

**ESTUDIO DE LOS FACTORES RELEVANTES PARA LA VIABILIDAD DE
CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE REDES SANITARIAS E HIDRÁULICAS
INTERNAS PARA EDIFICACIÓN; CASO DE ESTUDIO: BLOQUE A DEL
MEGACOLEGIO EL CARMEN, FLORIDABLANCA.**

**KAREN JULIETH GUALDRÓN CHAPARRO
VICKY LORENA VELÁSQUEZ RAMIREZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2015**

**ESTUDIO DE LOS FACTORES RELEVANTES PARA LA VIABILIDAD DE
CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE REDES SANITARIAS E HIDRÁULICAS
INTERNAS PARA EDIFICACIÓN; CASO DE ESTUDIO: BLOQUE A DEL
MEGACOLEGIO EL CARMEN, FLORIDABLANCA.**

**KAREN JULIETH GUALDRÓN CHAPARRO
VICKY LORENA VELÁSQUEZ RAMIREZ**

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil

**Director
MARIO GARCÍA SOLANO
Ingeniero Civil, M.SC.**

**Codirector
OMAR GIOVANNY SÁNCHEZ RIVERA
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2015**

AGRADECIMIENTOS.

Gracias primero que todo a Dios por haber permitido cumplir nuestra meta dándonos razonamiento y sabiduría, a nuestras familias que nos han acompañado desde el principio de nuestra formación personal y profesional brindándonos apoyo incondicional y sobre todo a nuestros padres y hermanos que nos acompañaron confiando en nosotras y dieron lo mejor de ellos para poder culminar nuestra carrera. A la Universidad Industrial de Santander por habernos aportado los conocimientos necesarios en el transcurso de nuestra formación haciéndonos crecer profesionalmente y en especial al grupo de Investigación Geomática por facilitarnos las nuevas tecnologías necesarias en la realización de nuestro proyecto.

Seguidamente agradecemos a nuestro director Ing. M.Sc. Mario García Solano por acompañarnos y guiarnos en el proceso de la investigación y culminación de este proyecto de grado y al Ing. Omar Giovanni Sánchez Rivera por su asesoría y a los demás profesores que nos aportaron conocimientos durante todo este tiempo de formación.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
1. GENERALIDADES DE LAS REDES HIDROSANITARIAS	16
1.1. INSTALACIONES HIDRÁULICAS	16
1.1.1. Sistemas de abastecimiento.....	16
1.1.2. Sistemas de abastecimiento directo:.....	17
1.1.3. Sistemas de abastecimiento por gravedad:	17
1.1.4. Sistemas de abastecimiento mixto o combinado:.....	17
1.1.5. Sistema de abastecimiento por presión:	18
1.2. Instalaciones sanitarias.....	19
1.2.1. Drenaje por gravedad:.....	19
1.2.2. Drenaje Pluvial	20
2. METODOLOGÍA.....	21
2.1. CASO ESTUDIO: BLOQUE A MEGA-COLEGIO EL CARMEN.....	21
2.2. DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS.....	22
2.2.1. Consumo y demanda de la edificación.....	23
2.2.2. Método de Hunter.....	23
2.2.3. Trazado y Dimensionamiento de red hidráulica	23
2.2.4. Pérdidas de energía en tuberías y accesorios.	25
2.2.5. Sistema de abastecimiento	27
2.2.6. Diseño del sistema de Hidroneumático	28
2.2.7. Presiones de operación del sistema.....	30
2.2.8. Diseño Acometida	32
2.3. DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS	33
2.3.1. Diámetros del diseño del Mega-Colegio.....	34
2.3.2. Sistema de ventilación	34
2.4. DISEÑO DE AGUAS LLUVIAS.....	35
2.4.1. Selección de la curva IDF	35
2.4.2. Intensidad de la lluvia en la zona	36

2.4.3 Coeficiente de impermeabilidad:	37
2.4.4 Caudal de diseño:.....	37
3. HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES	38
3.1. BIM (BUILDING INFORMATION MODELING).	38
3.2. SOFTWARE UTILIZADO: REVIT 2014.	38
4. PRESUPUESTO	39
4.1. RESULTADOS.....	39
4.1.1. Diámetros de las instalaciones Hidráulicas.	39
4.1.2. Pérdidas en Tuberías	42
4.1.3. Abastecimiento por hidroneumático.	42
4.1.4. Diámetro acometida	45
4.1.5. Diámetros de la tubería sanitaria.....	46
4.1.6. Diámetros Tuberías de ventilación.	48
4.1.7. Diámetros Tuberías de aguas lluvias.	49
4.1.8. Cálculo de Presupuesto.	52
5. ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PRESUPUESTO EN LOS SISTEMAS PLANTEADOS.....	54
6. CONCLUSIONES.....	57
7. CITAS BIBLIOGRÁFICAS	58
BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema Hidroneumático.....	18
Figura 2. Localización Del Mega Colegio El Carmen.....	22
Figura 3. Dimensionamiento Y Trazado Del Sistema Hidráulico Del Mega-Colegio El Carmen Bloque A-Planta N°7,2 Y N°-14,4.....	24
Figura 4. Dimensionamiento Y Trazado Del Sistema Sanitario Y Ventilación Del Mega-Colegio El Carmen-Planta N°-7,2 Y N°-14,4.....	47
Figura 5. Caja De Inspección.....	48
Figura 6. Curvas I.D.F Estación La Floresta.....	50
Figura 7. Vista En Revit-Tuberías Sanitarias.....	51
Figura 8. Conexión De Aparatos Sanitarios.....	52
Figura 9. Cantidades En Autodesk Revit 2014.....	53
Figura 10. Trazado Del Grupo De Investigación.....	55
Figura 11.Trazado Nueva Alternativa.....	56

Lista de Tablas.

Tabla 1. Presión Residual Recomendada.....	25
Tabla 2. Incremento Para La Potencia Requerida	31
Tabla 3. Datos Estación La Floresta Curva I.D.F.....	36
Tabla 4. Unidades De Consumo Totales Del Colegio.....	41
Tabla 5. Presupuesto Alternativas De Diseño.....	54

LISTA DE ANEXOS.

Anexo A. Caudal De Acuerdo A Las Unidades De Consumo. Tabla Hunter.....	63
Anexo B. Longitudes Equivalentes De Accesorios.	65
Anexo C. Trazado Instalaciones Hidráulicas Y Programación.	66
Anexo D. Planta Del N-7,2 Con Los Nodos Correspondientes Y Programación..	72
Anexo E. Planta Del N-14,4 Con Los Nodos Correspondientes Y Programación.	78
Anexo F. Tensión De Vapor De Acuerdo A La Temperatura.	82
Anexo G. Representación Tridimensional De La Nueva Alternativa De Diseño....	83
Anexo H. Presupuesto Alternativas De Diseño.....	88

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

- BIM**: Modelado de información para la edificación. (Building Information Modeling)
- NTC**: Norma Técnica Colombiana.
- RAS**: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico.
- IDF**: Intensidad-Frecuencia-Duración.
- PAM**: Presión Antes del Medidor.
- BALL**: Bajante de aguas lluvias.
- BAN**: Bajante de Aguas Negras.
- VP**: Ventilación Principal.

RESUMEN

TÍTULO:

ESTUDIO DE LOS SISTEMAS RELEVANTES PARA LA VIABILIDAD DE CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE REDES SANITARIAS E HIDRÁULICAS INTERNAS PARA EDIFICACIÓN; CASO DE ESTUDIO: BLOQUE A DEL MEGACOLEGIO EL CARMEN, FLORIDABLANCA*

AUTORES:

Karen Julieth Gualdrón Chaparro
Vicky Lorena Velasquez Ramírez**

PALABRAS CLAVES:

Diseño de redes hidráulicas y sanitarias, modelado, tecnologías BIM, Autodesk Revit, beneficio, costo.

DESCRIPCIÓN:

En este trabajo se muestra el planteamiento del diseño de redes sanitarias e hidráulicas internas en una edificación teniendo en cuenta las normas técnicas colombianas por las que se rigen, seguido de un análisis de precios y la aplicación de las tecnologías Building Information Modeling (BIM) un conjunto de herramientas computacionales utilizadas internacionalmente. En este proyecto se empleó el programa Autodesk Revit brindándole un modelado tridimensional a la serie de instalaciones de conducción de agua potable y residual al caso estudio Bloque A del Mega colegio – El Carmen ubicado en el municipio de Floridablanca- Santander, proyecto previamente elaborado arquitectónica y estructuralmente por el grupo de investigación Geomática de la Universidad Industrial de Santander con la intención de mostrar una representación realista de lo que se piensa realizar en obra y así mismo comparar el diseño propuesto en este proyecto y el realizado originalmente con el propósito de optimizar el diseño y el costo de construcción de las redes sanitarias e hidráulicas.

Finalmente se recopiló una serie de recomendaciones de diseño alentando el uso del programa Autodesk Revit, facilitando de una manera precisa y rápida el cálculo de presupuesto y garantizando el tiempo máximo de vida en servicio de la tubería.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Mario García Solano, Ingeniero Civil M.Sc. Codirector: Omar Giovanni Sánchez Rivera, Ingeniero Civil.

ABSTRACT

TITLE:

STUDY OF RELEVANT FACTORS FOR VIABILITY OF CONSTRUCTION OF AN INTERNAL SANITARY AND HYDRAULIC SYSTEM NETWORKS FOR A BUILDING; CASE STUDY: BLOQUE A DEL MEGACOLEGIO EL CARMEN, FLORIDABLANCA*

AUTHORS:

Karen Julieth Gualdrón Chaparro
Vicky Lorena Velasquez Ramírez**

KEYWORDS:

Hydraulic and sanitary networks, modeling, BIM technologies, Autodesk Revit, benefit -cost

DESCRIPTION:

In this work the design approach and internal hydraulic and sanitary networks in a building is shown considering the Colombian technical standards governed by followed by a discussion of prices and the implementation of Building Information Modeling (BIM) technologies a set of computational tools used internationally. In this project, the Autodesk Revit program offers it a three-dimensional modeling series pipelines of water and wastewater to the case study Block A of the Mega School El Carmen- located in the municipality of Floridablanca, Santander- a project previously developed architectural and structurally by the research group Geomática from Universidad Industrial de Santander with the intention of showing a realistic depiction of what they like to the work and likewise compare the proposed project design and originally made for the purpose of optimizing the design and construction costs of the networks sanitary and hydraulics.

Finally a series of recommendations designed to encourage the use of Autodesk Revit program, providing a precise and rapid calculation of budget and ensuring maximum service life of the pipe was collected.

* Bachelor Thesis

** Faculty of Physical-Mechanical Engineerings. Civil Engineering School. Director: Eng. M.Sc. Mario García Solano. Codirector: Omar Giovanni Sánchez Rivera, Civil Engineering.

INTRODUCCIÓN

Los seres humanos para acceder al agua potable, satisfacer cada una de las necesidades fisiológicas y evitar la proliferación de enfermedades tienen como requerimiento construir los sistemas hidrosanitarios cumpliéndose las exigencias técnicas de funcionalidad, habitabilidad y durabilidad de tal manera que el sistema sea capaz de brindar el servicio que de él se espera. Por tal motivo, deben ser diseñadas con la misma precaución que el diseño estructural puesto que posee igual importancia para que la edificación funcione adecuadamente.

Las instalaciones internas de una construcción sufren patologías que pueden afectar el resto de elementos constructivos de la obra conllevando a gastos innecesarios de materiales y a una arquitectura defectuosa poco agradable a la vista del usuario. De modo que se debe evitar desaprovechar las cualidades de los accesorios conectándolos de una manera eficiente y práctica cumpliéndose la normativa colombiana.

Complementariamente las herramientas computacionales Building Information Modeling (BIM) permiten realizar un modelo realista de los diferentes trazados de tuberías, teniendo en cuenta el modelado estructural y arquitectónico de la edificación proporcionando una comunicación de la información.

En el siguiente artículo se presenta el diseño mediante AutoCAD y el modelado tridimensional con ayuda del software Autodesk Revit 2014, seguido del análisis de precios de las instalaciones internas hidrosanitarias del Bloque A del Mega-colegio el Carmen Ciudadela Estudiantil de Floridablanca, luego se realiza un análisis comparativo entre la nueva alternativa de diseño planteada y el modelo elaborado por el grupo de investigación Geomática, que permita la optimización en cuanto a costos y factibilidad de construcción, buscando recopilar técnicas y recomendaciones de diseño que garanticen el adecuado funcionamiento del sistema.

1. GENERALIDADES DE LAS REDES HIDROSANITARIAS

Las redes hidrosanitarias son un conjunto de instalaciones de conducción y desagüe de aguas capaces de brindar comodidad para el desarrollo de las actividades cotidianas del ser humano, aunque se desempeñan de forma independiente cumpliendo con tareas diferentes entre ellas [1]. Así que se pueden clasificar de dos maneras:

1.1. INSTALACIONES HIDRÁULICAS

Es un sistema de tuberías y uniones de diferentes diámetros que satisfacen las condiciones de potabilidad al distribuir y conducir el agua desde la red principal pública hasta cada uno de los aparatos sanitarios [2], cumpliendo así su función principal de abastecer de agua a toda la edificación garantizándola hasta el elemento o aparato sanitario más crítico o alejado del sistema de distribución. [2]

1.1.1. Sistemas de abastecimiento

Los sistemas de abastecimiento tienen el propósito de satisfacer las demandas de consumo generadas por la población, cumpliendo las normativas adecuadas para el funcionamiento de cada sistema. [3]

En el diseño se deben analizar distintos factores como el tipo de construcción y el crecimiento de la población para que el suministro del agua cubra las necesidades de los usuarios en un periodo de diseño [3].

1.1.2. Sistemas de abastecimiento directo:

Existe un sistema de abastecimiento directo cuando la conexión del agua a las zonas húmedas se hace a través de la red pública sin que interfieran tanques almacenamiento ya sean a nivel o elevados [4]. En las construcciones de poca altura se considera que hay un abastecimiento del líquido en forma directa siempre y cuando la red pública tenga la presión suficiente para llevar el agua a los aparatos más altos con la presión requerida.

1.1.3. Sistemas de abastecimiento por gravedad:

El agua se distribuye desde un tanque a alto nivel, ubicados en las azoteas o en terrenos elevados. Sucede cuando la presión del líquido en la acometida es suficiente para llegar a los tanques y a partir de estos el agua se distribuye en la edificación por gravedad. [4]

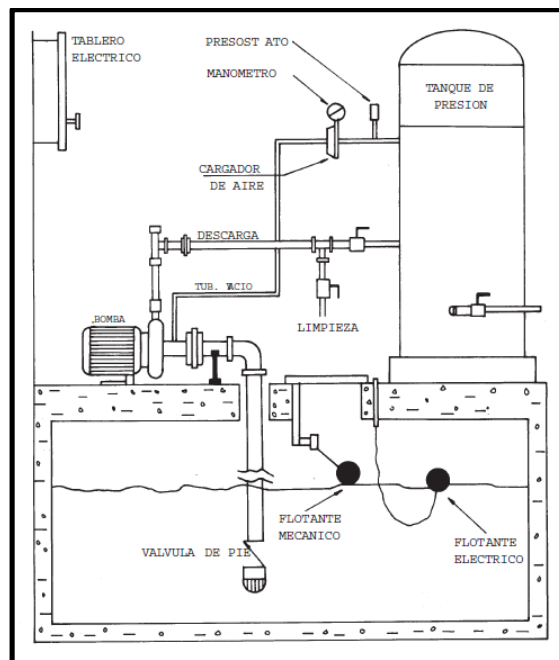
1.1.4. Sistemas de abastecimiento mixto o combinado:

Un sistema combinado se da cuando la presión de la red pública no es suficiente para el llenado del tanque elevado por lo tanto el agua no alcanza a llegar a algunos aparatos, siendo necesario instalar tanques de acopio en la parte baja en compañía de un equipo de bombeo para abastecer el tanque alto y a partir de estos el agua baja a través del tallo distribuidor [4].

1.1.5. Sistema de abastecimiento por presión:

El sistema de abastecimiento por presión depende de las particularidades de la edificación; el cual puede ser solucionado con un equipo hidroneumático y un equipo de bombeo programado o los dos equipos al tiempo según lo solicite la edificación [4]. Como se puede apreciar en la Figura 1.

Figura 1. Sistema hidroneumático.



Fuente: Manual de procedimiento para el cálculo y selección de sistema de bombeo. Empresa sistemas hidroneumáticos c.a.

1.1.5.1 Hidroneumático

Es un sistema que eleva la presión de las instalaciones que lo necesitan debido al gasto de agua; en algunos casos evitando el uso de un tanque elevado [4].

1.1.5.2 Equipo de bombeo

Al realizar un abastecimiento por gravedad es necesario un equipo de bombeo programado, ya que este es el encargado de suministrar el líquido al tanque alto para abastecer las necesidades.

1.2. Instalaciones sanitarias

Es un sistema de tuberías y conexiones encargadas de evacuar las aguas negras o las agua pluviales de una construcción teniendo en cuenta que debe establecer sellos hidráulicos para impedir que los gases y malos olores causados por la descomposición de la materia orgánica se escapen a través de los aparatos sanitarios. [5]

Las instalaciones sanitarias constan de un sistema de aguas residuales y de un sistema de ventilación, cuyos diseños son totalmente independientes.

Las bajantes de las aguas negras no poseen un abastecimiento de aire continuo de manera que es de vital importancia crear el sistema de ventilación relacionándolas a las bajantes de las aguas residuales.

1.2.1. Drenaje por gravedad:

En este sistema el agua circula por medio de la gravedad sin necesidad de utilizar ningún mecanismo de retirada del agua. Las tuberías no fluyen con una capacidad total así que no existen presiones hidrostáticas.

1.2.2. Drenaje Pluvial

El diseño de este sistema se realiza basándose en el flujo lleno de la tubería teniendo en cuenta situaciones de salida permanente y uniforme; de manera que se le pueda brindar a la comunidad una protección contra una escorrentía descontrolada.

2. METODOLOGÍA

2.1. CASO ESTUDIO: BLOQUE A MEGA-COLEGIO EL CARMEN

Floridablanca un municipio en desarrollo que se preocupa por el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes; pensando en la educación reconoce la importancia de brindar espacios adecuados para que sus niños y niñas crezcan y aprendan. [6]

Es así como el Colegio Técnico Micro-empresarial el Carmen institución pública con cinco sedes albergan en sus aulas a más de 2200 estudiantes. Sin embargo, por problemas como la ubicación y la infraestructura de dos de sus sedes afectadas por una serie de olas invernales que perjudicaron al departamento de Santander, se vio en la obligación de proponer un proyecto constructivo denominado “Mega-Colegio El Carmen Ciudadela Estudiantil”.

Este Mega-colegio estará localizado en cercanías del barrio la Cumbre y el Carmen contiguo a la transversal oriental una arteria vial importante del municipio, serán más de 3400 estudiantes que se favorecerán con esta obra. Su localización puede ser apreciada en la Figura 2.

Figura 2. Localización del Mega Colegio el Carmen.



Fuente: Grupo de Investigación Geomática-Universidad Industrial de Santander

Estará compuesto por tres bloques, el primero de ellos el bloque A localizado en la parte norte del proyecto un edificio de cinco niveles con acceso desde la planta superior el cual estará compuesto por cinco salones para preescolar y veinte salones para primaria distribuidos en las demás plantas.

2.2. DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS

El diseño adecuado de una instalación implica un buen funcionamiento y abastecimiento de agua en las griferías y aparatos sanitarios, por lo tanto es necesario conocer el número de personas que ocupan la edificación, las unidades de gasto que posee cada elemento, entre otros aspectos.

Seguidamente con la ubicación de las zonas húmedas y tomando el número de unidades totales del edificio es posible determinar la demanda.

2.2.1. Consumo y demanda de la edificación.

La demanda se determina con el consumo, que tiene en cuenta los propósitos de la utilización del agua con los cuales se establecen los tamaños de las tuberías del sistema.

La evaluación de consumo se toma de la Norma Técnica Colombiana (NTC 1500) de acuerdo al tipo de edificación que se está analizando junto con el número total de unidades de consumo establecido en la Tabla 8 del Código Colombiano de Fontanería (NTC 1500) para poder hallar el caudal máximo necesario por la edificación.

2.2.2. Método de Hunter

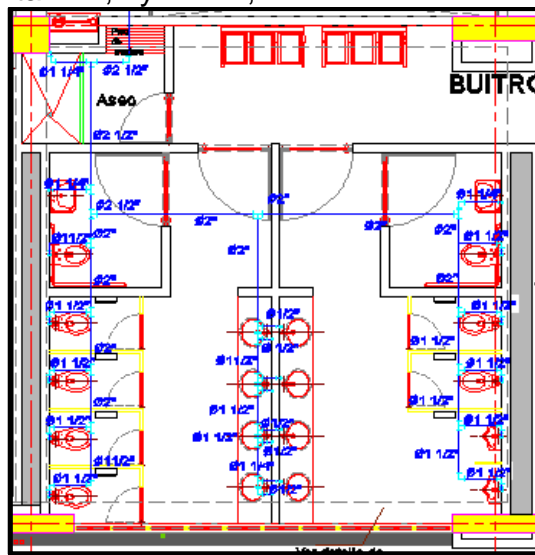
Es un método que abastece los sistemas mixtos ya que se trabaja con tanque y fluxómetro, por eso se hallaron los caudales con ayuda de las unidades de consumo, teniendo en cuenta que todos los aparatos sanitarios no funcionan simultáneamente en un instante dado [7]. Hunter resumió el método proporcionando la Tabla 7.3 del libro Hidráulica en edificaciones (ANEXO A).

2.2.3. Trazado y Dimensionamiento de red hidráulica

En el bloque A del mega-colegio solo se instalaran baños para sus estudiantes, por lo tanto se trazará las conducciones de agua fría formando entre la unión de cada tubería ángulos de 90° y nombrando cada nodo con números. Detalles del trazado en Figura 3.

Se determinaron los diámetros requeridos para cada tramo del sistema de distribución. En primer lugar se identificó el gasto del diseño con la tabla de Hunter (ANEXO A) y con este gasto se determinó el diámetro de la tubería en cada tramo garantizando la suficiente presión y caudal en los puntos de entrega del agua potable sin que se produzcan ruidos en su uso; teniendo en cuenta que la velocidad máxima de diseño debe ser de 2 m/s para prevenir el golpe de ariete [8].

Figura 3. Dimensionamiento y trazado del sistema hidráulico del Mega-Colegio el Carmen Bloque A-Planta N°7,2 y N°-14,4.



El diámetro de la tubería trazada se determinó a partir de la ecuación de continuidad como se puede apreciar en la Fórmula 1.

$$Q = V * A \quad (1)$$

Q = Caudal de consumo en el tramo (lps)

V = Velocidad ($2 \frac{m}{s}$)

A = Área de la tubería (m^2)

2.2.4. Pérdidas de energía en tuberías y accesorios.

El sistema hidráulico debe ser diseñado para satisfacer las presiones mínimas y la altura exigidas por cada aparato sanitario. En la Tabla 1 se pueden encontrar las diferentes presiones de operación que se trabajan en Bucaramanga de acuerdo al Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (amb) para cada uno de los aparatos sanitarios.

Tabla 1. Presión Residual Recomendada.

Aparatos Sanitarios	Presión de Operación (m.c.a)
Duchas	4
Inodoro tanque	3,4
Inodoro Fluxómetro	14
Orinal	3,2
Orinal Fluxómetro	10
Lavamanos	3
Lavaplatos	3
Lavadoras	3,8
Lavadero	3
Llaves manguera	1,6

Toda tubería y accesorios que componen un tramo de la red de agua potable poseen pérdidas las cuales se pueden hallar por medio de las fórmulas 2 y 3 teniendo en cuenta el diámetro.

