27.72	✓		
7	C-C'	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	0.7206	0.29	1.01	0.146	0	27.58	✓		
3	C'-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.3045	1.32	4.63	0.671	-1.9	28.80	✓		
4	C''	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.8344	0.33	1.17	0.062	0	28.74	✓		
1	C''-LAVAMANOS	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	3.955	1.58	5.54	0.296	-1.9	30.35	✓		
3	C''-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.3045	1.32	4.63	0.156	-1.9	30.49	✓		
6	C-D	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	4.499	1.80	6.30	0.780	0	2			

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N4 - APARTAMENTO 1 - RAMAL 3			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf (m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)			
404	QUE - MANIF	0.00667	50	0.05	3.397	0.20	30.60	12.24	42.84	10.256	-28.20	32.98	✓			
21	MANIFOLD -	0.00093	20	0.02	2.960	0.50	2.44	0.98	3.42	1.699	0	31.28	✓			
2	-LAVASTRACO	0.00093	20	0.02	2.960	0.50	7.474	2.99	10.46	5.205	-1.9	27.98	✓			
19	A-B	0.00086	20	0.02	2.737	0.43	5.688	2.28	7.96	3.454	0	27.83	✓			
6	B-B'	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	1.7887	0.72	2.50	0.310	0	27.52	✓			
3	B'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.0391	1.22	4.25	0.144	-1.9	29.27	✓			
3	B'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	4.347	1.74	6.09	0.206	-1.9	29.21	✓			
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	0.28	1.4872	0.59	2.08	0.583	0	26.94	✓			
6	C-C'	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	0.8237	0.33	1.15	0.143	0	26.79	✓			
1	-LAVAMANO	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	2.8245	1.13	3.95	0.489	-1.9	28.20	✓			
5	C-C''	0.00038	20	0.02	1.210	0.10	0.8761	0.35	1.23	0.127	0	26.66	✓			
3	C''-INODOR	0.00038	20	0.02	1.210	0.10	2.8245	1.13	3.95	0.411	-1.9	28.15	✓			
2	C''-DUCHA	0.00038	20	0.02	1.210	0.10	3.945	1.58	5.52	0.574	-0.55	26.64	✓			
7	C-D	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	5.541	2.22	7.76	1.126	0	25.81	✓			
1	D-LAVAMANO	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	2.811	1.12	3.94	0.571	-1.9	27.14	✓			
6	D-D'	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	0.8619	0.34	1.21	0.149	0	25.66	✓			
3	D'-INODOR	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	2.811	1.12	3.94	0.133	-1.9	27.43	✓			
3	D'-BAÑERA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.876	1.55	5.43	0.183	-1.9	27.38	✓			

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N4 - APARTAMENTO 2 - RAMAL 3			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf (m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)			
404	QUE - MANIF	0.00667	50	0.05	3.397	0.20	30.60	12.24	42.84	10.256	-28.20	32.98	✓			
19	MANIFOLD -	0.00086	20	0.02	2.737	0.43	12.657	5.06	17.72	7.686	0	25.30	✓			
4	A-A'	0.00026	20	0.02	0.828	0.05	0.8566	0.34	1.20	0.064	0	25.23	✓			
1	-LAVAMANO	0.00026	20	0.02	0.828	0.05	2.8375	1.14	3.97	0.212	-1.9	26.98	✓			
3	A'-INODOR	0.00026	20	0.02	0.828	0.05	3.3325	1.33	4.67	0.249	-1.9	26.88	✓			
15	A-B	0.00073	20	0.02	2.324	0.33	0.8522	0.34	1.19	0.388	0	24.91	✓			
2	-LAVASTRACO	0.00073	20	0.02	2.324	0.33	5.9138	2.37	8.28	2.696	-1.9	24.11	✓			
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	0.28	2.9204	1.17	4.09	1.146	0	23.76	✓			
6	C-C'	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	2.676	1.07	3.75	0.464	0	23.65	✓			
3	C'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.099	1.24	4.34	0.147	-1.9	25.40	✓			
3	C'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	2.4128	0.97	3.38	0.114	-1.9	25.43	✓			
7	C-D	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	9.6613	3.86	13.53	1.963	0	21.80	✓			
1	D-LAVAMANO	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	3.9636	1.59	5.55	0.805	-1.9	22.89	✓			
6	D-D'	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	0.92	0.37	1.29	0.159	0	21.64	✓			
3	D'-INODOR	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	2.1578	0.86	3.02	0.438	-1.9	23.10	✓			
3	D'-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	3.9511	1.58	5.53	0.803	-1.9	22.74	✓			

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N4 - APARTAMENTO 3 - RAMAL 3			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf (m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)			
404	QUE - MANIF	0.00667	50	0.05	3.397	0.20	30.60	12.24	42.84	10.256	-28.20	32.98	✓			
21	MANIFOLD -	0.00093	20	0.02	2.960	0.50	15.034	6.01	21.05	10.470	0	22.51	✓			
12	A-B	0.00063	20	0.02	2.005	0.25	1.3517	0.54	1.89	0.476	0	22.04	✓			
6	B-B'	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	0.449	0.18	0.63	0.078	0	21.96	✓			
3	B'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.653	1.46	5.11	0.173	-1.9	23.69	✓			
3	B'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	2.9806	1.19	4.17	0.141	-1.9	23.72	✓			
6	B-B''	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	1.172	0.47	1.64	0.203	0	21.83	✓			
1	-LAVAMANO	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	2.88	1.15	4.03	0.499	-1.9	23.23	✓			
5	B''-B'''	0.00038	20	0.02	1.210	0.10	0.5029	0.20	0.70	0.073	0	21.76	✓			
3	B'''-INODOR	0.00038	20	0.02	0.637	0.03	3.13	1.25	4.38	0.148	-1.9	23.51	✓			
2	B'''-DUCHA	0.00038	20	0.02	0.637	0.03	1.7912	0.72	2.51	0.885	-0.55	22.23	✓			
7	A-D	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	2.835	1.13	3.97	0.576	0	21.94	✓			
3	D-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	4.8477	1.98	6.83	1.005	-1.9	22.83	✓			
4	D-D'	0.00026	20	0.02	0.828	0.05	0.3601	0.10	0.36	0.019	0	21.92	✓			
3	D'-INODOR	0.00038	20	0.02	0.637	0.03	4.102	1.64	5.74	0.194	-1.9	23.62	✓			
1	-LAVAMANO	0.00038	20	0.02	0.637	0.03	3.0599	1.22	4.28	0.145	-1.9	23.67	✓			
2	A-C	0.00026	20	0.02	0.828	0.05	4.49	1.80	6.29	0.336	0	22.18	✓			
2	C-PILA*	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.9533	1.58	5.53	0.187	-1.9	23.89	✓			

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N4 - APARTAMENTO 4 - RAMAL 3			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf (m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)			
404	QUE - MANIF	0.00667	50	0.05	3.397	0.20	30.60	12.24	42.84	10.256	-28.20	32.98	✓			
19	MANIFOLD -	0.00086	20	0.02	2.737	0.43	8.333	3.33	11.67	5.060	0	27.92	✓			
8	A-A'	0.00049	20	0.02	1.560	0.16	2.4212	0.97	3.39	0.549	0	27.37	✓			
2	-LAVASTRACO	0.00049	20	0.02	1.560	0.16	2.9104	1.16	4.07	0.660	-1.9	28.61	✓			
6	A-A''	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	2.8644	1.15	4.01	0.496	0	26.88	✓			
3	A''-LAVADOR	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.2996	1.32	4.62	0.156	-1.9	28.62	✓			
3	A''-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.217	1.29	4.50	0.152	-1.9	28.62	✓			
11	A-B	0.00060	20	0.02	1.910	0.23	2.5869	1.03	3.62	0.837	0	27.08	✓			
4	B-B'	0.00026	20	0.02	0.828	0.05	5.2404	2.10	7.34	0.392	0	26.69	✓			
3	B'-INODOR	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.5243	1.41	4.93	0.167	-1.9	28.43	✓			
1	-LAVAMANO	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.1	1.24	4.34	0.147	-1.9	28.45	✓			
7	B-C	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	5.267	2.11	7.37	1.070	0	26.01	✓			
3	D-BAÑERA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	4.099	1.64	5.74	0.194	-1.9	27.72	✓			
3	D'-INODOR	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.3399	1.34	4.68	0.158	-1.9	27.76	✓			
1	-LAVAMANO	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	4.334	1.73	6.07	0.205	-1.9	27.71	✓			

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N4 - APARTAMENTO 4 - RAMAL 3			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf (m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)			
404	QUE - MANIF	0.00667	50	0.05	3.397	0.20	30.60	12.24	42.84	10.256	-28.20	32.98	✓			
21	MANIFOLD -	0.00093	20	0.02	2.960	0.50	2.423	0.97	3.39	1.687	0	31.29	✓			
6	A-A'	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	0.2	0.08	0.28	0.035	0	31.26	✓			
3	A'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.1811	1.27	4.45	0.150	-1.9	33.01	✓			
3	A'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.883	1.55	5.44	0.184	-1.9	32.98	✓			
15	A-B	0.00073	20	0.02	2.324	0.33	0.9711	0.39	1.36	0.443	0	30.85	✓			
2	B-PILA	0.00073	20	0.02	2.324	0.33	2.6206	1.05	3.67	1.195	-1.9	31.56	✓			
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	0.28	3.4496	1.38	4.83	1.353	0	29.50	✓			
7	C-C'	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	0.7206	0.29	1.01	0.146	0	29.35	✓			
3	C'-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	3.3045	1.32	4.63	0.671	-1.9	30.58	✓			
4	C''-C'''	0.00026	20	0.02	0.828	0.05	0.8344	0.33	1.17	0.062	0	30.52	✓			
1	-LAVAMANO	0.00026	20	0.02	0.828	0.05	3.955	1.58	5.54	0.296	-1.9	32.12	✓			
3	C'''-INODOR	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.3045	1.32	4.63	0.156	-1.9	32.26	✓			
6	C-D	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	4.499	1.80	6.30	0.780	0	28.72	✓			
1	-LAVAMANO	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	3.3346	1.33	4.67	0.578	-1.9	30.04	✓			
5	D-D'	0.00038	20	0.02	1.210	0.10	1.1543	0.46	1.62	0.168	0	28.55	✓			
2	D'-DUCHA	0.00038	20	0.02	1.210	0.10	3.3284	1.33	4.66	0.484	-1.9	29.97	✓			
1	D'-INODOR	0.00038	20	0.02	1.210	0.10	2.3809	0.95	3.33	0.346	-1.9	30.10	✓			

