

**DISEÑOS DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS, CONTRA  
INCENDIO Y GAS, PARA EDIFICIOS RESIDENCIALES Y/O COMERCIALES**

**ANGIE MARIANA RUEDA GÓMEZ**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA  
2017**

**DISEÑOS DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS, CONTRA  
INCENDIO Y GAS, PARA EDIFICIOS RESIDENCIALES Y/O COMERCIALES**

**ANGIE MARIANA RUEDA GÓMEZ**

**SUPERVISOR ACADÉMICO:  
Ph.D. SANDRA ROCÍO VILLAMIZAR AMAYA  
Docente Universidad Pontificia Bolivariana**

**EMPRESA:  
INGVECO S.A.S**

**SUPERVISOR EMPRESARIAL:  
INGENIERO VÍCTOR EDUARDO CARRILLO ORTIZ**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA  
2017**

Nota de Aceptación

---

---

---

Ph.D. SANDRA ROCÍO VILLAMIZAR AMAYA

Supervisor Académico

Ing. VÍCTOR EDUARDO CARRILLO ORTIZ

Supervisor Empresarial

---

Jurado

---

Jurado

Bucaramanga, 30 de diciembre de 2016

## **AGRADECIMIENTOS**

Principalmente quiero agradecer a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi vida; por permitirme culminar con mi carrera de ingeniería civil, por ser mi fortaleza y sabiduría en los momentos de debilidad y por darme una vida llena de felicidad con nuevas experiencias y aprendizajes.

A mi abuela por haberme brindado una excelente formación llena de valores y enseñanzas que me ayudaron a ser mejor persona cada día, por ser mi guía y motivación, por su apoyo incondicional y por creer en mí hasta el final de sus días.

A mi padre por darme la oportunidad de una gran educación, por siempre brindarme su total apoyo en cada momento, por la ayuda que me brindó, por sus enseñanzas, por ser mi ejemplo de vida y mi impulso para seguir adelante.

A mi madre, mis hermanas y abuelo por ser parte de mi vida y conformar mi familia, por su amor, por la ayuda que me han dado, por motivarme, por ser parte de mi formación y por todas las enseñanzas que me han brindado.

A mi novio y amigos por su apoyo, por la ayuda brindada, por compartirme conocimientos, por todas las grandes experiencias vividas y por acompañarme durante mi carrera.

A los docentes de la Universidad Pontificia Bolivariana por haberme compartido sus conocimientos, por ayudar en mi formación como ingeniera civil, por brindarme sus mejores enseñanzas, por sus correcciones y por ayudarme a mejorar cada día.

A la Universidad Pontificia Bolivariana por enseñarme sus grandes valores, por permitirme ser parte de ella y por autorizarme realizar esta pasantía.

A mi directora de práctica, PhD Sandra Rocío Villamizar Amaya por su dedicación y esfuerzo brindado y por sus conocimientos, paciencia y motivación que me permitieron terminar mis estudios con éxito.

Finalmente quiero agradecer al ingeniero Víctor Eduardo Carrillo Ortiz por haberme brindado la oportunidad de crecer como profesional y adquirir nuevos conocimientos, por creer en mí y permitirme desarrollar mi práctica empresarial en INGVECO S.A.S, gracias.

## TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN .....	1
2	OBJETIVOS .....	2
2.1	Objetivo general .....	2
2.2	Objetivos específicos .....	2
3	GLOSARIO .....	3
4	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	5
5	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	6
	□ EDIFICIO PASEO DE SAN FRANCISCO:.....	6
	□ EDIFICIO TORRE DE SANTO DOMINGO:.....	6
6	DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO .....	7
6.1	EDIFICIO PASEO DE SAN FRANCISCO: .....	7
6.1.1	Diseño hidráulico .....	7
6.1.2	Diseño sanitario .....	18
6.1.3	Diseño contra incendio .....	24
6.1.4	Diseño de la red de gas .....	27
6.1.5	Presupuestos.....	34
6.2	EDIFICIO TORRE DE SANTO DOMINGO.....	35
7	APORTE AL CONOCIMIENTO .....	39
7.1	DISEÑO DE LA RED DE GAS PARA RECINTOS RESIDENCIALES Y/O COMERCIALES.....	39
7.2	ESQUEMAS PARA LA REALIZACIÓN DEL DISEÑO DE LAS REDES INTERNAS.....	48
8	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	51
9	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	52

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Diagrama de la estructura organizacional de la empresa INGVECO S.A.S. ....	6
<b>Figura 2.</b> Ejemplo de una de las plantas del diseño arquitectónico con todas las capas.....	7
<b>Figura 3.</b> Ejemplo de una de las plantas del diseño arquitectónico con las capas necesarias.....	7
<b>Figura 4.</b> Cálculo de volumen de almacenamiento de consumo de agua para el edificio Paseo de San Francisco. ....	8
<b>Figura 5.</b> Algunos parámetros de diseño de la NTC 1669. ....	9
<b>Figura 6.</b> Cálculo del volumen de almacenamiento de agua para la red contra incendio.....	9
<b>Figura 7.</b> Cálculo de la altura de la lámina de agua de cada volumen. ....	10
<b>Figura 8.</b> Plano estructural de la cimentación del edificio.....	11
<b>Figura 9.</b> Diseño y ubicación del tanque de almacenamiento de agua.....	11
<b>Figura 10.</b> Entrada de la acometida al tanque y ubicación de montantes. ....	11
<b>Figura 11.</b> Trazado de la red de agua fría y caliente en un apartamento tipo (se repite en todos los pisos). ....	12
<b>Figura 12.</b> Isométrica de los montantes de la red hidráulica.....	12
<b>Figura 13.</b> Perfil de los montantes de la red hidráulica.....	12
<b>Figura 14.</b> Plano de detalles de la red hidráulica.....	13
<b>Figura 15.</b> Cálculo del diámetro de la acometida general.....	14
<b>Figura 16.</b> Resumen de las unidades de consumo del proyecto. ....	14
<b>Figura 17.</b> Cálculo de la red interna de uno de los apartamentos más críticos (ubicado en el último piso y más lejano al montante), para verificar que su presión y velocidad cumplan con la NTC 1500. ....	15
<b>Figura 18.</b> Muestra del cálculo de uno de los tres montantes.....	15
<b>Figura 19.</b> Cálculo del equipo de bombeo para consumo. ....	15
<b>Figura 20.</b> Cálculo del diámetro de la válvula anticipadora de onda.....	16
<b>Figura 21.</b> Anexo de la válvula anticipadora de onda en el plano del tanque. ....	16
<b>Figura 22.</b> Anexo de la válvula anticipadora de onda en el plano de perfil. ....	17
<b>Figura 23.</b> Anexo de la válvula anticipadora de onda en el plano isométrico. ....	17
<b>Figura 24.</b> Anexo de la válvula anticipadora de onda en el plano de detalle. ....	18
<b>Figura 25.</b> Trazado de la red sanitaria y ubicación de bajantes y ventilaciones en un apartamento tipo. ....	18
<b>Figura 26.</b> Trazado de colectores hacia las cajas de inspección de agua negra. .	18
<b>Figura 27.</b> Ubicación de la cisterna en el plano del sótano 2. ....	19
<b>Figura 28.</b> Ubicación de los bajantes de agua lluvia en la cubierta. ....	19
<b>Figura 29.</b> Trazado de colectores hacia las cajas de inspección de agua lluvia...	19
<b>Figura 30.</b> Ubicación de pozos para la recolección y entrega de las aguas lluvias y negras a la red de alcantarillado exterior.....	20
<b>Figura 31.</b> Cálculo de las unidades de descarga de cada aparato. ....	21
<b>Figura 32.</b> Muestra del cálculo del diámetro de un bajante de agua negra. ....	21
<b>Figura 33.</b> Cálculo del diámetro de los bajantes de agua lluvia.....	22

<b>Figura 34.</b> Modelo del cálculo del diámetro de un colector externo y de un colector interno de agua negra. ....	22
<b>Figura 35.</b> Modelo del cálculo del diámetro de un colector externo y de un colector interno de agua lluvia. ....	22
<b>Figura 36.</b> Cálculo del diámetro de la ventilación. ....	22
<b>Figura 37.</b> Perfil de los bajantes y ventilaciones de la red de agua negra. ....	23
<b>Figura 38.</b> Perfil de los bajantes de agua lluvia. ....	23
<b>Figura 39.</b> Cotas de entrada y salida de las cajas de inspección. ....	24
<b>Figura 40.</b> Cálculo del chequeo hidráulico de las acometidas. ....	24
<b>Figura 41.</b> Ubicación de las bombas para la red contra incendio. ....	25
<b>Figura 42.</b> Ubicación del montante que suministra agua a los rociadores, gabinetes de incendio, válvulas de salida para bomberos, válvula siamesa y cabezal de prueba en una de las plantas del edificio. ....	25
<b>Figura 43.</b> Plano del perfil de los montantes de la red contra incendio. ....	26
<b>Figura 44.</b> Cálculo del diámetro del montante de la red contra incendio. ....	26
<b>Figura 45.</b> Cálculo del diámetro de succión e impulso de la bomba contra incendio principal y bomba jockey. ....	27
<b>Figura 46.</b> Ubicación de los reguladores de primera etapa y montantes de la red de gas. ....	27
<b>Figura 47.</b> Muestra de la ubicación de un regulador de segunda etapa con sus medidores, rejillas de ventilación y trazado de la red de gas en un apartamento tipo. ....	28
<b>Figura 48.</b> Plano isométrico de los montantes y de la red de gas para cada apartamento tipo. ....	28
<b>Figura 49.</b> Plano de detalles (a la izquierda) y plano de entidades técnicas (a la derecha) de la red de gas. ....	29
<b>Figura 50.</b> Cálculo del consumo de gas de los aparatos. ....	30
<b>Figura 51.</b> Cálculo del caudal máximo de simultaneidad para cada regulador de primera etapa (RPE). ....	30
<b>Figura 52.</b> Muestra del cálculo de la red de media presión de uno de los reguladores de primera etapa. ....	30
<b>Figura 53.</b> Muestra del cálculo del diámetro de la red interna de gas de algunos apartamentos tipo. ....	31
<b>Figura 54.</b> Cálculo del diámetro de la red de gas de la zona social. ....	31
<b>Figura 55.</b> Cálculo del área libre mínima (cm <sup>2</sup> ) de las rejillas de ventilación de los apartamentos (al lado izquierdo). ....	32
<b>Figura 56.</b> Anexo de la ventilación a los montantes descolgados bajo la placa del segundo piso. ....	32
<b>Figura 57.</b> Anexo del área libre mínima de las rejillas de ventilación en una muestra de un apartamento tipo. ....	33
<b>Figura 58.</b> Anexo del plano isométrico de los montantes (a la izquierda) y plano con la isométrica de cada apartamento tipo (a la derecha). ....	33
<b>Figura 59.</b> Carta y sello de aprobación del diseño de gas dado por la empresa pública Gasorient. ....	34
<b>Figura 60.</b> Cálculo del presupuesto de la red hidráulica. ....	34

<b>Figura 61.</b> Cálculo del presupuesto de la red sanitaria.....	35
<b>Figura 62.</b> Cálculo del presupuesto de la red contra incendio.....	35
<b>Figura 63.</b> Cálculo del presupuesto de la red de gas. ....	35
<b>Figura 64.</b> Muestra de una de las plantas del diseño arquitectónico con todas las capas.....	36
<b>Figura 65.</b> Ejemplo de la misma capa luego de dejar las capas necesarias para el trazado. ....	36
<b>Figura 66.</b> Ubicación del montante y muestra del trazado de la red hidráulica a un apartamento de la planta tipo del proyecto Torre de Santo Domingo. ....	36
<b>Figura 67.</b> Muestra del trazado de la red sanitaria, y ubicación de los bajantes y ventilaciones en un apartamento de la planta tipo. ....	37
<b>Figura 68.</b> Ubicación del montante, gabinete y válvula de salida para bomberos para el trazado de la red contra incendio en la planta tipo. ....	37
<b>Figura 69.</b> Muestra del trazado de la red de gas en un apartamento de la planta tipo. ....	38
<b>Figura 70.</b> Pasos para realizar el diseño de la red de gas.....	39
<b>Figura 71.</b> Especificaciones de la NTC 2505 para poder realizar el cálculo de la red de media y baja presión. ....	40
<b>Figura 72.</b> Fórmula para el cálculo del caudal nominal por los artefactos. ....	40
<b>Figura 73.</b> Gasto calorífico de algunos artefactos. ....	41
<b>Figura 74.</b> Tabla para conocer el factor de coincidencia y así poder realizar el cálculo del caudal máximo de simultaneidad. ....	42
<b>Figura 75.</b> Tabla para conocer el diámetro dependiendo de los usuarios. ....	42
<b>Figura 76.</b> Establecimiento de la NTC 2505 para el trazado de la tubería. ....	43
<b>Figura 77.</b> Material permitido por la NTC 2505 para el diseño de la red de gas... 43	43
<b>Figura 78.</b> Ventilación y ubicación exigida por la NTC 2505 para centros de medición.....	44
<b>Figura 79.</b> Ventilación exigida por la NTC 2505 para sótanos y cielo falso. ....	44
<b>Figura 80.</b> Fórmula de Mueller para el cálculo de pérdida de carga en la red de media presión.....	45
<b>Figura 81.</b> Fórmula de Renouard para el cálculo de la pérdida de presión en la red de baja presión.....	45
<b>Figura 82.</b> Fórmula para calcular la velocidad del gas en las redes de media y baja presión. ....	46
<b>Figura 83.</b> Cálculo para establecer si es un recinto confinado que requiere ventilación. ....	47
<b>Figura 84.</b> Fórmula para calcular el área mínima de ventilación requerida, para cuando la ventilación es por arrastre al exterior. ....	47
<b>Figura 85.</b> Fórmula para calcular el área mínima de ventilación requerida, para cuando la ventilación es por arrastre es decir está al interior. ....	48
<b>Figura 86.</b> Diagrama para realizar el diseño de la red hidráulica.....	49
<b>Figura 87.</b> Diagrama para realizar el diseño de la red sanitaria. ....	49
<b>Figura 88.</b> Diagrama para realizar el diseño de la red contra incendio.....	50

## **RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO**

**TITULO:** DISEÑOS DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS, CONTRA INCENDIO Y GAS, PARA EDIFICIOS RESIDENCIALES Y/O COMERCIALES.

**AUTOR(ES):** Angie Mariana Rueda Gómez

**FACULTAD:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR(A):** Sandra Rocío Villamizar Amaya

### **RESUMEN**

Este trabajo describe el desarrollo de la práctica empresarial realizada en la empresa INGVECO S.A.S ubicada en la ciudad de Bucaramanga, que se dedica a la consultoría para el diseño, la construcción e interventoría de edificios, casas y urbanizaciones. La práctica empresarial tuvo una duración de cuatro meses y en ella desempeñé el cargo de auxiliar de ingeniería civil. Mi función principal fue el diseño de las redes hidráulica, sanitaria, contra incendio y gas de dos edificaciones. El documento inicia con la descripción de la empresa y de los proyectos para los que trabajé durante el período de práctica (edificio Paseo de San Francisco y edificio Torre de Santo Domingo en la ciudad de Bucaramanga). Posteriormente, presento las actividades realizadas para desarrollar el diseño de las redes y, finalmente, en la sección de aporte al conocimiento, hago una descripción detallada sobre el diseño de la red de gas dado que es un área poco estudiada a nivel de pregrado.