2.2.4.1 Hazen Williams:

Es utilizada para tuberías de diámetro de 2" o mayores que 2".

$$J = \frac{10,643 * V^{1,85}}{C^{1,85} * D^{1,17}} \quad (2)$$

C= Coeficiente de Hazen Williams para material de PVC o HG; para PVC C=150

V= Velocidad m/s

D=Diámetro (m)

2.2.4.2 Flammat: Para tuberías de diámetro menores que 2" (in).

$$J = \frac{6,10 * C * Q^{1,75}}{D^{4,75}} \quad (3)$$

C = Coeficiente de Fricción, depende del material; para PVC C = 0,0001

Q = Caudal Máximo (m³/s)

D = Diámetro (m)

En el diseño del Mega colegio se pondrá tubería de PVC; por lo tanto los coeficientes serán los nombrados anteriormente.

Las pérdidas locales son calculadas a partir de la longitud equivalente y utilizando la fórmula de Hazen Williams:

$$J = \frac{h}{Lequi} \quad (4)$$

h = Pérdidas Parciales (m. c. a)

Lequi = Longitud total del tramo (m)

Las pérdidas de los accesorios están dadas por la longitud equivalente correspondiente a cada uno de ellos, de acuerdo a la tabla anexada. (ANEXO B)

A partir de esto se observaron las pérdidas unitarias y se hallaron las pérdidas acumuladas en cada tramo, junto las presiones disponibles, deduciendo así el aparato sanitario y piso crítico de la edificación; con base a lo anterior se define el sistema de abastecimiento.

2.2.5. Sistema de abastecimiento

En el diseño de las redes hidráulicas como sanitarias se debe tener en cuenta:

- Periodo de diseño
- Nivel de complejidad

2.2.5.1 Periodo de diseño y nivel de complejidad:

Siendo el proyecto de uso educativo y según las consideraciones de la RAS 2000, el diseño mínimo debe ser de 25 años para cualquier nivel de complejidad [9]; por lo tanto se dedujo un nivel de complejidad alto de acuerdo a la Tabla D 2.1 de la RAS 2000.

La red de distribución principal debe proporcionar la presión de operación necesaria para cada piso y aparato, cuando esta no puede ser suministrada se diseña con algún sistema de abastecimiento presentados anteriormente. El sistema hidroneumático funciona bombeando el agua a un tanque presurizado para su almacenamiento, como el aire del tanque es comprimido la presión del sistema aumenta por lo tanto pueden satisfacer las demandas del líquido.

2.2.6. Diseño del sistema de Hidroneumático

Inicialmente se dimensionó el tanque de agua potable con ayuda del caudal máximo diario, se encontró el volumen necesario para el abastecimiento de la comunidad estudiantil siendo de 49 m^3 y con base a la distribución del espacio arquitectónicamente se definieron las siguientes dimensiones así:

Ancho: 3,75 m

Largo: 6,5 m

Profundidad de lámina de agua: 2,0 m

Profundidad total del tanque: 2,4 m teniendo en cuenta el espesor de la placa y rebose.

En segundo lugar se calcula el caudal de bombeo teniendo en cuenta el tiempo pico de la zona y utilizando la fórmula (5).

$$Q_B = \frac{Q_p * T_p * V_{\text{tanq.elev}}}{T_p} \quad (5)$$

Q_B = Caudal de bombeo

Q_p = Caudal pico máximo

$V_{\text{tanque-elevado}}$ = Volumen del tanque elevado

T_p = Tiempo Pico (min).

La trayectoria del agua a través de la tubería presenta pérdidas por fricción entre el agua y las paredes; por lo tanto es de importancia encontrarlas en las tuberías de impulsión y succión.

La tubería de impulsión se diseñó teniendo en cuenta los siguientes parámetros y empleando la fórmula de Bresse.

$$D(m) = k * \sqrt{Qb\left(\frac{m^3}{s}\right)} \quad (6)$$

$$Qb = \text{Caudal de bombeo} \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

k = Constante

D = Diámetro (m)

$$0,7 < k < 1,6$$

$$1(m/s) < V < 3 (m/s)$$

En la tubería de succión el tamaño del diámetro comercial debe ser el inmediatamente mayor al de la impulsión.

Seguidamente, en cada caso se hallaron las pérdidas de energía calculándolas con la fórmula de Hazen William ya que los diámetros resultantes fueron superiores de 2", luego se procedió a calcular las pérdidas locales utilizando la longitud equivalente total de los accesorios.

$$L + Lequ(\text{impulsión}) = L_{total} \quad (7)$$

$$H_l = J_i * L_i \quad (8)$$

El sistema hidroneumático está constituido por bombas debido a las exigencias de la red, ya que deben cumplir la demanda máxima dentro de los rangos de presiones y caudales; para establecer los rangos de presiones es necesario calcular la altura dinámica total siguiendo la fórmula proveniente de la ecuación de Bernoulli:

$$HDT = h_{est-total} + \sum h(f + acc)total + Hr + \frac{V_i^2}{2g} \quad (9)$$

$h_{est-total}$ = distancia desde el fondo del tanque hasta el punto donde se entregan el líquido a todos los pisos

H_r = cabeza residual, es la misma Presión Antes del medidor (PAM).

V_i = Velocidad de impulsión.

g = Gravedad

$h_{est-total} = 0$; porque el fondo del tanque se encuentra a la misma altura del nodo 1 de donde se distribuye el agua a los diferentes sitios.

$H_r = 18,458$ m. c. a. Presión mas alta de los piso

2.2.7. Presiones de operación del sistema

La presión mínima de encendido del sistema (P_{min}) debe ser la requerida por los aparatos más críticos; por lo tanto, la pérdida calculada con la altura dinámica total es el valor correspondiente al valor de encendido.

Se recomienda que la diferencia de la potencia de la bomba no sea menor de 14 m.c.a (20) PSI, calculando así el H_{DT-enc} . Por ende se halló la potencia requerida de la bomba en el sistema de hidroneumático con la fórmula (10):

$$Potnom(HP) = \frac{1}{76 * 0,65} * Q * H_{DT-enc} \quad (10)$$

Q = Caudal de bombeo $\left(\frac{m^3}{s}\right)$

H_{DT-enc} = Altura Dinámica de encendido

Todo motor que acciona las bombas debe tener un margen de seguridad que le permita cierta tolerancia a la sobrecarga; por lo tanto se debe poner uno de los siguientes incrementos mostrados en la Tabla 2:

Tabla 2. Incremento para la potencia Requerida

Potencia al freno	Incremento
< 2 HP	50%
2-5 HP	30%
5-10 HP	20%
10-20 HP	15%
> 20 HP	10%

Fuente: Ingeniería e instalaciones, J.W.J. de Wekker V. Junio 2004.

El volumen del tanque a presión se calculó teniendo en cuenta el caudal de bombeo (Q_b), los ciclos de llenado y las presiones con las cuales trabaja el sistema. Para esto se utilizó la siguiente fórmula:

$$V_T = \frac{Q_{MAX} * \left(\frac{T}{4}\right) * \left(\frac{P_F}{P_O}\right)}{0,9 * \left(\frac{P_F}{P_O} - 1\right)} \quad (11)$$

Q_{MAX} = Caudal máximo de bombeo

P_o = Presión inicial

P_f = Presión Final

Deduciendo la presión atmosférica en Bucaramanga de 9,13 m.c.a se calcula P_o y P_f :

$$P_o = P_{atm} + HDT_{encendido} \quad (12)$$

$$P_f = P_{atm} + HDT_{apagado} \quad (13)$$

Finalmente en el diseño del sistema de hidroneumático se halla la cabeza de succión neta positiva (Net Positive Suction Head, NPSH) para las bombas centrifugas y así evitar la evaporización del agua [10]; para la compra de la bomba

el vendedor debe hacer una prueba basándose en el valor calculado de acuerdo a la fórmula 14:

$$(14) \quad \text{NPSHdisp} = P_{\text{atm}} - (H_{\text{est}} + H_{\text{fs}}) - T.v$$

T.v = Tensión de vapor

P_{atm} = Presión atmosférica

H_{est} = Altura estática

H_{fs} = Pérdidas por succión

La tensión de vapor depende de la temperatura de evaporización del agua y teniendo en cuenta que la temperatura de evaporización es de 15°C, deduciendo de la tabla de tensiones de vapor (ANEXO F).

2.2.8. Diseño Acometida

En la definición del diámetro de la acometida y el medidor se tuvo presente el suministro del agua potable y en vista que es por hidroneumático se considera el caso más extremo según su consumo.

Para el caudal de diseño de la acometida según el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (amb) establece que el tiempo de llenado del tanque es de 10 horas y con el volumen diario se dedujo el caudal de diseño.

A partir de ahí se determinó el caudal máximo de acuerdo a la tabla de los rangos de caudales de la norma NTC 1063.

El diámetro de la acometida se calculó a partir del caudal obtenido por el medidor y con la fórmula de Hazen Williams se definió el diámetro considerándola relación entre las pérdidas de energía y las pérdidas de las tuberías y accesorios sumando las longitudes equivalentes.

2.3. DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS

Los sistemas de desagüe sanitarios consisten en un conjunto de tuberías y accesorios disponibles para la evacuación de las aguas servidas de la construcción. Los caudales se establecieron por medio de las unidades sanitarias de descargas o de Hunter (ANEXO A).

Los consumos de pre diseño fueron estimados según los parámetros del Código Colombiano de Fontanería NTC 1500; garantizando estándares como:

- Todos los aparatos de fontanería lleven su correspondiente sifón con sello de agua.
- Las tuberías sanitarias son conectada a 45° en todos los tramos.
- El diámetro de los ramales horizontales de desagüe no puede ser menor que el de los orificios de salida de los aparatos de descarga en él.
- El diámetro mínimo del tubo que reciba la descarga de un sanitario será de 4”.
- El diámetro de una bajante no puede ser menor que el de cualquiera de los orificios de salida de los aparatos de descarga.

Los diámetros mínimos para las tuberías de desagüe verticales como horizontales se determinaron a partir de las unidades de descarga de los aparatos conectados a dichas bajantes y tramos horizontales; teniendo en cuenta que para los desagües verticales se debe considerar su longitud de acuerdo como lo indica la Tabla 14 de la NTC 1500.

2.3.1. Diámetros del diseño del Mega-Colegio

Las tuberías de desagüe deben funcionar a flujo libre y en condiciones uniformes. El flujo a tubo lleno puede producir fluctuaciones de presión que pueden destruir los sellos hidráulicos. Los tramos horizontales de las conexiones de los muebles del sistema de aguas negras se dimensionaron de acuerdo a la Tabla 12 de la NTC 1500 teniendo en cuenta las unidades de descarga de cada aparato, asignando a las líneas horizontales un tapón de limpieza en sus extremos iniciales. Toda tubería sanitaria debe tener una pendiente de tal manera que garantice su capacidad para evacuar el caudal de diseño [9].

2.3.2. Sistema de ventilación

Su función es dar entrada al aire en el sistema de evacuación y facilitar la salida de los gases por encima del nivel de la cubierta evitando que al descargar los aparatos sanitarios simultáneamente el agua retenida en los sifones sea arrastrada o expulsada al exterior permitiendo el escape de gases a los ambientes escolares del proyecto. [11]

En el diseño del sistema de ventilación se debe tener en cuenta algunos aspectos como:

- La ventilación se debe hacer de tal manera que se mantenga la presión atmosférica y protejan los sellos de los aparatos sanitarios.
- Los tubos de ventilación conectados a un tramo horizontal se orientaran verticalmente, hasta una altura mínima de 15 cm por encima del rebose de los aparatos que los tubos ventilan.

2.4. DISEÑO DE AGUAS LLUVIAS.

En el diseño del sistema de aguas lluvias se determinó el período de retorno considerando factores como las características del área de drenaje, la cual corresponde a zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de 2 Ha y con los daños, perjuicios o molestias que las inundaciones periódicas puedan ocasionar a la población que ocupa la edificación; a partir de la Tabla D.4.2 Periodos de retorno o grado de protección de la RAS 2000 se seleccionó un periodo de diseño de 5 años.

Los parámetros necesarios para el diseño del sistema de aguas lluvias son:

2.4.1. Selección de la curva IDF

Según la RAS 2000 Título D la obtención mínima de las curvas IDF requerida para el proyecto depende del nivel de complejidad del sistema el cual fue determinado anteriormente como Alto, por ende se requiere información pluviográfica local.

2.4.2. Intensidad de la lluvia en la zona

Para determinar la intensidad de lluvia en el sector se recurre a la revisión de las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (ver Figura 7) creadas a partir de la información recolectada por los pluviómetros ubicados cerca de la zona.

Investigando las estaciones ubicadas en el área Metropolitana de Bucaramanga se encontró que la estación correspondiente más cercana es La Floresta. [12]. A continuación se muestra la Tabla 3 con los datos correspondientes a la estación de la intensidad-Duración.

Tabla 3. Datos Estación La Floresta curva I.D.F

CURVAS DE INTENSIDAD-DURACION-FRECUENCIA							
EST. LA FLORESTA							
P.max 24h: 75.2 mm		Promedio de las máximas anuales					
S. Max 24 h: 17.7 mm		Desviación estándar de la serie					
Relación Cp:0.63		Relación entre horaria y diaria					
PERIODO DE RETORNO	Intensidades máximo.						
	En mm/h para duraciones entre 10 y 180 min						
	10	20	30	60	90	120	180
2 años	86.6	70.4	60.8	45.7	38.1	33.3	27.5
5 años	109.6	89.1	77.0	57.8	48.2	42.2	34.8
10 años	124.8	101.5	87.6	65.9	54.9	48.0	39.6
25 años	144.0	117.1	101.1	76.0	63.4	55.4	45.7
50 años	158.3	128.7	111.1	83.5	69.6	60.9	50.2
100 años	172.4	140.2	121.1	91.0	75.0	66.4	54.7

Fuente: Corporación Autónoma Regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga (cdmb).

Los parámetros a tener en cuenta para el dimensionamiento del sistema pluvial son:

2.4.3 Coeficiente de impermeabilidad: Para la superficie de la cubierta este coeficiente es 1, puesto que no hay filtración de agua.

2.4.4 Caudal de diseño: Se utiliza el método racional el cual calcula las aguas lluvias con base a la intensidad media de la precipitación con una duración igual al tiempo de concentración del área de drenaje y un coeficiente de escorrentía. [12].

$$Q = C * I * A$$

Donde,

Q= Caudal máximo de aguas lluvias (L/s).

C = Coeficiente de escorrentía (adimensional).

I = Intensidad de precipitación (mm/h).

A = Área tributaria (ha).

3. HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES

3.1. BIM (BUILDING INFORMATION MODELING).

Las herramientas BIM (modelado de la información del edificio) son un conjunto de programas caracterizados por manejar la información de un proyecto de manera coherente, ordenada, sistemática y continua; teniendo en cuenta información clave de la construcción que se pretende diseñar y modelar. [13].

Estas herramientas son una ayuda muy importante en la que se relacionan los diferentes diseños constructivos y tienen la capacidad de detectar las interferencias que existan entre ellos [14]. Su función general es realizar modelos tridimensionales con propiedades gráficas a fin de que sean apreciables los detalles del proyecto, ajustando las características del material del cual va a estar construido el sistema.

3.2. SOFTWARE UTILIZADO: REVIT 2014.

REVIT es una de las herramientas de Autodesk más conocidas para el modelado tridimensional arquitectónico, estructural y de sistemas de tuberías mecánicas, eléctricas y de plomería. Es una plataforma separada de AutoCAD en la que se tienen a la mano diferentes tipos de archivos y códigos. El software permite la asignación de propiedades de diferentes materiales, que se pueden observar en los elementos tridimensionalmente. [14]

4. PRESUPUESTO

El estudio de presupuesto de todos los sistemas de tuberías se realizó con ayuda de Hojas de Cálculo en Excel por medio de análisis de precios unitarios.

Las cantidades en metros lineales, el número de accesorios y aparatos sanitarios se recopilaron con ayuda de las bondades del *software Autodesk Revit 2014*, ya que se obtienen de manera rápida y precisa clasificándolos según su sistema, diámetro, tipo de tubería, etc.

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Diámetros de las instalaciones Hidráulicas.

Para el cálculo del consumo que requiere el Bloque A del Mega-colegio se estableció un número de estudiantes esperados de 950 alumnos distribuyendo en cada salón de básica primaria 40 estudiantes y los de transición de 30 alumnos cada uno.

En este caso se tomó la evaluación de consumo establecida en la Tabla 6 de la Norma Técnica Colombiana NTC 1500.

Se eligió el consumo de universidades por ser una zona educativa; obteniendo así una dotación de 50 lt/estudiante /día. Seguidamente se definió el equipo sanitario con el que se trabajara en el colegio así:

La cantidad de muebles sanitarios fue implantada junto con los planos arquitectónicos y estructurales por el grupo de investigación Geomática, de acuerdo

a esto se propuso para los grados de primaria la instalación de aparatos con fluxómetro ya que es mayor cantidad de alumnado y se generan descargas seguidas. Para los estudiantes de transición se eligieron aparatos con tanque por tratarse de una menor cantidad de personas. De acuerdo con la Tabla 8 de la NTC 1500 se calculó la cantidad total de unidades del edificio. En la Tabla 4 Se presentan el número de unidades totales que conforman el Bloque A.

Realizando interpolación se dedujo que para 424 unidades de consumo el caudal máximo para la construcción es de 7,04 lps. En el trazado del Bloque A del mega-colegio se nombraron nodos desde el N°1 al N°82.

En el anexo C se podrá observar el trazado del N°-3,6, en el anexo D se encuentra la planta N°-7,2 con sus correspondientes nodos y en el anexo E se podrá apreciar el trazado hidráulico del N°-14,4.

Tabla 4. Unidades de consumo totales del Colegio

Planta	Aparatos sanitarios	Unidades de consumo
Planta N-3,6	1 Inodoro-Privado	3
	1 Lavamanos Privado	1
	12 Inodoros-Públicos	60
	12 Lavamanos-Públicos	48
	12 Llaves Manguera	24
TOTAL DE UNIDADES		136
Planta N-7,2	1 Ducha Pública	4
	10 lavamanos-Públicos. Llave	40
	8 inodoros-Públicos. Fluxómetro	80
	2 Orinales-Públicos. Fluxómetro	20
TOTAL DE UNIDADES		144
Planta N-14,4	1 Ducha Pública	4
	10 lavamanos-Públicos. Llave	40
	8 inodoros-Público Fluxómetro	80
	2 Orinales-Públicos. Fluxómetro	20
TOTAL DE UNIDADES		144
UNIDADES TOTALES		424

El cálculo del diámetro de la tubería se determina así: Como por ejemplo de la Bomba a 1 con 424 unidades de consumo y buscando en la tabla de Hunter (ANEXO A) el caudal correspondiente con fluxómetro da 7,03 lps; enseguida se determinaron con la ecuación de continuidad:

$$Q = V * A \quad (1)$$

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

$$D = \sqrt{\frac{4 * (0,00703)}{2 * \pi}} = 0,067 \text{ m} \cong 2,5 \text{ in}$$

$$V = \frac{4 * 7,03}{\pi * 0,635^2} = 1,73 \text{ m/s}$$

Los demás tramos del resto del Bloque se trabajaron como se demostró anteriormente.

4.1.2. Pérdidas en Tuberías

Se calcularon las pérdidas en cada tramo de tubería con ayuda de la ecuación de Hazen Williams Ecuación 2 y con la ecuación de Flammat Ecuación 3.

Calculando las presiones disponibles en cada una de los plantas se dedujo como resultado el nivel -7,2 con una presión antes del medidor (PAM) de 18,458 m.c.a y teniendo en cuenta que la presión mínima de la red de distribución de Santander es de 15 m.ca [9] se deduce que la presión del agua no alcanza a llegar a este piso.

Los resultados de los cálculos hechos con respecto a cada tramo de tubería los podemos encontrar en los (ANEXO C Cálculos N°-3,6; ANEXO D Cálculos N°-7,2; ANEXO E Cálculos N° -14,4).

4.1.3. Abastecimiento por hidroneumático.

En el caso estudio el aparato sanitario más crítico resulta ser el aparato más alejado del sistema de suministro con mayor presión requerida, dado que la presión mínima

no alcanza y por cuestiones arquitectónicas se decidió utilizar un sistema de hidroneumático.

Con la ayuda de las tablas de Hunter se encontró el caudal máximo probable que posee el proyecto dando como resultado 7,042 lt y teniendo en cuenta que el tiempo pico en Bucaramanga es de 45 min donde se presenta mayor la demanda del líquido; se deduce que el caudal de bombeo es el mismo máximo debido a que no existe tanque elevado, tal y como se ilustra a continuación de acuerdo a la fórmula 5.

$$Q_B = \frac{0,007042 \text{ m}^3 * (45 \text{ min} * 60 \text{ seg}) - 0}{(45 \text{ min} * 60 \text{ seg})}$$

$$Q_b = 7,042 \text{ lt}$$

Las pérdidas que presentan las tuberías de impulsión se determinan de acuerdo a sus diámetros hallándolos con ayuda de la fórmula número 6 de la siguiente manera:

$$D(m) = 1,2 * \sqrt{0,007042 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right)} = 3,96 \text{ in}$$

Dado que con un diámetro de 4" la velocidad da menor a la establecida en la norma se aproxima a 3" (in) para que se cumpla la relación dando una velocidad de 1,54 m/s. Por lo tanto, el diámetro de la tubería de succión corresponde a 4" (in).

Por consiguiente se calcularon las perdidas parciales de cada tramo de tubería de la siguiente manera, utilizando las fórmulas 7 y 8.

$$L + L_{\text{equ}}(\text{impulsión}) = 26,71\text{m}$$

$$J = \frac{6,807 * 1,54^{1,85}}{150^{1,85} * 0,0762^{1,17}} = 0,02913 \text{ m/m}$$

$$H_i = J_i * L_i = 0,02913 * 26,71 = 0,778 \text{ m. c. a}$$

$$L + L_{\text{equ(succión)}} = 33,24 \text{ m}$$

$$J = \frac{6,807 * 0,87^{1,85}}{150^{1,85} * 0,1016^{1,17}} = 0,00718 \text{ m/m}$$

$$H_i = J_i * L_i = 0,00718 * 33,24 = 0,239 \text{ m. c. a}$$

$$H_i = 0,778 \text{ m. c. a} \qquad H_s = 0,239 \text{ m. c. a}$$

Para establecer los rangos de las presiones se determina la altura dinámica total de acuerdo a la ecuación 9.

$$\sum h(f + acc)_{\text{total}} = H_i + H_s = 0,778 + 0,239 = 1,017 \text{ m. c. a}$$

$$HDT = 0 + 1,017 \text{ m. c. a} + 18,458 + \frac{1,54^2}{2 * 9,81}$$

$$\mathbf{HDT = 20 \text{ m. c. a}}$$

Dando como valor de encendido $HDT_{\text{encendido}} = 20 \text{ m.c.a} \cong 28 \text{ PSI}$.

Por criterio del proyecto al HDT_{apagado} se le aumentaron 20 PSI concluyendo una $HDT_{\text{apagado}} = 48 \text{ PSI}$; por consiguiente se eligió un presostato teniendo en cuenta los rangos comerciales existentes; optando al rango de 30-50 PSI.