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO														N3 - APARTAMENTO 1 - RAMAL 3			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S/(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)				
303	TANQUE - MANIFOLD	0.00540	50	0.05	2.750	✓	0.14	5.80	2.32	8.12	1.130	-3.40	35.25	✓			
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	2.44	0.98	3.42	1.699	0	33.55	✓			
2	A-LAVASTASTOS	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	7.474	2.99	10.46	5.205	-1.9	30.25	✓			
19	A-B	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	5.688	2.28	7.96	3.454	0	30.10	✓			
6	B-B'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	1.787	0.72	2.50	0.310	0	29.79	✓			
3	B'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.0391	1.22	4.25	0.144	-1.9	31.55	✓			
3	B'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.347	1.74	6.09	0.206	-1.9	31.48	✓			
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	1.4872	0.59	2.08	0.583	0	29.21	✓			
6	C-C'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.8237	0.33	1.15	0.143	0	29.06	✓			
1	C'-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.8245	1.13	3.95	0.489	-1.9	30.47	✓			
5	C''-C''	0.00038	20	0.02	1.210	✓	0.10	0.8761	0.35	1.23	0.127	0	28.94	✓			
3	C''-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.8245	1.13	3.95	0.134	-1.9	30.70	✓			
2	C''-DUCHA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.945	1.58	5.52	0.187	-0.55	29.30	✓			
7	C-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	5.541	2.22	7.76	1.126	0	28.08	✓			
1	D-LAVAMANOS	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.811	1.12	3.94	0.571	-1.9	29.41	✓			
6	D-D'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.8619	0.34	1.21	0.149	0	27.93	✓			
3	D'-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.811	1.12	3.94	0.133	-1.9	29.70	✓			
3	D'-BAÑERA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.876	1.55	5.43	0.183	-1.9	29.65	✓			

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO														N3 - APARTAMENTO 2 - RAMAL 3			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S/(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)				
303	TANQUE - MANIFOLD	0.00540	50	0.05	2.750	✓	0.14	5.80	2.32	8.12	1.130	-3.40	35.25	✓			
19	MANIFOLD - A	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	12.657	5.06	17.72	7.686	0	27.57	✓			
4	A-A'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.8566	0.34	1.20	0.064	0	27.50	✓			
1	A'-LAVAMANOS	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	2.8375	1.14	3.97	0.212	-1.9	29.25	✓			
3	A'-INNODORO	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	3.3325	1.33	4.67	0.249	-1.9	29.15	✓			
15	A-B	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	0.8522	0.34	1.19	0.388	0	27.18	✓			
2	B-LAVASTASTOS	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	5.9138	2.37	8.28	2.696	-1.9	26.38	✓			
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	2.9204	1.17	4.09	1.146	0	26.03	✓			
6	C-C'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.676	1.07	3.75	0.464	0	25.92	✓			
3	C'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.099	1.24	4.34	0.147	-1.9	27.67	✓			
3	C'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.4128	0.97	3.38	0.114	-1.9	27.70	✓			
7	C-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	9.6613	3.86	13.53	1.963	0	24.07	✓			
1	D-LAVAMANOS	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.9636	1.59	5.55	0.805	-1.9	25.16	✓			
6	D-D'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.92	0.37	1.29	0.159	0	23.91	✓			
3	D'-INNODORO	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.1578	0.86	3.02	0.438	-1.9	25.37	✓			
3	D'-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.9511	1.58	5.53	0.803	-1.9	25.01	✓			

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO														N3 - APARTAMENTO 3 - RAMAL 3			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S/(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)				
303	TANQUE - MANIFOLD	0.00540	50	0.05	2.750	✓	0.14	5.80	2.32	8.12	1.130	-3.40	35.25	✓			
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	15.034	6.01	21.05	10.470	0	24.78	✓			
12	A-B	0.00063	20	0.02	2.005	✓	0.25	1.3517	0.54	1.89	0.476	0	24.31	✓			
6	B-B'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.449	0.18	0.63	0.078	0	24.23	✓			
3	B'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.653	1.46	5.11	0.173	-1.9	25.96	✓			
3	B'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.9806	1.19	4.17	0.141	-1.9	25.99	✓			
6	B-B''	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	1.172	0.47	1.64	0.203	0	24.10	✓			
1	B''-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.88	1.15	4.03	0.499	-1.9	25.50	✓			
5	B''-B''	0.00038	20	0.02	1.210	✓	0.10	0.5029	0.20	0.70	0.073	0	24.03	✓			
3	B''-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.315	1.25	4.58	0.148	-1.9	25.78	✓			
2	B''-DUCHA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	1.7912	0.72	2.51	0.085	-0.55	24.50	✓			
7	A-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.835	1.13	3.97	0.576	0	24.21	✓			
3	D-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	4.9477	1.98	6.93	1.005	-1.9	25.10	✓			
4	D-D'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.2601	0.10	0.36	0.019	0	24.19	✓			
3	D'-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.102	1.64	5.74	0.194	-1.9	25.89	✓			
1	D'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.0599	1.22	4.28	0.145	-1.9	25.94	✓			
2	A-C	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	4.49	1.80	6.29	0.336	0	24.45	✓			
2	C-PILA*	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.9533	1.58	5.53	0.187	-1.9	26.16	✓			

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO														N3 - APARTAMENTO 4 - RAMAL 3			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S/(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)				
303	TANQUE - MANIFOLD	0.00540	50	0.05	2.750	✓	0.14	5.80	2.32	8.12	1.130	-3.40	35.25	✓			
19	MANIFOLD - A	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	8.333	3.33	11.67	5.060	0	30.19	✓			
8	A-A'	0.00049	20	0.02	1.560	✓	0.16	2.4212	0.97	3.39	0.549	0	29.64	✓			
2	A'-LAVASTASTOS	0.00049	20	0.02	1.560	✓	0.16	2.9104	1.16	4.07	0.660	-1.9	30.88	✓			
6	A'-A''	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.8644	1.15	4.01	0.496	0	29.15	✓			
3	A''-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.2996	1.32	4.62	0.156	-1.9	30.89	✓			
3	A''-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.217	1.29	4.50	0.152	-1.9	30.89	✓			
11	A-B	0.00060	20	0.02	1.910	✓	0.23	2.5869	1.03	3.62	0.837	0	29.36	✓			
4	B-B'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	5.2404	2.10	7.34	0.392	0	28.96	✓			
3	B'-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.5243	1.41	4.93	0.167	-1.9	30.70	✓			
1	B'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.1	1.24	4.34	0.147	-1.9	30.72	✓			
7	B-C	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	5.267	2.11	7.37	1.070	0	28.29	✓			
3	D-BAÑERA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.099	1.64	5.74	0.194	-1.9	29.99	✓			
3	D'-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.3399	1.34	4.68	0.158	-1.9	30.03	✓			
1	D'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.334	1.73	6.07	0.205	-1.9	29.98	✓			

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO														N3 - APARTAMENTO 4 - RAMAL 3			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S/(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESION ADM (mca)				
303	TANQUE - MANIFOLD	0.00540	50	0.05	2.750	✓	0.14	5.80	2.32	8.12	1.130	-3.40	35.25	✓			
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	2.423	0.97	3.39	1.687	0	33.56	✓			
6	A-A'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.2	0.08	0.28	0.035	0	33.53	✓			
3	A'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.1811	1.27	4.45	0.150	-1.9	35.28	✓			
3	A'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.883	1.55	5.44	0.184	-1.9	35.25	✓			
15	A-B	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	0.9711	0.39	1.36	0.443	0	33.12	✓			
2	B-PILA	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	2.6206	1.05	3.67	1.195	-1.9	33.83	✓			
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	3.4496	1.38	4.83	1.353	0	31.77	✓			
7	C-C'	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	0.7206	0.29	1.01	0.146	0	31.62	✓			
3	C'-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.3045	1.32	4.63	0.671	-1.9	32.85	✓			
4	C''-C''	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.8344	0.33	1.17	0.062	0	32.79	✓			
1	C''-LAVAMANOS	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	3.955	1.58	5.54	0.296	-1.9	34.39	✓			
3	C''-INNODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.3045	1.32	4.63	0.156	-1.9	34.53	✓			
6	C-D	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	4.499	1.80	6.30	0.780	0	30.99	✓			
1	C'-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	3.3346									

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N2 - APARTAMENTO 1 - RAMAL 3			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf (m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)			
202	TANQUE - MANIFOLD	0.00418	50	0.05	2.129	0.09	5.80	2.32	8.12	0.722	-3.40	37.93	✓			
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	0.50	2.44	0.98	3.42	1.699	0	36.23	✓			
2	A-LAVATRASTOS	0.00093	20	0.02	2.960	0.50	7.474	2.99	10.46	5.205	-1.9	32.93	✓			
19	A-B	0.00086	20	0.02	2.737	0.43	5.688	2.28	7.96	3.454	0	32.78	✓			
6	B-B'	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	1.7887	0.72	2.50	0.310	0	32.47	✓			
3	B'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.0391	1.22	4.25	0.144	-1.9	34.22	✓			
3	B'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	4.347	1.74	6.09	0.206	-1.9	34.16	✓			
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	0.28	1.4872	0.59	2.08	0.583	0	31.88	✓			
6	C-C'	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	0.8237	0.33	1.15	0.143	0	31.74	✓			
1	C'-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	2.8245	1.13	3.95	0.489	-1.9	33.15	✓			
5	C''-C''	0.00038	20	0.02	1.210	0.10	0.8761	0.35	1.23	0.127	0	31.61	✓			
3	C''-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	2.8245	1.13	3.95	0.134	-1.9	33.38	✓			
2	C''-DUCHA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.945	1.58	5.52	0.187	-0.55	31.98	✓			
7	C-D	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	5.541	2.22	7.76	1.126	0	30.76	✓			
1	D-LAVAMANOS	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	2.811	1.12	3.94	0.571	-1.9	32.09	✓			
6	D-D'	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	0.8619	0.34	1.21	0.149	0	30.61	✓			
3	D'-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	2.811	1.12	3.94	0.133	-1.9	32.38	✓			
3	D'-BAÑERA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.876	1.55	5.43	0.183	-1.9	32.33	✓			