### **PALABRAS CLAVES:**

diseño, red hidráulica, red sanitaria, red gas, red contraincendio, edificios

**V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**

#### **GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE**

**TITLE:** DESIGN OF HYDRAULIC, SANITARY, FIRE AND GAS INSTALLATIONS FOR RESIDENTIAL AND/OR COMMERCIAL BUILDINGS

**AUTHOR(S):** Angie Mariana Rueda Gómez

**FACULTY:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR:** Sandra Rocío Villamizar Amaya

#### **ABSTRACT**

This work describes the development of the internship developed at INGVECO S.A.S., company located in the city of Bucaramanga, which consults for design, building and auditing of buildings, houses and urbanizations. The internship lasted four months and during that time, I worked as assistant engineer. My main function was the design of hydraulic, sanitary, fire and gas for two buildings. This document starts by describing the company and the projects for which I worked (Paseo de San Francisco and Torre de Santo Domingo buildings). Next, I present the activities I developed for the designs and finally, in the knowledge building section, I do a detailed description of the design of the gas network because this is scarcely taught at the undergraduate level.

#### **KEYWORDS:**

design, hydraulic network, sanitary network, gas network, fire network, buildings

**V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK**

## **1 INTRODUCCIÓN**

Como producto del Renacimiento surgieron importantes avances científicos que hicieron posible aumentar la esperanza de vida de los seres humanos, desembocando en un acelerado crecimiento demográfico, que resultó en la creación de las ciudades. En estas, para hacer posible que cada hogar contara con los servicios de agua potable, saneamiento y gas fue necesaria la creación de distintas redes como: red hidráulica, red sanitaria y red de gas. Estas cumplen un papel primordial dentro de las viviendas ya que brindan comodidad a sus habitantes debido a que la red hidráulica hace que se pueda obtener el suministro de agua adecuado en el instante se requiera, la red sanitaria permite el desagüe de agua lluvia y residual evitando los malos olores dentro del recinto y la red de gas suministra la cantidad de gas necesario para el funcionamiento de ciertos aparatos. Por otra parte, también se creó la red contra incendio la cual es utilizada solo en ciertas edificaciones.

Para la elaboración de cada red es necesario tener en cuenta las especificaciones requeridas por las normas colombianas vigentes. La norma que cubre el diseño de redes hidráulicas es la NTC 1500; el diseño de la red contra incendio se rige por la NTC 1669, y finalmente, el diseño de la red de gas está regido por las normas NTC 2505 (aplica a instalaciones para el suministro de gas combustible destinadas a usos residenciales y comerciales), NTC 3631 (aplica a ventilaciones de recintos interiores donde se instalarán artefactos que emplean gases combustibles) y NTC 3833 (aplica a sistemas de evacuación de los productos de la combustión generados por los artefactos que funcionan con gas). Vale la pena aclarar que este documento no discute la norma NTC 3833 pues las edificaciones de los proyectos para los que trabajé no requirieron su uso.

Durante la práctica empresarial realizada en la empresa INGVECO S.A.S diseñé las redes anteriormente mencionadas en el tiempo comprendido entre el 30 de agosto y el 30 de diciembre del 2016 bajo la supervisión del ingeniero Víctor Eduardo Carrillo Ortiz, para los para los proyectos Edificio Paseo de San Francisco y edificio Torre de Santo Domingo ubicados en la ciudad de Bucaramanga. En este informe muestro de manera detallada las actividades realizadas para lograr el diseño de cada red, y finalmente, un aporte al conocimiento que se dedica a presentar un manual para el diseño de la red de gas y ventilación para edificaciones residenciales.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

- Aprender a diseñar las redes internas hidráulica, sanitaria, contra incendio y gas para edificaciones con el fin de adquirir un crecimiento profesional y experiencia laboral, poniendo en práctica la formación académica adquirida durante el pregrado en un contexto real.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Analizar los planos arquitectónicos y estructurales de edificaciones, para crear el trazado de las redes hidráulica, sanitaria, contra incendio y gas.
- Realizar los cálculos pertinentes para que cada red cumpla con los parámetros establecidos por su respectiva normatividad vigente.
- Calcular las cantidades de obra de cada red diseñada.
- Elaborar los informes finales de cada red de acuerdo a las normas exigidas por las entidades encargadas de los servicios públicos.

### 3 GLOSARIO

**AMB:** Acueducto metropolitano de Bucaramanga.

**Acometida:** Derivación de la red de distribución que llega hasta el registro de corte de un usuario. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general (ICONTEC, 2004).

**AutoCAD:** Software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D (MANUAL DE AUTOCAD 2D Y 3D, 2010)

**Bajante:** Tubería principal, vertical, de un sistema de desagüe de aguas lluvias o residuales, o de un sistema de ventilación, que se extiende a través de uno o más pisos (ICONTEC, 2004).

**Bomba jockey:** Bomba auxiliar de pequeño caudal diseñada para mantener la presión en la red contra incendio y evitar la puesta en marcha de las bombas principales en caso de pequeñas demandas generadas por la red (IGNACIO GOMEZ IHM S.A., 2004).

**Caja de inspección:** Estructura localizada fuera del parámetro del predio, a partir de la cual se realiza la conexión domiciliaria al sistema de alcantarillado (ICONTEC, 2004).

**Caudal de diseño:** Caudal estimado con el cual se diseñan los equipo, dispositivos y estructuras de un sistema determinado (ECONOMICO, 2000).

**Cheque:** Accesorio instalado en los sistemas de abastecimiento a presión para permitir el flujo en un solo sentido. (ICONTEC, 2004)

**Colectores:** Conducto destinado a evacuar aguas lluvias o residuales (ICONTEC, 2004).

**CPVC:** Cloruro de polivinilo clorado.

**EMPAS:** Empresa pública de alcantarillado de Santander.

**Hidrante:** Elemento conectado a la red de distribución que permite la conexión de mangueras especiales utilizadas en la extinción de incendios (ECONOMICO, 2000).

**Medidores:** Totalizadores del consumo de cada fluido (agua o gas) en un periodo de tiempo determinado.

**Memorias:** Descripción detallada de lo que se va a presentar a cada entidad de servicios públicos donde se puede observar las generalidades del edificio, que

función tiene red, normas que se tienen en cuenta para el diseño, cálculos realizados, especificaciones de la tubería y accesorios.

**Montante:** Tubería encargada de subir el agua desde el tanque de almacenamiento a los distintos pisos.

**NTC:** Norma Técnica Colombiana.

**Pozos:** Estructura construida por lo general de forma cilíndrica y en ladrillo con tapa removible para permitir la ventilación y el mantenimiento de los colectores, a él llegan las aguas lluvias y negras provenientes de las cajas, para ser entregados a la red de alcantarillado exterior.

**PVC:** Cloruro de polivinilo.

**Regulador de presión:** Dispositivo mecánico empleado para disminuir la presión de entrada y regular uniformemente la presión de salida de un sistema (ICONTEC, 2006).

**Regulador de presión de primera etapa:** Dispositivo que recibe una presión de entrada de 60 psi y la reduce a una presión de salida de 5 psi.

**Regulador de presión de segunda etapa:** Dispositivo que recibe una presión de entrada de 5 psi y la reduce a una presión de salida de 0.33 psi.

**Rejillas de ventilación:** encargadas de evacuar el gas expulsado por los aparatos dentro de un recinto.

**Rociadores automáticos:** Su objetivo es contener y controlar el fuego, funcionando de forma individual cuando la temperatura de su entorno alcanza cierto valor (CORTES, 2008).

**Sifones:** Dispositivo en forma de “U” que mantiene un sello de agua que impide la salida de los gases de la instalación sanitaria (NTC 1500, 2004).

**Unidades de descarga:** Unidad de medida para valorar el volumen de agua residual evacuada por unidad de tiempo, desde un determinado aparato o conjunto de aparatos sanitarios (lavamanos, lavaplatos, lavadero, duchas, inodoro, sifones, etc).

**Unidades de gasto:** Unidades para cuantificar los consumos, extracciones y descargas de agua, definidas como el volumen de agua que pasa por una sección de un conducto en un determinado tiempo.

**Válvulas:** dispositivo que cierra el paso del agua en las tuberías de distribución con el fin de sectorizar la red (ECONOMICO, 2000).

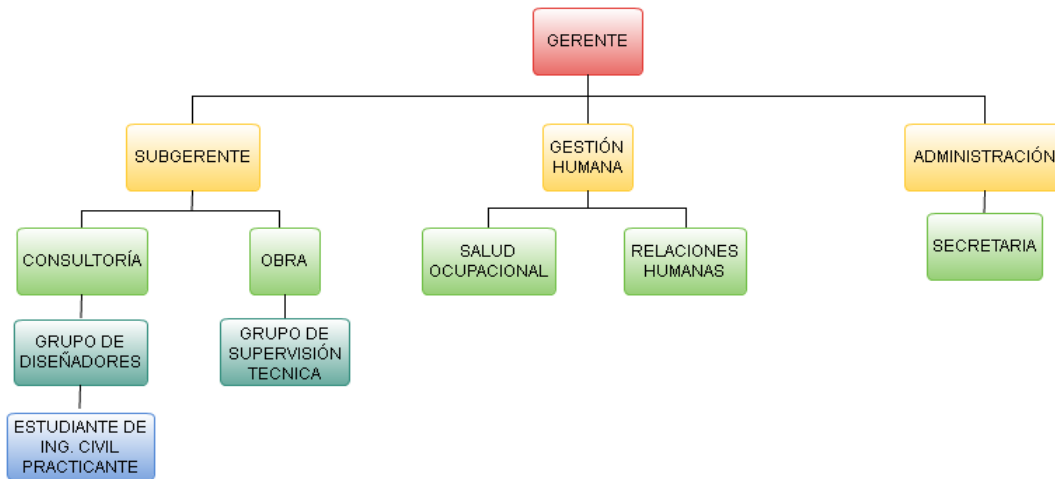
#### **4 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

La empresa INGVECO S.A.S es una empresa santandereana ubicada en la ciudad de Bucaramanga, creada el 7 de julio del 2014 por Víctor Eduardo Carrillo Ortiz (Gerente), profesional en Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander y especialista en vías y puentes de la Escuela de Ingenieros Julio Garavito en Bogotá. La empresa se ha dedicado al desarrollo de diferentes proyectos del sector de la construcción: diseño hidráulico, sanitario, contra incendio y gas para edificios residenciales y/o comerciales; diseño de redes de acueducto, alcantarillado y gas para urbanizaciones; diseño, construcción e interventoría, de plantas de tratamiento PTAR o PTAP para obras residenciales e industriales; diseño, construcción e interventoría de edificios, casas o urbanizaciones; y diseño, construcción e interventoría de vías y puentes (metálicos, concreto armado, concreto potenzado). Entre las empresas contratantes están las constructoras Urbanas S.A, HG S.A, Jorge Vargas, Rovira Plaza S.A.S, Grupo Domus S.A.S, Rodar construcciones LTDA, Gp S.A.S, Proube S.A, y aC&C S.A.S, entre otras.

Dentro de los proyectos de diseño desarrollados por la empresa están Punta Ruitoque 2, Náutica Bay, Casa a la medida Ruitoque bajo, Ciudadela Jorge Ríos Cortés, Club Cardales, Conjunto Residencial El Cielo, Park 200, Guayacán, Amaranthus, Colina de Ruitoque, Villa Juliana, Misión Carismática Internacional, Villamil Real, Torres de Avatares, Diamante Plaza, entre otros, y se encuentra realizando los proyectos en diseño de Edificio Paseo de San Francisco, Sequohia, Torre de Santo Domingo, Terrarium y otros.

Esta empresa brinda oportunidades de trabajo y aprendizaje a estudiantes, egresados de ingeniería civil e igualmente a ingenieros civiles. Para el caso de prácticas empresariales, la empresa ofrece al estudiante la oportunidad de aprender y aplicar conocimientos a través de su participación en la elaboración de diseños de redes internas, siempre fomentando el seguimiento estricto de todas las normas necesarias para su elaboración.

La estructura organizacional de la empresa está formada por tres ramas principales que se derivan de la gerencia: Subgerente, Gestión Humana y Administración. De la subgerencia se deriva la rama en donde está situada mi posición en la empresa ya que pertenezco al grupo de diseñadores. En la Figura 1 se muestra la estructura organizacional de la empresa.



*Figura 1. Diagrama de la estructura organizacional de la empresa INGVECO S.A.S.*

## 5 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En esta sección presento los proyectos que la empresa INGVECO S.A.S está llevando a cabo en la actualidad y en los que he tenido participación como auxiliar de diseño.

- **EDIFICIO PASEO DE SAN FRANCISCO:**

Se realizó un contrato de obra civil entre el contratante RODAR CONSTRUCCIONES LTDA con NIT 890.210.718-1 y el contratista INGVECO S.A.S con NIT 900.746.836-7, con el objeto de elaborar los diseños de redes internas hidráulica, sanitaria, gas y contra incendio, y el cálculo de las cantidades de obra del proyecto Edificio Paseo de San Francisco ubicado en la carrera 23 No. 20-74 en el barrio San Francisco de la ciudad de Bucaramanga, con un plazo de seis (6) meses. La fecha de inicio del contrato fue el 27 de julio 2016 y la fecha de finalización fue el 27 de Enero 2017. El valor del contrato fue de 16'240.000 pesos.

- **EDIFICIO TORRE DE SANTO DOMINGO:**

INGVECO S.A.S. (NIT 900.746.836-7) realizó un contrato de obra civil con la CONSTRUCTORA ROVIRA PLAZA S.A.S (NIT 900.459.792-0) para desarrollar los diseños hidráulicos, sanitarios, gas y contra incendio del edificio Torre de Santo Domingo ubicado en la carrera 19 con calle 10 y 11 del barrio Comuneros de la ciudad de Bucaramanga, con un plazo de seis (6) meses. La fecha de inicio del contrato fue el 21 de Agosto 2016 y su fecha de finalización fue el 21 de Febrero 2017. El valor del contrato fue de 11'020.000 pesos.

## 6 DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO

En esta sección presento detalladamente las actividades que realicé en los proyectos edificio Paseo de San Francisco y edificio Torre de Santo Domingo, con el fin de dar a conocer la forma en que participé en cada uno de ellos.

### 6.1 EDIFICIO PASEO DE SAN FRANCISCO:

#### 6.1.1 Diseño hidráulico

**Adecuación de planos.** Inicialmente tuve que adecuar los planos arquitectónicos del proyecto mediante la herramienta computacional AutoCAD. El objetivo de esta actividad fue remover las capas innecesarias del archivo para poder realizar el trazado de las redes (ver Figuras 2 y 3).



*Figura 2. Ejemplo de una de las plantas del diseño arquitectónico con todas las capas.*



*Figura 3. Ejemplo de una de las plantas del diseño arquitectónico con las capas necesarias.*

**Cálculo del volumen requerido para el tanque de almacenamiento.** El cálculo del volumen total requerido para el tanque de almacenamiento lo obtuve mediante la sumatoria entre el volumen del consumo diario de agua y el volumen necesario para abastecer la red contra incendio. El cálculo del volumen del consumo diario de agua se basa en la NTC 1500 (ICONTEC, 2004) la cual establece las siguientes especificaciones:

- “6.6.2 El volumen útil del tanque de reserva debe garantizar por lo menos el abastecimiento de agua para un día de servicio”
- “6.6.3 El volumen de reserva se establecerá con base a la población atendida y el consumo promedio diario establecido en la Tabla 6.”