La potencia de la bomba se calculó con la fórmula 10 así:

$$Pot_{\text{nom}}(\text{HP}) = \frac{7,042 \text{ lt} * 20 \text{ m. c. a}}{76 * 0,65} = 2,80 \text{ HP} \cong 3 \text{ HP}$$

En vista que en el proyecto da una potencia mayor de 2 HP se escoge un incremento de 30%, obteniendo una potencia nominal de 4 HP.

Calculando la presión inicial y final de acuerdo a la ecuación 12 y 13 se deduce el volumen del tanque hidroneumático a través de la fórmula 11, así:

$$P_o = 9,13 \text{ m. c. a} + 20 \text{ m. c. a} = \mathbf{29,13 \text{ m. ca}}$$

$$P_f = 9,13 \text{ m. c. a} + 34 \text{ m. c. a} = \mathbf{43 \text{ m. c. a}}$$

$$V_T = \frac{7,042 * \left(\frac{2 * 60}{4}\right) * (43/29,13)}{0,9 * \left(\frac{43}{29,13} - 1\right)}$$

$$\mathbf{V_T = 720 \text{ Lt}}$$

En el diseño del sistema propuesto el NPSHdisp obtenido fue de 8,7 m.c.a. Buscando en los catálogos se escogieron dos bombas tipo ME 1 30 Bomba de mediana Presión con potencia de 4 HP.

4.1.4. Diámetro acometida

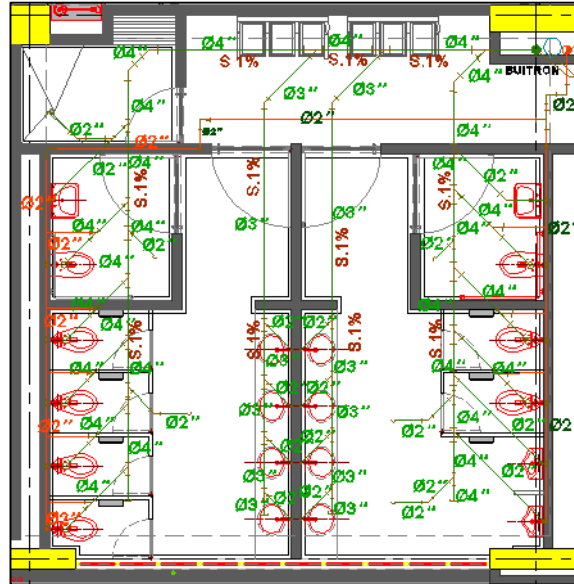
Teniendo en cuenta el volumen diario de consumo de agua potable dio como resultado un caudal de diseño (Qd) de 1,36 lps. Seguidamente se determinó el caudal máximo de acuerdo a la normativa eligiendo como Qmax= 7 m³/h con un diámetro del medidor de 1", teniendo presente que la relación entre el Qmax y el Qdis deben tener una relación de 50% al 80%. Por consiguiente, el diámetro será de 1" (in).

4.1.5. Diámetros de la tubería sanitaria

El Mega-Colegio El Carmen está compuesto por variados aparatos sanitarios de servicio público y privado, distribuidos en el proyecto. Para determinar el diámetro de las tuberías las zonas húmedas se colocaron convenientemente para que cada una tuviera su respectiva bajante con su caja de inspección.

El sistema de desagüe de aguas negras se separa desde su origen de las aguas lluvias, cada uno se conduce en redes separadas. Posteriormente transfieran a la Red de Alcantarillado es decir hasta el punto que disponga el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga.

Figura 4. Dimensionamiento y trazado del sistema sanitario y ventilación del Mega-Colegio el Carmen-Planta N°-7,2 y N°-14,4.

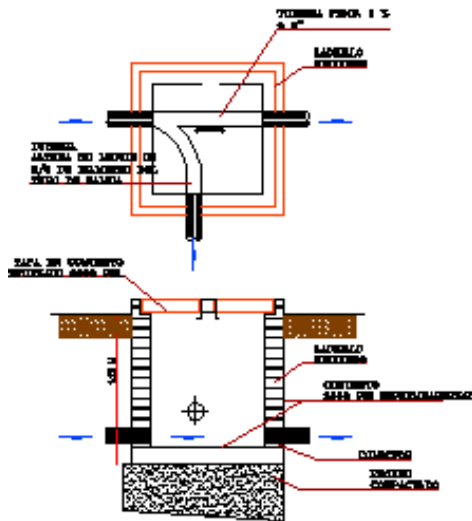


En el caso estudio se determinaron 5 bajantes de aguas negras, a las cuales les correspondió un diámetro de 4" porque sus unidades de descargas eran suficientes para poder circular en este, excepto la bajante número 5 a la cual se le asignó un diámetro de 6" teniendo en cuenta los parámetros de diseño; finalizando con dos colectores que se diseñaron a partir de los diámetros de las bajantes dando como resultado colectores de 6". Los tramos horizontales tienen una pendiente de 1% junto con los colectores. En la Figura 4 se muestra un ejemplo del diseño realizado en los baños en el nivel -7,2.

El desagüe de los aparatos se hizo por gravedad, terminando en cajas de inspección maestra las cuales entregaran las aguas al alcantarillado a través de la conexión domiciliaria.

Las cajas de inspección se ubicaron debajo del edificio cercanas a las bajantes de aguas negras, donde todas se conectaron a ellas para así conectarla al pozo de inspección principal; su dimensionamiento se hizo teniendo en cuenta que los colectores tienen un diámetro de 6"; se tomaron 16 cm de margen de a 20 cm a cada lado, así que en total sus lados son de 60*60 cm y una altura de 1,20 m ya que es la altura mínima; se construirán con ladrillo recocido y la base será de concreto simple con espesor de 0,12 m. El detalle del diseño de las cajas de inspección se puede observar en la Figura 5.

Figura 5. Caja de inspección.



4.1.6. Diámetros Tuberías de ventilación.

En el diseño del mega Colegio el Carmen las bajantes de ventilación se prolongaron hasta el exterior de la cubierta por encima de ella más de 15 cm de forma tal que no quedara expuesta a la inundación. Se conectó el extremo inferior del tubo principal de ventilación a la bajante de aguas negras correspondiente por debajo del nivel de conexión del ramal de desagüe más bajo.

En la asignación de los diámetros de las tuberías principales de ventilación se tuvo en cuenta la longitud total, el diámetro de las bajantes de aguas negras y el total de unidades de descarga ventiladas de acuerdo con la tabla 19 de la NTC 1500; dando como resultado:

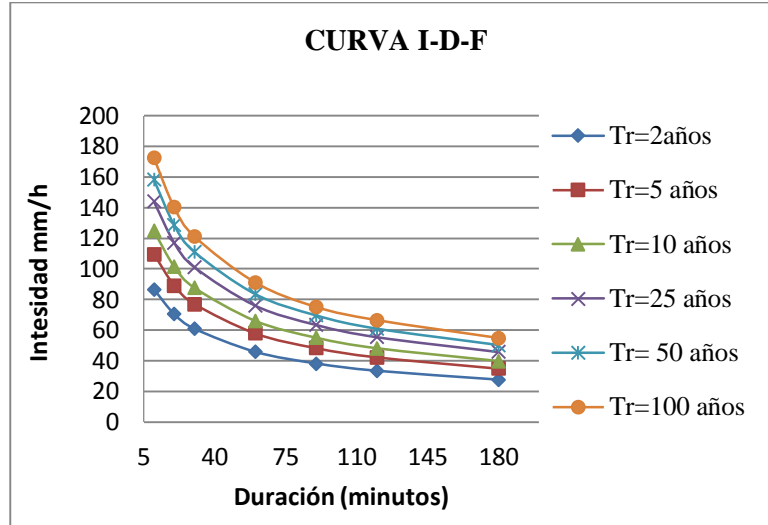
VP #1= 2"; VP #2= 3"; VP #3= 3"; VP #4=3" y VP #5= 3".

Los aparatos conectados a un ramal horizontal de desagüe, aguas debajo de un sanitario se ventilaron de forma individual. Los diámetros mínimos para la ventilación individual se determinaron de acuerdo a la tabla 20 de la NTC 1500, por motivos de factibilidad a la hora de la instalación se dejaron las ventilaciones individuales de 2".

4.1.7. Diámetros Tuberías de aguas lluvias.

De acuerdo a la Tabla 3 de la estación La Floresta se pudo determinar las diferentes curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia mostradas en la Figura 6 para los distintos tiempos de retorno.

Figura 6. Curvas I.D.F Estación la Floresta



De acuerdo a la normativa Colombiana para el cálculo de caudales de aguas lluvias se considera la intensidad de precipitación a partir de las curvas anteriores para un periodo de retorno mínimo de 15 años y una duración de 30 min. La intensidad de la precipitación es 92,1 [mm/hora].

Con base a los parámetros tenidos en cuenta para el diseño de aguas lluvias, se pueden diseñar las bajantes obteniendo sus diámetros de acuerdo a la Tabla 24 de la NTC 1500, con ayuda de las áreas proyectadas horizontalmente en cada una de las cubiertas y la zona de circulación, se establecen los diámetros de los canales, y la ubicación de los sifones en el último nivel.

$$A(\text{Techo1}) = 118,35 \text{ m}^2$$

$$A(\text{Techo2}) = 61,83 \text{ m}^2$$

$$A(\text{Techo3}) = 61,83 \text{ m}^2$$

$$A(\text{Techo4}) = 118,35 \text{ m}^2$$

Obteniendo así diámetros de:

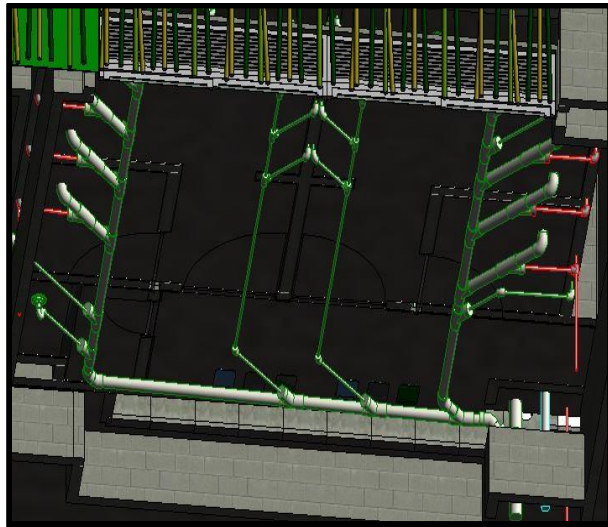
- Canales del techo N° 1 y N° 4 de 6".

- Canales de techo N° 2 y N° 3 de 6”.

La cubierta del bloque A será modular de sándwich de hunter Douglas con una pendiente de 5% hacia el centro de la edificación; por lo tanto solamente se ubicaron canales en sus lados exteriores internos con un material de PVC Raingo.

El modelamiento tridimensional de las redes trabajadas en el caso estudio se desarrolló en Revit (Ver figura 7) distribuyéndose por fases. El grupo de investigación Geomática proporcionó el modelo estructural y arquitectónico del bloque A con el fin de que se realizara el trazado del sistema de tuberías.

Figura 7. Vista en Revit-Tuberías Sanitarias

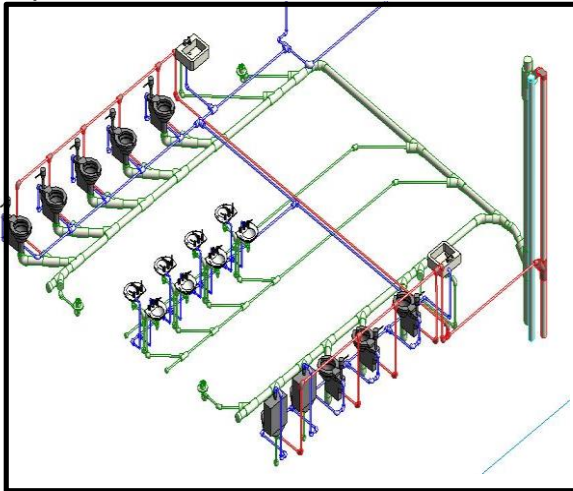


Se estableció primeramente el tamaño de los diámetros en cada uno de los sistemas agregados en el software (hidráulico, sanitario, ventilación y aguas lluvias). A continuación se modeló el sistema hidráulico dándole un color de tuberías azules, seguidamente del sistema sanitario con tuberías verdes, ventilación con color rojo y finalmente el sistema de aguas lluvias con celeste; A medida de que se realizó el

trazado se podía garantizar que no existiera interferencias entre cada sistema o con la parte estructural del bloque ya que esto podría causar retrasos en el proceso constructivo e incluso daños en el funcionamiento del edificio.

En la Figura 8 se puede ver las tuberías junto con sus accesorios y conexiones a los diferentes aparatos sanitarios.

Figura 8. Conexión de aparatos sanitarios



Mediante el modelado de las redes se logró corregir algunos errores de distribución de espacio en el trazado y en los planos cometidos inconscientemente como la incoherencia que existía entre los planos que solo se hubieran podido percibir en la construcción de la obra.

El modelado de todo el sistema de tuberías se encuentra en el ANEXO G.

4.1.8. Cálculo de Presupuesto.

Presentando la información de forma ordenada de acuerdo a los requerimientos del usuario.

La Figura 9 presenta un modelo de las tablas exportadas por Revit 2014.

Figura 9. Cantidades en Autodesk Revit 2014.

<Tabla de planificación de tuberías>		
A	B	C
Diámetro	Tipo de sistema	Recuento
2 1/2"		
2 1/2"	TuberiaHidraulica	1
2 1/2"	TuberiaHidraulica	1
2 1/2"	TuberiaHidraulica	1
2 1/2"	TuberiaHidraulica	1
2 1/2"	TuberiaHidraulica	1
2 1/2"	TuberiaHidraulica	1
2 1/2"	TuberiaHidraulica	1
2 1/2"	TuberiaHidraulica	1
2 1/2"	TuberiaHidraulica	1
2 1/2"	TuberiaHidraulica	1
2 1/2"	TuberiaHidraulica	1
2 1/2"	TuberiaHidraulica	1
2 1/2"	TuberiaHidraulica	1
2 1/2"	TuberiaHidraulica	1
2 1/2"	TuberiaHidraulica	1
2 1/2"	TuberiaHidraulica	1
2 1/2": 17		17

5. ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PRESUPUESTO EN LOS SISTEMAS PLANTEADOS.

Analizando las propuestas planteadas se ha podido presentar el siguiente resumen (ver Tabla 5), en la cual se observa los valores parciales de cada uno de los sistemas en la antigua y nueva propuesta; seguidamente se sumaron el conjunto de tuberías correspondientes a cada alternativa y se obtuvo un valor total de cada diseño.

El presupuesto de cada alternativa se encuentra en el ANEXO H.

Tabla 5. Presupuesto alternativas de diseño.

SISTEMA	PROPUESTAS PLANTEADAS	
	NUEVA	ANTIGUA
HIDRAULICO	\$ 18.872.708	\$ 150.880.297
AGUAS NEGRAS	\$ 18.562.198	\$ 25.348.882
VETILACION	\$ 9.928.532	\$ 11.894.579
AGUAS LLUVIAS	\$ 9.848.068	\$ 15.948.429
APARATOS SANITARIOS	\$ 68.035.725	\$ 74.244.313
TOTAL	\$ 125.247.234	\$ 278.316.502

DIFERENCIA	\$153.069.268
-------------------	----------------------

El nuevo diseño se planteó con hidroneumático, optimizando la cantidad de tuberías y el buen funcionamiento de los sistemas.

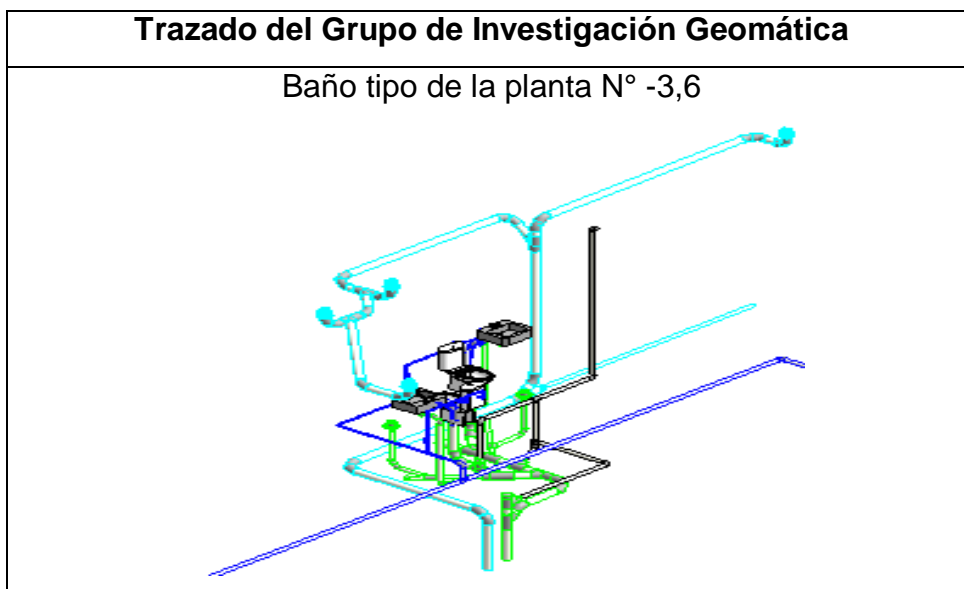
Con base en los resultados anteriores del presupuesto, es preciso afirmar que:

- En la diferencia de costos de los trazados se infiere que la alternativa planteada originalmente resulta con un sobrecosto de \$153'069.269 con respecto a la nueva propuesta.

- El sobrecosto presentado se debe al diferente trazado en los sistemas, ya que el diseño original posee mucho más rutas de recorrido de aguas limpias y evacuación de aguas negras; por lo tanto se requirió de mayor cantidad de tubería y accesorios.

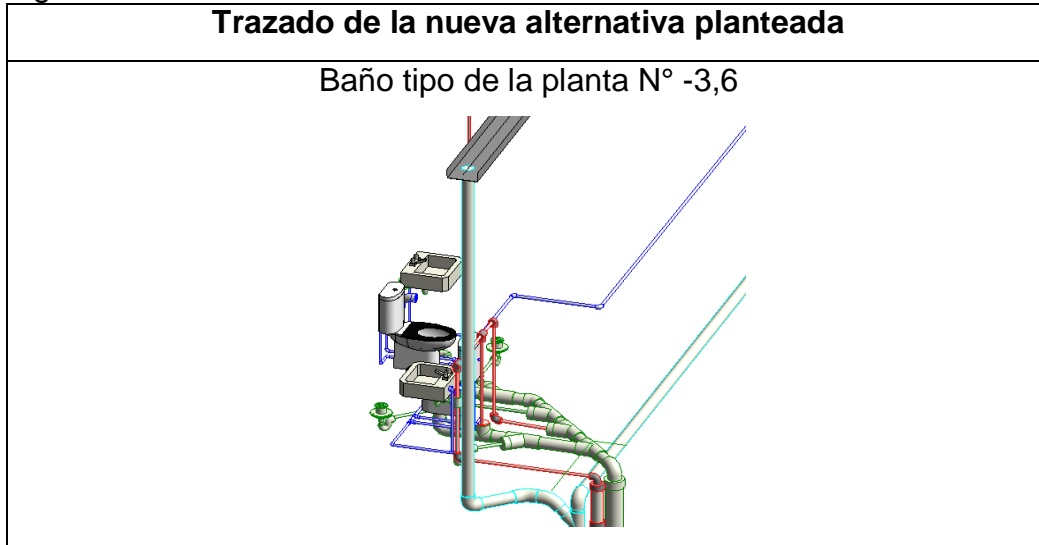
En las Figura 10 y Figura 11 se puede apreciar la diferencia de trazados en todos los sistemas.

Figura 10. Trazado del grupo de Investigación



Fuente: Grupo de Investigación Geomática de la Universidad Industrial de Santander.

Figura 11. Trazado Nueva Alternativa



- Con ayuda del software *Autodesk Revit 2014* fue posible observar algunas de las interferencias estructurales de la edificación con las tuberías del trazado original lo cual causaría daños en la resistencia del bloque A del Mega Colegio el Carmen.

- Según el análisis comparativo beneficio-costos realizado a las propuestas planteadas, debidamente modeladas en el *Software BIM Autodesk Revit 2014*, se pudo determinar que la nueva alternativa presenta mayores y mejores resultados, optimizando en la fase de diseño el costo de construcción de las redes sanitarias e hidráulicas que se requieren en el Mega colegio el Carmen Ciudadela Estudiantil de Floridablanca.

6. CONCLUSIONES

- Mediante un adecuado diseño de redes hidrosanitarias se puede lograr la reducción de costos y a la vez garantizar el adecuado funcionamiento de los sistemas de redes internas siendo eficientes para brindar un servicio óptimo durante su vida útil sin mayores gastos en reparaciones y mantenimiento, brindando confort y seguridad para el desarrollo de las actividades cotidianas de los usuarios.

- El diseño de redes hidrosanitarias se puede facilitar en la fase de construcción si se hace acompañado del *Software Autodesk Revit 2014*, ya que este permite observar de forma directa los errores cometidos en el diseño del proyecto que pasan inadvertidos por falta de una proyección detallada.

-El software *Autodesk Revit* permite obtener cantidades de los elementos de obra facilitando el cálculo de presupuesto y cantidades y al mismo tiempo unir de manera conjunta las diferentes áreas de la ingeniería en un mismo proyecto.

- Aunque ha sido evidente el beneficio temporal y por supuesto económico que representa para una obra la realización de un modelo pre-constructivo, es recomendable estudiar el sobre costo que este constituye y si resulta provechoso o no para cada proyecto en particular.

7. CITAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Rubén S. Roux Gtz, Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias y de Gas, Enero 2011, p. 6-8.

[2] Pérez Morales Guillermo Benjamín, Apuntes Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en edificios, curso de décimo semestre, p. 4.

[3] Sistemas de abastecimiento de agua-Demandas de diseño Vs Demandas reales, Disponible en: <http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/sistemas-de-abastecimiento-de-agua-demandas-de-diseno-vs-demandas-reales/>, [Citado 25 de Marzo de 2015].

[4] Peralta Ignacio, Memorias descriptiva de Instalaciones Hidráulicas, de descarga sanitaria, y de descarga pluvial, Universidad Autónoma de Yucatán, pp. 9-11

[5] Urzúa Pedro, Características generales de la instalación sanitaria, Facultad de Arquitectura UNAM, 17 de abril de 2012, pp. 3-4.

[6] Documentos del municipio, Disponible en: <http://www.floridablanca.gov.co/documentos-del-municipio/>, [Citado 26 de marzo de 2015]

[7] Jorge Armando Granados Robayo, Hidráulica en edificaciones, Santafé de Bogotá, Agosto de 1988, Capitulo 7, pp. 7-7

[8] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y especificación (INCONTEC), Bogotá D.C Código Colombiano de Fontanería 1500 NTC; Segunda Actualización.

[9] Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico [RAS 2000], Ministerio de Desarrollo Económico, Título D-Recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y pluviales, Bogotá D.C Noviembre

[10] Ministerio de vivienda y urbanismo, Ricardo Trincado, Eusebio Herrera Carvajal, Joel Prieto Villarreal, Marcelo Longás Uranga, Ricardo González Guzmán, Miriam Cabrera Trejos. Guía de diseño y especificaciones de elementos urbanos de infraestructura de aguas lluvias, Chile Diciembre 2005, Caracterización hidrológica, Método Racional, pp. 19.