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N2 - APARTAMENTO 2 - RAMAL 3			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf (m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)			
202	TANQUE - MANIFOLD	0.00418	50	0.05	2.129	0.09	5.80	2.32	8.12	0.722	-3.40	37.93	✓			
19	MANIFOLD - A	0.00086	20	0.02	2.737	0.43	12.657	5.06	17.72	7.686	0	30.24	✓			
4	A-A'	0.00026	20	0.02	0.828	0.05	0.8566	0.34	1.20	0.064	0	30.18	✓			
1	A'-LAVAMANOS	0.00026	20	0.02	0.828	0.05	2.8375	1.14	3.97	0.212	-1.9	31.93	✓			
3	A'-INODORO	0.00026	20	0.02	0.828	0.05	3.3325	1.33	4.67	0.249	-1.9	31.83	✓			
15	A-B	0.00073	20	0.02	2.324	0.33	0.8522	0.34	1.19	0.388	0	29.86	✓			
2	B-LAVATRASTOS	0.00073	20	0.02	2.324	0.33	5.9138	2.37	8.28	2.696	-1.9	29.06	✓			
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	0.28	2.9204	1.17	4.09	1.146	0	28.71	✓			
6	C-C'	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	2.676	1.07	3.75	0.464	0	28.60	✓			
3	C'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.099	1.24	4.34	0.147	-1.9	30.35	✓			
3	C'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	2.4128	0.97	3.38	0.114	-1.9	30.38	✓			
7	C-D	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	9.6613	3.86	13.53	1.963	0	26.75	✓			
1	D-LAVAMANOS	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	3.9636	1.59	5.55	0.805	-1.9	27.84	✓			
6	D-D'	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	0.92	0.37	1.29	0.159	0	26.59	✓			
3	D'-INODORO	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	2.1578	0.86	3.02	0.438	-1.9	28.05	✓			
3	D'-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	3.9511	1.58	5.53	0.803	-1.9	27.69	✓			

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N2 - APARTAMENTO 3 - RAMAL 3			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf (m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)			
202	TANQUE - MANIFOLD	0.00418	50	0.05	2.129	0.09	5.80	2.32	8.12	0.722	-3.40	37.93	✓			
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	0.50	15.034	6.01	21.05	10.470	0	27.46	✓			
12	A-B	0.00063	20	0.02	2.005	0.25	1.3517	0.54	1.89	0.476	0	26.98	✓			
6	B-B'	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	0.449	0.18	0.63	0.078	0	26.91	✓			
3	B'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.653	1.46	5.11	0.173	-1.9	28.63	✓			
3	B'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	2.9806	1.19	4.17	0.141	-1.9	28.67	✓			
6	B-B''	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	1.172	0.47	1.64	0.203	0	26.78	✓			
1	B''-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	2.88	1.15	4.03	0.499	-1.9	28.18	✓			
5	B''-B''	0.00038	20	0.02	1.210	0.10	0.5029	0.20	0.70	0.073	0	26.71	✓			
3	B''-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.13	1.25	4.38	0.148	-1.9	28.46	✓			
2	B''-DUCHA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	1.7912	0.72	2.51	0.085	-0.55	27.17	✓			
7	A-D	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	2.835	1.13	3.97	0.576	0	26.88	✓			
3	D-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	4.8477	1.98	6.83	1.095	-1.9	27.78	✓			
4	D-D'	0.00026	20	0.02	0.828	0.05	0.2601	0.10	0.36	0.019	0	26.87	✓			
3	D'-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	4.102	1.64	5.74	0.194	-1.9	28.57	✓			
1	D'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.0599	1.22	4.28	0.145	-1.9	28.62	✓			
2	A-C	0.00026	20	0.02	0.828	0.05	4.49	1.80	6.29	0.336	0	27.12	✓			
2	C-PILA*	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.9533	1.58	5.53	0.187	-1.9	28.84	✓			

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N2 - APARTAMENTO 4 - RAMAL 3			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf (m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)			
202	TANQUE - MANIFOLD	0.00418	50	0.05	2.129	0.09	5.80	2.32	8.12	0.722	-3.40	37.93	✓			
19	MANIFOLD - A	0.00086	20	0.02	2.737	0.43	8.333	3.33	11.67	5.060	0	32.87	✓			
8	A-A'	0.00049	20	0.02	1.560	0.16	2.4212	0.97	3.39	0.549	0	32.32	✓			
2	A'-LAVATRASTOS	0.00049	20	0.02	1.560	0.16	2.9104	1.16	4.07	0.660	-1.9	33.56	✓			
6	A''-A''	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	2.8644	1.15	4.01	0.496	0	31.82	✓			
3	A''-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.2996	1.32	4.62	0.156	-1.9	33.57	✓			
3	A''-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.217	1.29	4.50	0.152	-1.9	33.57	✓			
11	A-B	0.00060	20	0.02	1.910	0.23	2.5869	1.03	3.62	0.837	0	32.03	✓			
4	B-B'	0.00026	20	0.02	0.828	0.05	5.2404	2.10	7.34	0.392	0	31.64	✓			
3	B'-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.5243	1.41	4.93	0.167	-1.9	33.37	✓			
1	B'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.1	1.24	4.34	0.147	-1.9	33.39	✓			
7	B-C	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	5.267	2.11	7.37	1.070	0	30.96	✓			
3	D-BAÑERA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	4.099	1.64	5.74	0.194	-1.9	32.67	✓			
3	D'-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.3399	1.34	4.68	0.158	-1.9	32.71	✓			
1	D'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	4.334	1.73	6.07	0.205	-1.9	32.66	✓			

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO													N2 - APARTAMENTO 4 - RAMAL 3			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf (m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)			
202	TANQUE - MANIFOLD	0.00418	50	0.05	2.129	0.09	5.80	2.32	8.12	0.722	-3.40	37.93	✓			
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	0.50	2.423	0.97	3.39	1.687	0	36.24	✓			
6	A-A'	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	0.2	0.08	0.28	0.035	0	36.21	✓			
3	A'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.1811	1.27	4.45	0.150	-1.9	37.96	✓			
3	A'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.883	1.55	5.44	0.184	-1.9	37.92	✓			
15	A-B	0.00073	20	0.02	2.324	0.33	0.9711	0.39	1.36	0.443	0	35.80	✓			
2	B-PILA	0.00073	20	0.02	2.324	0.33	2.6206	1.05	3.67	1.195	-1.9	36.51	✓			
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	0.28	3.4496	1.38	4.83	1.353	0	34.45	✓			
7	C-C'	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	0.7206	0.29	1.01	0.146	0	34.30	✓			
3	C'-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	0.15	3.3045	1.32	4.63	0.671	-1.9	35.53	✓			
4	C''-C''	0.00026	20	0.02	0.828	0.05	0.8344	0.33	1.17	0.062	0	35.47	✓			
1	C''-LAVAMANOS	0.00026	20	0.02	0.828	0.05	3.955	1.58	5.54	0.296	-1.9	37.07	✓			
3	C''-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	0.03	3.3045	1.32	4.63	0.156	-1.9	37.21	✓			
6	C-D	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	4.499	1.80	6.30	0.780	0	33.67	✓			
1	C'-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	0.12	3.3346	1.33	4.67	0.578	-1.9	34.99	✓			
5	D-D'	0.00038	20	0.02	1.210	0.10	1.1543	0.46	1.62	0.168	0	33.50	✓			
2	D'-DUCHA	0.00038	20	0.02	1.210	0.10	3.3284	1.33	4.66	0.484	-1.9	34.92	✓			
1	D'-INODORO	0.00038	20	0.02	1.210	0.10	2.3809	0.95	3.33	0.346	-1.9	35.05	✓			

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO												N1 - APARTAMENTO 1 - RAMAL 3			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf (m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)		
101	TANQUE - MANIFOLD	0.00280	40	0.04	2.228	✓	0.13	5.80	2.32	8.12	1.033	-3.40	40.30	✓	
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	2.44	0.98	3.42	1.699	0	38.60	✓	
2	A-LAVATRASTOS	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	7.474	2.99	10.46	5.205	-1.9	35.29	✓	
19	A-B	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	5.688	2.28	7.96	3.454	0	35.14	✓	
6	B-B'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	1.7887	0.72	2.50	0.310	0	34.83	✓	
3	B'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.0391	1.22	4.25	0.144	-1.9	36.59	✓	
3	B'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.347	1.74	6.09	0.206	-1.9	36.53	✓	
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	1.4872	0.59	2.08	0.583	0	34.25	✓	
6	C-C'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.8237	0.33	1.15	0.143	0	34.11	✓	
1	C'-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.8245	1.13	3.95	0.489	-1.9	35.52	✓	
5	C'-C''	0.00038	20	0.02	1.210	✓	0.10	0.8761	0.35	1.23	0.127	0	33.98	✓	
3	C''-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.8245	1.13	3.95	0.134	-1.9	35.75	✓	
2	C''-DUCHA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.945	1.58	5.52	0.187	-0.55	34.34	✓	
7	C-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	5.541	2.22	7.76	1.126	0	33.13	✓	
1	D-LAVAMANOS	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.811	1.12	3.94	0.571	-1.9	34.45	✓	
6	D-D'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.8619	0.34	1.21	0.149	0	32.98	✓	
3	D'-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.811	1.12	3.94	0.133	-1.9	34.74	✓	
3	D'-BAÑERA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.876	1.55	5.43	0.183	-1.9	34.69	✓	

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO												N1 - APARTAMENTO 2 - RAMAL 3			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf (m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)		
101	TANQUE - MANIFOLD	0.00280	40	0.04	2.228	✓	0.13	5.80	2.32	8.12	1.033	-3.40	40.30	✓	
19	MANIFOLD - A	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	12.657	5.06	17.72	7.586	0	32.61	✓	
4	A-A'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.8566	0.34	1.20	0.064	0	32.55	✓	
1	A'-LAVAMANOS	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	2.8375	1.14	3.97	0.212	-1.9	34.30	✓	
3	A'-INODORO	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	3.3325	1.33	4.67	0.249	-1.9	34.20	✓	
15	A-B	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	0.8522	0.34	1.19	0.388	0	32.22	✓	
2	B-LAVATRASTOS	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	5.9138	2.37	8.28	2.696	-1.9	31.43	✓	
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	2.9204	1.17	4.09	1.146	0	31.08	✓	
6	C-C'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.676	1.07	3.75	0.464	0	30.96	✓	
3	C'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.099	1.24	4.34	0.147	-1.9	32.72	✓	
3	C'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.4128	0.97	3.38	0.114	-1.9	32.75	✓	
7	C-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	9.6613	3.86	13.53	1.963	0	29.11	✓	
1	D-LAVAMANOS	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.9636	1.59	5.55	0.805	-1.9	30.21	✓	
6	D-D'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.92	0.37	1.29	0.159	0	28.95	✓	
3	D'-INODORO	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.1578	0.86	3.02	0.438	-1.9	30.42	✓	
3	D'-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.9511	1.58	5.53	0.803	-1.9	30.05	✓	