La fórmula utilizada es:

- $V_c = N^{\circ} \text{ de habitantes} * \text{Dotacion neta}$

donde,

$V_c$ : volumen de consumo

*Dotación neta*: se obtiene de la Tabla 6 de la NTC 1500 (200 Lt/hab\*día)

El cálculo del volumen de consumo diario del edificio Paseo de San Francisco se puede observar en la Figura 4.

<b>CONSUMO DIARIO DEL PROYECTO</b>				
TIPO	Cantidad	No. hab/apto	CONSUMO	CONSUMO PARCIAL
Apartamento 2 alcobas	19	4	200 lts/per/día	15.200 lts/día
Apartamento 3 alcobas	90	5	200 lts/per/día	90.000 lts/día
Administracion	1	5	200 lts/per/día	1.000 lts/día
Consumo diario del proyecto (C1)				106.200 lts/día
TIPO	Area locales m2	No. hab/m2	CONSUMO	CONSUMO PARCIAL
Locales comerciales	193,56	20	90 lts/per/día	871 lts/día
Consumo diario del proyecto (C2)				871 lts/día
<b>ALMACENAMIENTO PARA CONSUMO</b>				
Volumen almacenamiento consumo ( $V_c$ )				
$V_c = C1+C2 = 107071,0$ litros				
$\approx 108000$ litros				

**Figura 4.** Cálculo de volumen de almacenamiento de consumo de agua para el edificio Paseo de San Francisco.

El cálculo del volumen de agua para abastecer la red contra incendio se basa en la norma NTC 1669 (ICONTEC, 2009) que establece los siguientes requerimientos:

- “7.1 El diseño del sistema para conexión de mangueras contra incendio está determinado por la altura del edificio, la clasificación de ocupación, el área por piso, el diseño del sistema de evacuación, el caudal y presión residual requeridos y la distancia entre la conexión de mangueras y la(s) fuente(s) para abastecimiento de agua”.
- “7.4 Se debe contar con redes principales individuales en cada una de las escaleras de evacuación exigidas”.
- “9.2 El suministro de agua debe ser capaz de abastecer la demanda del sistema establecida en los numerales 7.8 y 7.10 por al menos 30 min”.

La Figura 5 presenta unos requerimientos adicionales para el diseño.

## PARAMETROS DE DISEÑO



ALTURA EDIFICIO	$H \geq 28 \text{ m}$	$15 \leq H < 28$
GABINETE	CLASE III	CLASE III
USO	Ocup/Bomberos	Ocup/Bomberos
Ø MANGUERA	1½" Inst y 2½"	1½" Inst y 2½"
Qmin TUB VERTICAL	32 l/s	6.3 l/s
Qmin TUB VERT ADIC	16 l/s	-
Ømin TUB VERTICAL	4"	2½"
PRESION max	122 mca	70 mca
PRESION min	70 mca	45 mca
TANQUE RESERVA	T = 30 min	T = 30 min

**Figura 5.** Algunos parámetros de diseño de la NTC 1669.

**Fuente:** presentación de clase del Ing. William Ibáñez Pinedo, docente UPB.

Para el cálculo del volumen de la red contra incendio del edificio Paseo de San Francisco y, basada en los datos de la Figura 5, utilicé un caudal de 48 l/s (32 l/s por tubería vertical más 16 l/s por tubería vertical adicional) y un tiempo de 30 minutos (tiempo mínimo exigido por la NTC 1669 para abastecer la demanda del sistema). El cálculo del volumen de almacenamiento de agua para la red contra incendio se presenta en la Figura 6.

<b>ALMACENAMIENTO RED CONTRA INCENDIO</b>		
Caudal de diseño contra incendio:		
Qi =	48,0 lps	
Tiempo de espera:		
t =	30,0 minutos	
Volumen requerido red contra incendio :		
Vi = Qi * t * 60seg =	86400,0 litros	
≈	87000,0 litros	

**Figura 6.** Cálculo del volumen de almacenamiento de agua para la red contra incendio.

La altura de la lámina de agua sirve para encontrar la capacidad mínima que debe tener el tanque de almacenamiento y conocer la altura hasta donde se debe llenar. La lámina de agua de cada volumen se calcula con las siguientes fórmulas y los resultados se presentan en la Figura 7:

$$H_{total} = \frac{Vt_{utilizar}}{A} * \frac{1}{1000}$$

$$H_{consumo} = \frac{Vc_{utilizar}}{A} * \frac{1}{1000}$$

$$H_{incendio} = \frac{Vi_{utilizar}}{A} * \frac{1}{1000}$$

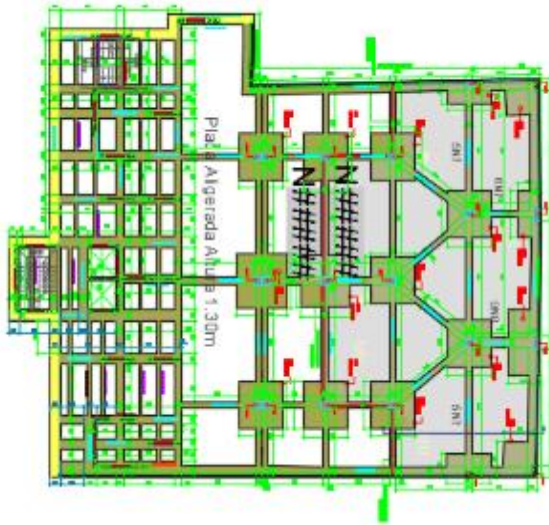
donde,

A: área de la sección transversal del tanque de almacenamiento y  
 1/1000: factor de conversión para reportar la lámina de agua en metros.

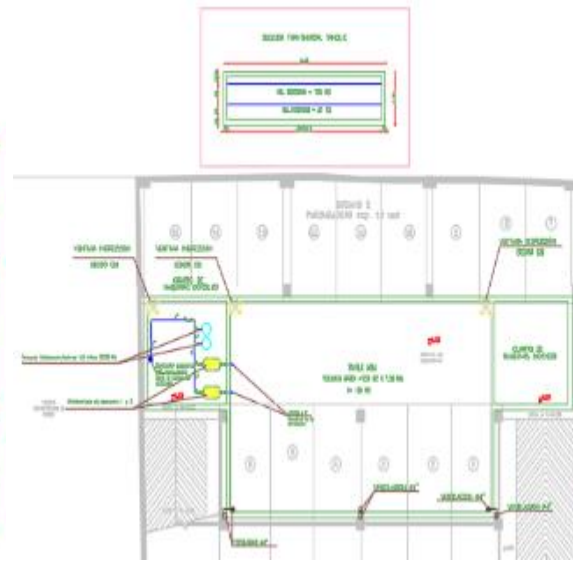
<b>VOLUMEN TOTAL DE ALMACENAMIENTO</b>	
Volumen total incendio mas consumo:	
Vt = Vc + Vi =	195000,0 litros
Dimensiones del tanque:	
A =	<b>133,00</b> m <sup>2</sup>
H mínimo lámina de agua=	1,47 m
H consumo =	0,81 m
H incendio =	0,65 m

**Figura 7.** Cálculo de la altura de la lámina de agua de cada volumen.

**Definición de ubicación del tanque de almacenamiento.** Para definir la mejor ubicación para el tanque de almacenamiento fue necesario analizar la cimentación en los planos estructurales (ver Figura 8) y así poder dibujarlo en el plano arquitectónico con sus respectivas dimensiones como lo muestra la Figura 9. Cabe resaltar que fue necesaria una reunión con el ingeniero estructural debido a que en el lugar escogido para colocar el tanque de almacenamiento había una columna. De dicha reunión se concluyó dejar la columna dentro del tanque con su debido refuerzo y recubrimiento para que el agua no afecte su resistencia.

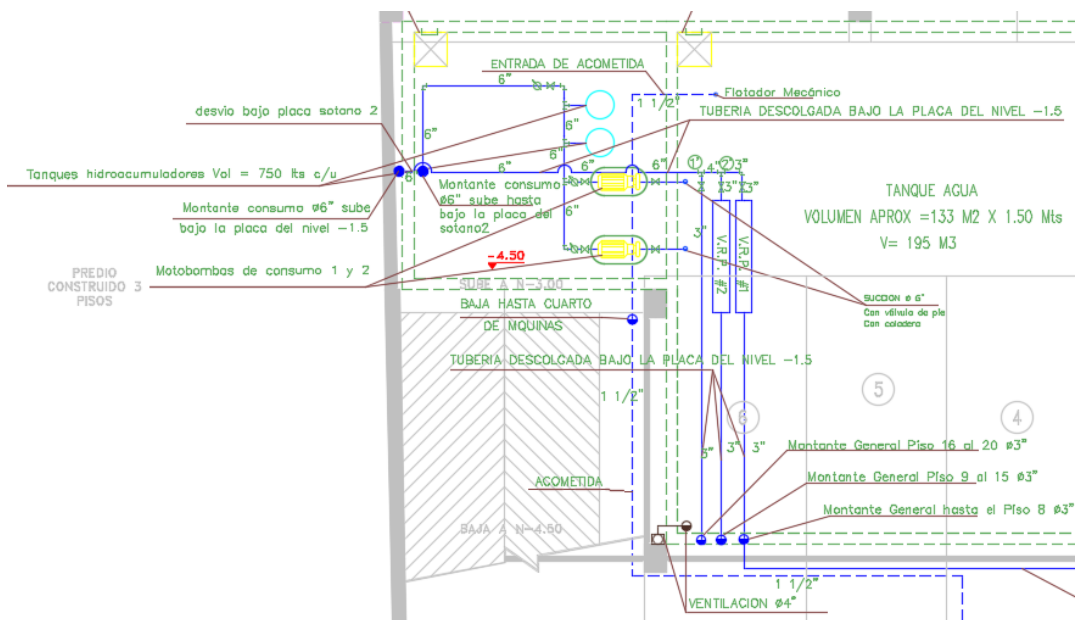


**Figura 8.** Plano estructural de la cimentación del edificio.

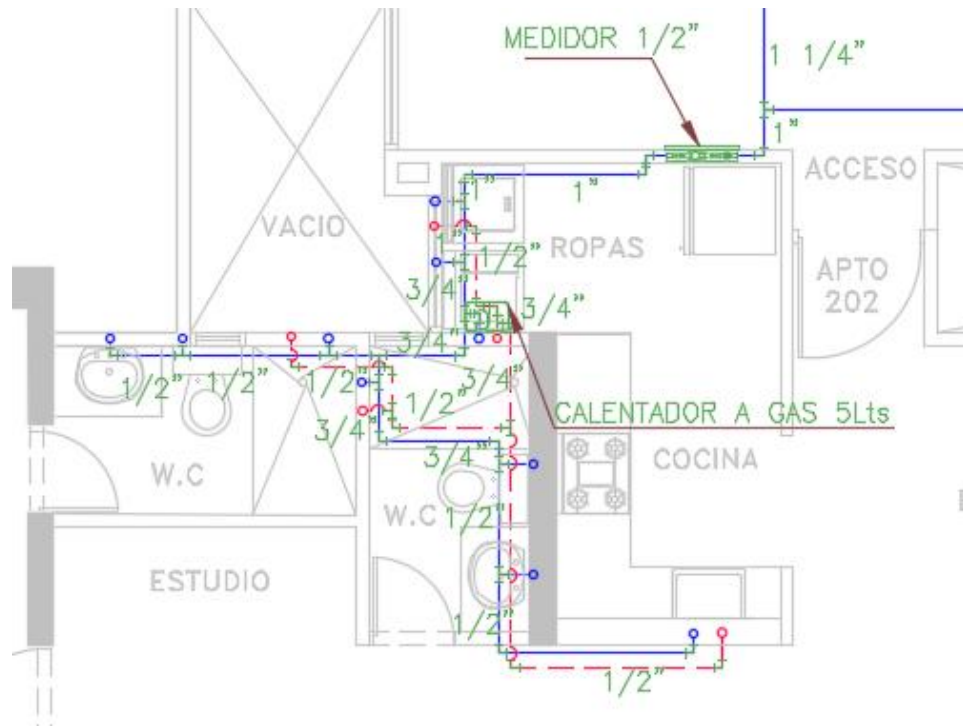


**Figura 9.** Diseño y ubicación del tanque de almacenamiento de agua.

Una vez definida la ubicación del tanque, procedí a definir el punto de entrada de la acometida al mismo y el sector para subir los montantes establecidos (ver Figura 10) Finalmente, realicé el trazado de la red hidráulica (agua fría y caliente) para cada apartamento como se muestra en la Figura 11, destacando que el agua caliente fue suministrada solo a los aparatos que el constructor me solicitó.



**Figura 10.** Entrada de la acometida al tanque y ubicación de montantes.

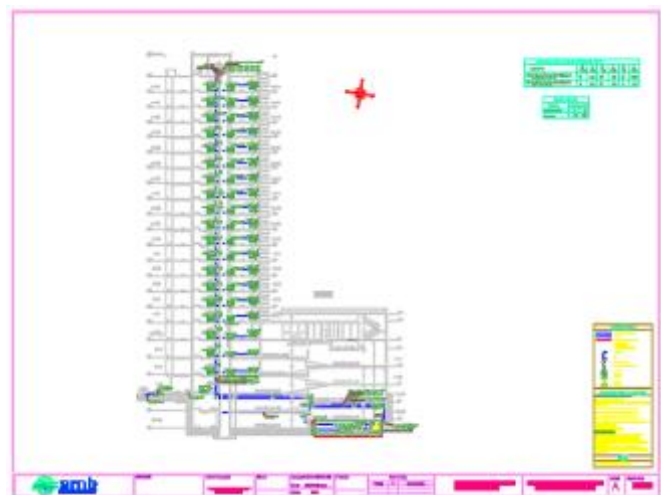


**Figura 11.** Trazado de la red de agua fría y caliente en un apartamento tipo (se repite en todos los pisos).

Posteriormente, realicé el dibujo de la isométrica (ver Figura 12), el perfil de los montantes (ver Figura 13) y el plano de detalles (ver Figura 14). En todos los planos utilicé el rótulo de la entidad pública (AMB) que aprueba los diseños hidráulicos.



**Figura 12.** Isométrica de los montantes de la red hidráulica.



**Figura 13.** Perfil de los montantes de la red hidráulica.



diámetros del diseño. Cabe resaltar que utilice el método de Hunter modificado para obtener el caudal y que las pérdidas por fricción para diámetros  $\geq 2''$  fueron calculadas con la fórmula de Hazen-Williams y para diámetros de  $\frac{1}{2}''$  a  $1 \frac{1}{2}''$  fueron calculadas con la fórmula de Flamant.