[11] Gustavo Tata C., Instalaciones Sanitarias, Universidad de los Andes- Facultad de Ingeniería, Mérida- Venezuela, Agosto 29 de 1980, pp. 7-8

[12] Corporación Autónoma Regional para la defensa de la Meseta de Bucaramanga; Evaluación de Estabilidad y prediseño de medidas correctivas; Volumen N° 6.

[13] Coloma Picó Eloi; Introducción a la Tecnología BIM; Primera Edición; Versión electrónica; Octubre del 2008; pp. 3-6

[14] REVIT, Software de construcción y diseño de edificios, <http://www.autodesk.es/products/revit-family/overview>, [Citado 25 de marzo de 2015].

BIBLIOGRAFÍA

CAMARGO VANEGAS, Elda C, Guía para el Diseño, presentación de proyectos, manejo de requisitos de seguridad Industrial y Gestión Ambiental de Redes de Acueductos e instalaciones Hidráulicas; Universidad Pontificia Bolivariana; Bucaramanga; 2009.

Descripción Software de Construcción y diseño de edificios, disponible en: <http://www.autodesk.es/products/revit-family/overview>, [Citado 16 de Marzo de 2015].

FIGUEROA, Oswaldo Hurtado Formación Complementaria Prevención, Mantenimiento y Construcción de Obras de arte para Vías, SENA; pp 1-3.

GRANADOS ROBAYO, Jorge Armando, Profesor asociado a Universidad Nacional de Colombia Hidráulica en Edificaciones; Santa Fe de Bogotá, Agosto de 1988; Capítulos 1, 2 y 7. Pp.1-33, pp.92-117.

Parámetros clave de Rendimientos de Bombas centrifugas; Disponible en: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/211618/EXELARNING/leccin_22_bombas_centrifugas.html; [citado 20 de marzo de 2015].

PARRA DIETES, Silvia y VECINO, Carlos A. Utilización de tecnologías BIM en el modelado y simulación del proceso constructivo de edificaciones en altura. Caso de estudio: Clínica Materno infantil de Floridablanca. Trabajo de grado Ingeniería Civil. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2014

PÉREZ CARMONA, Rafael. Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas para Edificaciones; Sexta Edición, Ecoe Ediciones; Bogotá D.C, Octubre de 2010; Capítulo V. Desagües, Capitulo. XI. Anexos; pp.125-199, pp.471-43.

PIZARRO T, Roberto, Ing. Juan Pablo Flores V, Ing. Claudia Sanquesa P, Ing. Enzo Martínez A., Curvas; Intensidad Duración Frecuencia; Sociedad Estándares de Ingeniería para Aguas y Suelos LTDA; Modulo 2, pp.4-8

ANEXOS

ANEXO A. Caudal de acuerdo a las unidades de consumo. Tabla Hunter




















TUBERIA PVC			TUBERIA PVC			TUBERIA PVC			TUBERIA PVC		
UNIDADES DE CONSUMO	Q (LPS) TANQUE	Q (LPS) FLUXÓMETRO	UNIDADES DE CONSUMO	Q (LPS) TANQUE	Q (LPS) FLUXÓMETRO	UNIDADES DE CONSUMO	Q (LPS) TANQUE	Q (LPS) FLUXÓMETRO	UNIDADES DE CONSUMO	Q (LPS) TANQUE	Q (LPS) FLUXÓMETRO
0	0	0	20	0,7	1,95	41	1,21	2,54	62	1,62	3,01
1	0,2	1,51	21	0,72	1,98	42	1,24	2,57	63	1,63	3,03
2	0,2	1,51	22	0,74	2,01	43	1,26	2,59	64	1,65	3,05
3	0,2	1,51	23	0,76	2,03	44	1,28	2,61	65	1,68	3,08
4	0,2	1,51	24	0,79	2,07	45	1,3	2,64	66	1,7	3,1
5	0,23	1,51	25	0,81	2,1	46	1,32	2,66	67	1,71	3,12
6	0,28	1,51	26	0,84	2,13	47	1,33	2,68	68	1,73	3,15
7	0,37	1,51	27	0,86	2,16	48	1,35	2,7	69	1,75	3,17
8	0,4	1,54	28	0,88	2,19	49	1,37	2,72	70	1,77	3,19
9	0,43	1,58	29	0,9	2,22	50	1,39	2,75	71	1,79	3,21
10	0,46	1,61	30	0,93	2,25	51	1,41	2,77	72	1,81	3,23
11	0,48	1,65	31	0,95	2,28	52	1,43	2,79	73	1,83	3,25
12	0,51	1,69	32	0,98	2,3	53	1,44	2,81	74	1,85	3,27
13	0,53	1,73	33	1	2,33	54	1,46	2,83	75	1,87	3,29
14	0,56	1,76	34	1,03	2,35	55	1,48	2,86	76	1,89	3,3
15	0,59	1,79	35	1,06	2,38	56	4,5	2,88	77	1,91	3,32
16	0,61	1,82	36	1,08	2,41	57	1,52	2,9	78	1,93	3,34
17	0,63	1,86	37	1,11	2,44	58	1,54	2,92	79	1,95	3,36
18	0,65	1,89	38	1,13	2,46	59	1,56	2,94	80	1,97	3,37
19	0,68	1,92	39	1,16	2,49	60	1,58	2,96	81	1,99	3,39
			40	1,19	2,51	61	1,6	2,98	82	2,01	3,41

ANEXO A. Caudal de acuerdo a las unidades de consumo. Continuación.

TUBERIA PVC			TUBERIA PVC			TUBERIA PVC			TUBERIA PVC		
UNIDADES DE CONSUMO	Q (LPS) TANQUE	Q (LPS) FLUXÓMETRO	UNIDADES DE CONSUMO	Q (LPS) TANQUE	Q (LPS) FLUXÓMETRO	UNIDADES DE CONSUMO	Q (LPS) TANQUE	Q (LPS) FLUXÓMETRO	UNIDADES DE CONSUMO	Q (LPS) TANQUE	Q (LPS) FLUXÓMETRO
83	2,03	3,42	140	2,74	4,25	500	6,12	7,52	920	9,54	10,12
84	2,05	3,44	150	2,88	4,36	520	6,22	7,6	940	9,84	10,36
85	2,07	3,46	160	3,01	4,46	540	6,57	7,86	960	9,92	10,41
86	2,08	3,47	170	3,13	4,59	560	6,67	7,94	980	10,01	10,48
87	2,1	3,49	180	3,23	4,72	580	6,77	8,01	1000	10,1	10,55
88	2,11	3,5	190	3,32	4,84	600	6,87	8,09			
89	2,13	3,52	200	3,41	4,92	620	7,21	8,36			
90	2,14	3,53	220	3,59	5,16	640	7,31	8,43			
91	2,15	3,54	240	3,76	5,34	660	7,41	8,51			
92	2,17	3,56	260	3,94	5,44	680	7,74	8,77			
93	2,18	3,57	280	4,11	5,58	700	7,85	8,85			
94	2,19	3,58	300	4,39	5,84	720	7,94	8,92			
95	2,21	3,6	320	4,45	5,98	740	8,26	9,16			
96	2,22	3,61	340	4,66	6,49	760	8,37	9,24			
97	2,23	3,62	360	4,83	6,54	780	8,46	9,3			
98	2,24	3,63	380	4,95	6,62	800	8,55	9,37			
99	2,26	3,65	400	5,07	6,71	820	8,89	9,62			
100	2,27	3,66	420	5,48	7,03	840	8,97	9,69			
110	2,36	3,83	440	5,56	7,09	860	9,06	9,75			
120	2,46	3,98	460	5,66	7,17	880	9,37	9,99			
130	2,69	4,12	480	6,01	7,43	900	9,46	10,05			

FUENTE: Hidráulica en Edificaciones, Jorge Armando Granados Robayo, Santa fe de Bogotá, 1988.

ANEXO B. Longitudes Equivalentes de Accesorios.

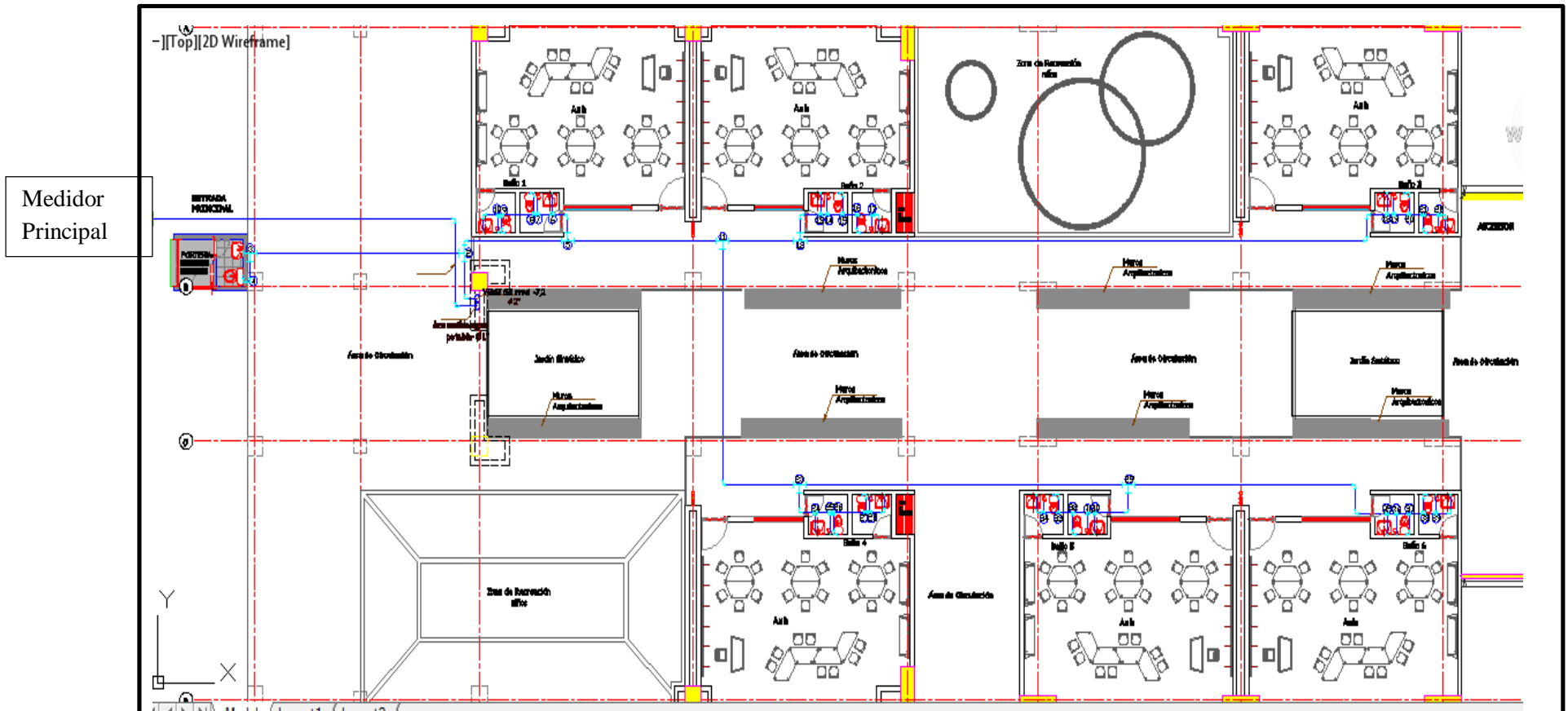
DIAMETRO D mm pulg.	Codo 90° Radio largo		Codo 90° Radio medio		Codo 90° Radio corto		Codo 45°		Curva 90° R/D=1	Curva 90° R/D=1	Curva 45°	Entrada normal	Entrada de florda	Válvula de compuerta abierta	Válvula tipo globo abierta	Válvula de ángulo abierta	Té paso directo	Té salida lateral*	Té salida bilateral	Válvula de pie	Salida de Tubería	Válvula de retención tipo liviana	Válvula de retención tipo pesado
																							
13	1/2	0.3	0.4	0.5	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.4	0.1	4.9	2.6	0.3	1.0	1.0	3.6	0.4	1.1	1.6			
19	3/4	0.4	0.6	0.7	0.3	0.3	0.4	0.2	0.2	0.5	0.1	6.7	3.6	0.4	1.4	1.4	5.6	0.5	1.6	2.4			
25	1	0.5	0.7	0.8	0.4	0.3	0.5	0.2	0.3	0.7	0.2	8.2	4.6	0.5	1.7	1.7	7.3	0.7	2.1	3.2			
32	1 1/4	0.7	0.9	1.1	0.5	0.4	0.6	0.3	0.4	0.9	0.2	11.3	5.6	0.7	2.3	2.3	10.0	0.9	2.7	4.0			
38	1 1/2	0.9	1.1	1.3	0.6	0.5	0.7	0.3	0.5	1.0	0.3	13.4	6.7	0.9	2.8	2.8	11.6	1.0	3.2	4.8			
50	2	1.1	1.4	1.7	0.8	0.6	0.9	0.4	0.7	1.5	0.4	17.4	8.5	1.1	3.5	3.5	14.0	1.5	4.2	6.4			
63	2 1/2	1.3	1.7	2.0	0.9	0.8	1.0	0.5	0.9	1.9	0.4	21.0	10.0	1.3	4.3	4.3	17.0	1.9	5.2	8.1			
75	3	1.6	2.1	2.5	1.2	1.0	1.3	0.6	1.1	2.2	0.5	26.0	13.0	1.6	5.2	5.2	20.0	2.2	6.3	9.7			
100	4	2.1	2.8	3.4	1.5	1.3	1.6	0.7	1.6	3.2	0.7	34.0	17.0	2.1	6.7	6.7	23.0	3.2	6.4	12.9			
125	5	2.7	3.7	4.2	1.9	1.6	2.1	0.9	2.0	4.0	0.9	43.0	21.0	2.7	8.4	8.4	30.0	4.0	10.4	16.1			
150	6	3.4	4.3	4.9	2.3	1.9	2.5	1.1	2.5	5.0	1.1	51.0	26.0	3.4	10.0	10.0	39.0	5.0	12.5	19.3			
200	8	4.3	5.5	6.4	3.0	2.4	3.3	1.5	3.5	6.0	1.4	67.0	34.0	4.3	13.0	13.0	52.0	6.0	16.0	25.0			
250	10	5.5	6.7	7.9	3.8	3.0	4.1	1.8	4.5	7.5	1.7	85.0	43.0	5.5	16.0	16.0	65.0	7.5	20.0	32.0			
300	12	6.1	7.9	9.5	4.6	3.6	4.8	2.2	5.5	9.0	2.1	102.0	51.0	6.1	19.0	19.0	78.0	9.0	24.0	38.0			
350	14	7.3	9.5	10.5	5.3	4.4	5.4	2.5	6.2	11.0	2.4	120.0	60.0	7.3	22.0	22.0	90.0	11.0	28.0	45.0			

* Los valores indicados para válvulas tipo globo se aplican también a llaves para regaderas y válvulas o llaves de descarga.

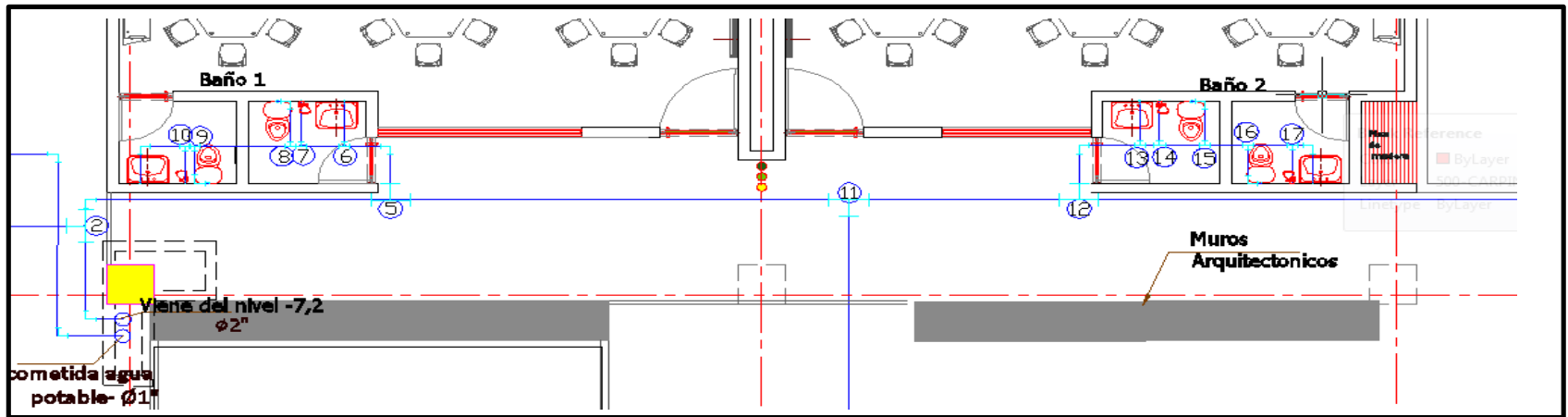
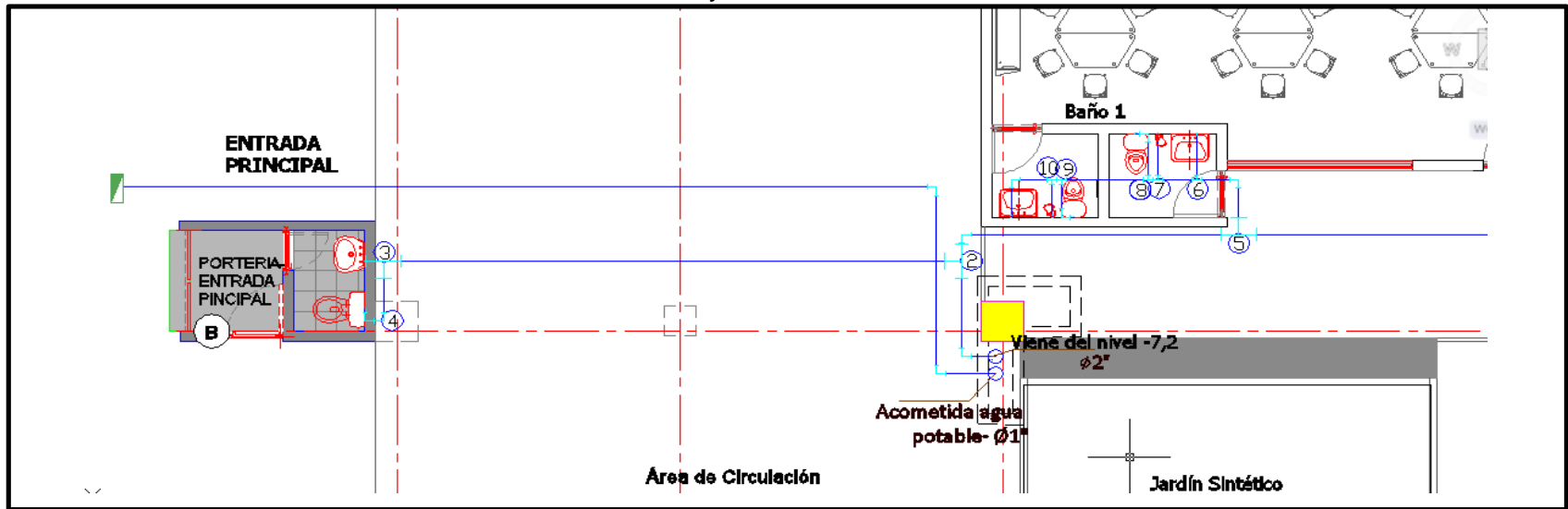
FUENTE: Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias; Jorge García Sosa; Universidad Autónoma del Estado de Yucatán

ANEXO C. Trazado instalaciones hidráulicas y programación.

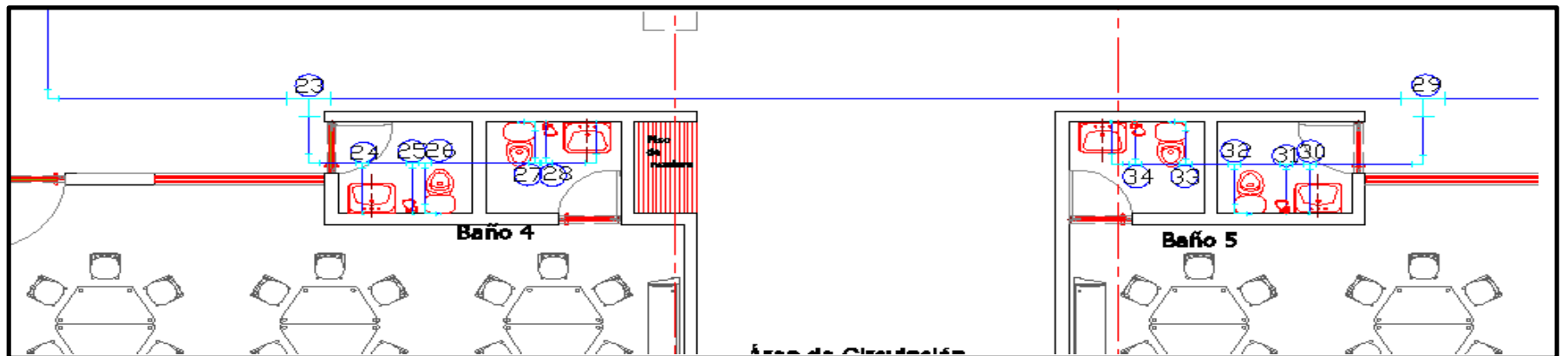
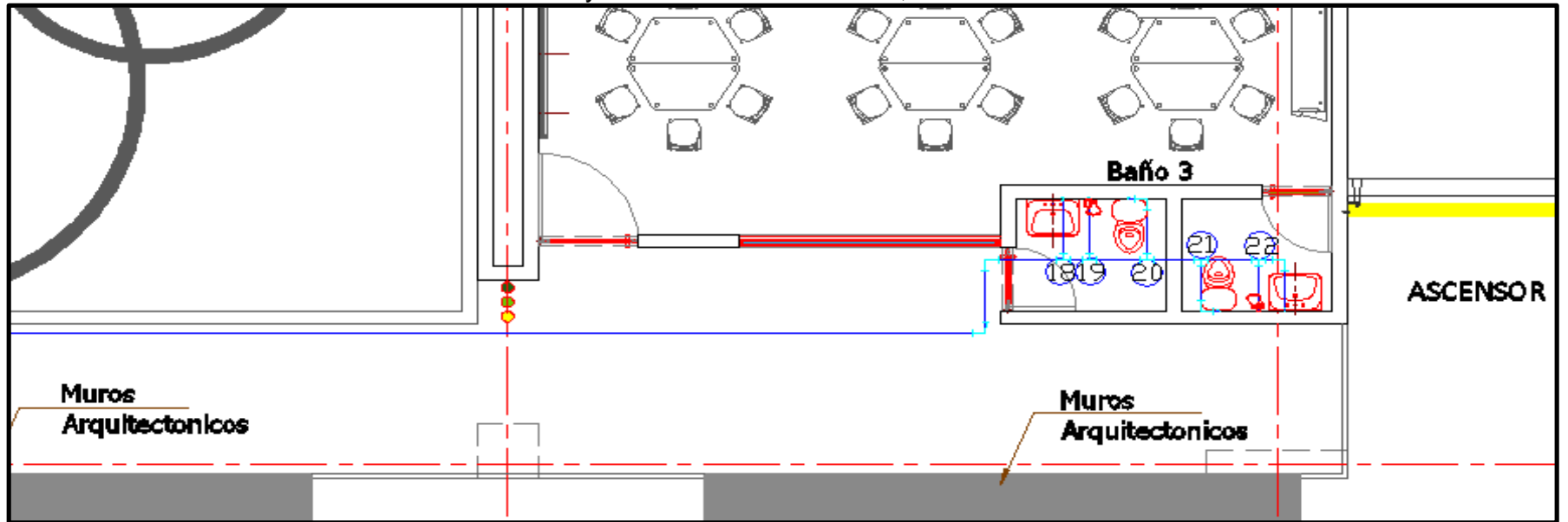
Anexo C. Planta del Nivel-3,6 con los nodos correspondientes.