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO												N1 - APARTAMENTO 3 - RAMAL 3			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf (m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)		
101	TANQUE - MANIFOLD	0.00280	40	0.04	2.228	✓	0.13	5.80	2.32	8.12	1.033	-3.40	40.30	✓	
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	15.034	6.01	21.05	10.470	0	29.83	✓	
12	A-B	0.00063	20	0.02	2.005	✓	0.25	1.3517	0.54	1.89	0.476	0	29.35	✓	
6	B-B'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.449	0.18	0.63	0.078	0	29.27	✓	
3	B'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.653	1.46	5.11	0.173	-1.9	31.00	✓	
3	B'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	2.9806	1.19	4.17	0.141	-1.9	31.03	✓	
6	B-B''	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	1.172	0.47	1.64	0.203	0	29.15	✓	
1	B''-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.88	1.15	4.03	0.499	-1.9	30.55	✓	
5	B''-B'''	0.00038	20	0.02	1.210	✓	0.10	0.5029	0.20	0.70	0.073	0	29.08	✓	
3	B'''-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.13	1.25	4.38	0.148	-1.9	30.83	✓	
2	B'''-DUCHA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	1.7912	0.72	2.51	0.085	-0.55	29.54	✓	
7	A-D	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	2.835	1.13	3.97	0.576	0	29.25	✓	
3	D-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	4.8477	1.98	6.83	1.095	-1.9	30.15	✓	
4	D-D'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.2601	0.10	0.36	0.019	0	29.23	✓	
3	D'-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.102	1.64	5.74	0.194	-1.9	30.94	✓	
1	D'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.0599	1.22	4.28	0.145	-1.9	30.99	✓	
2	A-C	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	4.49	1.80	6.29	0.336	0	29.49	✓	
2	C-PILA*	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.9533	1.58	5.53	0.187	-1.9	31.20	✓	

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO												N1 - APARTAMENTO 4 - RAMAL 3			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf (m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)		
101	TANQUE - MANIFOLD	0.00280	40	0.04	2.228	✓	0.13	5.80	2.32	8.12	1.033	-3.40	40.30	✓	
19	MANIFOLD - A	0.00086	20	0.02	2.737	✓	0.43	8.333	3.33	11.67	5.060	0	35.24	✓	
8	A-A'	0.00049	20	0.02	1.560	✓	0.16	2.4212	0.97	3.39	0.549	0	34.69	✓	
2	A'-LAVATRASTOS	0.00049	20	0.02	1.560	✓	0.16	2.9104	1.16	4.07	0.660	-1.9	35.93	✓	
6	A'-A''	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	2.8644	1.15	4.01	0.496	0	34.19	✓	
3	A''-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.2996	1.32	4.62	0.156	-1.9	35.94	✓	
3	A''-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.217	1.29	4.50	0.152	-1.9	35.94	✓	
11	A-B	0.00060	20	0.02	1.910	✓	0.23	2.5869	1.03	3.62	0.837	0	34.40	✓	
4	B-B'	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	5.2404	2.10	7.34	0.392	0	34.01	✓	
3	B'-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.5243	1.41	4.93	0.167	-1.9	35.74	✓	
1	B'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.1	1.24	4.34	0.147	-1.9	35.76	✓	
7	B-C	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	5.267	2.11	7.37	1.070	0	33.33	✓	
3	D-BAÑERA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.099	1.64	5.74	0.194	-1.9	35.04	✓	
3	D'-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.3399	1.34	4.68	0.158	-1.9	35.07	✓	
1	D'-LAVAMANOS	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.334	1.73	6.07	0.205	-1.9	35.03	✓	

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO												N1 - APARTAMENTO 4 - RAMAL 3			
UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m ³ /s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf (m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)		
101	TANQUE - MANIFOLD	0.00280	40	0.04	2.228	✓	0.13	5.80	2.32	8.12	1.033	-3.40	40.30	✓	
21	MANIFOLD - A	0.00093	20	0.02	2.960	✓	0.50	2.423	0.97	3.39	1.687	0	38.61	✓	
6	A-A'	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	0.2	0.08	0.28	0.035	0	38.58	✓	
3	A'-LAVADORA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.1811	1.27	4.45	0.150	-1.9	40.33	✓	
3	A'-PILA	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.883	1.55	5.44	0.184	-1.9	40.29	✓	
15	A-B	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	0.9711	0.39	1.36	0.443	0	38.17	✓	
2	B-PILA	0.00073	20	0.02	2.324	✓	0.33	2.6206	1.05	3.67	1.195	-1.9	38.87	✓	
13	B-C	0.00067	20	0.02	2.133	✓	0.28	3.4496	1.38	4.83	1.353	0	36.81	✓	
7	C-C'	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	0.7206	0.29	1.01	0.146	0	36.67	✓	
3	C'-BAÑERA	0.00046	20	0.02	1.464	✓	0.15	3.3045	1.32	4.63	0.671	-1.9	37.90	✓	
4	C'-C''	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	0.8344	0.33	1.17	0.062	0	37.83	✓	
1	C''-LAVAMANOS	0.00026	20	0.02	0.828	✓	0.05	3.955	1.58	5.54	0.296	-1.9	39.44	✓	
3	C''-INODORO	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.3045	1.32	4.63	0.156	-1.9	39.58	✓	
6	C-D	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	4.499	1.80	6.30	0.780	0	36.03	✓	
1	C'-LAVAMANOS	0.00042	20	0.02	1.337	✓	0.12	3.3346	1.33						

PRESION									
KG/CM2	6.00	l/s	6.000	FM	40%	Vel máx	3.50	K	0.00056
mca	60.00	m3/s	0.006	Bomba	-	15.55	Vel mín	0.50	

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO

Sótanos y Lobby

Calculado	Nivel	Ref. Altura	UNIDAD DE GASTO	TRAMO	CAUDAL m3/s	DIAMETRO mm	DIAMETRO m	VELOCIDAD m/s	PENDIENTE S(m/m)	LONGITUD DE TUBERIA(m)	LONGITUD EQUIV. (m)	LONGITUD TOTAL (m)	PERDIDA Hf(m)	DESNIVEL m	PRESION mca	PRESIÓN ADM (mca)	
	S6B	-15.55	40	BOMBA-A	0.00152	25	0.03	3.097	✓	0.41	16.526	6.61	23.14	9.421	2.45	48.13	✓
			3	A-GRIFO S6B	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	6.151	2.46	8.61	0.291	-1.9	49.74	✓
			37	A-B	0.00144	25	0.03	2.934	✓	0.37	12.579	5.03	17.61	6.523	0	41.61	✓
1.63	S6A	-13.92	37	B-C	0.00144	25	0.03	2.934	✓	0.37	4.08	1.63	5.71	2.116	1.63	37.86	✓
			3	C-GRIFO S6A	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.569	1.83	6.40	0.216	-1.9	39.54	✓
			34	C-D	0.00136	25	0.03	2.771	✓	0.34	4.07	1.63	5.70	1.910	4.07	31.88	✓
4.07	S5B	-9.85	3	C-GRIFO S5B	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	16.6805	6.67	23.35	0.789	-1.9	32.99	✓
			31	D-E	0.00129	25	0.03	2.628	✓	0.31	1.63	0.65	2.28	0.697	1.63	29.55	✓
			3	E-GRIFO S5A	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.569	1.83	6.40	0.216	-1.9	31.24	✓
4.07	S4B	-4.15	28	E-F	0.00119	25	0.03	2.424	✓	0.27	4.07	1.63	5.70	1.512	4.07	23.97	✓
			3	F-GRIFO S4B	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	16.6805	6.67	23.35	0.789	-1.9	25.08	✓
			25	F-G	0.00108	25	0.03	2.200	✓	0.22	1.63	0.65	2.28	0.511	1.63	21.83	✓
1.63	S4A	-2.52	3	G-GRIFO S4A	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.569	1.83	6.40	0.216	-1.9	23.51	✓
			22	G-H	0.00096	25	0.03	1.956	✓	0.18	4.07	1.63	5.70	1.038	4.07	16.72	✓
			3	H-GRIFO S3B	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	16.6805	6.67	23.35	0.789	-1.9	17.83	✓
1.63	S3A	3.18	19	H-I	0.00086	25	0.03	1.752	✓	0.15	1.63	0.65	2.28	0.343	1.63	14.75	✓
			3	I-GRIFO S3A	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.569	1.83	6.40	0.216	-1.9	16.43	✓
			16	I-J	0.00076	25	0.03	1.548	✓	0.12	4.07	1.63	5.70	0.690	4.07	9.99	✓
4.07	S2B	7.25	3	J-GRIFO S2B	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	16.6805	6.67	23.35	0.789	-1.9	11.10	✓
			13	J-K	0.00067	25	0.03	1.365	✓	0.10	1.63	0.65	2.28	0.222	1.63	8.14	✓
			3	K-GRIFO S2A	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.569	1.83	6.40	0.216	-1.9	9.82	✓
1.63	S2A	8.88	10	K-L	0.00057	25	0.03	1.161	✓	0.07	4.07	1.63	5.70	0.417	4.07	3.65	✓
			10	L-M	0.00057	25	0.03	1.161	✓	0.07	11.8705	4.75	16.62	1.216	0	2.43	✓
			3	M-GRIFO S1B	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.579	1.83	6.41	0.217	-1.9	4.12	✓
			1	M-LAVAMANOS S1B	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	3.3546	1.34	4.70	0.159	-1.9	5.86	✓
			3	M-INNODORO S1B	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.3111	1.72	6.04	0.204	-1.9	7.56	✓
1.63	S1A	14.58	3	M-N	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	1.63	0.65	2.28	0.077	1.63	2.94	✓
			3	N-GRIFO S1A	0.00020	20	0.02	0.637	✓	0.03	4.569	1.83	6.40	0.216	-1.9	4.63	✓