CAUDAL ACOMETIDA		PRESION DE LLEGADA AL TANQUE:	
Volumen almacenamiento consumo (Vc)		Presión en el c	14 m
Vc =	108000,0 litros	Nivel punto em	0,00 m
Tiempo de llenado T II =	10,00 horas	Nivel superior agua tanque llegada (Ns II)	
Q acometida =	3,00 lps	Ns II =	-4,5 m
		Presión de llegada al tanque subterráneo=	
		Po II =	10,68 m
PÉRDIDAS POR MEDIDOR GENERAL			
Medidor $\phi$ =	2		
Qn =	4,17 lps		
hf med = $(Q/Qn)^2 * 10$ =	5,18 m		
PÉRDIDAS POR FRICCIÓN TUBERÍA			
Caudal Q =	3,00 lps		
Clase de tubería =	PVC		
C =	150		
K =	0,0112		
$\phi$ nom =	1,5 pulg		
$\phi$ interno =	1,72 pulg		
V(m/s) =	2,00 m/s		
J(m/m) =	0,0880 m/m		
L tubería acometida =	30 m		
Perd por fricción hf =	2,64 m		

Figura 15. Cálculo del diámetro de la acometida general.

Página 2

RESUMEN UNIDADES DE CONSUMO								
UNIDADES DE CONSUMO RED AGUA FRIA								
CALCULO RED PRINCIPAL Y MEDIDORES								
No.	TIPO DE APARTAMENTOS	CANT	SOLO AF		AF + AC			
			UG AF	$\Sigma$ UG AF	UG AF	UG AC	$\Sigma$ UG AF	$\Sigma$ UG AC
1	Apartamentos de 3 alc	90	20,0	1800,0	17,75	6,75	1597,5	607,5
1	Apartamentos de 2 alc	19	20,0	380,0	17,75	6,75	337,25	128,25
4	Porteria	1	4,0	4,0			4	
5	locales	8	4,0	4,0			32	
6	Zona Social y comun	1	55,0	55,0			55	
			$\Sigma$ UG =	2243,0		$\Sigma$ UG =	2025,75	735,75
						$\Sigma$ UG AF + $\Sigma$ UG AC =		2761,5
MEDIDORES INDIVIDUALES AGUA FRIA								
								$Hf_{med} = \left(\frac{Q_{dis}}{Q_n}\right)^2 * 10$
No.	TIPO DE APARTAMENTOS	CANT	UG AF	Q dis (lps)	$\phi$ med	Qn (lps)	Hf med(m)	
1	locales	8	4,00	0,21	0,50	0,833	0,64	
2	Apartamentos de 2 y 3 alcobas	109	20,00	0,63	0,50	0,833	5,72	

Figura 16. Resumen de las unidades de consumo del proyecto.



**Válvula anticipadora de onda.** Las memorias de diseño que radiqué en al AMB no fueron aprobadas en primera instancia dado que faltaba el dibujo y diseño de la válvula anticipadora de onda. Esta válvula es indispensable pues reacciona a la caída de presión por la parada súbita de una bomba. Tuve entonces que proceder a diseñar dicha unidad (ver Figura 20) y anexarla a los planos del tanque (ver Figura 21), perfil (ver Figura 22), isométrica (ver Figura 23) y detalles (ver Figura 24). El diseño fue aprobado una vez cumplido este requerimiento.

CALCULO VALVULA ANTICIPADORA DE ONDA			
	100%	80%	
CAUDAL TOTAL Qt =	15,93	12,744	[Lps]
CAUDAL TOTAL Qt =	57,348	45,8784	[m3/h]
CAUDAL TOTAL Qt =	252,50	202	[Gpm]
PRESION =	120		[Psi]
PRESION =	84		[mca]
DIAMETRO =	35,38		mm
DIAMETRO =	1,42		pulgadas ≈ 2 pulgadas

Figura 20. Cálculo del diámetro de la válvula anticipadora de onda.

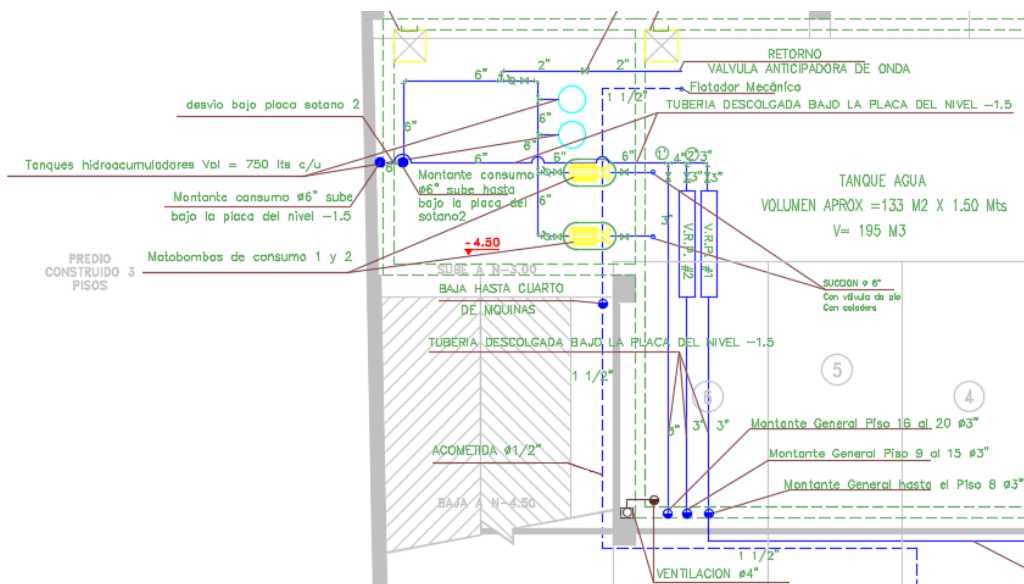


Figura 21. Anexo de la válvula anticipadora de onda en el plano del tanque.

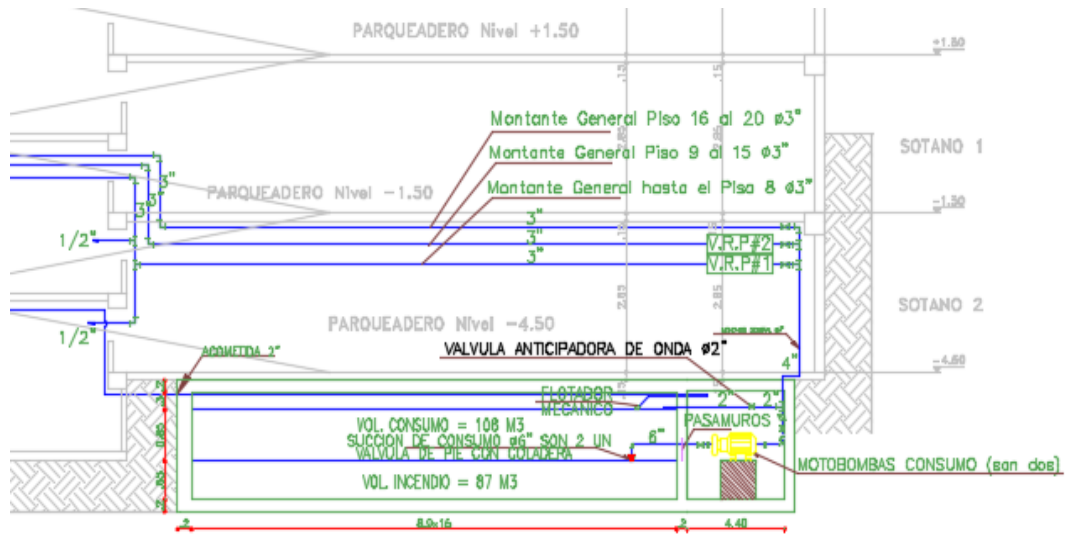


Figura 22. Anexo de la válvula anticipadora de onda en el plano de perfil.

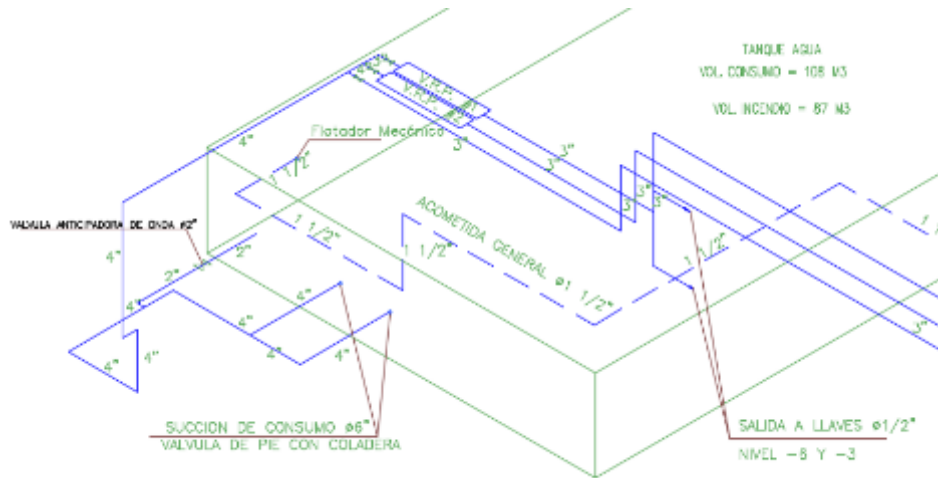
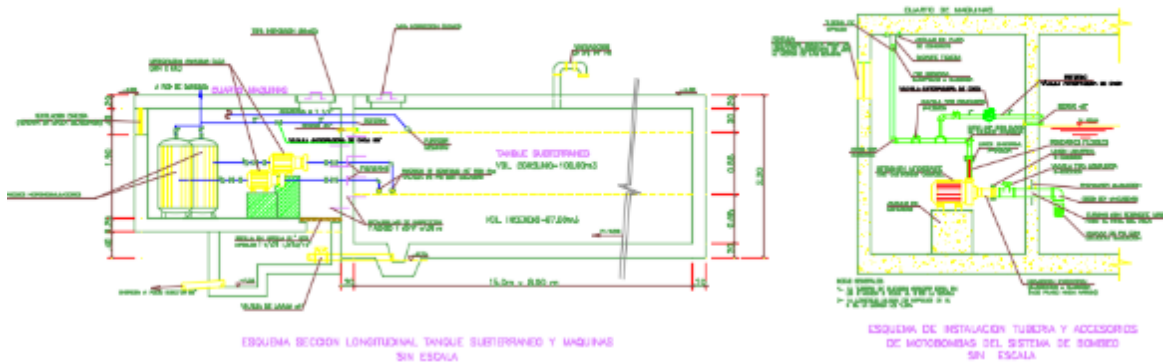


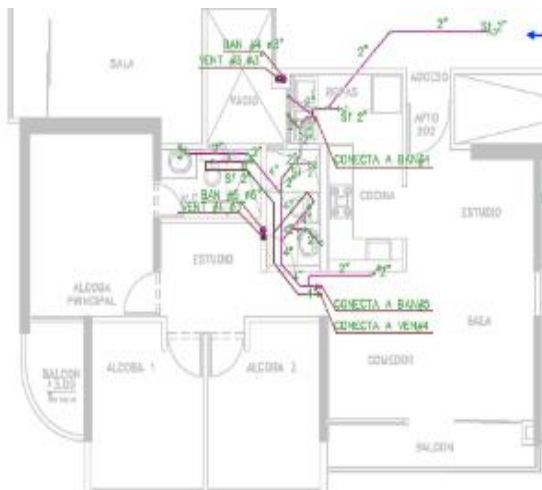
Figura 23. Anexo de la válvula anticipadora de onda en el plano isométrico.



**Figura 24.** Anexo de la válvula anticipadora de onda en el plano de detalle.

### 6.1.2 Diseño sanitario

En un nuevo archivo con los planos adecuados inicialmente en AutoCAD realicé el trazado de la red sanitaria, ubicando en los lugares más aptos los bajantes de aguas negras (BAN) y las ventilaciones (VENT) como muestra la Figura 25. Igualmente, realicé el trazado de colectores hacia las cajas de inspección de agua negra como muestro en la Figura 26.

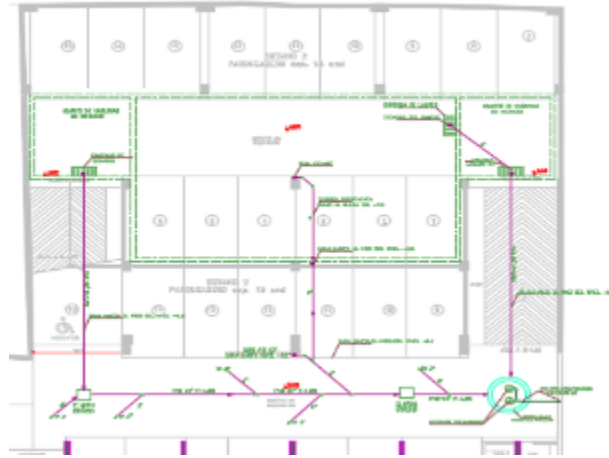


**Figura 25.** Trazado de la red sanitaria y ubicación de bajantes y ventilaciones en un apartamento tipo.



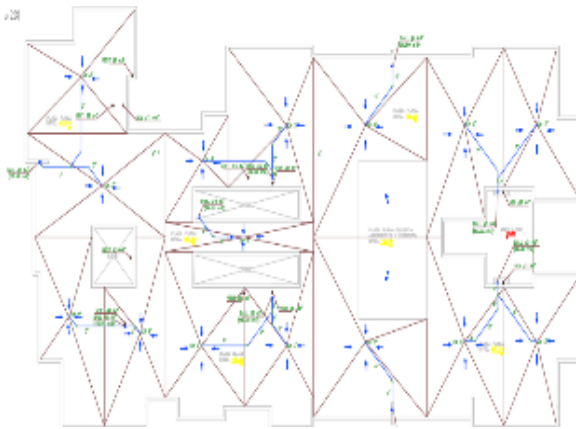
**Figura 26.** Trazado de colectores hacia las cajas de inspección de agua negra.

Posteriormente, ubiqué una cisterna en el sótano 2 (ver Figura 27) para bombear el agua de los sifones de los sótanos y del cárcamo de lavado del tanque hacia una de las cajas de inspección de agua negra ubicada en el primer piso, con el fin de evacuar esta agua del edificio.



**Figura 27.** Ubicación de la cisterna en el plano del sótano 2.

Para evacuar las aguas lluvias, ubiqué bajantes en la cubierta y en otros lugares donde fue necesario (ver Figura 28), y también realicé el trazado de los colectores hacia las cajas de inspección de agua lluvia como se muestra en la Figura 29.