Anexo C. Trazado y nodos de los baños N-3,6



Anexo C. Trazado y nodos de los baños N-3,6. Continuación.



ANEXO C. Programación Diseño Hidráulico. Nivel-3.6

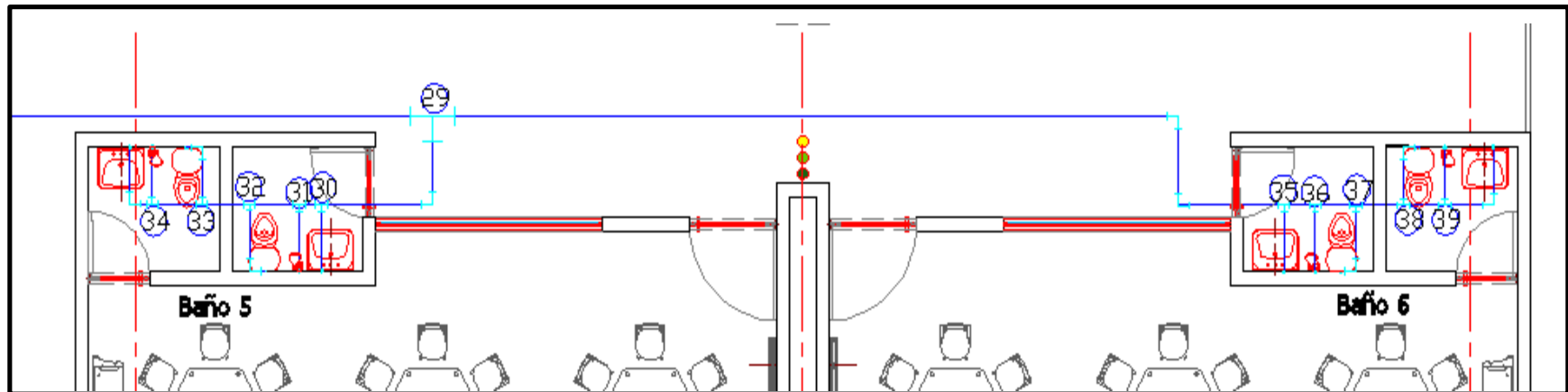
Tramo	Unidades de consumo	Caudal [Lps]	Diámetro [pulg]	Velocidad [m/s]	L [m]	ACCESORIOS					LTotal [m]	J [m/m]	Hf-parcial	Hf-acum	Dif. de Nivel	Presión Mínima	Presión Disponible
						C	C	V	T	T							
						H	D	V	D	L							
	B										0,000	0	0	0		11,548	
B	1	424	5,48	2,5	1,73	7	2	1		7	0,045	0,312	0,312	0	0	11,236	
1	2	136	2,69	2	1,33	4,97	3			10,1	0,035	0,356	0,668	3,6	0	7,280	
2	3	4	0,2	0,5	1,58	8,12			1	9,12	0,208	1,901	2,569	0	0	5,379	
3	LM-PR	1	0,2	0,5	1,58	0,27	1	1		1,07	0,208	0,223	2,792	0	3	5,156	
3	4	3	0,2	0,5	1,58	1,32	2		1	3,32	0,208	0,692	3,261	0	0	4,686	
4	IN-PR	3	0,2	0,5	1,58	0,27	2			1,27	0,208	0,265	3,526	0	3,4	4,422	
2	5	132	2,69	2	1,33	4,28	1	1		7,08	0,035	0,251	0,918	0	0	7,029	
5	6	22	0,74	1	1,46	1,41	1		1	3,91	0,076	0,299	1,217	0	0	6,730	
6	LM	4	0,2	0,5	1,58	0,69	1		1	2,19	0,208	0,457	1,674	0	3	6,274	
6	7	18	0,65	1	1,28	0,6		1		1,1	0,061	0,067	1,285	0	0	6,663	
7	LLM	2	0,2	0,5	1,58	0,69	1		1	2,19	0,208	0,457	1,741	0	1,6	6,207	
7	8	16	0,61	1	1,20	0,14		1		0,64	0,055	0,035	1,319	0	0	6,629	
8	IN	5	0,23	0,5	1,82	0,87	1	1		2,37	0,266	0,631	1,950	0	3,4	5,998	
8	9	11	0,48	0,75	1,68	1,22		1		1,62	0,141	0,228	1,547	0	0	6,401	
9	IN	5	0,23	0,5	1,82	0,75	1	1		2,25	0,266	0,598	2,145	0	3,4	5,803	
9	10	6	0,28	0,75	0,98	0,13		1		0,53	0,055	0,029	1,576	0	0	6,372	
10	LLM	2	0,2	0,5	1,58	0,58	1		1	2,08	0,208	0,434	2,010	0	1,6	5,938	
10	LM	4	0,2	0,5	1,58	1,13	2	1		2,43	0,208	0,506	2,082	0	3	5,866	
5	11	110	2,36	2	1,16	5,85		1		6,95	0,028	0,193	1,111	0	0	6,836	
11	12	44	1,28	1,25	1,62	2,94		1		3,64	0,069	0,252	1,363	0	0	6,585	
12	13	22	0,74	1	1,46	1,6	1		1	4,1	0,076	0,314	1,677	0	0	6,271	
13	LM	4	0,2	0,5	1,58	0,69	1		1	2,19	0,208	0,457	2,133	0	3	5,815	
13	14	18	0,65	1	1,28	0,26		1		0,76	0,061	0,046	1,723	0	0	6,225	
14	LLM	2	0,2	0,5	1,58	0,69	1		1	2,19	0,208	0,457	2,179	0	1,6	5,769	
14	15	16	0,61	1	1,20	0,58		1		1,08	0,055	0,059	1,781	0	0	6,166	
15	IN	5	0,23	0,5	1,82	0,87	1	1		2,37	0,266	0,631	2,412	0	3,4	5,535	
	16	11	0,48	0,75	1,68	0,54		1		0,94	0,141	0,132	1,914	0	0	6,034	

ANEXO C. Programación Diseño Hidráulico. Nivel-3.6. Continuación.

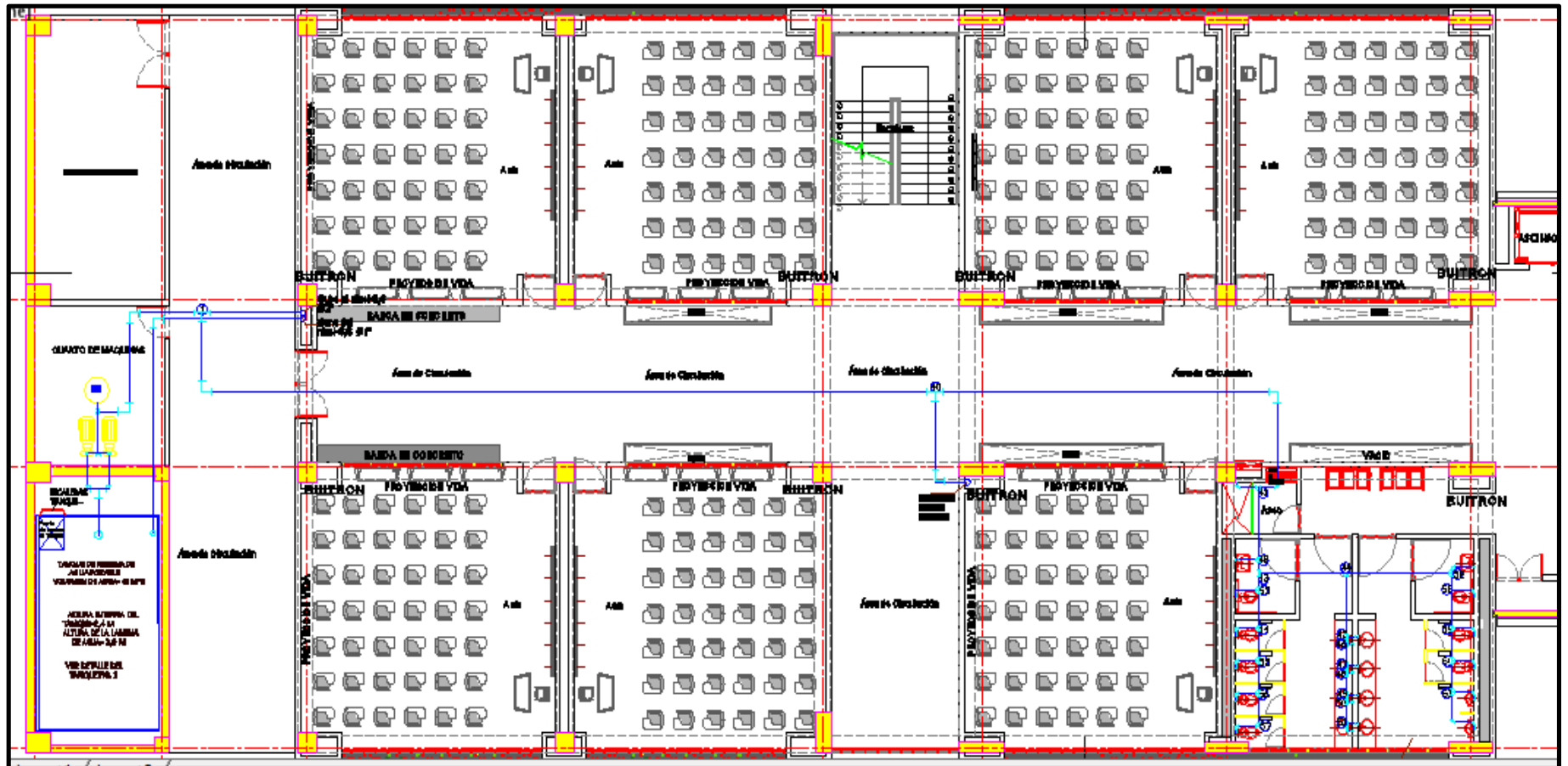
Tramo	Unidades de consumo	Caudal [Lps]	Diámetro [pulg]	Velocidad [m/s]	L [m]	ACCESORIOS					LTotal [m]	J [m/m]	Hf-parcial	Hf-acum	Dif. de Nivel	Presión Mínima	Presión Disponible
						C	C	V	T	T							
						H	D	V	D	L							
16	IN	5	0,23	0,5	1,82	0,76	1		1	2,26	0,266	0,602	2,515	0	3,4	5,432	
16	17	6	0,28	0,75	0,98	0,57			1	0,97	0,055	0,053	2,568	0	0	5,379	
17	LLM	2	0,2	0,5	1,58	0,58	1		1	2,08	0,208	0,434	3,002	0	1,6	4,946	
17	LM	4	0,2	0,5	1,58	0,84	2		1	2,14	0,208	0,446	3,015	0	3	4,933	
12	18	22	0,74	1	1,46	23	2		1	25,1	0,076	1,920	3,283	0	0	4,665	
18	LM	4	0,2	0,5	1,58	0,69	1		1	2,19	0,208	0,457	3,739	0	3	4,209	
18	19	18	0,65	1	1,28	0,26			1	0,76	0,061	0,046	3,329	0	0	4,619	
19	LLM	2	0,2	0,5	1,58	0,69	1		1	2,19	0,208	0,457	3,786	0	1,6	4,162	
19	20	16	0,61	1	1,20	0,57			1	1,07	0,055	0,058	3,387	0	0	4,561	
20	IN	5	0,23	0,5	1,82	0,86	1		1	2,36	0,266	0,627	4,015	0	3,4	3,933	
20	21	11	0,48	0,75	1,68	0,55			1	0,95	0,141	0,134	3,521	0	0	4,427	
21	IN	5	0,23	0,5	1,82	0,76	1		1	2,26	0,266	0,602	4,123	0	3,4	3,825	
21	22	6	0,28	0,75	0,98	0,57			1	0,97	0,055	0,053	3,574	0	0	4,374	
22	LLM	2	0,2	0,5	1,58	0,58	1		1	2,08	0,208	0,434	4,008	0	1,6	3,940	
22	LM	4	0,2	0,5	1,58	0,83	2		1	2,13	0,208	0,445	4,019	0	3	3,929	
11	23	66	1,7	1,5	1,49	10,6	1		1	14,7	0,048	0,704	1,816	0	0	6,132	
23	24	22	0,74	1	1,46	1,48	1		1	3,98	0,076	0,304	2,120	0	0	5,828	
24	LM	4	0,2	0,5	1,58	0,7	1		1	2,2	0,208	0,459	2,579	0	3	5,369	
24	25	18	0,65	1	1,28	0,56			1	1,06	0,061	0,065	2,185	0	0	5,763	
25	LLM	2	0,2	0,5	1,58	0,7	1		1	2,2	0,208	0,459	2,643	0	1,6	5,305	
25	26	16	0,61	1	1,20	0,13			1	0,63	0,055	0,034	2,219	0	0	5,729	
26	IN	5	0,23	0,5	1,82	0,88	1		1	2,38	0,266	0,634	2,853	0	3,4	5,095	
26	27	11	0,48	0,75	1,68	1,23			1	1,63	0,141	0,229	2,448	0	0	5,500	
27	IN	5	0,23	0,5	1,82	0,75	1		1	2,25	0,266	0,599	3,047	0	3,4	4,901	
27	28	6	0,28	0,75	0,98	0,13			1	0,53	0,055	0,029	2,477	0	0	5,471	
28	LLM	2	0,2	0,5	1,58	0,57	1		1	2,07	0,208	0,432	2,909	0	1,6	5,039	
28	LM	4	0,2	0,5	1,58	1,03	2		1	2,33	0,208	0,486	2,963	0	3	4,985	
23	29	44	1,28	1,25	1,62	12,4			1	13,1	0,069	0,907	2,723	0	0	5,225	
29	30	22	0,74	1	1,46	2,15	1		1	4,65	0,076	0,356	3,078	0	0	4,870	
30	LM	4	0,2	0,5	1,58	0,69	1		1	2,19	0,208	0,457	3,535	0	3	4,413	
30	31	18	0,65	1	1,28	0,26			1	0,76	0,061	0,046	3,125	0	0	4,823	
31	LLM	2	0,2	0,5	1,58	0,69	1		1	2,19	0,208	0,457	3,581	0	1,6	4,367	

Tramo	Unidades de consumo	Caudal [Lps]	Diámetro [pulg]	Velocidad [m/s]	L [m]	ACCESORIOS					LTotal [m]	J [m/m]	Hf-parcial	Hf-acum	Dif. de Nivel	Presión Mínima	Presión Disponible
						C	C	V	T	T							
						H	D	V	D	L							
32	IN	5	0,23	0,5	1,82	0,87	1		1	2,37	0,266	0,631	3,814	0	3,4	4,134	
32	33	11	0,48	0,75	1,68	0,54			1	0,94	0,141	0,132	3,946	0	0	4,002	
33	IN	5	0,23	0,5	1,82	0,76	1		1	2,26	0,266	0,602	4,548	0	3,4	3,4	
33	34	6	0,28	0,75	0,98	0,57			1	0,97	0,055	0,053	3,999	0	0	3,949	
34	LLM	2	0,2	0,5	1,58	0,58	1		1	2,08	0,208	0,434	4,433	0	1,6	3,515	
34	LM	4	0,2	0,5	1,58	0,84	2		1	2,14	0,208	0,446	4,446	0	3	3,502	
29	35	22	0,74	1	1,46	10,7	2		1	12,8	0,076	0,977	3,699	0	0	4,249	
35	LM	4	0,2	0,5	1,58	0,68	1		1	2,18	0,208	0,454	4,154	0	3	3,794	
35	36	18	0,65	1	1,28	0,36			1	0,86	0,061	0,052	3,752	0	0	4,196	
36	LLM	2	0,2	0,5	1,58	0,68	1		1	2,18	0,208	0,454	4,206	0	1,6	3,742	
36	37	16	0,61	1	1,20	0,47			1	0,97	0,055	0,053	3,805	0	0	4,143	
37	IN	5	0,23	0,5	1,82	0,86	1		1	2,36	0,266	0,628	4,433	0	3,4	3,515	
37	38	11	0,48	0,75	1,68	0,55			1	0,95	0,141	0,134	3,938	0	0	4,010	
38	IN	5	0,23	0,5	1,82	0,77	1		1	2,27	0,266	0,604	4,543	0	3,4	3,405	
38	39	6	0,28	0,75	0,98	0,47			1	0,87	0,055	0,048	3,986	0	0	3,962	
39	LLM	2	0,2	0,5	1,58	0,59	1		1	2,09	0,208	0,436	4,422	0	1,6	3,526	
39	LM	4	0,2	0,5	1,58	1,14	2		1	2,44	0,208	0,509	4,495	0	3	7,053	

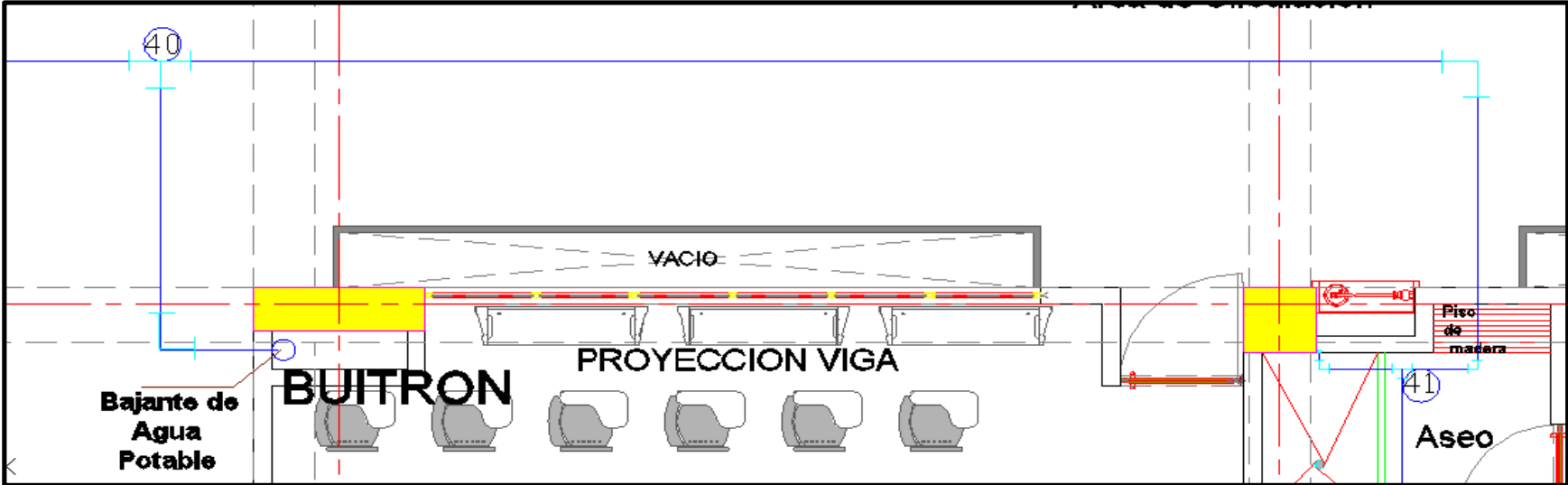
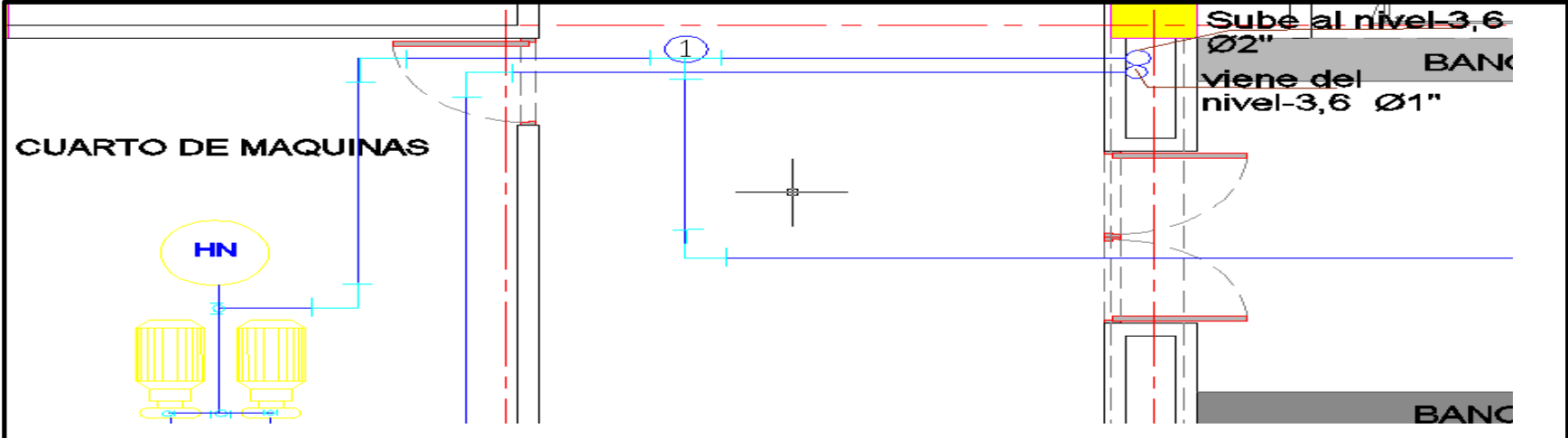
Anexo C. Trazado y nodos de los baños N-3,6. Continuación.