B. Comparación de resultados

N12 - COMPARACIÓN DE RESULTADOS			
APTO	APARATO	CYPE PLUMBING	MÉTODO HUNTER
1	BAÑERA	7.38	7.84
2	BAÑERA	2.83	3.20
3	LAVATRASTOS	3.8	4.36
4	LAVAMANOS	6.98	8.18
5	INNODORO	8.97	10.80
<u>PRESION PROM.</u>		6.98	7.84
<u>COINCIDENCIA</u>		89.00%	

N11- COMPARACIÓN DE RESULTADOS			
APTO	APARATO	CYPE PLUMBING	MÉTODO HUNTER
1	BAÑERA	9.24	10.11
2	BAÑERA	4.26	5.47
3	LAVATRASTOS	5.49	6.63
4	LAVAMANOS	8.57	10.45
5	INNODORO	11.55	12.84
<u>PRESION PROM.</u>		8.57	10.11
<u>COINCIDENCIA</u>		84.74%	

N10 - COMPARACIÓN DE RESULTADOS			
APTO	APARATO	CYPE PLUMBING	MÉTODO HUNTER
1	BAÑERA	11.98	12.79
2	BAÑERA	7.03	8.15
3	LAVATRASTOS	7.76	9.30
4	LAVAMANOS	11.24	13.12
5	INNODORO	12.55	15.52
<u>PRESION PROM.</u>		11.24	12.79
<u>COINCIDENCIA</u>		87.87%	

N09 - COMPARACIÓN DE RESULTADOS			
APTO	APARATO	CYPE PLUMBING	MÉTODO HUNTER
1	BAÑERA	14.81	15.83
2	BAÑERA	9.4	11.19
3	LAVATRASTOS	9.88	12.35
4	LAVAMANOS	13.45	16.17
5	INNODORO	16.1	18.56
<u>PRESION PROM.</u>		13.45	15.83
<u>COINCIDENCIA</u>		84.94%	

N08 - COMPARACIÓN DE RESULTADOS			
APTO	APARATO	CYPE PLUMBING	MÉTODO HUNTER
1	BAÑERA	15.16	17.61
2	BAÑERA	10.17	12.97
3	LAVATRASTOS	12.54	14.12
4	LAVAMANOS	14.98	17.94
5	INNODORO	17	20.34
<u>PRESIÓN PROM.</u>		14.98	17.61
<u>COINCIDENCIA</u>		85.07%	

N07 - COMPARACIÓN DE RESULTADOS			
APTO	APARATO	CYPE PLUMBING	MÉTODO HUNTER
1	BAÑERA	17.2	19.88
2	BAÑERA	12.51	15.24
3	LAVATRASTOS	13.84	16.39
4	LAVAMANOS	17.9	20.21
5	INNODORO	18.54	22.61
<u>PRESIÓN PROM.</u>		17.20	19.88
<u>COINCIDENCIA</u>		86.52%	

N06 - COMPARACIÓN DE RESULTADOS			
APTO	APARATO	CYPE PLUMBING	MÉTODO HUNTER
1	BAÑERA	19.74	22.56
2	BAÑERA	15.35	17.92
3	LAVATRASTOS	15.58	19.07
4	LAVAMANOS	19.56	22.89
5	INNODORO	22.48	25.29
<u>PRESIÓN PROM.</u>		19.56	22.56
<u>COINCIDENCIA</u>		86.71%	

N05 - COMPARACIÓN DE RESULTADOS			
APTO	APARATO	CYPE PLUMBING	MÉTODO HUNTER
1	BAÑERA	22.38	25.60
2	BAÑERA	16.81	20.96
3	LAVATRASTOS	16.71	22.11
4	LAVAMANOS	22.59	25.93
5	INNODORO	23.66	28.33
<u>PRESIÓN PROM.</u>		22.38	25.60
<u>COINCIDENCIA</u>		87.42%	

N04 - COMPARACIÓN DE RESULTADOS			
APTO	APARATO	CYPE PLUMBING	MÉTODO HUNTER
1	BAÑERA	24.12	27.38
2	BAÑERA	19.8	22.74
3	LAVATRASTOS	18.94	23.89
4	LAVAMANOS	24.54	27.71
5	INNODORO	25.01	30.10
<u>PRESIÓN PROM.</u>		24.12	27.38
<u>COINCIDENCIA</u>		88.10%	

N03 - COMPARACIÓN DE RESULTADOS			
APTO	APARATO	CYPE PLUMBING	MÉTODO HUNTER
1	BAÑERA	25.79	29.65
2	BAÑERA	19.57	25.01
3	LAVATRASTOS	21.75	26.16
4	LAVAMANOS	26.92	29.98
5	INNODORO	25.42	32.38
<u>PRESIÓN PROM.</u>		25.42	29.65
<u>COINCIDENCIA</u>		85.74%	

N02 - COMPARACIÓN DE RESULTADOS			
APTO	APARATO	CYPE PLUMBING	MÉTODO HUNTER
1	BAÑERA	29.02	32.33
2	BAÑERA	22.05	27.69
3	LAVATRASTOS	22.51	28.84
4	LAVAMANOS	25.95	32.66
5	INNODORO	28.78	35.05
<u>PRESIÓN PROM.</u>		25.95	32.33
<u>COINCIDENCIA</u>		80.28%	

N01 - COMPARACIÓN DE RESULTADOS			
APTO	APARATO	CYPE PLUMBING	MÉTODO HUNTER
1	BAÑERA	30.22	34.69
2	BAÑERA	24.11	30.05
3	LAVATRASTOS	26.79	31.20
4	LAVAMANOS	26.31	35.03
5	INNODORO	28.83	37.42
<u>PRESIÓN PROM.</u>		26.79	34.69
<u>COINCIDENCIA</u>		77.22%	

Comprobaciones

Tuberías

Referencia:

TH6. Distribuidor principal

Descripción:

Caudal bruto: 69.6 l/s
 Simultaneidad: 0.0494796
 Caudal con simultaneidad: 3.44 l/s
 Rugosidad absoluta: 0.003 mm
 Viscosidad de agua fría: $1.005 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
 Longitud equivalente: 6.17 m

Comprobación	Valores	Estado
Datos generales		
Diámetro nominal	Mínimo: 1 in Calculado: 3.5 in	Cumple
Cálculo hidráulico		
Diámetro interior	Mínimo: 1.4 in Calculado: 2.9 in	Cumple
Caudal	Calculado: 3.44 l/s Máximo: 14.89 l/s	Cumple
Velocidad	Mínimo: 0.5 m/s Calculado: 0.81 m/s Máximo: 3.5 m/s	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia:

TH281. Derivación particular

Descripción:

Caudal bruto: 3.4 l/s
 Simultaneidad: 0.306737
 Caudal con simultaneidad: 1.04 l/s
 Rugosidad absoluta: 0.003 mm
 Viscosidad de agua fría: $1.005 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
 Longitud equivalente: 8.234 m

Comprobación	Valores	Estado
Datos generales		
Diámetro nominal	Mínimo: 0.8 in Calculado: 1 in	Cumple
Cálculo hidráulico		
Diámetro interior	Mínimo: 0.8 in Calculado: 0.8 in	Cumple
Caudal	Calculado: 1.04 l/s Máximo: 1.14 l/s	Cumple
Velocidad	Mínimo: 0.5 m/s Calculado: 3.19 m/s Máximo: 3.5 m/s	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia:

TH282. Derivación particular

Descripción:

Caudal bruto: 2.4 l/s
 Simultaneidad: 0.363041

Comprobaciones

Caudal con simultaneidad: 0.87 l/s
 Rugosidad absoluta: 0.003 mm
 Viscosidad de agua fría: $1.004 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
 Longitud equivalente: 4.141 m

Comprobación	Valores	Estado
Datos generales		
Diámetro nominal	Mínimo: 0.8 in Calculado: 1 in	Cumple
Cálculo hidráulico		
Diámetro interior	Mínimo: 0.7 in Calculado: 0.8 in	Cumple
Caudal	Calculado: 0.87 l/s Máximo: 1.14 l/s	Cumple
Velocidad	Mínimo: 0.5 m/s Calculado: 2.67 m/s Máximo: 3.5 m/s	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia:

TH283. Derivación particular

Descripción:

Caudal bruto: 1.4 l/s
 Simultaneidad: 0.466779
 Caudal con simultaneidad: 0.65 l/s
 Rugosidad absoluta: 0.003 mm
 Viscosidad de agua fría: $1.004 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
 Longitud equivalente: 0.761 m

Comprobación	Valores	Estado
Datos generales		
Diámetro nominal	Mínimo: 0.8 in Calculado: 0.8 in	Cumple
Cálculo hidráulico		
Diámetro interior	Mínimo: 0.6 in Calculado: 0.6 in	Cumple
Caudal	Calculado: 0.65 l/s Máximo: 0.7 l/s	Cumple
Velocidad	Mínimo: 0.5 m/s Calculado: 3.25 m/s Máximo: 3.5 m/s	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia:

TH285. Derivación particular interior

Descripción:

Caudal bruto: 1.4 l/s
 Simultaneidad: 0.466779
 Caudal con simultaneidad: 0.65 l/s
 Rugosidad absoluta: 0.003 mm
 Viscosidad de agua fría: $1.004 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
 Longitud equivalente: 3.606 m

Comprobación	Valores	Estado
Datos generales		

Comprobaciones

Comprobación	Valores	Estado
Diámetro nominal	Mínimo: 0.8 in Calculado: 0.8 in	Cumple
Cálculo hidráulico		
Diámetro interior	Mínimo: 0.6 in Calculado: 0.6 in	Cumple
Caudal	Calculado: 0.65 l/s Máximo: 0.7 l/s	Cumple
Velocidad	Mínimo: 0.5 m/s Calculado: 3.25 m/s Máximo: 3.5 m/s	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia:

TH289. Derivación de aparato

Descripción:

Caudal bruto: 0.2 l/s

Simultaneidad: 1

Caudal con simultaneidad: 0.2 l/s

Rugosidad absoluta: 0.003 mm

Viscosidad de agua fría: $1.004 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Longitud equivalente: 4.984 m

Comprobación:

No hay comprobaciones a realizar

Referencia:

TH288. Derivación de aparato

Descripción:

Caudal bruto: 0.2 l/s

Simultaneidad: 1

Caudal con simultaneidad: 0.2 l/s

Rugosidad absoluta: 0.003 mm

Viscosidad de agua fría: $1.004 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Longitud equivalente: 1.951 m