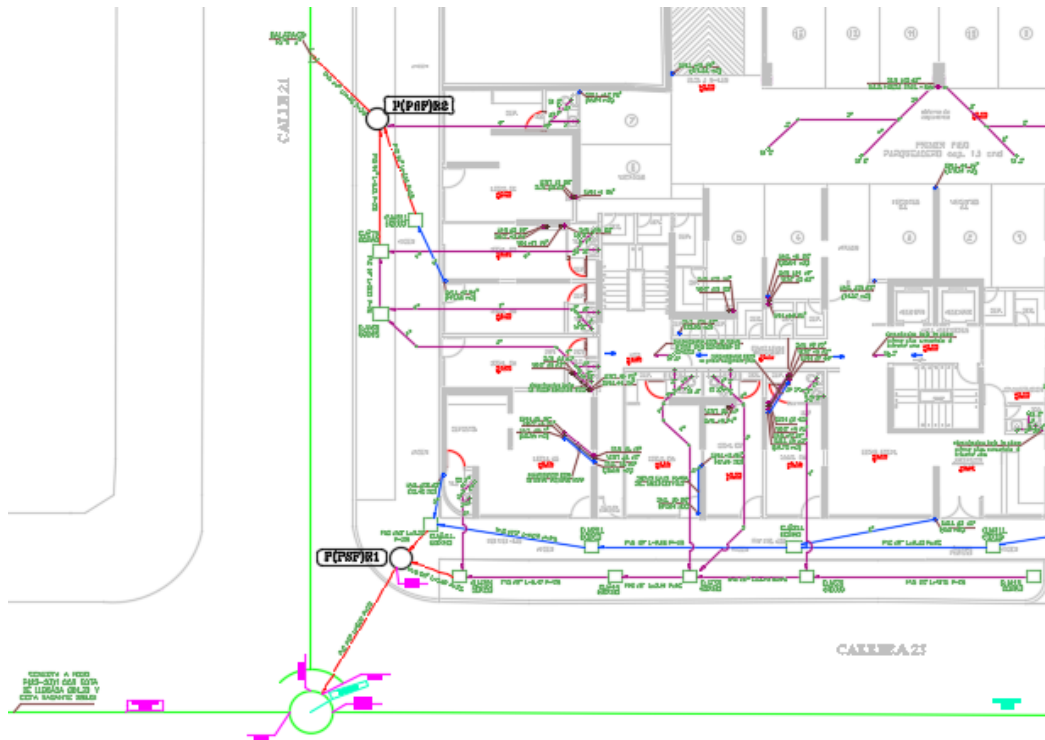


**Figura 28.** Ubicación de los bajantes de agua lluvia en la cubierta.



**Figura 29.** Trazado de colectores hacia las cajas de inspección de agua lluvia.

Por la topografía del terreno, tuve que ubicar dos pozos para recolectar el agua de las cajas de inspección de agua negra y agua lluvia con el fin de entregar estas aguas a la red exterior de alcantarillado combinado (ver Figura 30).



**Figura 30.** Ubicación de pozos para la recolección y entrega de las aguas lluvias y negras a la red de alcantarillado exterior.

En cuanto a la red sanitaria, la norma NTC 1500 (ICONTEC, 2004) establece las siguientes especificaciones:

- “8.2 El equivalente en unidades de los aparatos sanitarios indicados en la Tabla 12 estará basado en el tamaño de la trampa de sifón requerida, y los equivalentes de instalaciones sanitarias y dispositivos no indicados en la Tabla 12 estarán basados en la capacidad asignada de descarga en l/s, de acuerdo con la Tabla 13”.
- “8.3.1 Los diámetros mínimos para las tuberías de desagüe, tanto verticales como horizontales, se deben determinar a partir del número total de unidades de aparato para desagüe de los aparatos conectados a dicha red. En el caso de tubos de desagües verticales, además del total de unidades de descarga, se debe considerar la longitud, conforme a lo indicado en la Tabla 14”.
- “10.3.1 El diámetro del tubo de ventilación principal se determinará por su longitud total, el diámetro de la bajante de aguas residuales correspondiente y por el total de unidades de descarga ventiladas, de acuerdo con la Tabla 19”.

- “12.1.11.1.1 Todas las áreas de cubierta de un edificio deben ser evacuadas por la red de desagües de aguas lluvias. Para el cálculo de caudales de sistemas de aguas lluvias se considerará una intensidad de precipitación obtenida a partir de las curvas de intensidad-frecuencia propias de la zona, para un periodo de retorno mínimo de 15 años y una duración de 30 min, suministradas por la entidad competente”.
- “12.1.11.1.2 Para definir las dimensiones de los desagües principales se pueden utilizar las Tablas 24, 25, 26”.

Con el propósito de determinar los diámetros de diseño, realicé el cálculo de las unidades de descarga de cada aparato sanitario (ver Figura 31), los bajantes de agua negra (ver Figura 32) y agua lluvia (ver Figura 33), los colectores internos y externos de agua negra (ver Figura 34) y agua lluvia (ver Figura 35), y la ventilación (ver Figura 36).

APARTAMENTOS TIPO				
No.	APARATO	CANT	Unidades de	Unidades de
			Descarga Parcial	Descarga Acumuladas
1	Inodoro Tanque	2	3	6
2	Ducha 2"	2	2	4
3	Lavamanos una llave	2	1	2
4	Lavaplatos	1	2	2
5	Lavadero	1	3	3
6	Lavadora	1	2	2
7	Sifon de piso 2"	1	1	1
			Total ...	20 UD
			Caudal =	1,44 lps
ZONA SOCIAL				
No.	APARATO	CANT	Unidades de	Unidades de
			Descarga Parcial	Descarga Acumuladas
1	Inodoro Tanque	3	5	15
2	Ducha 2"	4	4	16
3	Lavamanos una llave	4	4	16
4	Orinal llave	1	2	2
5	Lavaplatos	1	4	4
6	Sifon de piso 2"	44	1	44
			Total ...	97 UD
			Caudal =	3,13 lps
PORTERIA				
No.	APARATO	CANT	Unidades de	Unidades de
			Descarga Parcial	Descarga Acumuladas
1	Inodoro Tanque	1	3	3
2	Lavamanos dos llaves	1	1	1
3	Sifon de piso 2"	1	1	1
			Total ...	5 UD
			Caudal =	,73 lps
LOCALES				
No.	APARATO	CANT	Unidades de	Unidades de
			Descarga Parcial	Descarga Acumuladas
1	Inodoro Tanque	8	3	24
2	Lavamanos una llave	8	1	8
3	Sifon de piso 2"	8	1	8
			Total ...	40 UD
			Caudal =	2,03 lps
			<b>TOTAL</b>	<b>2322</b>

Figura 31. Cálculo de las unidades de descarga de cada aparato.

BAJANTE :		BAN TIPO 3		
CONECTA EN :		COLECTOR	BAJO PLACA PISO 1	
No.	APARATO	CANT	Unidades de	Unidades de
			Descarga Parcial	Descarga Acumuladas
1	Lavaplatos	19	2	38
2	Lavadero	18	3	54
3	Lavamanos	19	1	19
4	Inodoro Tanque	19	3	57
5	Ducha	19	2	38
6	Sifones piso 2"	18	1	18
			Total ...	224 UD
			Caudal =	4,66 lps
CHEQUEO VERTICAL				
NUMERO DE PISOS				1,00
UNIDADES TOTALES POR BAJANTE				224 UD
Diametro del desague final en pulgadas				4"
Capacidad del desague con este diametro				256 UD
Chequeo				Bien
CHEQUEO HORIZONTAL				
NUMERO DE PISOS				1,00
UNIDADES TOTALES POR BAJANTE				224 UD
Diametro del desague final en pulgadas				6"
Capacidad del desague con este diametro				576 UD
Chequeo				Bien

Figura 32. Muestra del cálculo del diámetro de un bajante de agua negra.

BALL #	Diámetro Pulgadas	Conectad a m2	Capacidad Como Bajante	Chequeo
1	3	63.02	120	bien
2	3	63.31	120	bien
3	4	152.00	257	bien
4	4	176.81	257	bien
5	3	49.54	120	bien
6	3	58.70	120	bien
7	4	141.65	257	bien
8	3	56.66	120	bien
9	3	47.94	120	bien
10	3	10.48	120	bien
11	4	171.44	257	bien
12	3	16.84	120	bien
13	4	117.78	257	bien
14	4	118.43	257	bien
15	3	61.97	120	bien
16	3	12.85	120	bien
17	3	6.61	120	bien

Figura 33. Cálculo del diámetro de los bajantes de agua lluvia.

IDENTIFICACION TRAMO		Ø "	CHEQUEO POR U.D.		CAPACIDAD U.D. P=2%	CAUDAL DE DISEÑO lps	CAUDAL A TUBO LLENO lps	Q / Qo
DE	A		UNIDADES DE DESCARGA PARCIAL	UNIDADES DE DESCARGA ACUMULAD A				
CHEQUEO COLECTOR #1								
CI # 1N	CI # 2N	6	729	729	720	8,33 lps	18,09	0,4605
CI # 2N	CI # 3N	6	1056	1785	720	12,54 lps	18,09	0,6932
CI # 3N	CI # 4N	6	10	1795	720	12,54 lps	18,09	0,6932
CI # 4N	CI # 5N	8	514	2309	2640	15,59 lps	33,16	0,4701
CI # 5N	P(PSF)R1	8	5	2314	2640	15,59 lps	33,16	0,4701
IDENTIFICACION TRAMO		Ø "	CHEQUEO POR U.D.		CAPACIDAD U.D. P=1%	CAUDAL DE DISEÑO lps	CAUDAL A TUBO LLENO lps	Q / Qo
DE	A		UNIDADES DE DESCARGA PARCIAL	UNIDADES DE DESCARGA ACUMULAD A				
CHEQUEO DE SCOLGADO #1								
1	2	6	380	380	576	6,09 lps	18,09	0,3367
2	3	6	20	400	576	6,25 lps	18,09	0,3455
3	4	6	1	401	576	6,25 lps	18,09	0,3455
4	5	8	365	766	2112	8,55 lps	33,16	0,2578
5	CI # 2N	8	285	1051	2112	9,78 lps	33,16	0,2949

Figura 34. Modelo del cálculo del diámetro de un colector externo y de un colector interno de agua negra.

IDENTIFICACION TRAMO		Ø "	Área Conectada m2	Área Acumulada m2	CAPACIDAD U.D. P=2%	CAUDAL DE DISEÑO lps	CAUDAL A TUBO LLENO lps	Q / Qo
DE	A							
COLECTOR #1								
CI # 1LL	CI # 2LL	6	251,37	251,37	361	6,67	18,09	0,37
CI # 2LL	CI # 3LL	8	805,08	1056,45	1211	28,05	33,16	0,85
CI # 3LL	CI # 4LL	10	117,45	1173,90	2169	31,17	59,77	0,52
CI # 4LL	P(PSF)R1	10	10,48	1184,38	2169	31,45	59,77	0,53
IDENTIFICACION TRAMO		Ø "	Área Conectada m2	Área Acumulada m2	CAPACIDAD U.D. P=1%	CAUDAL DE DISEÑO lps	CAUDAL A TUBO LLENO lps	Q / Qo
DE	A							
CHEQUEO DE SCOLGADO #1								
A	B	4	118,43	118,43	140	3,14	6,54	0,48
B	C	6	63,02	181,45	398	4,82	18,09	0,27
C	CI # 1LL	6	63,31	244,76	398	6,50	18,09	0,36

Figura 35. Modelo del cálculo del diámetro de un colector externo y de un colector interno de agua lluvia.

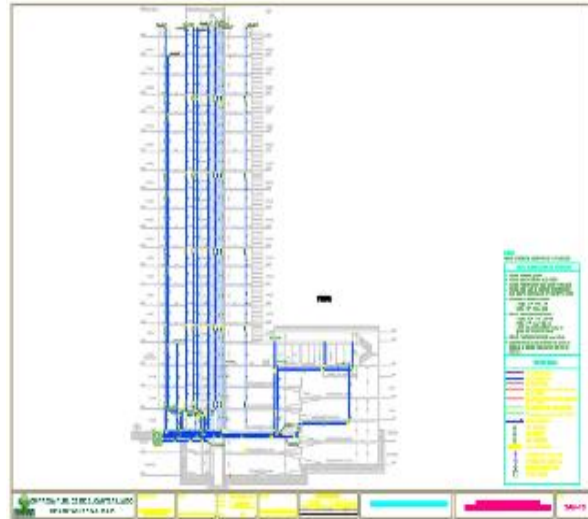
VEN	ØBAN	UD TOTALES a ventilar	Øventilacion	Longitud máxima NTC 1500	Longitud Ventilada	Verificar
1	4"	120	3"	75	54,43	OK
2	4"	224	4"	210	54,43	OK
3	3"	38	3"	120	54,43	OK
4	6"	361	4"	56,54	54,43	OK
5	4"	114	3"	75	54,43	OK
6	4"	285	4"	210	54,43	OK
7	6"	382	4"	90	54,43	OK
8	6"	340	4"	60	54,43	OK
9	4"	269	4"	210	54,43	OK
10	4"	96	3"	78	54,43	OK
11	3"	36	3"	120	54,43	OK
12	4"	34	3"	78	1,3	OK

Figura 36. Cálculo del diámetro de la ventilación.

Posteriormente, desarrollé el dibujo del perfil de los bajantes y ventilaciones de agua negra (Figura 37) y el perfil de los bajantes de agua lluvia como se observa en la Figura 38. En todos los planos utilicé el rótulo que la entidad pública (EMPAS) que aprueba los diseños sanitarios.



**Figura 37.** Perfil de los bajantes y ventilaciones de la red de agua negra.



**Figura 38.** Perfil de los bajantes de agua lluvia.

Las memorias de diseño que radiqué en el EMPAS no fueron aprobadas en primera instancia por falta del cálculo de las cotas de entrada y salida de las cajas de inspección y de los pozos, y del cálculo para el chequeo hidráulico de las acometidas. Entonces tuve que proceder a realizar dichos cálculos, donde anexé los primeros al plano (ver Figura 39) y los segundos a la memoria (ver Figura 40). Cabe resaltar que el diseño fue aprobado una vez cumplido este requerimiento.

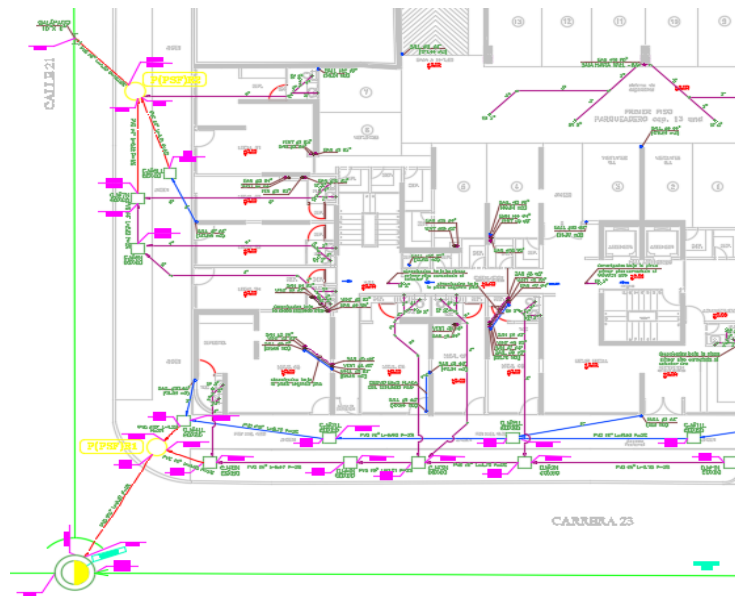


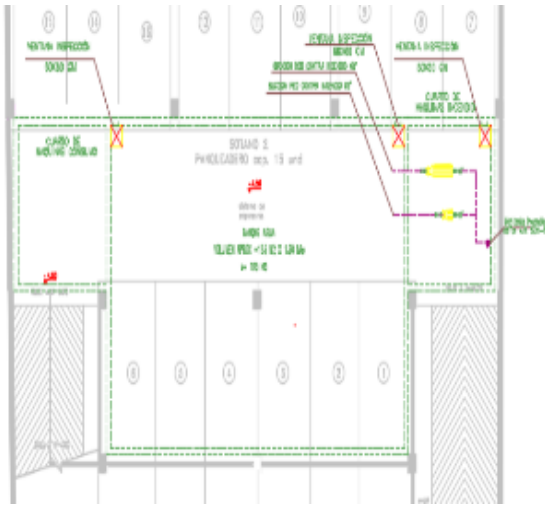
Figura 39. Cotas de entrada y salida de las cajas de inspección.