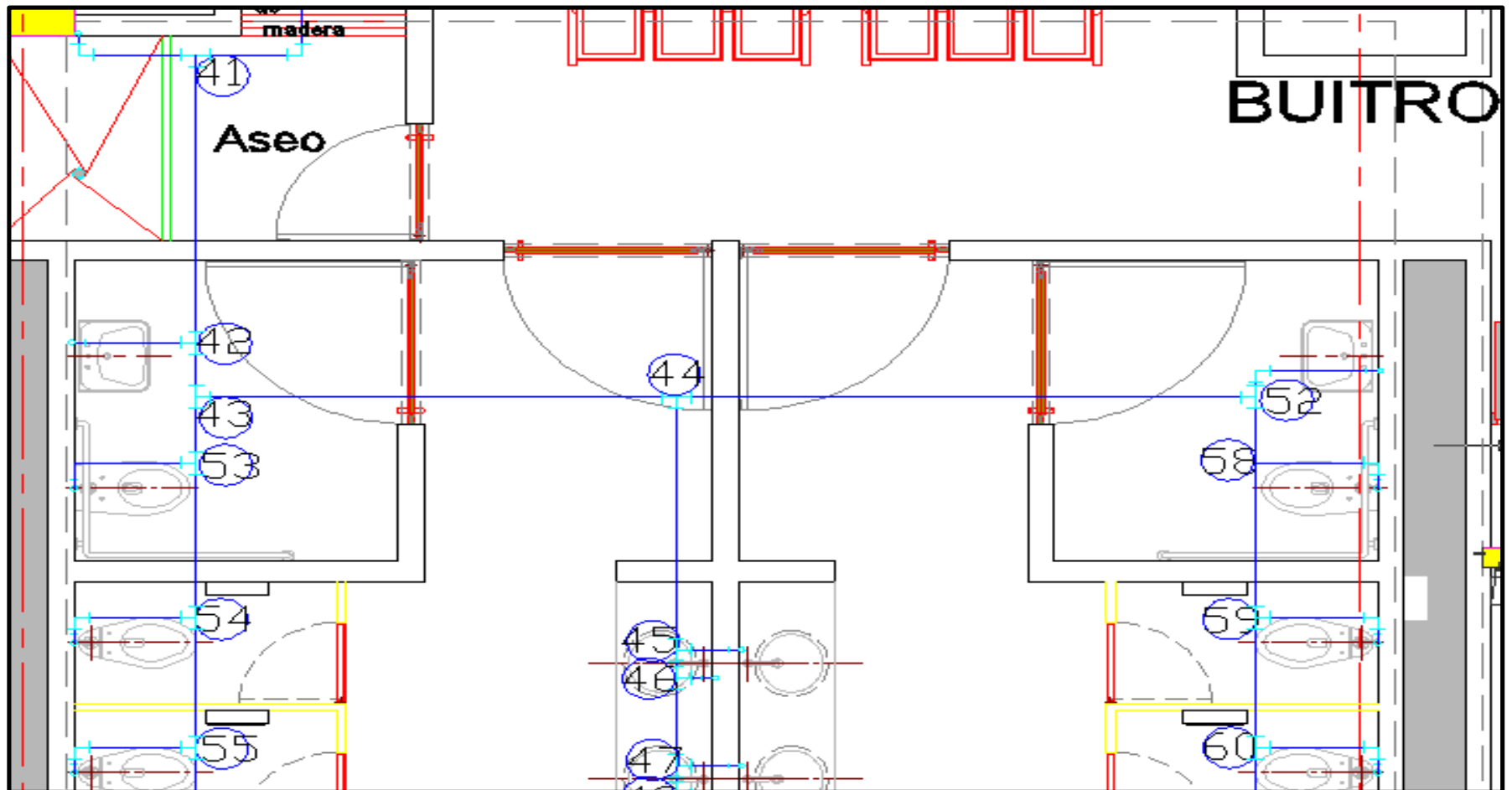
ANEXO D. Planta del N-7,2 con los nodos correspondientes y programación.



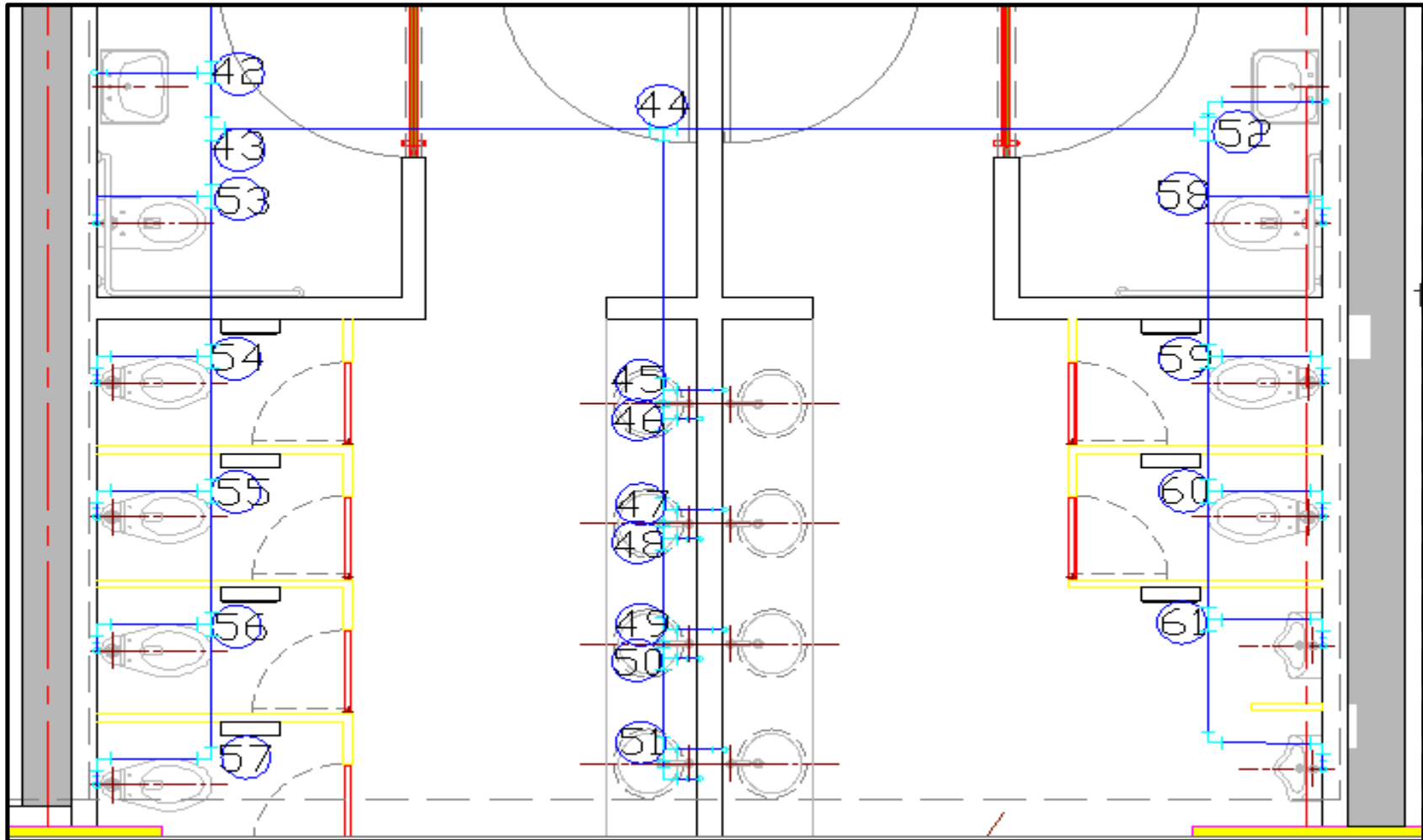
ANEXO D. Planta del N-7,2 con los nodos correspondientes. Continuación.



ANEXO D. Planta del N-7,2 con los nodos correspondientes al baño con Fluxómetros.



ANEXO D. Planta del N-7,2 con los nodos correspondientes al baño con Fluxómetros. Continuación.



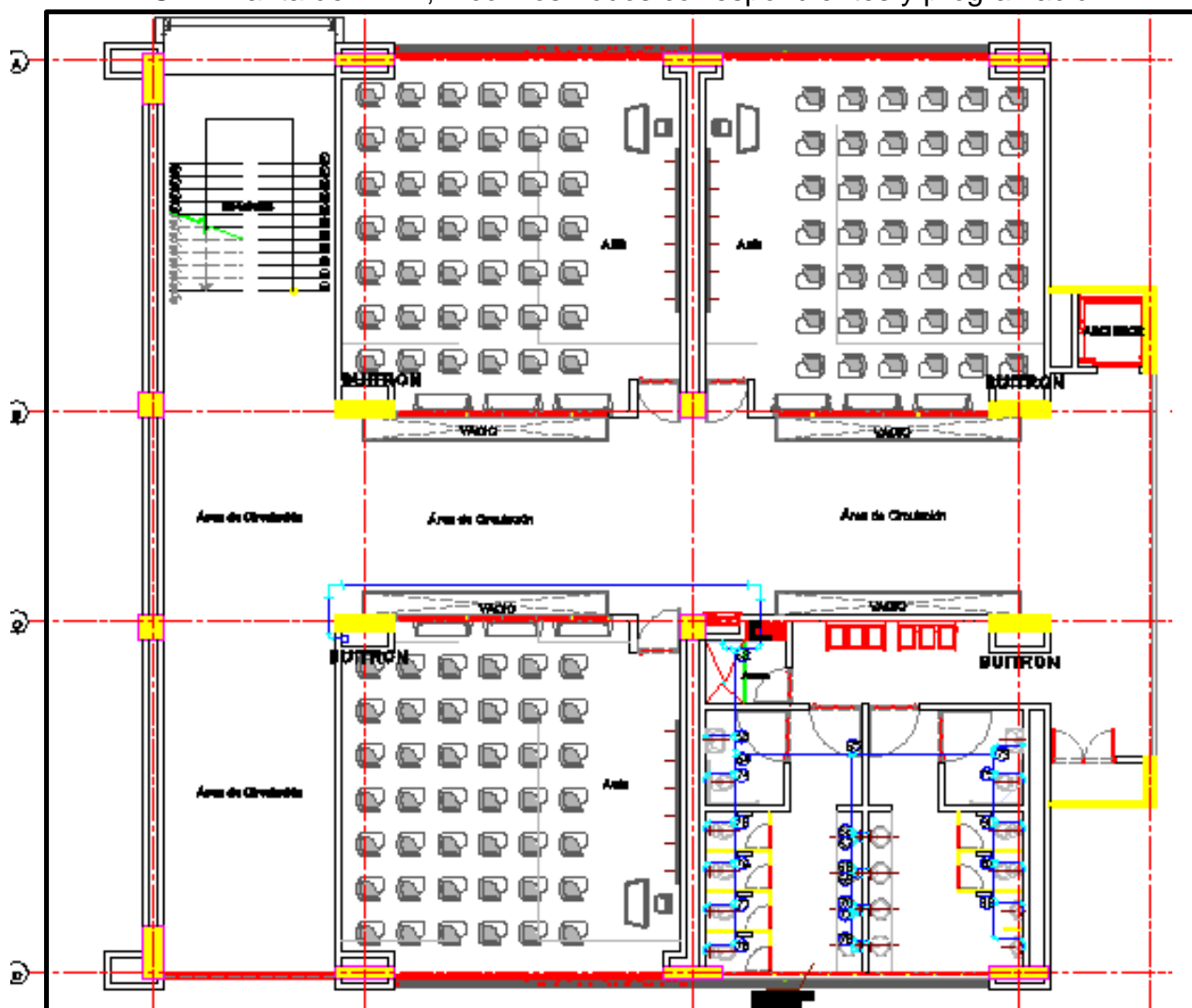
ANEXO D. Programación Diseño Hidráulico. Nivel-7.2.

56	57	10	1,61	1,5	1,41	0,95			1	1,85	0,043	0,080	3,978	0	0	14,637		
57	FL	10	1,61	1,5	1,41	0,88	3			4,78	0,043	0,208	4,105	0	14	14,510		
43	44	86	3,47	2	1,71	2,74	H	V	D	L	6,24	0,057	0,354	4,459	0	0	14,156	
44	45	32	2,3	2	1,13	1,85				1	5,35	0,026	0,142	4,600	0	0	14,015	
45	LM	424	0,23	0,5	1,58	0,36	12	1	1	1	7,06	0,208	0,388	4,347	0	0	13,763	
45	46	28	2,19	1,5	1,92	0,21			1		1,11	0,074	0,082	4,929	0	0	13,686	
46	LM	144	0,25	0,5	1,58	0,36	12	1	1	1	10,72	0,208	0,340	3,205	0	0	16,420	
46	47	24	2,07	1,5	1,82	0,64			1		1,54	0,067	0,104	5,307	0	0	13,307	
47	LM	140	0,25	0,5	1,58	0,36	1	1	1	1	3,86	0,208	0,088	3,390	0	0	16,024	
48	47	20	1,95	1,5	1,71	0,21			1		1,11	0,061	0,067	5,659	0	0	12,956	
48	49	136	1,82	1,5	1,60	0,64			1		1,73	0,034	0,045	3,722	0	0	15,873	
49	LM	4	0,2	0,5	1,58	0,36	1		1	1	1,86	0,208	0,388	3,180	0	3	15,435	
49	50	10	1,61	1,5	1,41	0,28	2	1	1	1	6,28	0,043	0,033	3,032	0	0	15,586	
55		30	2,25	1,5	1,97	0,95			1		1,85	0,078	0,144	3,496	0	0	15,110	
Tramo		Unidades de consumo	Caudal [Lps]	Diámetro [pulg]	Velocidad [m/s]	L [m]	ACCESORIOS					LTotal [m]	J [m/m]	Hf-parcial	Hf-acum	Dif. de Nivel	Presión Mínima	Presión Disponible
							C	C	V	T	T							
							H	D	V	D	L							
50	LM	4	0,2	0,5	1,58	0,21	1				1	1,71	0,208	0,357	3,537	0	3	15,078
50	51	8	1,54	1,25	1,95	0,645				1		1,35	0,096	0,129	3,665	0	0	14,950
51	LM	4	0,2	0,5	1,58	0,36	1			1	1	1,86	0,208	0,388	3,925	0	3	14,690
51	LM	4	0,2	0,5	1,58	0,32	2		1		1	1,62	0,208	0,337	4,261	0	3	14,354
48	52	54	2,83	2	1,40	2,64			1		1	3,74	0,039	0,145	4,070	0	0	14,545
52	LM	4	0,2	0,5	1,58	0,89	2			1	1	2,89	0,208	0,602	4,672	0	3	13,943
52	58	50	2,75	2	1,36	0,48			1		1	1,58	0,037	0,058	4,128	0	0	14,487
58	FL	10	1,61	1,5	1,41	0,88	2			1	1	6,28	0,043	0,273	4,401	0	14	14,214
58	59	40	2,51	2	1,24	1,13			1		1	2,23	0,031	0,069	4,198	0	0	14,417
59	FL	10	1,61	1,5	1,41	0,88	2			1	1	6,28	0,043	0,273	4,470	0	14	14,144
59	60	30	2,25	1,5	1,97	0,95			1		1	1,85	0,078	0,144	4,342	0	0	14,273
60	FL	10	1,61	1,5	1,41	0,88	2			1	1	6,28	0,043	0,273	4,615	0	14	14
60	61	20	1,95	1,5	1,71	0,92			1		1	1,82	0,061	0,110	4,452	0	0	14,163
61	OR	10	1,61	1,5	1,41	0,89	2			1	1	6,29	0,043	0,273	4,725	0	3,2	13,889

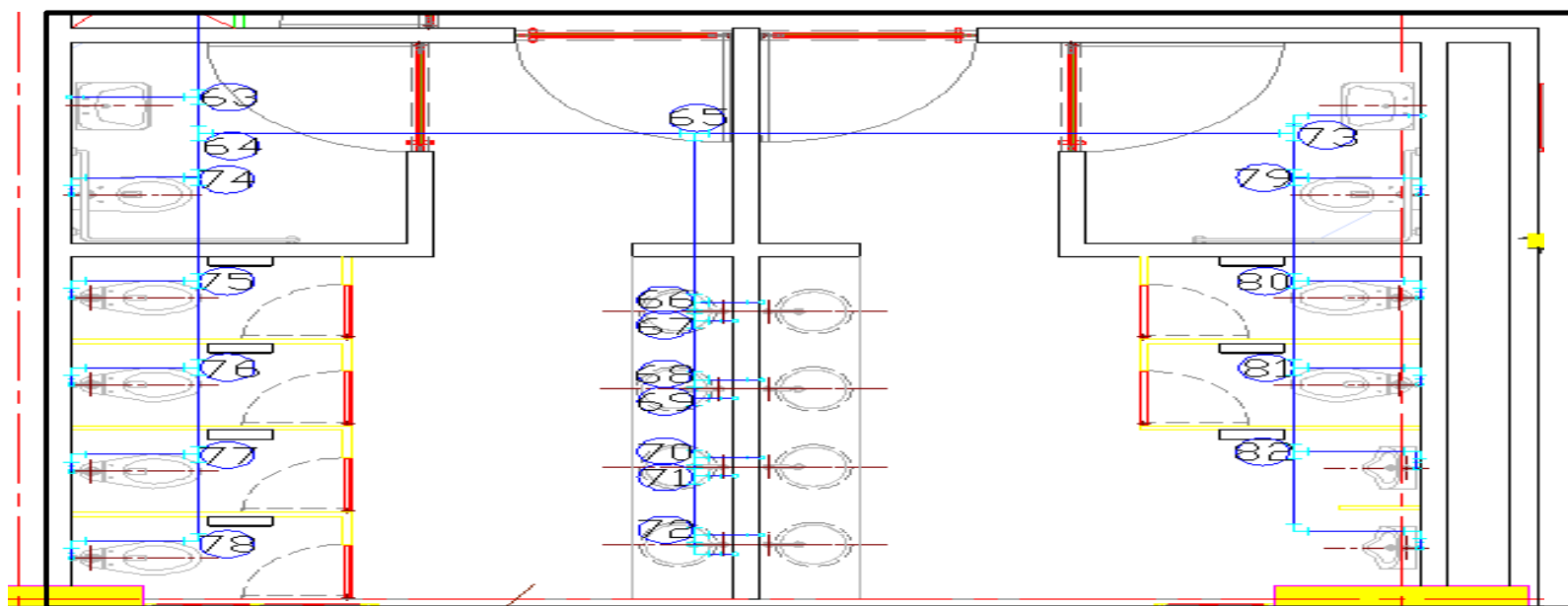
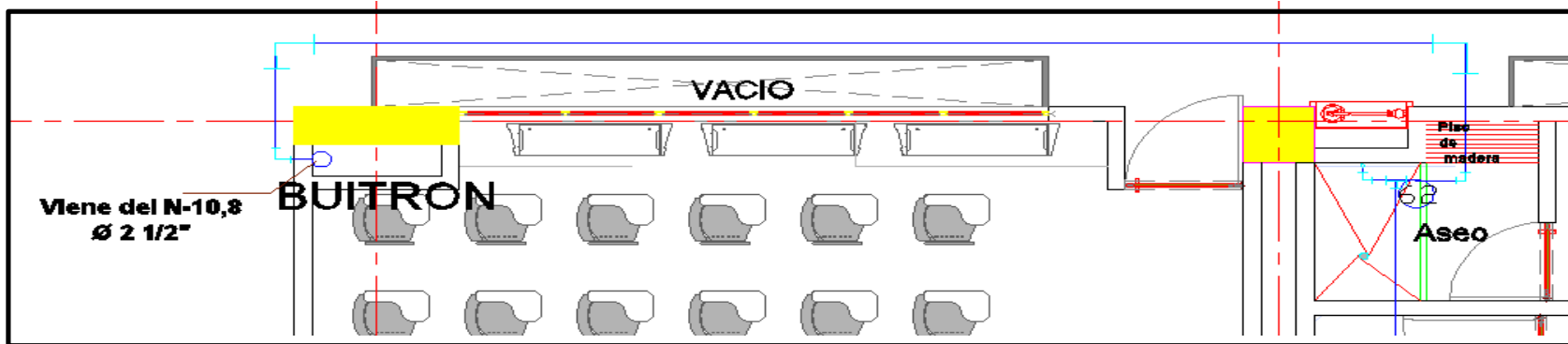
61	OR	10	1,61	1,5	1,41	1,76	3	1	6,56	0,043	0,285	4,737	0	3,2	13,878
----	----	----	------	-----	------	------	---	---	------	-------	-------	-------	---	-----	--------

ANEXO D. Programación Diseño Hidráulico. Nivel-7.2.

ANEXO E. Planta del N-14,4 con los nodos correspondientes y programación.



ANEXO E. Planta del N-14,4 con los nodos correspondientes. Continuación.



ANEXO E. Programación Diseño Hidráulico. Nivel-14,4.

Tramo	Unidades de consumo	Caudal [Lps]	Diámetro [pulg]	Velocidad [m/s]	L[m]	ACCESORIOS					LTotal [m]	J [m/m]	Hf-parcial	Hf-acum	Dif. de Nivel	Presión Mínima	Presión Disp.
						C H	C D	VV	T D	TL							
	B										0,000	0	0				16,338
B	1	424	7,03	3	1,54	7,00	2	1		13,60	0,029	0,39	0,395	0	0		15,943
1	40	288	5,58	2,5	1,76	25,23	1		1	31,53	0,046	1,45	1,846	0	0		14,492
40	61	154	4,36	2,5	1,38	11,75	4		2	28,35	0,029	0,83	2,673	3,6	0		17,265
61	62	144	4,25	2,5	1,34	1,99	1		1	5,29	0,028	0,15	2,820	0	0		17,118
62	DU	4	1,51	1,25	1,91	0,43	2		1	4,93	0,092	0,46	3,275	0	4		16,663
62	63	140	4,25	2,5	1,34	2,06			1	3,36	0,028	0,09	2,914	0	0		17,024
63	LM	4	0,20	0,5	1,58	0,70	1		1	2,20	0,208	0,46	3,372	0	3		16,566
63	64	136	4,12	2,5	1,30	0,40			1	1,70	0,026	0,04	2,958	0	0		16,980
64	74	50	2,75	2	1,36	0,48			1	1,58	0,037	0,06	3,017	0	0		16,921
74	FL	10	1,61	1,5	1,41	0,88	2		1	6,28	0,043	0,27	3,289	0	14		16,648
74	75	40	2,51	2	1,24	1,13			1	2,23	0,031	0,07	3,086	0	0		16,852
75	FL	10	1,61	1,5	1,41	0,88	2		1	6,28	0,043	0,27	3,359	0	14		16,579
75	76	30	2,25	1,5	1,97	0,95			1	1,85	0,078	0,14	3,230	0	0		16,707
76	FL	10	1,61	1,5	1,41	0,88	2		1	6,28	0,043	0,27	3,503	0	14		16,435
76	77	20	1,95	1,5	1,71	0,95			1	1,85	0,061	0,11	3,343	0	0		16,595
77	FL	10	1,61	1,5	1,41	0,88	2		1	6,28	0,043	0,27	3,616	0	14		16,322
77	78	10	1,61	1,5	1,41	0,94			1	1,84	0,043	0,08	3,423	0	0		16,515
78	FL	10	1,61	1,5	1,41	0,88	3			4,78	0,043	0,21	3,630	0	14		16,308
64	65	86	3,47	2	1,71	2,74			1	6,24	0,057	0,35	3,776	0	0		16,162
65	66	32	2,30	2	1,13	1,76			1	5,26	0,026	0,14	3,916	0	0		16,022
66	LM	4	0,20	0,5	1,58	0,36	1		1	1,86	0,208	0,39	4,164	0	3		15,774
66	67	28	2,19	1,5	1,92	0,20			1	1,10	0,074	0,08	4,246	0	0		15,691
67	LM	4	0,20	0,5	1,58	0,21	1		1	1,71	0,208	0,36	4,521	0	3		15,417
67	68	24	2,07	1,5	1,82	0,64			1	1,54	0,067	0,10	4,625	0	0		15,313
68	LM	4	0,20	0,5	1,58	0,36	1		1	1,86	0,208	0,39	5,013	0	3		14,925
68	69	20	1,95	1,5	1,71	0,21			1	1,11	0,061	0,07	4,692	0	0		15,246
69	LM	4	0,20	0,5	1,58	0,20	1		1	1,70	0,208	0,35	3,725	0	3		16,213
69	70	16	1,82	1,5	1,60	0,64			1	1,54	0,054	0,08	3,808	0	0		16,130
70	LM	4	0,20	0,5	1,58	0,36	1		1	1,86	0,208	0,39	4,113	0	3		15,825
70	71	12	1,69	1,5	1,48	0,21			1	1,11	0,047	0,05	4,165	0	0		15,773

ANEXO E. Programación Diseño Hidráulico. Nivel-14,4.Continuación.