Comprobación:

No hay comprobaciones a realizar

Referencia:

TH286. Derivación particular interior

Descripción:

Caudal bruto: 0.4 l/s

Simultaneidad: 1

Caudal con simultaneidad: 0.4 l/s

Rugosidad absoluta: 0.003 mm

Viscosidad de agua fría: $1.004 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Longitud equivalente: 0.34 m

Comprobación	Valores	Estado
Datos generales		
Diámetro nominal	Mínimo: 0.8 in Calculado: 0.8 in	Cumple
Cálculo hidráulico		



Comprobaciones

Comprobación	Valores	Estado
Diámetro interior	Mínimo: 0.5 in Calculado: 0.6 in	Cumple
Caudal	Calculado: 0.4 l/s Máximo: 0.7 l/s	Cumple
Velocidad	Mínimo: 0.5 m/s Calculado: 1.99 m/s Máximo: 3.5 m/s	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia:

TH280. Derivación particular

Descripción:

Caudal bruto: 5.8 l/s
 Simultaneidad: 0.23522
 Caudal con simultaneidad: 1.36 l/s
 Rugosidad absoluta: 0.003 mm
 Viscosidad de agua fría: $1.005 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
 Longitud equivalente: 0.538 m

Comprobación	Valores	Estado
Datos generales		
Diámetro nominal	Mínimo: 0.8 in Calculado: 1.3 in	Cumple
Cálculo hidráulico		
Diámetro interior	Mínimo: 0.9 in Calculado: 1 in	Cumple
Caudal	Calculado: 1.36 l/s Máximo: 1.89 l/s	Cumple
Velocidad	Mínimo: 0.5 m/s Calculado: 2.53 m/s Máximo: 3.5 m/s	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia:

TH284. Derivación particular interior

Descripción:

Caudal bruto: 1.4 l/s
 Simultaneidad: 0.466779
 Caudal con simultaneidad: 0.65 l/s
 Rugosidad absoluta: 0.003 mm
 Viscosidad de agua fría: $1.004 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
 Longitud equivalente: 1.411 m

Comprobación	Valores	Estado
Datos generales		
Diámetro nominal	Mínimo: 0.8 in Calculado: 0.8 in	Cumple
Cálculo hidráulico		
Diámetro interior	Mínimo: 0.6 in Calculado: 0.6 in	Cumple
Caudal	Calculado: 0.65 l/s Máximo: 0.7 l/s	Cumple
Velocidad	Mínimo: 0.5 m/s Calculado: 3.25 m/s Máximo: 3.5 m/s	Cumple

Comprobaciones

Comprobación	Valores	Estado
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia:
TH287. Local húmedo

Descripción:
Caudal bruto: 0.4 l/s
Simultaneidad: 1
Caudal con simultaneidad: 0.4 l/s
Rugosidad absoluta: 0.003 mm
Viscosidad de agua fría: $1.004 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
Longitud equivalente: 5.497 m

Comprobación	Valores	Estado
Cálculo hidráulico		
Diámetro interior	Mínimo: 0.5 in Calculado: 0.6 in	Cumple
Caudal	Calculado: 0.4 l/s Máximo: 0.7 l/s	Cumple
Velocidad	Mínimo: 0.5 m/s Calculado: 1.99 m/s Máximo: 3.5 m/s	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia:
TH279. Derivación particular

Descripción:
Caudal bruto: 5.8 l/s
Simultaneidad: 0.23522
Caudal con simultaneidad: 1.36 l/s
Rugosidad absoluta: 0.003 mm
Viscosidad de agua fría: $1.005 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
Longitud equivalente: 5.033 m

Comprobación	Valores	Estado
Datos generales		
Diámetro nominal	Mínimo: 0.8 in Calculado: 1.3 in	Cumple
Cálculo hidráulico		
Diámetro interior	Mínimo: 0.9 in Calculado: 1 in	Cumple
Caudal	Calculado: 1.36 l/s Máximo: 1.89 l/s	Cumple
Velocidad	Mínimo: 0.5 m/s Calculado: 2.53 m/s Máximo: 3.5 m/s	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia:
TH8. Derivación particular

Descripción:
Caudal bruto: 17.4 l/s
Simultaneidad: 0.133691
Caudal con simultaneidad: 2.33 l/s
Rugosidad absoluta: 0.003 mm
Viscosidad de agua fría: $1.005 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Comprobaciones

Longitud equivalente: 8.16 m

Comprobación	Valores	Estado
Datos generales		
Diámetro nominal	Mínimo: 0.8 in Calculado: 3.5 in	Cumple
Cálculo hidráulico		
Diámetro interior	Mínimo: 1.1 in Calculado: 2.9 in	Cumple
Caudal	Calculado: 2.33 l/s Máximo: 14.89 l/s	Cumple
Velocidad	Mínimo: 0.5 m/s Calculado: 0.55 m/s Máximo: 3.5 m/s	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia:

TH7. Derivación particular

Descripción:

Caudal bruto: 23.2 l/s
 Simultaneidad: 0.11164
 Caudal con simultaneidad: 2.59 l/s
 Rugosidad absoluta: 0.003 mm
 Viscosidad de agua fría: $1.005 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
 Longitud equivalente: 2.875 m

Comprobación	Valores	Estado
Datos generales		
Diámetro nominal	Mínimo: 0.8 in Calculado: 3.5 in	Cumple
Cálculo hidráulico		
Diámetro interior	Mínimo: 1.2 in Calculado: 2.9 in	Cumple
Caudal	Calculado: 2.59 l/s Máximo: 14.89 l/s	Cumple
Velocidad	Mínimo: 0.5 m/s Calculado: 0.61 m/s Máximo: 3.5 m/s	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia:

TH5. Acometida

Descripción:

Caudal bruto: 69.6 l/s
 Simultaneidad: 0.0494796
 Caudal con simultaneidad: 3.44 l/s
 Rugosidad absoluta: 0.003 mm
 Viscosidad de agua fría: $1.005 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
 Longitud equivalente: 114.059 m

Comprobación	Valores	Estado
Datos generales		
Diámetro nominal	Mínimo: 1 in Calculado: 3.5 in	Cumple
Cálculo hidráulico		

Comprobaciones

Comprobación	Valores	Estado
Diámetro interior	Mínimo: 1.4 in Calculado: 2.9 in	Cumple
Caudal	Calculado: 3.44 l/s Máximo: 14.89 l/s	Cumple
Velocidad	Mínimo: 0.5 m/s Calculado: 0.81 m/s Máximo: 3.5 m/s	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia:

TH4. Distribuidor principal

Descripción:

Caudal bruto: 69.6 l/s
 Simultaneidad: 0.0494796
 Caudal con simultaneidad: 3.44 l/s
 Rugosidad absoluta: 0.003 mm
 Viscosidad de agua fría: $1.005 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
 Longitud equivalente: 0.948 m

Comprobación	Valores	Estado
Datos generales		
Diámetro nominal	Mínimo: 1 in Calculado: 3.5 in	Cumple
Cálculo hidráulico		
Diámetro interior	Mínimo: 1.4 in Calculado: 2.9 in	Cumple
Caudal	Calculado: 3.44 l/s Máximo: 14.89 l/s	Cumple
Velocidad	Mínimo: 0.5 m/s Calculado: 0.81 m/s Máximo: 3.5 m/s	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia:

T2. Acometida

Descripción:

Caudal bruto: 69.6 l/s
 Simultaneidad: 0.0494796
 Caudal con simultaneidad: 3.44 l/s
 Rugosidad absoluta: 0.003 mm
 Viscosidad de agua fría: $1.005 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
 Longitud equivalente: 0.706 m

Comprobación	Valores	Estado
Datos generales		
Diámetro nominal	Mínimo: 1 in Calculado: 3.5 in	Cumple
Cálculo hidráulico		
Diámetro interior	Mínimo: 1.4 in Calculado: 2.9 in	Cumple
Caudal	Calculado: 3.44 l/s Máximo: 14.89 l/s	Cumple
Velocidad	Mínimo: 0.5 m/s Calculado: 0.81 m/s Máximo: 3.5 m/s	Cumple

Comprobaciones

Comprobación	Valores	Estado
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia:

TH1. Acometida

Descripción:

Caudal bruto: 69.6 l/s
 Simultaneidad: 0.0494796
 Caudal con simultaneidad: 3.44 l/s
 Rugosidad absoluta: 0.003 mm
 Viscosidad de agua fría: $1.005 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
 Longitud equivalente: 3.838 m

Comprobación	Valores	Estado
Se cumplen todas las comprobaciones		

Producido por una versión educativa de CYPE

Comprobación	Valores	Estado
Datos generales		
Diámetro nominal	Mínimo: 1 in Calculado: 3.5 in	Cumple
Cálculo hidráulico		
Diámetro interior	Mínimo: 1.4 in Calculado: 2.9 in	Cumple
Caudal	Calculado: 3.44 l/s Máximo: 14.89 l/s	Cumple
Velocidad	Mínimo: 0.5 m/s Calculado: 0.81 m/s Máximo: 3.5 m/s	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia:

TH3. Acometida

Descripción:

Caudal bruto: 69.6 l/s

Comprobaciones

Simultaneidad: 0.0494796
 Caudal con simultaneidad: 3.44 l/s
 Rugosidad absoluta: 0.003 mm
 Viscosidad de agua fría: $1.005 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
 Longitud equivalente: 0.283 m

Comprobación	Valores	Estado
Datos generales		
Diámetro nominal	Mínimo: 1 in Calculado: 3.5 in	Cumple
Cálculo hidráulico		
Diámetro interior	Mínimo: 1.4 in Calculado: 2.9 in	Cumple
Caudal	Calculado: 3.44 l/s Máximo: 14.89 l/s	Cumple
Velocidad	Mínimo: 0.5 m/s Calculado: 0.81 m/s Máximo: 3.5 m/s	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia:

TG.3. Acometida

Descripción:

Caudal bruto: 69.6 l/s
 Simultaneidad: 0.0494796
 Caudal con simultaneidad: 3.44 l/s
 Rugosidad absoluta: 0.003 mm
 Viscosidad de agua fría: $1.005 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
 Longitud equivalente: 0.283 m

Comprobación	Valores	Estado
Datos generales		
Diámetro nominal	Mínimo: 1 in Calculado: 3.5 in	Cumple
Cálculo hidráulico		
Diámetro interior	Mínimo: 1.4 in Calculado: 2.9 in	Cumple
Caudal	Calculado: 3.44 l/s Máximo: 14.89 l/s	Cumple
Velocidad	Mínimo: 0.5 m/s Calculado: 0.81 m/s Máximo: 3.5 m/s	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Procedimiento una vez se haya verificado

Criterios de cálculo

Cálculo hidráulico

Las pérdidas de presión en cada tramo de la red se calculan con la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$h_p = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5}$$

h_p : Pérdida de carga (mca)
L: Longitud de la conducción (m)
Q: Caudal que circula por la conducción (m^3/s)
g: Aceleración de la gravedad (m/s^2)
D: Diámetro interior de la conducción (m)

El factor de fricción 'f' es función de:

El número de Reynolds (Re)

Es un número adimensional. Su valor indica si el flujo sigue un modelo laminar o turbulento. Representa la relación entre las fuerzas inerciales y las fuerzas viscosas en la tubería.