TRAMO	Longitud (m)	diametro (M)	diametro (pulg)	Pendiente propuesta (%)	Cota rasante (m)	Cota Salida (m)	Cota llegada (m)	Le (m)	Tipo de Tubería	Cimentación	Q/Qe	
P(PSF)R1	P(21-23)2	8,37	0,250	9,84	2,00 %	984,94	983,79	983,62	7,17	PVC-Nov	Cimentación Tipo I	0,35
P(PSF)R2	ENTREGA	4,33	0,150	5,91	13,39 %	983,72	982,52	981,34	3,12	PVC-Nov	Cimentación Tipo I	0,06

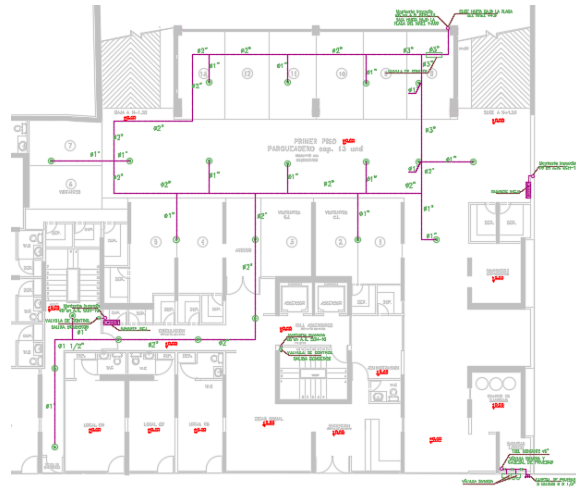
Figura 40. Cálculo del chequeo hidráulico de las acometidas.

### 6.1.3 Diseño contra incendio

En un nuevo archivo con los planos adecuados inicialmente en AutoCAD, realicé el trazado de la red contra incendio ubicando las bombas en el cuarto de máquinas de incendio como muestro en la Figura 41. Igualmente, coloqué el montante que suministra agua a los rociadores ubicados en los parqueaderos, la salida de emergencia, gimnasio y salón social; a los gabinetes de incendio situados piso a piso, a las válvulas de salida para bomberos ubicadas en las escaleras de cada piso, a la válvula siamesa y cabezal de prueba situados en el primer piso (ver Figura 42).



**Figura 41.** Ubicación de las bombas para la red contra incendio.



**Figura 42.** Ubicación del montante que suministra agua a los rociadores, gabinetes de incendio, válvulas de salida para bomberos, válvula siamesa y cabezal de prueba en una de las plantas del edificio.

Posteriormente, realicé el trazado del plano de perfil del montante de la red contra incendio y empleé en todos los planos el rótulo exigido por la entidad pública (CUERPO OFICIAL DE BOMBEROS BUCARAMANGA) que aprueba el diseño contra incendio (ver Figura 43).

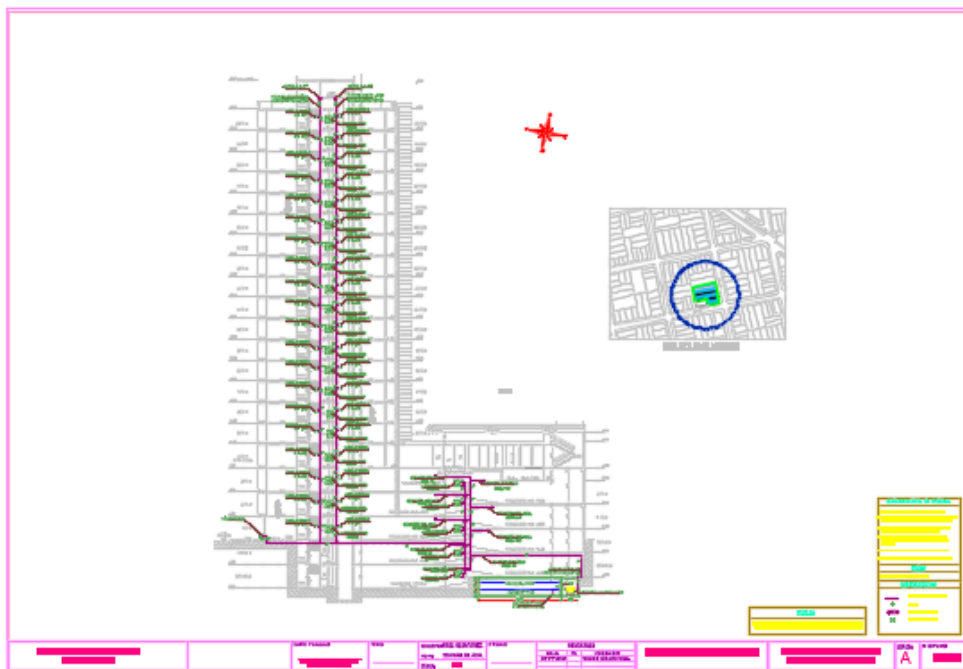


Figura 43. Plano del perfil de los montantes de la red contra incendio.

La norma NTC 1669 (ICONTEC, 2009) para la red contra incendio establece las siguientes especificaciones:

- “7.8.1 Los sistemas para conexión de mangueras contra incendio diseñados hidráulicamente se deben proyectar para suministrar el caudal requerido en el numeral 7.10 a una presión residual mínima de 100 psi (6.9 bares) en la salida de la conexión de manguera de 2 ½ pulgadas (65 mm) hidráulicamente más remota y 65 psi (4.5 bar) en la salida de la estación de manguera de 1 ½ pulgadas (40 mm) hidráulicamente más remota”.
- “7.8.3.1 cuando la presión residual en una salida de 1 ½ pulgadas (40 mm) sobre una conexión de manguera disponible para uso de personal entrenado excede 100 psi (6.9 bar), se debe suministrar de un dispositivo regulador de presión aprobado para limitar la presión residual en el flujo requerido por el numeral 7.10 a 100 psi (6.9 bar)”.

Basada en lo anterior realicé los cálculos para hallar el diámetro del montante (ver Figura 44), el diámetro de succión e impulso de la bomba principal y de la bomba jockey (ver Figura 45).

TRAMO		CAUDAL	TIPO		Φ	Φ	V	L.T.	L.E.	L.T.+	PERDIDAS		NIVEL		PIEZOMETRICA		PRES DINAMICA	
DE	A	TOTAL	DE	C	NOM	INT		L.TUB	30% LT	L.E.	UNIT	TRAMO	ARRIB	ABAJ	ARRIB	ABAJ	ARRIB	ABAJ
		(lps)	TUB		(pulg)	(pulg)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
<b>A</b>	<b>Montante Incendio</b>																	
BOM-INC	S2	48,00	HG	120	8	8,07	1,45	25,68	7,70	33,38	0,0121	0,41	-6,50	-1,80	133,50	133,09	140,00	134,89
S2	S1	48,00	HG	120	8	8,07	1,45	1,56	0,47	2,03	0,0121	0,02	-1,80	-0,30	133,09	133,07	134,87	133,37
S1	1	48,00	HG	120	8	8,07	1,45	18,83	5,65	24,48	0,0121	0,30	-0,30	-0,30	133,07	132,77	133,07	133,07
1	P1	32,00	HG	120	6	6,07	1,72	11,64	3,49	15,13	0,0230	0,35	-0,30	1,50	132,77	132,42	132,72	130,92
P1	P2	32,00	HG	120	6	6,07	1,72	3,00	0,90	3,90	0,0230	0,09	1,50	4,50	132,42	132,33	130,83	127,83
P2	P3	32,00	HG	120	6	6,07	1,72	3,00	0,90	3,90	0,0230	0,09	4,50	7,50	132,33	132,24	127,74	124,74
P3	P4	32,00	HG	120	6	6,07	1,72	3,00	0,90	3,90	0,0230	0,09	7,50	10,50	132,24	132,16	124,66	121,66
P4	P5	32,00	HG	120	6	6,07	1,72	3,00	0,90	3,90	0,0230	0,09	10,50	13,50	132,16	132,07	121,57	118,57
P5	P6	32,00	HG	120	6	6,07	1,72	2,60	0,78	3,38	0,0230	0,08	13,50	16,10	132,07	131,99	118,49	115,89
P6	P7	32,00	HG	120	6	6,07	1,72	2,60	0,78	3,38	0,0230	0,08	16,10	18,70	131,99	131,91	115,81	113,21
P7	P8	32,00	HG	120	6	6,07	1,72	2,60	0,78	3,38	0,0230	0,08	18,70	21,30	131,91	131,83	113,13	110,53
P8	P9	32,00	HG	120	6	6,07	1,72	2,60	0,78	3,38	0,0230	0,08	21,30	23,90	131,83	131,75	110,45	107,85
P9	P10	32,00	HG	120	6	6,07	1,72	2,60	0,78	3,38	0,0230	0,08	23,90	26,50	131,75	131,68	107,78	105,18
P10	P11	32,00	HG	120	6	6,07	1,72	2,60	0,78	3,38	0,0230	0,08	26,50	29,10	131,68	131,60	105,10	102,50
P11	P12	32,00	HG	120	6	6,07	1,72	2,60	0,78	3,38	0,0230	0,08	29,10	31,70	131,60	131,52	102,42	99,82
P12	P13	32,00	HG	120	6	6,07	1,72	2,60	0,78	3,38	0,0230	0,08	31,70	34,30	131,52	131,44	99,74	97,14
P13	P14	32,00	HG	120	6	6,07	1,72	2,60	0,78	3,38	0,0230	0,08	34,30	36,90	131,44	131,36	97,06	94,46
P14	P15	32,00	HG	120	6	6,07	1,72	2,60	0,78	3,38	0,0230	0,08	36,90	39,50	131,36	131,29	94,39	91,79
P15	P16	32,00	HG	120	6	6,07	1,72	2,60	0,78	3,38	0,0230	0,08	39,50	42,10	131,29	131,21	91,71	89,11
P16	P17	32,00	HG	120	6	6,07	1,72	2,60	0,78	3,38	0,0230	0,08	42,10	44,70	131,21	131,13	89,03	86,43
P17	P18	32,00	HG	120	6	6,07	1,72	2,60	0,78	3,38	0,0230	0,08	44,70	47,30	131,13	131,05	86,35	83,75
P18	P19	32,00	HG	120	6	6,07	1,72	2,60	0,78	3,38	0,0230	0,08	47,30	49,90	131,05	130,98	83,68	81,08
P19	P20	32,00	HG	120	6	6,07	1,72	2,60	0,78	3,38	0,0230	0,08	49,90	52,50	130,98	130,90	81,00	78,40

Figura 44. Cálculo del diámetro del montante de la red contra incendio.

ESPECIFICACIÓN EQUIPO BOMBEO CONTRA INCENDIO	
1. Motobomba incendio:	
- Usar 1 unidades con las siguientes características	
QB=	48,00 lps = 760,82 GPM
HDB=	141,7 m
Potencia teorica =	164,0 HP
Ø succión =	8,0 "
Ø impulso =	8,0 "

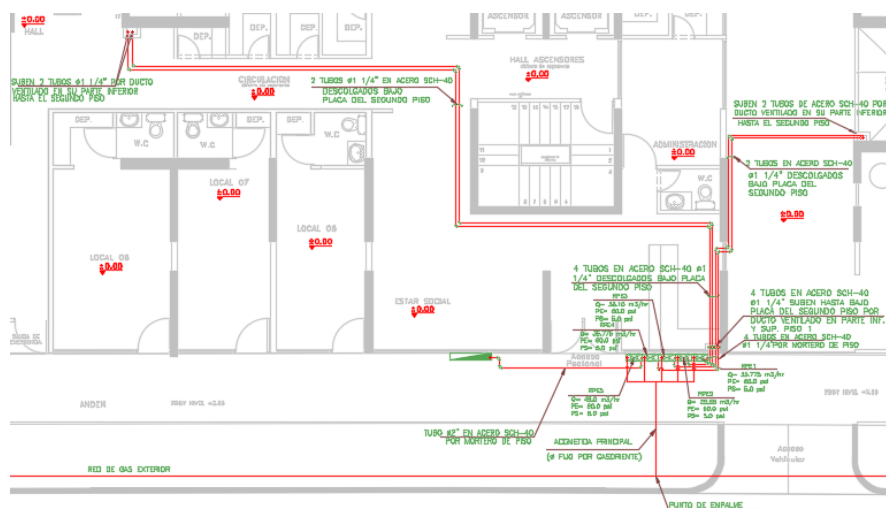
ESPECIFICACIÓN EQUIPO BOMBEO JOCKEY	
1. Motobomba incendio:	
- Usar 1 unidades con las siguientes características	
QB=	2,40 lps = 38,04 GPM
HDB=	141,6 m
Potencia teorica =	7,5 HP
Ø succión =	2,0 "
Ø impulso =	2,0 "

**Figura 45.** Cálculo del diámetro de succión e impulso de la bomba contra incendio principal y bomba jockey.

Finalmente radiqué la memoria del diseño de la red contra incendio en la entidad pública correspondiente, es decir, en el CUERPO DE BOMBEROS BUCARAMANGA, cabe resaltar que el diseño fue aprobado por la entidad.

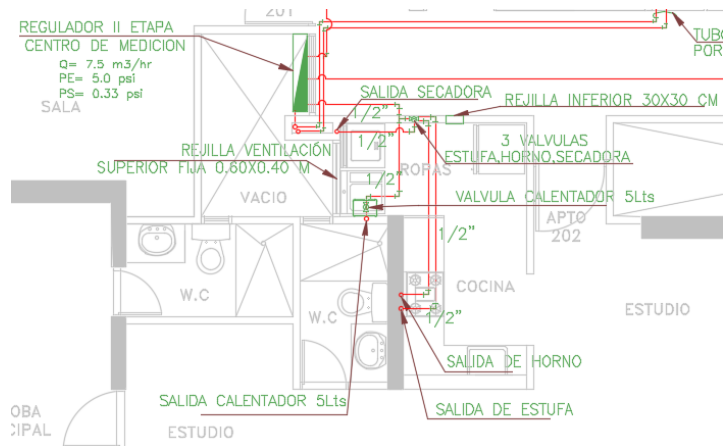
#### 6.1.4 Diseño de la red de gas

En un nuevo archivo con los planos adecuados inicialmente en AutoCAD, realicé el trazado de la red de gas, ubicando los reguladores de primera etapa y montantes como se observa en la Figura 46.



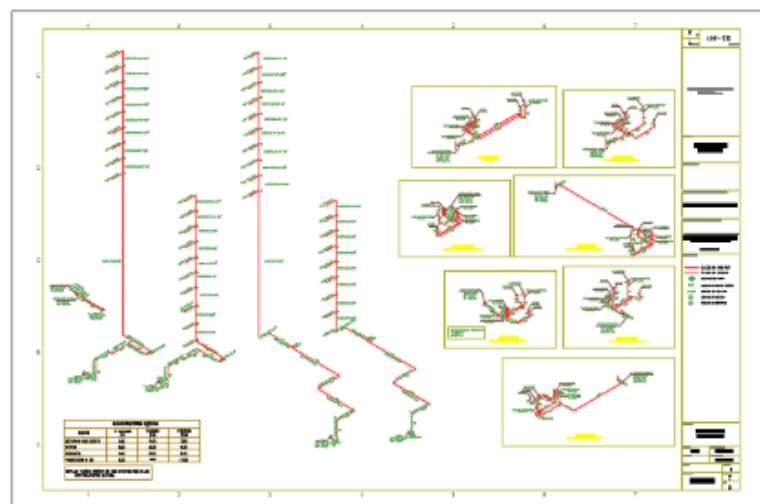
**Figura 46.** Ubicación de los reguladores de primera etapa y montantes de la red de gas.