Tramo	Unidades de consumo	Caudal [Lps]	Diámetro [pulg]	Velocidad [m/s]	L [m]	ACCESORIOS					LTotal [m]	J [m/m]	Hf-parcial	Hf-acum	Dif. de Nivel	Presión Mínima	Presión Disponible
						C	C	V	T	T							
						H	D	V	D	L							
71	LM	4	0,20	0,5	1,58	0,21	1		1	1,71	0,208	0,36	4,469	0	3	15,469	
71	72	8	1,54	1,25	1,95	0,74		1		1,44	0,096	0,14	4,607	0	0	15,331	
72	LM	4	0,20	0,5	1,58	0,37	1		1	1,87	0,208	0,39	4,860	0	3	15,078	
72	LM	4	0,20	0,5	1,58	0,46	2		1	1,76	0,208	0,37	5,227	0	3	14,711	
65	73	54	2,83	2	1,40	3,31		1		4,41	0,039	0,17	5,031	0	0	14,907	
73	LM	4	0,20	0,5	1,58	0,89	2		1	2,89	0,208	0,60	5,634	0	3	14,304	
73	79	50	2,75	2	1,36	0,48			1	3,98	0,037	0,15	5,178	0	0	14,760	
79	FL	10	1,61	1,5	1,41	0,88	2		1	6,28	0,043	0,27	5,451	0	14	14,487	
79	80	40	2,51	2	1,24	1,13		1		2,23	0,031	0,07	5,248	0	0	14,690	
80	FL	10	1,61	1,5	1,41	0,88	2		1	6,28	0,043	0,27	5,521	0	14	14,417	
80	81	30	2,25	1,5	1,97	0,95		1		1,85	0,078	0,14	5,665	0	0	14,273	
81	FL	10	1,61	1,5	1,41	0,88	2		1	6,28	0,043	0,27	5,938	0	14	14	
81	82	20	1,95	1,5	1,71	0,92		1		1,82	0,061	0,11	6,048	0	0	13,890	
82	OR	10	1,61	1,5	1,41	0,887	2		1	6,287	0,043	0,27	6,321	0	3,2	13,617	
82	OR	10	1,61	1,5	1,41	1,572	3		1	6,372	0,043	0,28	6,598	0	3,2	13,340	

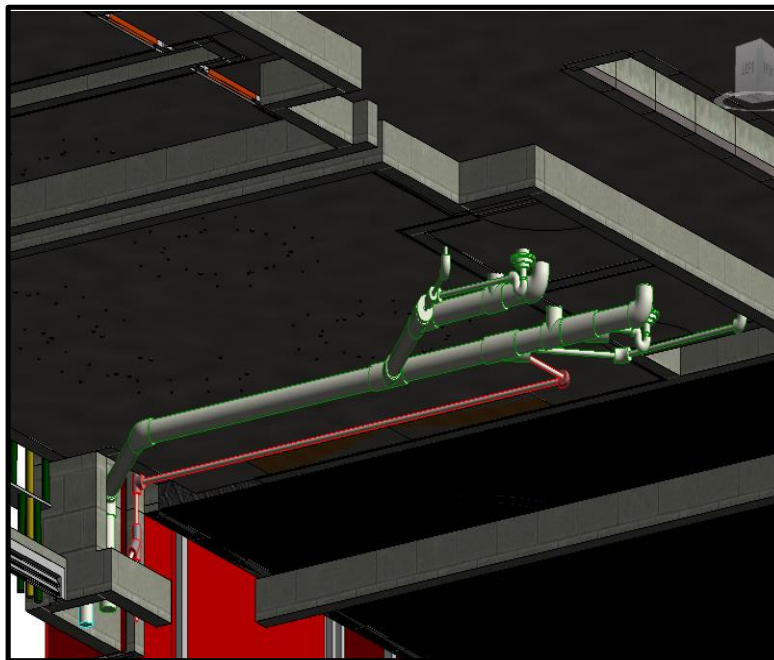
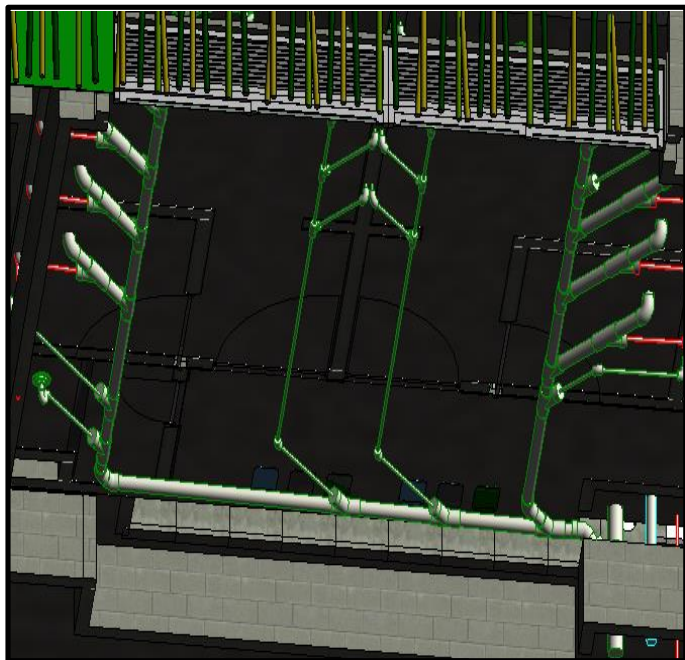
ANEXO F. Tensión de Vapor de acuerdo a la temperatura.

<i>T</i> /°C	<i>P</i> /mmHg	<i>P</i> /hPa	<i>T</i> /°C	<i>P</i> /mmHg	<i>P</i> /hPa	<i>T</i> /°C	<i>P</i> /mmHg	<i>P</i> /hPa
0	4.5840	6.1115	47	79.709	106.27	95	634.61	846.08
0.01	4.58780	6.11657	48	83.834	111.77	96	658.34	877.71
1	4.9286	6.5709	49	88.147	117.52	97	682.78	910.30
2	5.2954	7.0599	50	92.648	123.52	98	707.98	943.90
3	5.6861	7.5808	51	97.343	129.78	99	733.95	978.52
4	6.1021	8.1355	52	102.24	136.31	100	760.00	1013.3
5	6.5449	8.7258	53	107.35	143.12	101	787.57	1050.0
6	7.0158	9.3536	54	112.67	150.22	102	815.86	1087.7
7	7.5164	10.021	55	118.23	157.62	103	845.12	1126.7
8	8.0482	10.730	56	124.01	165.33	104	875.06	1166.7
9	8.6130	11.483	57	130.03	173.36	105	906.07	1208.0
10	9.2123	12.282	58	136.29	181.71	106	937.92	1250.5
11	9.8483	13.130	59	142.82	190.41	107	970.60	1294.0
12	10.522	14.028	60	149.61	199.46	108	1004.42	1339.12
13	11.237	14.981	61	156.67	208.88	109	1038.92	1385.11
14	11.993	15.990	62	164.02	218.67	110	1074.56	1432.63
15	12.795	17.058	63	171.65	228.85	111	1111.20	1481.48
16	13.642	18.188	64	179.59	239.43	112	1148.74	1531.53
17	14.539	19.384	65	187.83	250.42	113	1187.42	1583.10
18	15.487	20.647	66	196.39	261.83	114	1227.25	1636.20
19	16.489	21.983	67	205.28	273.68	115	1267.98	1690.50
20	17.546	23.393	68	214.51	285.99	120	1489.14	1985.36
21	18.663	24.882	69	224.09	298.76	125	1740.93	2321.05
22	19.841	26.453	70	234.03	312.01	130	2026.10	2701.24
23	21.085	28.111	71	244.33	325.75	135	2347.26	3129.42
24	22.395	29.858	72	255.02	340.00	140	2710.92	3614.26
25	23.776	31.699	73	266.11	354.78	145	3116.76	4155.34
26	25.231	33.639	74	277.59	370.09	150	3570.48	4760.25
27	26.763	35.681	75	289.49	385.95	175	6694.08	8924.71
28	28.376	37.831	76	301.82	402.39	200	11 659.16	15 544.27
29	30.071	40.092	77	314.58	419.41	225	19 123.12	25 495.40
30	31.855	42.470	78	327.80	437.03	250	29 817.84	39 753.85
31	33.730	44.969	79	341.48	455.27	275	44 580.84	59 436.23
32	35.700	47.596	80	355.63	474.14	300	64 432.8	85 903.3
33	37.769	50.354	81	370.28	493.67	325	90 447.6	120 587
34	39.942	53.251	82	385.43	513.87	350	124 001.6	165 321.9
35	42.221	56.290	83	401.10	534.76	360	139 893.2	186 508.9
36	44.613	59.479	84	417.30	556.35	365	148 519.2	198 009.3
37	47.121	62.823	85	434.04	578.67	366	150 320.4	200 410.7
38	49.750	66.328	86	451.33	601.73	367	152 129.2	202 822.3
39	52.506	70.002	87	469.21	625.56	368	153 960.8	205 264.2
40	55.391	73.849	88	487.67	650.17	369	155 815.2	207 736.5
41	58.413	77.878	89	506.73	675.58	370	157 692.4	210 239.2
42	61.577	82.096	90	526.41	701.82	371	159 584.8	212 762.2
43	64.886	86.508	91	546.72	728.90	372	161 507.6	215 325.8
44	68.349	91.124	92	567.68	756.84	373	163 468.4	217 939.9
45	71.968	95.950	93	589.31	785.68	373.946	165 452.0	220 584.5
46	75.749	100.99	94	611.61	815.41			

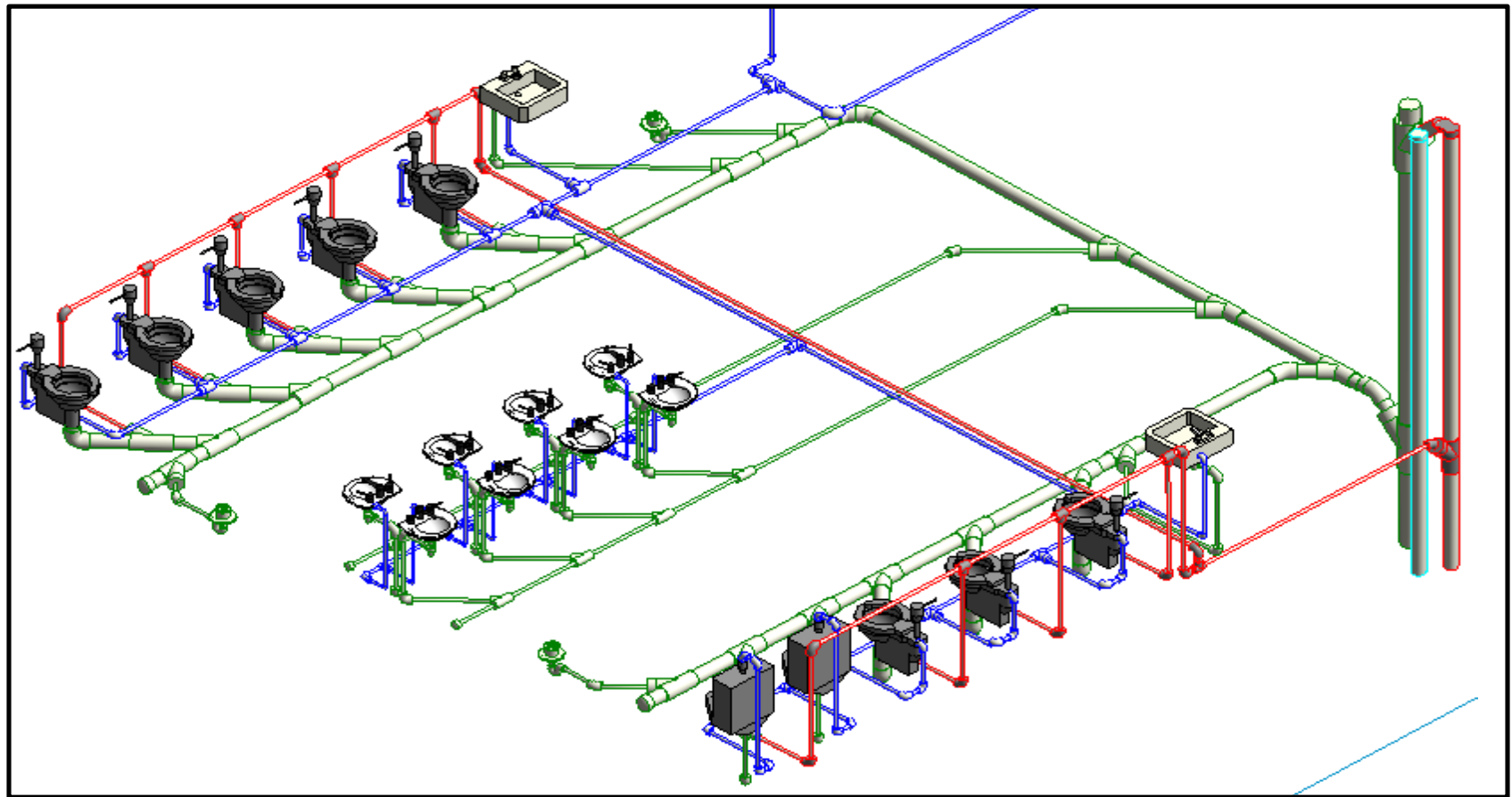
Fuente: Tensión de vapor de agua líquida y hielo a varia temperaturas; Disponible en: http://www.vaxasoftware.com/doc_edu/qui/pvh2o.pd

ANEXO G. Representación Tridimensional de la Nueva alternativa de diseño.

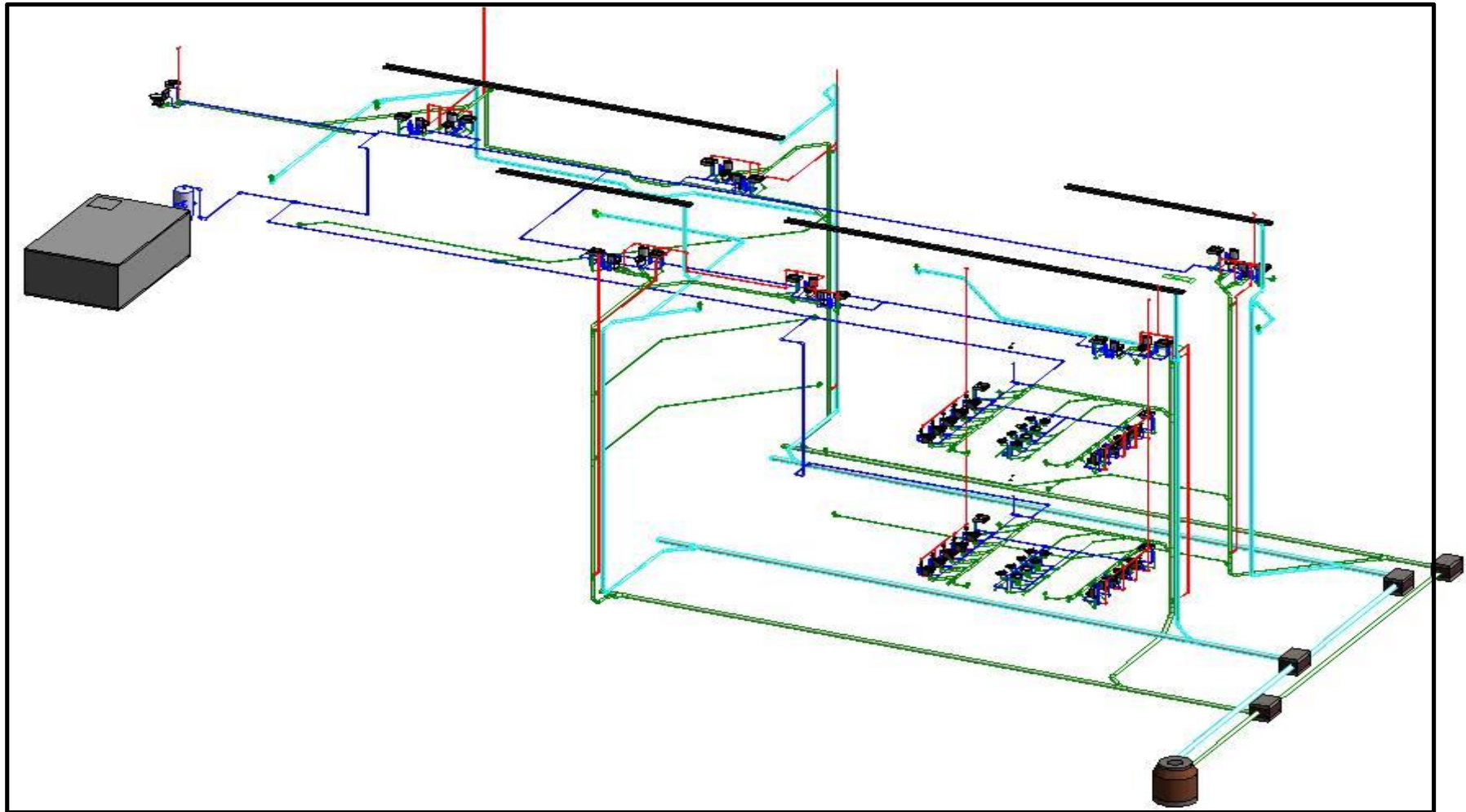
Anexo G. Modelado en Revit, Tubería Aguas Negras descolgada de Placa.



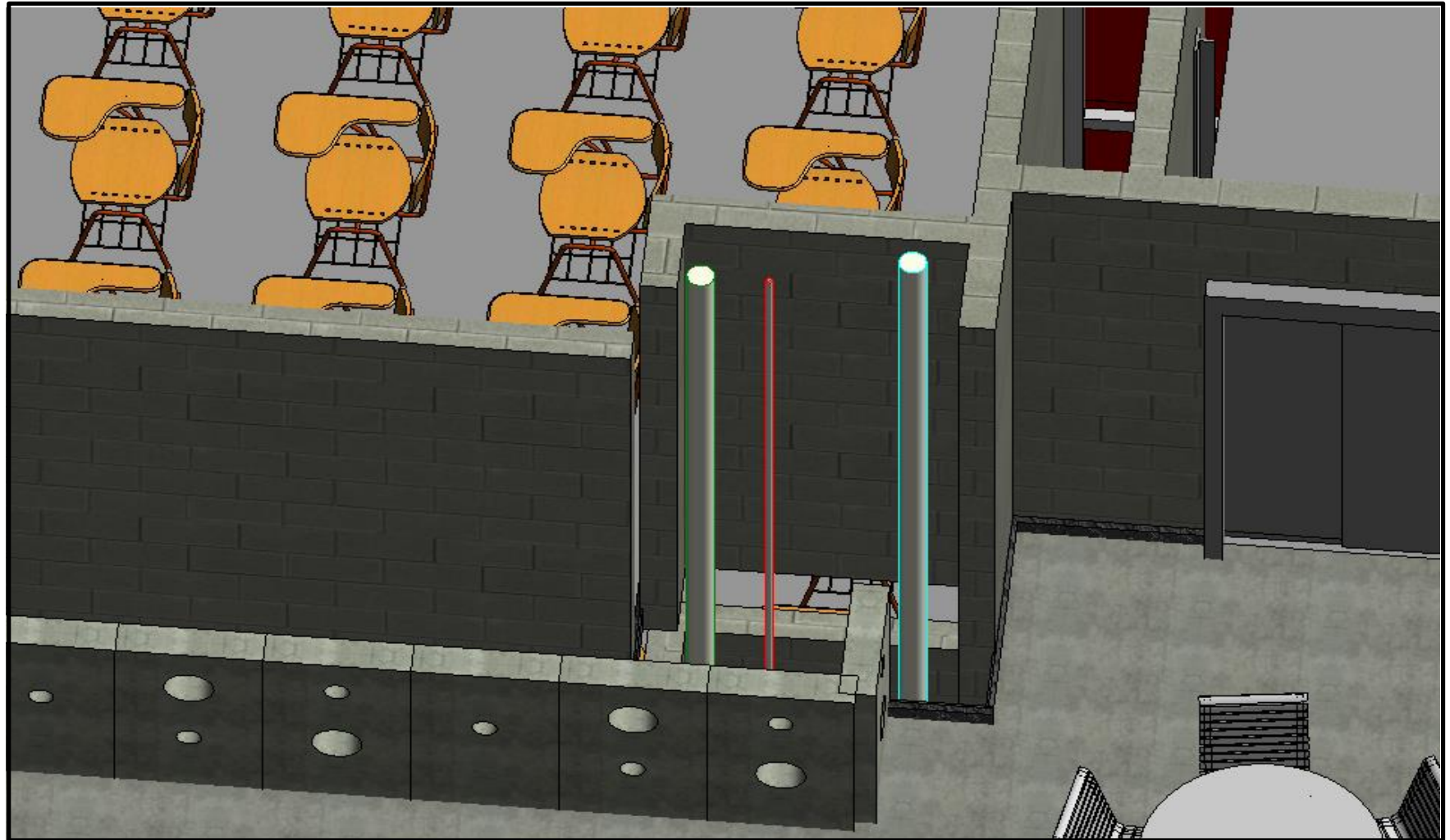
Anexo G. Modelado en Revit, Sistema de Tuberías ramales, bajantes y colectores



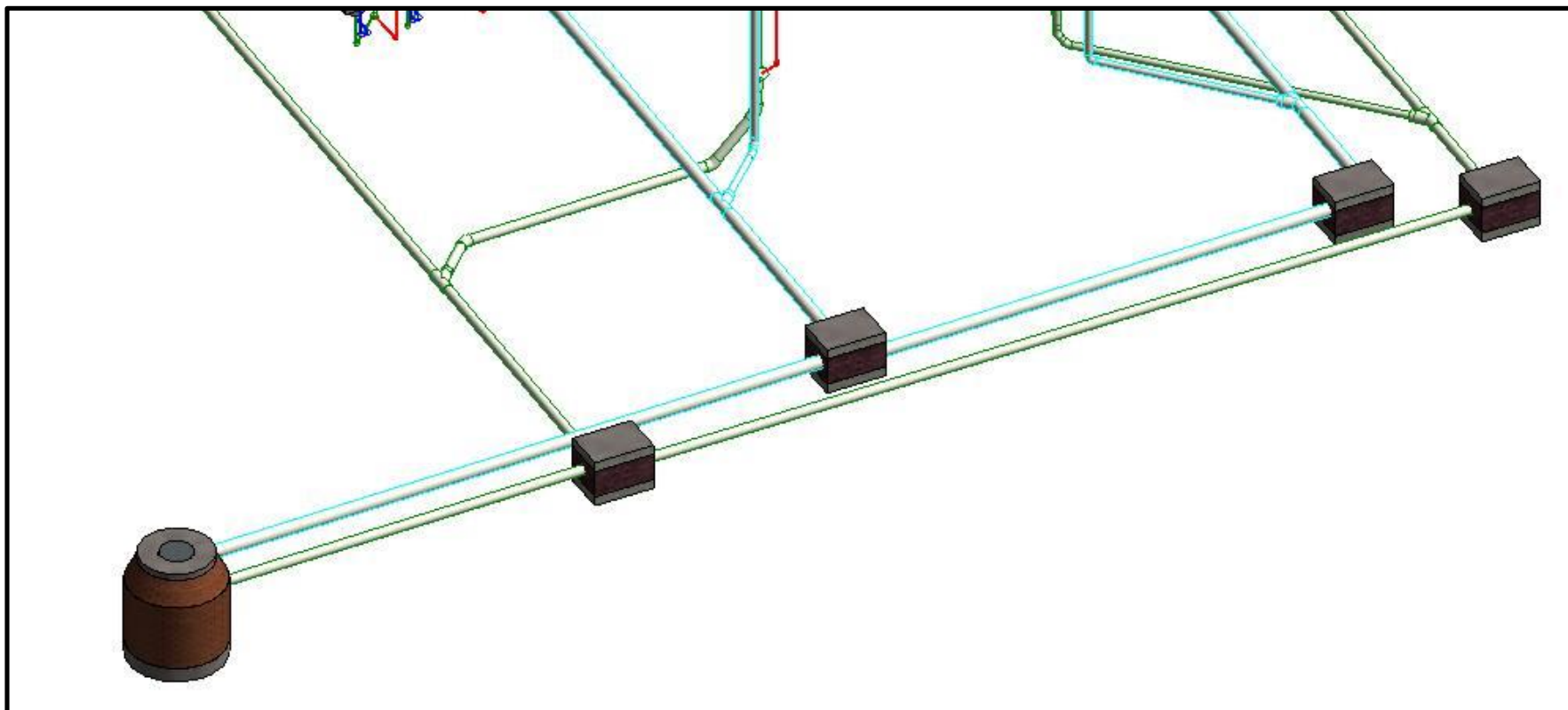
Anexo G. Modelado Tridimensional de los sistemas hidro-sanitarios.