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

V: Velocidad del fluido en la conducción (m/s)
D: Diámetro interior de la conducción (m)
 ν : Viscosidad cinemática del fluido (m^2/s)

La rugosidad relativa (e/D)

Traduce matemáticamente las imperfecciones del tubo.

Para el cálculo del factor de fricción se utiliza la fórmula de Colebrook-White. Mediante un cálculo iterativo, se obtiene un resultado exacto del factor de fricción.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\epsilon}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right)$$

Cálculo de las redes de retorno de agua caliente:

Se calcula un caudal mínimo de recirculación que garantice una pérdida de temperatura determinada, desde el equipo de producción de A.C.S. hasta los puntos de consumo.

$$E_p = Q \cdot (T_e - T_s)$$

E_p : Calor disipado (Kcal/h)
Q: Caudal en el tramo (l/h)
 T_e , T_s : Temperaturas de entrada y de salida en el tramo ($^{\circ}C$)

El cálculo calorífico efectuado considera las pérdidas de calor en el circuito de agua caliente, considerando la existencia o no de aislamiento térmico en dichas conducciones.

La formulación utilizada para el cálculo sin aislamiento térmico es la siguiente:

$$E_p = \frac{\pi \cdot D \cdot \Delta T}{\frac{D}{h_i \cdot D} + \frac{1}{h_e}}$$

Criterios de cálculo

La formulación utilizada para el cálculo con aislamiento térmico es la siguiente:

$$E_p = \frac{\pi \cdot D \cdot \Delta T}{\frac{1}{h_i} + \frac{D}{2 \cdot \lambda} \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot e + D}{D}\right) + \left(\frac{D}{h_e \cdot (2 \cdot e + D)}\right)}$$

E_p : Calor disipado (W/m)

ΔT : Diferencia de temperatura entre el agua caliente y el ambiente. (°C)

D: Diámetro interior de la conducción (m)

h_e : Coeficiente de convección exterior

h_i : Coeficiente de convección interior

e: Espesor del aislamiento térmico (m)

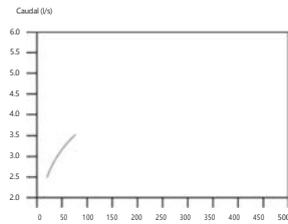
λ : Conductividad térmica del aislamiento (W/mK)

Simultaneidad

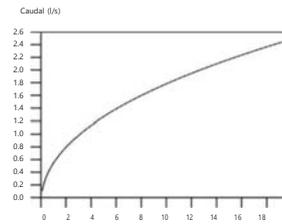
$$Q_c = x_1 \cdot Q_t^{x_2} + x_3 \quad \text{Edificios de viviendas}$$

Producido por una versión educativa de CYPE

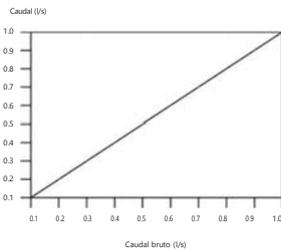
$Q_t > 20 \quad Q_{min} > 0 \quad x_1 = 1.7 \quad x_2 = 0.21 \quad x_3 = -0.7$



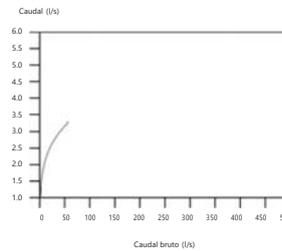
$Q_t \leq 20 \quad Q_{min} < 0.5 \quad x_1 = 0.682 \quad x_2 = 0.45 \quad x_3 = -0.14$



$Q_t \leq 1 \quad Q_{min} \geq 0.5 \quad x_1 = 1 \quad x_2 = 1 \quad x_3 = 0$



$Q_t > 1 \quad Q_{min} \geq 0.5 \quad x_1 = 1.7 \quad x_2 = 0.21 \quad x_3 = -0.7$



Potencia de los equipos de producción de A.C.S.

Directo

$$P = Q \cdot (T_{HW} - T_{CW}) \cdot C_p$$

Auxiliar

$$P = V \cdot (T - T_{CW}) \cdot C_p / (t \cdot \eta)$$

Q: Caudal

T: Temperatura de acumulación

T_{HW} : Temperatura del agua caliente

T_{CW} : Temperatura del agua fría de red

C_p : Calor específico

V: Volumen de acumulación

Criterios de cálculo

t: Tiempo
K: Rendimiento

Puntos de acometida

Punto de acometida

Punto de acometida enterrado de abastecimiento de agua potable

Contadores

Batería de contadores

Batería de contadores

Datos para dimensionamiento y comprobación

Pérdida de carga localizada 4.5 mca

Accesorios

Llave de corte general

La llave de corte general servirá para interrumpir el suministro al edificio, y estará situada dentro de la propiedad, en una zona de uso común, accesible para su manipulación y señalada adecuadamente para permitir su identificación. Si se dispone armario o arqueta del contador general, debe alojarse en su interior.

Diámetro (in)	Pérdida de carga localizada (mca)
0.5	0.5
7.9	0.5

Llave de abonado

Llave de paso de abonado

Diámetro (in)	Pérdida de carga localizada (mca)
0.5	0.5
7.9	0.5

Llave de local húmedo

Llave de paso de local húmedo

Diámetro (in)	Pérdida de carga localizada (mca)
0.5	0.5
7.9	0.5

Llave de corte

Llave de corte

Diámetro (in)	Pérdida de carga localizada (mca)
0.5	0.5
7.9	0.5

Proyecto por una versión del Código de C.A.E.

Criterios de cálculo

Colector

Colector para agua fría

Colector para agua fría

Datos para dimensionamiento y comprobación

Pérdida de carga 0.5 mca

Depósitos

Depósito auxiliar de alimentación

Depósito auxiliar de alimentación

Datos para dimensionamiento y comprobación

Presión mínima 2 mca

Presión máxima 50 mca

Tiempo estimado de funcionamiento 15 min

Sistemas de bombeo

Grupo de presión

Grupo de presión

Consumos

Lavamanos

Lavamanos

Datos para dimensionamiento y comprobación

Altura de las llaves 0.55 m

Caudal de agua fría 0.05 l/s

Caudal de agua caliente 0.03 l/s

Diámetro 0.5 in

Presión mínima 0.2 mca

Presión máxima 50 mca

Lavabo

Lavabo

Datos para dimensionamiento y comprobación

Altura de las llaves 0.55 m

Caudal de agua fría 0.1 l/s

Caudal de agua caliente 0.07 l/s

Diámetro 0.5 in

Presión mínima 0.2 mca

Presión máxima 50 mca

Actualización por versión preliminar de CYPE

Criterios de cálculo

Ducha

Ducha

Datos para dimensionamiento y comprobación

Altura de las llaves	0.55	m
Caudal de agua fría	0.2	l/s
Caudal de agua caliente	0.1	l/s
Diámetro	0.5	in
Presión mínima	2	mca
Presión máxima	50	mca

Bañera de menos de 1,40 m

Bañera de menos de 1,40 m

Datos para dimensionamiento y comprobación

Altura de las llaves	0.55	m
Caudal de agua fría	0.2	l/s
Caudal de agua caliente	0.15	l/s
Diámetro	0.8	in
Presión mínima	2	mca
Presión máxima	50	mca

Inodoro con cisterna

Inodoro con cisterna

Datos para dimensionamiento y comprobación

Altura de las llaves	0.55	m
Caudal	0.1	l/s
Diámetro	0.5	in
Presión mínima	0.2	mca
Presión máxima	50	mca

Fregadero doméstico

Fregadero doméstico

Datos para dimensionamiento y comprobación

Altura de las llaves	0.55	m
Caudal de agua fría	0.2	l/s
Caudal de agua caliente	0.1	l/s
Diámetro	0.5	in
Presión mínima	2	mca
Presión máxima	50	mca

Lavadora doméstica

Lavadora doméstica

Datos para dimensionamiento y comprobación

Altura de las llaves	0.55	m
----------------------	------	---

Criterios de cálculo

Caudal de agua fría	0.2	l/s
Caudal de agua caliente	0.15	l/s
Diámetro	0.8	in
Presión mínima	2	mca
Presión máxima	50	mca

Grifo aislado

Grifo aislado

Datos para dimensionamiento y comprobación

Altura de las llaves	0.55	m
Caudal de agua fría	0.15	l/s
Caudal de agua caliente	0.1	l/s
Diámetro	0.5	in
Presión mínima	0.2	mca
Presión máxima	50	mca

Tuberías

Cometida

Tubería que enlaza la instalación general del edificio con la red exterior de suministro.

Datos para dimensionamiento y comprobación

Diámetro mínimo	1	in
Velocidad mínima	0.5	m/s
Velocidad máxima	3.5	m/s
Incremento de la longitud real	20	%

Simultaneidad

$$Q_c = x_1 \cdot Q_t^{x_2} + x_2 \quad \text{Edificios de viviendas}$$

Distribuidor principal

Tubería que enlaza los sistemas de control de la presión y las ascendentes o derivaciones.

Datos para dimensionamiento y comprobación

Diámetro mínimo	1	in
Velocidad mínima	0.5	m/s
Velocidad máxima	3.5	m/s
Incremento de la longitud real	20	%

Simultaneidad

$$Q_c = x_1 \cdot Q_t^{x_2} + x_3 \quad \text{Edificios de viviendas}$$

Derivación particular

Tubería que enlaza el montante con las derivaciones de aparato, directamente o a través de una ramificación.