Posteriormente, ubiqué los reguladores de segunda etapa con sus respectivos medidores y tracé la red interna de gas de los apartamentos con su debida ventilación como se puede apreciar en la Figura 47.

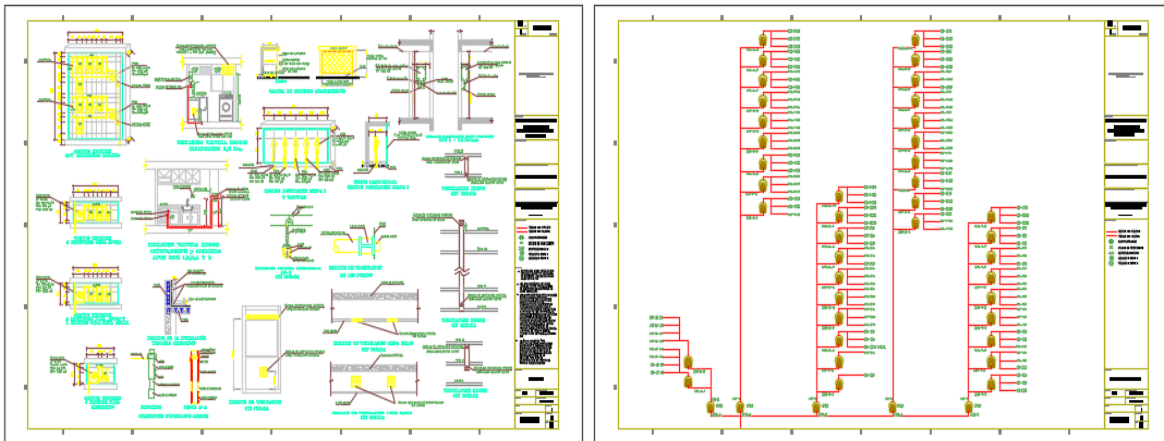


**Figura 47.** Muestra de la ubicación de un regulador de segunda etapa con sus medidores, rejillas de ventilación y trazado de la red de gas en un apartamento tipo.

Proseguí a realizar el plano isométrico de los montantes y de la red de gas para cada apartamento tipo como se puede observar en la Figura 48. También realicé los planos de detalle y de entidades técnicas (plano donde se muestra detalladamente los medidores de los apartamentos a los que los reguladores de primera etapa por medio de los reguladores de segunda etapa les suministran gas) como se puede observar en la Figura 49. Cabe aclarar que a los planos les coloqué el rótulo exigido por la entidad pública (Gas Natural Fenosa) que aprueba los diseños de gas.



**Figura 48.** Plano isométrico de los montantes y de la red de gas para cada apartamento tipo.



**Figura 49.** Plano de detalles (a la izquierda) y plano de entidades técnicas (a la derecha) de la red de gas.

Y con base en la NT -006-COL (Torres, 2011) la cual establece las siguientes especificaciones:

- “ 6.4. Para calcular el caudal nominal de un artefacto será suficiente dividir el gasto calorífico, generalmente indicado en su placa de características, expresado en base al poder calorífico superior o con base al poder calorífico inferior, entre el poder calorífico inferior o superior e función de cómo se exprese el gasto calorífico”.
- “6.6. la determinación del caudal máximo de simultaneidad de las líneas matrices se efectuará sumando los caudales de diseño de cada una de las viviendas existentes en la edificación o urbanización susceptibles de alimentarse de la misma línea matriz, incluyendo aquellas viviendas que no esté previsto que se conecten a dicha línea matriz por no existir línea individual, y multiplicando el resultado por un factor de simultaneidad que es función del número de viviendas”.

Realicé el cálculo del consumo de los aparatos verificando que no supere el caudal máximo permitido ( $Q_{max}$  de apartamento  $2.5 \text{ m}^3/\text{h}$ ) como muestro en la Figura 50, el cálculo del caudal máximo de simultaneidad de cada regulador de presión primera etapa (RPE) como muestro en la Figura 51 y con base en los datos anteriores calcule el diámetro de las redes de media presión (red que va del regulador de primera etapa a los reguladores de segunda etapa) como muestro en la Figura 52.

Descripción	Cantidad	Consumo unidad			Consumo Parcial			Caudal nominal
		W	BTU/h	kcal/h	W	BTU/h	kcal/h	
Estufa 4 quemadores	1	7380	25179	6344	7380	25179	6344	0,66
Horno	1	2052	7000	1764	2052	7000	1764	0,18
Calentador 5,5 Lts	1	10500	35824	9026	10500	35824	9026	0,94
Consumo total =					19932	68003	17134	1,78

Figura 50. Cálculo del consumo de gas de los aparatos.

CAUDAL MÁXIMO DE SIMULTANEIDAD EN LINEA MATRIZ (Qsc)			
Qsc = No. Viviendas/locales x Q x FC			
Caudal máximo de cada vivienda		Factor de simultaneidad o coincidencia	
Q =	2,50 m3/h	No. Viviendas	FC
Qlocales =	6,0 m3/h		Qsc [m3/h]
Q zona social =	0,66 m3/h	RPE1	27 0,530 35,775
		RPE2	30 0,518 38,85
		RPE3	25+zona social 0,540 34,41
		RPE4	27 0,530 35,775
		Locales RPE5	8 48

Figura 51. Cálculo del caudal máximo de simultaneidad para cada regulador de primera etapa (RPE).

TRAMO		NIVEL	Presión inicial		Caudal	Gravedad esp Gas	Diámetro Selecc	Diámetro interno	Long. Tubería	Long equiv acc	Long Total	Pres final barom	Pres final (P2)	Perdida de Presión	% perdida parcial	% perdida acumulada	velocidad
DE	A		P1 mbar	ps+pbarom													
REGULADORA #1																	
RPE1	1	N + 3,00	345,00	1255	35,78	0,6	1,25	35,06	36,80	7,36	44,16	1,245	334,88	10,1225	2,9341	2,934	8,28
	1	RSE1 N + 3,00	334,88	1244,9	7,50	0,6	0,75	20,96	0,68	0,14	0,82	1,245	334,74	0,1421	0,0424	2,976	4,86
	1	2 N + 6,00	334,88	1244,9	32,70	0,6	1,25	35,06	3,00	0,60	3,60	1,244	334,17	0,7089	0,2117	3,146	7,57
	2	RSE2 N + 6,00	334,17	1244,2	7,50	0,6	0,75	20,96	0,68	0,14	0,82	1,244	334,03	0,1422	0,0425	3,188	4,86
	2	3 N + 9,00	334,17	1244,2	29,66	0,6	1,25	35,06	3,00	0,60	3,60	1,244	333,57	0,5985	0,1791	3,325	6,87
	3	RSE3 N + 9,00	333,57	1243,6	7,50	0,6	0,75	20,96	0,68	0,14	0,82	1,243	333,43	0,1422	0,0426	3,368	4,86
	3	4 N + 12,00	333,57	1243,6	26,37	0,6	1,25	35,06	3,00	0,60	3,60	1,243	333,08	0,4881	0,1463	3,471	6,11
	4	RSE4 N + 12,00	333,08	1243,1	7,50	0,6	0,75	20,96	0,68	0,14	0,82	1,243	332,94	0,1423	0,0427	3,514	4,86
	4	5 N + 14,60	333,08	1243,1	22,80	0,6	1,25	35,06	2,60	0,52	3,12	1,243	332,75	0,3286	0,0986	3,570	5,28
	5	RSE5 N + 14,60	332,75	1242,8	7,50	0,6	0,75	20,96	0,68	0,14	0,82	1,243	332,61	0,1423	0,0428	3,613	4,86
	5	6 N + 17,20	332,75	1242,8	19,02	0,6	1,25	35,06	2,60	0,52	3,12	1,243	332,51	0,2398	0,0721	3,642	4,41
	6	RSE6 N + 17,20	332,51	1242,5	7,50	0,6	0,75	20,96	0,68	0,14	0,82	1,242	332,37	0,1423	0,0428	3,685	4,86
	6	7 N + 19,80	332,51	1242,5	14,96	0,6	1,25	35,06	2,60	0,52	3,12	1,242	332,36	0,1580	0,0475	3,689	3,47
	7	RSE7 N + 19,80	332,36	1242,4	7,50	0,6	0,75	20,96	0,68	0,14	0,82	1,242	332,21	0,1424	0,0428	3,732	4,87
	7	8 N + 22,40	332,36	1242,4	10,65	0,6	1,25	35,06	2,60	0,52	3,12	1,242	332,27	0,0875	0,0263	3,716	2,47
	8	RSE8 N + 22,40	332,27	1242,3	7,50	0,6	0,75	20,96	0,68	0,14	0,82	1,242	332,13	0,1424	0,0428	3,759	4,87
	8	RSE9 N + 25,00	332,27	1242,3	7,50	0,6	1	26,64	3,28	0,66	3,94	1,242	332,05	0,2204	0,0663	3,782	3,01

Figura 52. Muestra del cálculo de la red de media presión de uno de los reguladores de primera etapa.

La norma técnica NT -006-COL (Torres, 2011) establece las siguientes especificaciones en cuanto a la red interna:

- “9.2. la línea individual trabajará con gas a baja presión, verificándose que la presión a la entrada del artefacto a gas más crítico sea igual o superior a 17 mbar, se debe garantizar que los equipos seleccionados soporten la siguiente presión  $P \leq 140$  mbar, cuando la presión de operación de línea individual sea mayor o igual a 23 mbar, pero inferior igual 140 mbar, se empleará la fórmula de Renouard.”

Basada en esta normatividad, calculé el diámetro de la red interna de gas de los apartamentos tipo (ver Figura 53) y de la zona social (ver Figura 54).

TRAMO	NIVEL PISO	Presión de servicio mbar	Caudal Q m3/h	Tubería	e Selecc pulg	e interno mm	Long. Tubería m	Long acces m	Long eq. LE m	Δ p mbar	Presión Final mbar	Velocidad m/s	RENUÑO		
													% pérdidas parcial	% pérdidas acumulada	
<b>APTO 201 TIPO 1</b>															
MED	A	N+ 3,00	21	2,50	AG	0,5	15,76	1,74	0,174	1,91	0,243	20,76	3,83	1,15	1,15
A	CALENTADOR	N+ 3,00	20,76	0,94	AG	0,5	15,76	8,30	1,86	9,96	0,213	20,54	1,44	1,03	2,18
A	B	N+ 3,00	20,76	0,84	AG	0,5	15,76	1,44	0,288	1,73	0,030	20,73	1,29	0,14	1,30
B	HORNO	N+ 3,00	20,73	0,18	AG	0,5	15,76	5,07	1,014	6,08	0,006	20,72	0,28	0,03	1,33
B	ESTUFA	N+ 3,00	20,73	0,66	AG	0,5	15,76	5,71	1,142	6,85	0,077	20,65	1,01	0,37	1,70
<b>APTO 2001 : TIPO 1 (301 - 2001)</b>															
MED	A	N+ 51,00	21	2,50	AG	0,5	15,76	1,75	0,175	1,93	0,244	20,76	3,83	1,16	1,16
A	CALENTADOR	N+ 51,00	20,76	0,94	AG	0,5	15,76	4,38	0,876	5,26	0,112	20,64	1,44	0,54	1,70
A	B	N+ 51,00	20,76	0,84	AG	0,5	15,76	1,45	0,29	1,74	0,030	20,73	1,29	0,15	1,31
B	HORNO	N+ 51,00	20,73	0,18	AG	0,5	15,76	5,07	1,014	6,08	0,006	20,72	0,28	0,03	1,34
B	ESTUFA	N+ 51,00	20,73	0,66	AG	0,5	15,76	5,71	1,142	6,85	0,077	20,65	1,01	0,37	1,71
<b>APTO 2002 : TIPO 2 (202 - 2002)</b>															
MED	A	N+ 51,00	21	2,50	AG	0,5	15,76	1,48	0,148	1,63	0,206	20,79	3,83	0,98	0,98
A	CALENTADOR	N+ 51,00	20,79	0,94	AG	0,5	15,76	3,68	0,736	4,42	0,094	20,70	1,44	0,45	1,44
A	B	N+ 51,00	20,79	0,84	AG	0,5	15,76	1,29	0,258	1,55	0,027	20,77	1,29	0,13	1,11
B	HORNO	N+ 51,00	20,77	0,18	AG	0,5	15,76	5,24	1,048	6,29	0,007	20,76	0,28	0,03	1,14
B	ESTUFA	N+ 51,00	20,77	0,66	AG	0,5	15,76	6,19	1,238	7,43	0,083	20,68	1,01	0,40	1,55
<b>APTO 2003 : TIPO 3 (203 - 2003)</b>															
MED	A	N+ 51,00	21	2,50	AG	0,75	20,96	12,39	1,239	13,63	0,437	20,56	2,16	2,08	2,08
A	CALENTADOR	N+ 51,00	20,56	0,94	AG	0,5	15,76	3,68	0,736	4,42	0,094	20,47	1,44	0,46	2,54
A	B	N+ 51,00	20,56	0,84	AG	0,5	15,76	1,29	0,258	1,55	0,027	20,54	1,29	0,13	2,21
B	HORNO	N+ 51,00	20,54	0,18	AG	0,5	15,76	5,01	1,002	6,01	0,006	20,53	0,28	0,03	2,24
B	ESTUFA	N+ 51,00	20,54	0,66	AG	0,5	15,76	5,35	1,19	7,14	0,080	20,46	1,01	0,39	2,63

Figura 53. Muestra del cálculo del diámetro de la red interna de gas de algunos apartamentos tipo.

ZONA SOCIAL																
TRAMO	Q(m3/h)	DIAMETRO NOMINAL	DIAMETRO (mm)	P.INICIAL	L.REAL	N. Codos 90°	LE (m)	N. TEES		LE (m)	LONGITUD TOTAL	DP (mbar)	P.FINAL (mbar)	PAB (mbar)	VELOCIDAD (m/s)	
								Directo	Lado							
<b>PISO 4 N+ 9,00</b>																
MED	VALVULA	2,50	0,75	20,96	21,00	55,53	9	0,47			1,12	59,8	1,9159	19,241	0,931	2,164
VALVULA	ESTUFA	0,66	0,5	15,76	19,08	1,00	1	0,33			0,78	1,33	0,0149	19,068	0,929	1,012

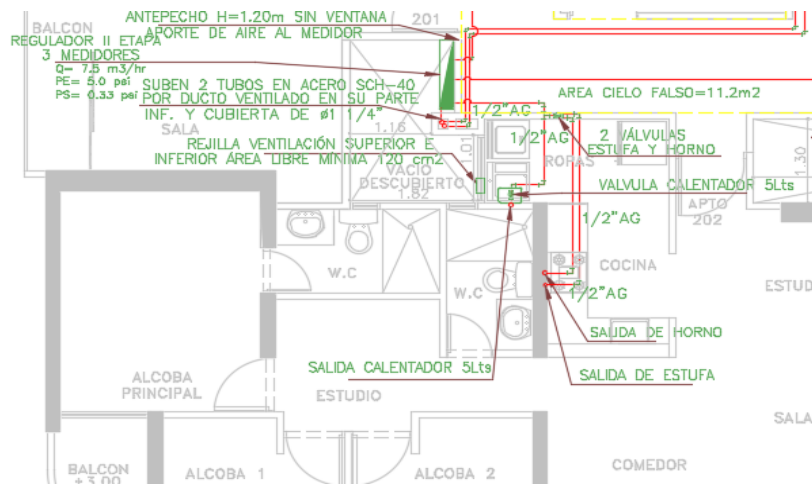
Figura 54. Cálculo del diámetro de la red de gas de la zona social.