Anexo G. Modelado en Revit, Bajantes Aguas Negras, Aguas Lluvias y de Ventilación.



Anexo G. Modelado en Revit, cajas y Pozo de inspección.



**ANEXO H. Presupuesto alternativas de diseño.
ANEXO H. Presupuesto alternativa antigua.**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
	1		REDES HIDRÁULICAS		
1,01	Tubería de Presión PVC RD21 Diámetro 1/2"	ML	14,8	\$ 4.878	\$ 71.946
1,02	Tubería de Presión PVC RD21 Diámetro 3/4"	ML	58,6	\$ 6.716	\$ 393.339
1,03	Tubería de Presión PVC RD21 Diámetro 1"	ML	26,9	\$ 8.779	\$ 236.155
1,04	Tubería de Presión PVC RD21 Diámetro 1 1/2"	ML	18,2	\$ 12.304	\$ 224.056
1,05	Tubería de Presión PVC RD21 Diámetro 2"	ML	68,6	\$ 19.109	\$ 1.311.068
1,06	Tubería de Presión PVC RD21 Diámetro 2 1/2"	ML	20,5	\$ 66.252	\$ 1.355.516
1,07	Tubería de Presión PVC RD21 Diámetro 3"	ML	47,8	\$ 36.297	\$ 1.734.271
1,07	Codo a 90° PVC Diámetro 1/2"	UN	46,0	\$ 1.208	\$ 55.568
1,08	Codo a 90° PVC Diámetro 3/4"	UN	21,0	\$ 1.418	\$ 29.778
1,09	Codo a 90° PVC Diámetro 1"	UN	23,0	\$ 2.331	\$ 53.613
1,1	Codo a 90° PVC Diámetro 1 1/2"	UN	6,0	\$ 7.279	\$ 43.676
1,11	Codo a 90° PVC Diámetro 2"	UN	12,0	\$ 12.394	\$ 148.728
1,12	Codo a 90° PVC Diámetro 3"	UN	5,0	\$ 36.122	\$ 180.610
1,13	Reductor de 3/4" a 1/2"	UN	37,0	\$ 2.928	\$ 108.336
1,14	Reductor de 1" a 1/2"	UN	20,0	\$ 3.688	\$ 73.760
1,15	Reductor de 1" a 3/4"	UN	10,0	\$ 3.688	\$ 36.880
1,16	Reductor de 1 1/2" a 3/4"	UN	2,0	\$ 5.481	\$ 10.962
1,17	Reductor de 1 1/2" a 1"	UN	2,0	\$ 5.481	\$ 10.962
1,18	Reductor de 2" a 3/4"	UN	1,0	\$ 7.658	\$ 7.658
1,19	Reductor de 2" a 1 1/2"	UN	2,0	\$ 7.658	\$ 15.316
1,2	Reductor de 3" a 2"	UN	2,0	\$ 27.192	\$ 54.384
1,21	Tee PVC DIAM 3/4"	UN	25,0	\$ 2.721	\$ 68.025
1,22	Tee PVC DIAM 1"	UN	11,0	\$ 2.950	\$ 32.445

ITEM	DESCRIPCIÓN	UN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
1,23	Tee PVC DIAM 1 1/2"	UN	10,0	\$ 9.984	\$ 99.840
1,24	Tee PVC DIAM 2"	UN	17,0	\$ 15.542	\$ 264.214
1,25	Tee PVC DIAM 3"	UN	1,0	\$ 45.223	\$ 45.223
1,26	Válvula globo HHRT 3/4"	UN	7,0	\$ 170.320	\$ 1.192.240
1,27	Válvula globo HHRT 1"	UN	6,0	\$ 228.462	\$ 1.370.772
1,29	Válvula globo HHRT 2"	UN	2,0	\$ 529.435	\$ 1.058.870
1,3	Válvula en Hierro Dúctil 3"	UN	1,0	\$ 929.066	\$ 929.066
1,31	Tubería de Presión PVC RD21 Diámetro 2"	ML	15,0	\$ 19.109	\$ 286.635
1,32	Tee PVC DIAM 6x2"	UN	1,0	\$ 175.439	\$ 175.439
1,33	Codo a 90° PVC Diámetro 2"	UN	4,0	\$ 12.394	\$ 49.576
1,34	Excavación a máquina en material común	M ³	144,3	\$ 7.006	\$ 1.010.966
1,35	Relleno seleccionado con material de sitio (Extendido, nivelación y compactación)	M ³	57,7	\$ 12.211	\$ 704.819
1,36	Bomba centrífuga K1 1/4 3 HP 3450 RPM 1.5X1.25 NPT 3/60/230-460V	UN	2,0	\$ 3.864.899	\$ 7.729.798
1,37	Excavación a máquina en material común	M ³	144,3	\$ 7.006	\$ 1.010.966
1,38	Relleno seleccionado con material de sitio (Extendido, nivelación y compactación)	M ³	57,7	\$ 12.211	\$ 704.819
1,4	Concreto para tanque de agua potable 3000 Psi	M ³	60,8	\$ 677.528	\$ 41.193.702
1,41	Acero de 37,000 PSI	KG	1082,3	\$ 3.638	\$ 3.937.226
1,42	Acero de 60,000 PSI	KG	21645,0	\$ 3.791	\$ 82.056.195
1,44	Tubería de presión PVC 4"	ML	14,5	\$ 55.371	\$ 802.880
SUBTOTAL					\$ 150.880.297,51

ANEXO H. Presupuesto alternativa antigua. Continuación.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
2	REDES SANITARIAS				
2,01	Suministro e instalación de tubería sanitaria D=2"	ML	126,4	\$ 24.079	\$ 3.044.549
2,02	Suministro e instalación de tubería sanitaria D=4"	ML	170,0	\$ 36.675	\$ 6.234.017
2,03	Suministro e instalación de tubería sanitaria D=6"	ML	164,4	\$ 54.313	\$ 8.927.971
2,04	Codo 90° PVC sanitaria 2"	UN	53,0	\$ 6.359	\$ 337.027
2,05	Codo 45° PVC sanitaria 2"	UN	23,0	\$ 6.821	\$ 156.883
2,06	Codo 90° PVC sanitaria 3"	UN	1,0	\$ 9.443	\$ 9.443
2,07	Codo 90° PVC sanitaria 4"	UN	42,0	\$ 13.365	\$ 561.330
2,08	Codo 45° PVC sanitaria 4"	UN	28,0	\$ 14.532	\$ 406.896
2,09	Codo 90° PVC sanitaria 6"	UN	4,0	\$ 83.851	\$ 335.404
2,1	Yee PVC presión sanitario 2"	UN	52,0	\$ 9.616	\$ 500.032
2,11	Yee PVC presión sanitario 4"	UN	104,0	\$ 17.217	\$ 1.790.568
2,12	Yee PVC presión sanitario 6"	UN	8,0	\$ 118.280	\$ 946.240
2,14	Reductor PVC sanitario 4"a 2"	UN	41,0	\$ 23.910	\$ 980.310
2,15	Reductor PVC sanitario 6"a 2"	UN	2,0	\$ 30.541	\$ 61.082
2,17	Reductor PVC sanitario 6"a 4"	UN	9,0	\$ 117.459	\$ 1.057.131
				SUBTOTAL	\$ 25.348.882,20

ANEXO H. Presupuesto alternativa antigua. Continuación.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
3	REDES DE VENTILACIÓN AGUAS NEGRAS				
3,01	Suministro e instalacion de tuberia de ventilación D=2"	ML	172,2	\$ 24.079	\$ 4.146.404
3,02	Suministro e instalacion de tuberia de ventilación D=3"	ML	8,0	\$ 28.459	\$ 227.672
3,03	Suministro e instalacion de tuberia de ventilación D=4"	ML	152,5	\$ 33.674	\$ 5.135.285
3,04	Suministro e instalacion de tuberia de ventilación D=6"	ML	18,7	\$ 54.303	\$1.015.466
3,05	Codo 90° PVC ventilación 2"	UN	53,0	\$ 6.359	\$ 337.027
3,06	Tee presión ventilación 2"	UN	42,0	\$ 13.203	\$ 554.526
3,07	Reductor PVC ventilación 4" a 2"	UN	20,0	\$ 23.910	\$ 478.200
				SUBTOTAL	\$ 11.894.579,90
4	REDES DE AGUAS LLUVIAS				
4,01	Suministro e instalación de tuberia agua lluvia D=6"	ML	97,0	\$ 54.313	\$ 5.268.361
4,02	Tuberia PVC 6"	ML	72,029	\$ 50.084,27	\$ 3.607.519,57
4,03	Codo 90° PVC agua lluvia D=2"	UN	27,0	\$ 87.495	\$ 2.362.365
4,04	Codo 90° PVC agua lluvia D=4"	UN	155,0	\$ 27.000	\$ 4.185.000
4,05	Reductor de 4"-2"	UN	6,0	\$ 12.474	\$ 74.844
4,06	Tee PVC agua lluvia lluvia D=4"	UN	22,0	\$ 20.470	\$ 450.340
				SUBTOTAL	\$ 15.948.429,57
5	APARATOS SANITARIOS				
5,01	Lavamanos de Incrustar en Meson de Concreto con Válvula Antivandálica y Válvula Eléctrica con Infarrojo Grival	UN	16,0	\$ 870.447	\$ 13.927.152

ITEM	DESCRIPCIÓN	UN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
5,02	Lavamanos con Válvula Antivandálica y Válvula electrica con Infrarrojo Grival	UN	17,0	\$ 1.149.376	\$ 19.539.392
5,04	Aparato Sanitario con Válvula Anti vandálica y Válvula Eléctrica con Infrarrojo Grival	UN	16,0	\$ 1.110.472	\$ 17.767.553
5,05	Aparato Sanitario con Válvula Antivandálica y Válvula Eléctrica con Infrarrojo Grival (discapitados)	UN	13,0	\$ 1.446.460	\$ 18.803.980
5,06	Pozo de Inspeccion	UN	4,0	\$ 55.617	\$ 222.468
5,07	Duchas de Telefono	UN	9,0	\$ 48.165	\$433.485
5,08	Orinal con válvula antivandalica y valvula electrica con infarrojo grival	UN	4,0	\$ 887.571	\$ 3.550.284
SUBTOTAL					\$ 74.244.313,80
COSTO DIRECTO TOTAL					\$ 278.316.503

Anexo H. Presupuesto Nueva Alternativa.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UN	CANTIDA D	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
1	REDES HIDRÁULICAS				
1,01	Tubería PVC 1/2"	ML	73,304	\$ 4.797,31	\$ 351.661,69
1,02	Tubería PVC 3/4"	ML	7,034	\$ 4.182,14	\$ 29.417,14
1,03	Tubería PVC 1"	ML	78,631	\$ 6.587,14	\$ 517.953,06
1,04	Tubería PVC 1 1/4"	ML	15,364	\$ 10.306,14	\$ 158.343,47
1,05	Tubería PVC 1 1/2"	ML	69,574	\$ 11.195,14	\$ 778.890,37
1,06	Tubería PVC 2"	ML	38,437	\$ 17.450,47	\$ 670.743,66
1,07	Tubería PVC 2 1/2"	ML	66,252	\$ 26.308,47	\$ 1.742.988,66
1,08	Tubería PVC 3 "	ML	8,106	\$ 29.778,84	\$ 241.387,24
1,09	Tubería PVC 4 "	ML	3,714	\$ 55.853,31	\$ 207.439,18
1,1	Codos 90°x1/2" PVC	UN	130	\$ 2.899,94	\$ 376.991,63
1,11	Codos 90°x1" PVC	UN	13	\$ 4.801,14	\$ 62.414,76
1,12	Codos 90°x1 1/4" PVC	UN	6	\$ 6.297,14	\$ 37.782,81
1,13	Codos 90°x1 1/2" PVC	UN	87	\$ 9.002,14	\$ 783.185,80
1,14	Codos 90°x2" PVC	UN	4	\$ 12.722,14	\$ 50.888,54
1,15	Codos 90°x2 1/2" PVC	UN	10	\$ 30.667,14	\$ 306.671,36
1,16	Codos 90°x3" PVC	UN	7	\$ 38.753,14	\$ 271.271,95
1,17	Codos 90°x4" PVC	UN	2	\$ 80.354,14	\$ 160.708,27
1,18	Reductor de tubería PVC 3/4"- 1/2"	UN	9	\$ 3.680,14	\$ 33.121,22
1,19	Reductor de tubería PVC 1"-1/2"	UN	46	\$ 4.179,14	\$ 192.240,24
1,2	Reductor de tubería PVC 1"-3/4"	UN	3	\$ 4.179,14	\$ 12.537,41
1,21	Reductor de tubería PVC 1 1/4"- 1"	UN	5	\$ 5.099,14	\$ 25.495,68

1,22	Reductor de tubería PVC 1 1/2"- 1/2"	UN	41	\$	6.143,14	\$	251.868,56
1,23	Reductor de tubería PVC 1 1/2"- 1"	UN	5	\$	6.143,14	\$	30.715,68
1,24	Reductor de tubería PVC 1 1/2"- 1 1/4"	UN	9	\$	6.143,14	\$	55.288,22
1,25	Reductor de tubería PVC 2"-1/2"	UN	1	\$	7.711,14	\$	7.711,14
1,26	Reductor de tubería PVC 2"-1"	UN	1	\$	7.711,14	\$	7.711,14
1,27	Reductor de tubería PVC 2"-1 1/4"	UN	5	\$	7.711,14	\$	38.555,68
1,28	Reductor de tubería PVC 2"-1 1/2"	UN	25	\$	7.711,14	\$	192.778,39
1,29	Reductor de tubería PVC 2 1/2 - 1 1/2"	UN	4	\$	14.551,14	\$	58.204,54
1,3	Reductor de tubería PVC 2 1/2 - 2"	UN	4	\$	13.859,14	\$	55.436,54
1,31	Reductor de tubería PVC 2 1/2 - 1 1/4"	UN	2	\$	19.506,14	\$	39.012,27
1,32	Reductor de tubería PVC 3"-2"	UN	1	\$	19.506,14	\$	19.506,14
1,33	Reductor de tubería PVC 3"-2 1/2"	UN	1	\$	19.506,14	\$	19.506,14
1,34	Reductor de tubería PVC 4"-3"	UN	4	\$	28.929,14	\$	115.716,54
1,37	Válvula de bola 2"	UN	1	\$	169.180,14	\$	169.180,14
1,38	Tee PVC 1/2"	UN	2	\$	3.862,14	\$	7.724,27
1,39	Tee PVC 3/4"	UN	12	\$	4.333,14	\$	51.997,63
1,4	Tee PVC 1"	UN	29	\$	5.438,14	\$	157.705,93
1,41	Tee PVC 1 1/4"	UN	2	\$	9.012,14	\$	18.024,27
1,42	Tee PVC 1 1/2"	UN	20	\$	10.837,14	\$	216.742,71
1,43	Tee PVC 2"	UN	22	\$	15.374,14	\$	338.230,98
1,44	Tee PVC 2 1/2"	UN	7	\$	32.106,14	\$	224.742,95
1,45	Tee PVC 3"	UN	2	\$	51.194,14	\$	102.388,27
1,46	Ampliación	UN	1	\$	12.468,14	\$	12.468,14

1,47	Válvula de retención	UN	1	\$	699.178,14	\$	699.178,14
1,48	Válvula de pie	UN	1	\$	600.462,14	\$	600.462,14
1,49	Válvula de compuerta	UN	1	\$	429.478,14	\$	429.478,14
1,5	Salida de Tubería	UN	1	\$	8.470,14	\$	8.470,14
1,51	Entrada de borda	UN	1	\$	49.194,14	\$	49.194,14
1,52	Reducción excéntrica	UN	1	\$	26.144,14	\$	26.144,14
1,53	Bomba ME 1 30- 4 HP	UN	2	\$	3.868.178,14	\$	7.736.356,27
1,54	Hidroneumático NPSH 6,2 m.c.a	UN	1	\$	3.178,14	\$	3.178,14
1,55	Fluxómetro palanca sanitario	UN	16	\$	5.844,85	\$	93.517,53
1,56	Fluxómetro palanca orinal	UN	4	\$	5.844,85	\$	23.379,38
SUBTOTAL						\$	18.872.708,53
2	REDES SANITARIAS						
2,01	Tubería PVC 2"	ML	176,6	\$	16.127,79	\$	2.848.167,40
2,02	Tubería PVC 4"	ML	146,496	\$	20.020,46	\$	2.932.917,04
2,03	Tubería PVC 6"	ML	95,545	\$	51.104,04	\$	4.882.735,96
2,04	Codos 90°x 2" PVC	UN	65	\$	4.200,17	\$	273.011,00
2,05	Codos 90°x 4" PVC	UN	36	\$	12.182,17	\$	438.558,09
2,06	Codos 45°x 2" PVC	UN	36	\$	4.727,17	\$	170.178,09
2,07	Codos 45°x 4" PVC	UN	27	\$	13.512,17	\$	364.828,57
2,08	Codos 45°x 6" PVC	UN	3	\$	47.515,42	\$	142.546,25
2,09	Sifón de piso 2" PVC-U	UN	33	\$	4.867,65	\$	160.632,39
2,1	Sifón tipo botella gris 2"	UN	33	\$	8.060,65	\$	266.001,39
2,11	Yee DIAM 2"	UN	37	\$	9.122,27	\$	337.523,92
2,12	Yee DIAM 4"	UN	103	\$	22.981,27	\$	2.367.070,62
2,13	Yee DIAM 6"	UN	9	\$	100.597,03	\$	905.373,30
2,14	Yee reducida DIAM (3*2")	UN	16	\$	16.133,03	\$	258.128,53
2,15	Yee reducida DIAM (4*2")	UN	24	\$	22.339,03	\$	536.136,80

2,16	Yee reducida DIAM (4*3")	UN	4	\$	22.339,03	\$	89.356,13
2,17	Reductor de tubería PVC 6"- 4"	UN	7	\$	32.855,03	\$	229.985,23
2,18	Reductor de tubería PVC 4"- 2"	UN	67	\$	12.479,03	\$	836.095,22
2,19	Tapón PVC 2"	UN	4	\$	2.360,22	\$	9.440,86
2,2	Tapón PVC 4"	UN	5	\$	18.649,22	\$	93.246,08
2,21	Tapón PVC 6"	UN	2	\$	45.152,22	\$	90.304,43
2,22	Sifón en P con adaptador 2"	UN	32	\$	6.835,22	\$	218.726,89
2,23	Cajas de Inspección	UN	2	\$	55.617,09	\$	111.234,19
					SUBTOTAL	\$	18.562.198,41
3	REDES DE VENTILACIÓN AGUAS NEGRAS						
3,01	Tubería PVC 2"	ML	140,797	\$	33.547,10	\$	4.723.330,79
3,02	Tubería PVC 3"	ML	38,832	\$	58.615,10	\$	2.276.141,49
3,03	Tubería PVC 4"	ML	12,9350	\$	96.311,10	\$	1.245.784,06
3,04	Codos 90°x 2" PVC	UN	68	\$	9.034,94	\$	614.375,62
3,05	Codos 45°x 2" PVC	UN	4	\$	4.727,17	\$	18.908,68
3,06	Codos 45°x 4" PVC	UN	2	\$	13.512,17	\$	27.024,34
3,07	Reductor 3"-2"	UN	6	\$	19.506,14	\$	117.036,81
3,08	Reductor 4"-2"	UN	12	\$	12.479,03	\$	149.748,40
3,09	Reductor 6-4"	UN	7	\$	32.855,03	\$	229.985,23
3,1	Tee PVC 3"	UN	3	\$	13.196,94	\$	39.590,81
3,11	Tee PVC 4"	UN	3	\$	20.470,94	\$	61.412,81
3,12	Tee PVC 2"	UN	36	\$	11.810,94	\$	425.193,68
					SUBTOTAL	\$	9.928.532,71
4	REDES DE AGUAS LLUVIAS						
4,01	Tubería PVC 4"	ML	157,094	\$	27.011,11	\$	4.243.282,63
4,02	Tubería PVC 6"	ML	72,029	\$	50.084,27	\$	3.607.519,57

ITEM	DESCRIPCIÓN	UN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
4,03	Codos 90°x 4" PVC	UN	8	\$ 27.011,11	\$ 216.088,84
4,04	Codos 90°x 6" PVC	UN	1	\$ 97.332,94	\$ 97.332,94
4,05	Codos 45°x 4" PVC	UN	36	\$ 18.346,94	\$ 660.489,68
4,06	Codos 45°x 6" PVC	UN	1	\$ 50.335,94	\$ 50.335,94
4,07	Yee 45° PVC 4"	UN	6	\$ 28.044,94	\$ 168.269,61
4,08	Yee 45° PVC 6"	UN	4	\$ 109.884,94	\$ 439.539,74
4,09	Reductor 6"-4"	UN	4	\$ 35.206,03	\$ 140.824,13
4,1	Tapón PVC 6"	UN	2	\$ 17.563,94	\$ 35.127,87
4,11	cajas de inspección aguas lluvias	UN	2	\$ 55.617,09	\$ 111.234,19
4,12	Canal raingo 6" PAVCO	UN	1	\$ 22.647,61	\$ 22.647,61
4,13	Unión de canal a bajante raingo PAVCO	UN	4	\$ 13.843,94	\$ 55.375,74
				SUBTOTAL	\$ 9.848.068,49
5	APARATOS SANITARIOS				
5,01	teleducha Rubi	UN	12	\$ 48.165,58	\$ 577.986,90
5,02	Taza para fluxómetro Kiddy	UN	16	\$ 1.038.468,08	\$ 16.615.489,20
5,03	Sanitario Acuario Redondo	UN	13	\$ 1.110.472,05	\$ 14.436.136,67
5,04	Lavamanos Blanco Empotrado Pettit	UN	16	\$ 817.658,63	\$ 13.082.538,15
5,05	Lavamanos blanco cuadrado Aquajet (Corona)	UN	17	\$ 986.299,63	\$ 16.767.093,78
5,06	Tanque h=2,4m- ancho=3,75 m y profundidad=6,5 m	UN	1	\$ 737.858,08	\$ 737.858,08
5,07	Orinal	UN	4	\$ 1.064.206,03	\$ 4.256.824,14
5,08	Pozo de inspección	UN	1	\$ 737.858,08	\$ 737.858,08
5,09	Ducha balance Presion novo Cromo	UN	2	\$ 411.970,44	\$ 823.940,87
				SUBTOTAL	\$ 68.035.725,88
COSTO DIRECTO TOTAL					\$ 125.247.234