Criterios de cálculo

Datos para dimensionamiento y comprobación

Diámetro mínimo	0.8	in
Velocidad mínima	0.5	m/s
Velocidad máxima	3.5	m/s
Incremento de la longitud real	20	%

Simultaneidad

$$Q_c = x_1 \cdot Q_t^{x_2} + x_3 \quad \text{Edificios de viviendas}$$

Derivación particular interior

Tramo de canalización comprendido entre la llave de paso y los ramales de enlace con los aparatos.

Datos para dimensionamiento y comprobación

Diámetro mínimo	0.8	in
Velocidad mínima	0.5	m/s
Velocidad máxima	3.5	m/s
Incremento de la longitud real	30	%

Simultaneidad

$$Q_c = x_1 \cdot Q_t^{x_2} + x_3 \quad \text{Edificios de viviendas}$$

Local húmedo

Tramo de canalización comprendido entre la llave de paso y los ramales de enlace con los aparatos.

Datos para dimensionamiento y comprobación

Velocidad mínima	0.5	m/s
Velocidad máxima	3.5	m/s
Incremento de la longitud real	30	%

Simultaneidad

$$Q_c = x_1 \cdot Q_t^{x_2} + x_3 \quad \text{Edificios de viviendas}$$

Derivación de aparato

Tubería de la instalación interior que enlaza la derivación particular o una de sus ramificaciones con un aparato de consumo.

Datos para dimensionamiento y comprobación

Incremento de la longitud real	20	%
--------------------------------	----	---

Simultaneidad

$$Q_c = x_1 \cdot Q_t^{x_2} + x_3 \quad \text{Edificios de viviendas}$$

Materiales

Catálogo de tuberías

Gerfor Guatemala (PVC)

Tubería de polivinilo clorado (PVC). PN=10 atm, según EN ISO 15874-2.

Rugosidad absoluta 0.003

Gerfor Guatemala (PVC)

Referencia	Diámetro nominal (in)	Diámetro exterior (in)	Espesor (in)
Ø20	0.8	0.8	0.1
Ø25	1	1	0.1
Ø32	1.3	1.3	0.1
Ø40	1.6	1.6	0.1
Ø50	2	2	0.2
Ø63	2.5	2.5	0.2
Ø75	3	3	0.3
Ø90	3.5	3.5	0.3
Ø110	4.3	4.3	0.4
Ø125	4.9	4.9	0.4

Gerfor Guatemala (PVC)

Rugosidad absoluta 0.003

Gerfor Guatemala (PVC)

Referencia	Diámetro nominal (in)	Diámetro exterior (in)	Espesor (in)
Ø20	0.8	0.8	0.1
Ø25	1	1	0.1
Ø32	1.3	1.3	0.1
Ø40	1.6	1.6	0.1
Ø50	2	2	0.1

Depósitos

Depósito cilíndrico (Circular)

Depósito auxiliar de alimentación de poliéster reforzado con fibra de vidrio, cilíndrico.

Depósito cilíndrico

Referencia	Capacidad (l)	Radio (m)	Altura (m)	Altura de la toma de entrada (m)	Altura de la toma de salida (m)
650 l	650	0.365	1.88	1.88	0
1000 l	1000	0.439	2.04	0	0
2150 l	2150	0.535	2.8	2.8	0
4200 l	4200	0.724	2.55	2.3	0
5000 l	5000	1	1.7	1.7	0
6000 l	6000	1	2	2	0
8000 l	8000	1	2.6	2.6	0

Materiales

10000 l	10000	1	3.2	3.2	0
12000 l	12000	1	3.83	0	0

Deposito Cilindrico (15000l) (Circular)

Deposito Cilindrico (15000l)

Referencia	Capacidad (l)	Radio (m)	Altura (m)	Altura de la toma de entrada (m)	Altura de la toma de salida (m)
15000l	15000	1.6	3	0	0

Grupos de presión

Grupo de presión de 2 bombas (vel. fija)

Grupo de presión de 2 bombas con velocidad fija

Grupo de presión de 3 bombas (vel. fija)

Grupo de presión de 3 bombas con velocidad fija

Producido por una versión educativa de CYPE

Resultados

AC1

Acometida

Tuberías																	
Referencia	L _r (m)	L _{eq} (m)	Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	h (m)	D _{int} (in)	D _{com} (in)	v (m/s)	J (mca/m)	P _{ent} (mca)	P _{sal} (mca)	E _p (W/m)	T _{ent} (°C)	T _{sal} (°C)	D _{ais} (in)	E _{ais} (in)
TH1	3.198	3.838	69.6	0.05	3.44	2.3	2.9	Ø90	0.81	0.009	10	7.66	-2.05	20	20	-	-
TH2	0.824	0.989	69.6	0.05	3.44	0	2.9	Ø90	0.81	0.009	2.3	2.29	-2.05	20	20	-	-
TH4	95.049	114.059	69.6	0.05	3.44	64.08	2.9	Ø90	0.81	0.009	75.99	10.86	-2.05	20	20	-	-

Distribuidor principal

Tuberías																	
Referencia	L _r (m)	L _{eq} (m)	Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	h (m)	D _{int} (in)	D _{com} (in)	v (m/s)	J (mca/m)	P _{ent} (mca)	P _{sal} (mca)	E _p (W/m)	T _{ent} (°C)	T _{sal} (°C)	D _{ais} (in)	E _{ais} (in)
TH3	0.79	0.948	69.6	0.05	3.44	0	2.9	Ø90	0.81	0.009	76	75.99	-2.05	20	20	-	-
TH5	5.142	6.17	69.6	0.05	3.44	-1.95	2.9	Ø90	0.81	0.009	15.7	17.59	-2.01	20	20	-	-

Derivación particular

Tuberías																	
Referencia	L _r (m)	L _{eq} (m)	Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	h (m)	D _{int} (in)	D _{com} (in)	v (m/s)	J (mca/m)	P _{ent} (mca)	P _{sal} (mca)	E _p (W/m)	T _{ent} (°C)	T _{sal} (°C)	D _{ais} (in)	E _{ais} (in)
TH6	2.396	2.875	23.2	0.11	2.59	-0.8	2.9	Ø90	0.61	0.006	13.09	13.88	-2.01	20	20	-	-
TH7	6.8	8.16	17.4	0.13	2.33	-6.8	2.9	Ø90	0.55	0.005	13.88	20.64	-2	20	20	-	-
TH278	4.194	5.033	5.8	0.24	1.36	3.4	1	Ø32	2.53	0.251	20.64	15.98	-0.85	20	20	-	-
TH279	0.449	0.538	5.8	0.24	1.36	0	1	Ø32	2.53	0.251	15.48	15.34	-0.85	20	20	-	-
TH280	6.862	8.234	3.4	0.31	1.04	0	0.8	Ø25	3.19	0.517	15.34	11.09	-0.68	20	20	-	-
TH281	3.451	4.141	2.4	0.36	0.87	0	0.8	Ø25	2.67	0.374	11.09	9.54	-0.68	20	20	-	-
TH282	0.634	0.761	1.4	0.47	0.65	0	0.6	Ø20	3.25	0.72	9.54	8.99	-0.55	20	20	-	-

Derivación particular interior

Tuberías																	
Referencia	L _r (m)	L _{eq} (m)	Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	h (m)	D _{int} (in)	D _{com} (in)	v (m/s)	J (mca/m)	P _{ent} (mca)	P _{sal} (mca)	E _p (W/m)	T _{ent} (°C)	T _{sal} (°C)	D _{ais} (in)	E _{ais} (in)
TH283	1.086	1.411	1.4	0.47	0.65	0	0.6	Ø20	3.25	0.72	8.49	7.47	-0.55	20	20	-	-
TH284	2.774	3.606	1.4	0.47	0.65	0	0.6	Ø20	3.25	0.72	7.47	4.87	-0.55	20	20	-	-
TH285	0.262	0.34	0.4	1.00	0.4	0	0.6	Ø20	1.99	0.299	4.87	4.77	-0.55	20	20	-	-

Al húmedo

Tuberías																	
Referencia	L _r (m)	L _{eq} (m)	Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	h (m)	D _{int} (in)	D _{com} (in)	v (m/s)	J (mca/m)	P _{ent} (mca)	P _{sal} (mca)	E _p (W/m)	T _{ent} (°C)	T _{sal} (°C)	D _{ais} (in)	E _{ais} (in)
TH286	4.229	5.497	0.4	1.00	0.4	0	0.6	Ø20	1.99	0.299	4.27	2.63	-0.55	20	20	-	-

Derivación de aparato

Tuberías																	
Referencia	L _r (m)	L _{eq} (m)	Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	h (m)	D _{int} (in)	D _{com} (in)	v (m/s)	J (mca/m)	P _{ent} (mca)	P _{sal} (mca)	E _p (W/m)	T _{ent} (°C)	T _{sal} (°C)	D _{ais} (in)	E _{ais} (in)
TH287	1.626	1.951	0.2	1.00	0.2	0	0.6	Ø20	0.99	0.088	2.63	2.46	-0.55	20	20	-	-
TH288	4.153	4.984	0.2	1.00	0.2	-2.1	0.6	Ø20	0.99	0.088	2.46	4.12	-0.55	20	20	-	-

Abreviaturas utilizadas

P	Presión (mca)	D _{int}	Diámetro interior comercial (in)
P _{min}	Presión mínima (mca)	D _{com}	Diámetro comercial (in)
P _{máx}	Presión máxima (mca)	L _r	Longitud medida sobre planos (m)
P _{ent}	Presión de entrada (mca)	L _{eq}	Longitud equivalente (m)
P _{sal}	Presión de salida (mca)	E _p	Flujo de calor lineal (W/m)
Q	Caudal (l/s)	T _{ent}	Temperatura de entrada (°C)
Q _b	Caudal bruto (l/s)	T _{sal}	Temperatura de salida (°C)
K	Coeficiente de simultaneidad	D _{ais}	Diámetro interior del aislamiento térmico (in)

Resultados

Abreviaturas utilizadas			
Q_s	Caudal, con simultaneidad aplicada ($Q_s \times K$) (l/s)	E_{ais}	Espesor del aislamiento térmico (in)
J	Pérdida de carga localizada (mca)	h	Desnivel (%)
J	Pérdida de carga del tramo (mca/m)	v	Velocidad (m/s)
D	Diámetro (in)	n	Número de salidas