El cálculo de las ventilaciones para los recintos confinados debe obedecer a la norma NTC 3631 (ICONTEC, 2003) la cual establece el siguiente requerimiento:

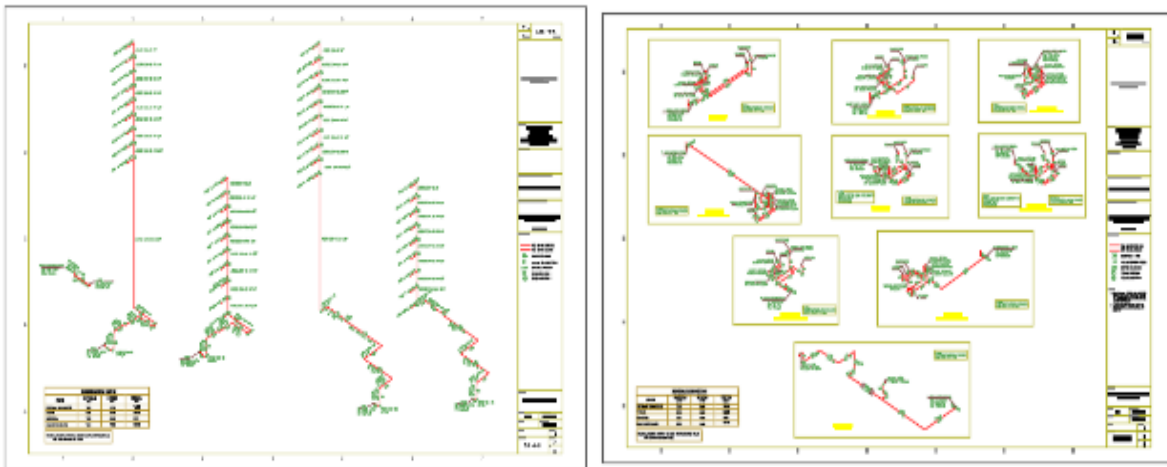
- “4.2.2 El espacio confinado debe ser comunicado directamente con el exterior de acuerdo con los Métodos 1 o 2. La dimensión mínima de las aberturas de ventilación no debe ser menor de 8 cm. En casa do que se utilicen conductos, estos deben tener el área de la sección transversal igual al área libre de las aberturas a las cuales son conectados”.

La Figura 55 presenta este cálculo usando el Método 1 por ventilación directa al exterior, el cual exige dos aberturas, una superior y una inferior, que deben ser permanentes. La altura mínima con respecto al piso es de 180 cm para la primera y de 30 cm para la segunda (estas alturas deben ser medidas de forma vertical ascendente). Además, cada abertura debe tener un área libre mínima de 6 cm<sup>2</sup> por cada kilovatio de potencia nominal agregada o conjunta de todos los artefactos instalados en el recinto confinado.





**Figura 57.** Anexo del área libre mínima de las rejillas de ventilación en una muestra de un apartamento tipo.



**Figura 58.** Anexo del plano isométrico de los montantes (a la izquierda) y plano con la isométrica de cada apartamento tipo (a la derecha).

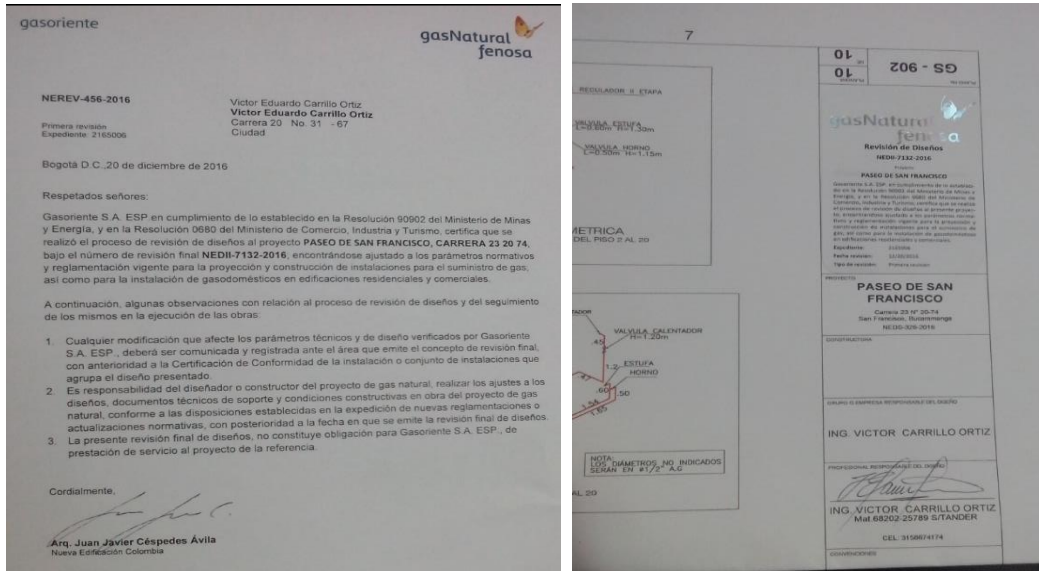


Figura 59. Carta y sello de aprobación del diseño de gas dado por la empresa pública Gasoriente.

### 6.1.5 Presupuestos

Realicé el cálculo de cantidades de obra de los diseños hidráulico (ver Figura 60), sanitario (ver Figura 61), contra incendio (ver Figura 62) y red de gas (ver Figura 63). Cabe resaltar que para dichos cálculos es necesario conocer el material, la longitud total y la cantidad de accesorios a utilizar de cada diámetro.

1 INSTALACIONES HIDRAULICAS							
1.01	Acometida Hidraulica D=2"	Un	1.00	1.2	Valvula de bronce T.P D=3"	Un	1.00
1.02	Acometida Hidraulica D=1/2"	Un	117.00	1.21	Valvula de ventosa D=1"	Un	3.00
1.03	Punto hidraulico de agua fria PVC	un	1.138.00	1.22	Motobombas de Consumo (H=100 mts ; Q=18.2 lps ; P=45 H.P)	Un	2.00
1.04	Punto de agua caliente CPVC	un	545.00	1.23	Tanque Hidroacumulador Vol= 1000 Lts	Un	2.00
1.05	Tuberia PVC presion RDE 13.5 D= 1/2"	Un	549.29	1.24	Flotador Mecanico D=1 1/2"	Un	1.00
1.06	Tuberia PVC presion RDE 21 D= 3/4"	MI	254.70	1.25	Pasamuros en Acero Galvanizado D=6" L= 1.00 mts Brida y espigón	Un	2.00
1.07	Tuberia PVC Presion RDE 21 D=1"	MI	398.41	1.26	Pasamuros en acero D=2" L= 1.00 mts	Un	3.00
1.08	Tuberia PVC Presion RDE 21 D= 1 1/4"	MI	98.16	1.27	Pasamuros en acero D=1 1/2" L= 1.00 mts	Un	1.00
1.09	Tuberia PVC presion RDE 21 D=1 1/2"	MI	60.70	1.28	Accesorios H.F y Acero H.G Tanque subteraneo	Un	1.00
1.1	Tuberia PVC Presion RDE 21 D=2"	MI	12.00	1.29	Accesorios Acero H.G D=6"	Un	12.00
1.11	Tuberia PVC Presion RDE 21 D= 2 1/2"	MI	12.00	1.3	Accesorios H.G D=3"	Un	10.00
1.12	Tuberia PVC U.M RDE 21 D=3"	MI	93.77	1.31	Accesorio H.G D=2"	Un	12.00
1.13	Tuberia PVC U.M RDE 21 D=4"	MI	97.35	1.32	Excavacion en tierra y/o conglomerado < 2.50 mts.	M3	25.00
1.14	Tuberia PVC U.M RDE 21 D=6"	MI	8.40	1.33	Relleno común compactado	M3	18.00
1.15	Tuberia CPVC D=1/2"	ML	590.00	1.34	Retiro de sobrantes	M3	4.00
1.16	Tuberia CPVC D=3/4"	ML	193.00	1.35	Base granular para cimentacion de tuberias	M3	2.00
1.17	Valvula de cheque acero D=6"	Un	3.00	1.36	Valvula reguladora de presion No.1 (Pe= 120 psi; Ps= 80 psi; Qb=9.08 lps ; D=4")	Un	1.00
1.18	Valvula de compuerta acero D=6"	Un	5.00	1.37	Valvula reguladora de presion No.2 (Pe= 120 psi; Ps= 100 psi; Qb=9.27 lps ; D=4")	Un	1.00
1.19	Valvula de compuerta acero D=4"	Un	3.00	1.38	Valvula de pie con coladera D=6"	Un	2.00

Figura 60. Cálculo del presupuesto de la red hidráulica.

5 INSTALACIONES SANITARIAS							
5,01	Punto sanitario PVC	Un	1.452,00	5,16	Excavacion en tierra y/o conglomerado < 2.50 mts.	M3	70,00
5,02	Punto de ventilacion en PVC	Un	409,00	5,17	Base granular para cimentacion de tuberias	M3	3,50
5,03	Tuberia PVC sanitaria D= 6"	MI	163,40	5,18	Relleno común compactado	M3	37,00
5,04	Tuberia PVC sanitaria D= 4"	MI	1.247,50	5,19	Rellenos material Seleccionado	m3	36,00
5,05	Tuberia sanitaria D=3"	MI	863,46	5,20	Retiro de sobrantes	M3	28,00
5,06	Tuberia sanitaria D=2"	MI	455,20	5,21	Rotura de pavimento asfáltico espesor entre 0.06 mts y 0.10 mts.	M2	26,00
5,07	Tuberia PVC Ventilacion D=4"	ml	163,80	5,22	Base granular	m3	4,00
5,08	Tuberia PVC Ventilacion D=3"	MI	382,40	5,23	Mezcla densa en caliente tipo MDC-2	m3	4,00
5,09	Tuberia PVC Ventilacion D=2"	MI	217,00	5,24	Concreto 3000 psi para cisternas	M3	9,00
5,10	Tragantes de aguas Lluvias D=4"	un	16,00	5,25	Tuberia H.G D=3"	MI	10,00
5,11	Suministro e instalacion tuberia PVC Novafort D=8" (200 mm)	MI	40,00	5,26	Tuberia PVC U.M RDE 21 D=3"	MI	40,00
5,12	Suministro e Instalación Tuberia PVC Novafort D=6" (150 mm)	MI	30,20	5,27	Accesorios H.G D=3"	Un	6,00
5,13	Suministro e Instalación Tuberia PVC Novafort D=4" (100 mm)	MI	8,00	5,28	Motobomba tipo sumergida para aguas residuales Pot min= 1.5 H	Un	2,00
5,14	Caja de inspeccion 60"60	un	9,00	5,29	Pozos de inspeccion D=0.90 mts.	un	2,00
5,15	Caja de inspeccion 80"80	Un	2,00	5,30	Remodelacion de Pozos Inspeccion D=1.20 m	un	1,00

Figura 61. Cálculo del presupuesto de la red sanitaria.

2 REDES CONTRAINCENDIO							
2,01	Tuberia Acero Ranurado D=8" SCH-10	MI	59,75	2,18	Valvula de compuerta D=2 1/2"	Un	48,00
2,02	Tuberia Acero Ranurado D=6" SCH-10	MI	169,16	2,19	Valvula de compuerta OS&Y con superv D=3"	Un	10,00
2,03	Tuberia Acero ranurado D=4" SCH-10	MI	6,00	2,20	Sensor de Flujo y manometro de 0 - 300 PSI	Un	10,00
2,04	Tuberia Acero ranurado D=3" SCH-10	MI	65,48	2,21	Splinker Quik response pendent K=5.6 D=1/2"	Un	170,00
2,05	Tuberia Acero ranurado D=2 1/2" SCH-10	MI	6,00	2,22	Sum. e Instal gabinete contra incendios Clase 1	Un	20,00
2,06	Tuberia de acero ranurado D=2" SCH-10	MI	626,77	2,23	Sum. e Instal gabinete contra incendios Clase 3	Un	5,00
2,07	Tuberia acero roscado D=1 1/2" SCH-40	MI	18,00	2,24	Valvula siamesa	Un	2,00
2,08	Tuberia acero roscado D=1 1/4" SCH-40	MI	12,00	2,25	Valvula de cheque acero D=8"	Un	1,00
2,09	Tuberia acero roscado D=1" SCH-40	MI	280,00	2,26	Valvula de cheque acero D=2"	Un	1,00
2,10	Accesorio de acero ranurado D=8" SCH-10	Un	26,00	2,27	Motobomba incendios (HDB=143 mts. QB=32 lps Pot min= 12)	Un	1,00
2,11	Accesorio de acero ranurado D=6" SCH-10	Un	88,00	2,28	Motobomba incendios jockey HDB=143 mts. Qb=1.6 lps Pot=3	Un	1,00
2,12	Accesorio acero ranurado D=3" SCH-10	Un	58,00	2,29	Pasamuros D=8" L=0.67 mts.	Un	1,00
2,13	Accesorio acero ranurado D=2 1/2" SCH-10	Un	17,00	2,30	Pasamuros en acero D=2" L= 1.00 mts	Un	1,00
2,14	Accesorio en acero ranurado D=2" SCH-10	Un	315,00	2,31	Accesorio Acero H.G D=8"	Un	12,00
2,15	Accesorio acero roscado D=1 1/2" SCH-40	Un	19,00	2,32	Accesorios Acero H.G D=6"	Un	10,00
2,16	Accesorio acero roscado D=1 1/4" SCH-40	Un	12,00	2,33	Valvula Antivortice D=8"	Un	1,00
2,17	Accesorio acero roscado D=1" SCH-40	Un	144,00				

Figura 62. Cálculo del presupuesto de la red contra incendio.

6 INSTALACION A GAS			
6,01	Tuberia Acero SCH 40 D=3"	ML	5,00
6,02	Tuberia Acero SCH 40 D=2"	ML	244,40
6,03	Tuberia Acero SCH 40 D=1 1/2"	ML	82,20
6,04	Tuberia Acero SCH 40 D=1 1/4"	ML	20,80
6,05	Tuberia Acero SCH 40 D=1"	ML	200,94
6,06	Tuberia galvanizada 3/4"	ml	439,00
6,07	Tuberia galvanizada T.P D=1/2"	MI	2.276,00
6,08	Puntos a Gas	Pto	436,00
6,09	Valvulas de Bola D=1/2"	Pto	436,00
6,10	Cajas para Valvulas en PVC 20*20	Un	218,00
6,11	Rejillas de ventilacion 30*30 cms para Gas	Un	118,00

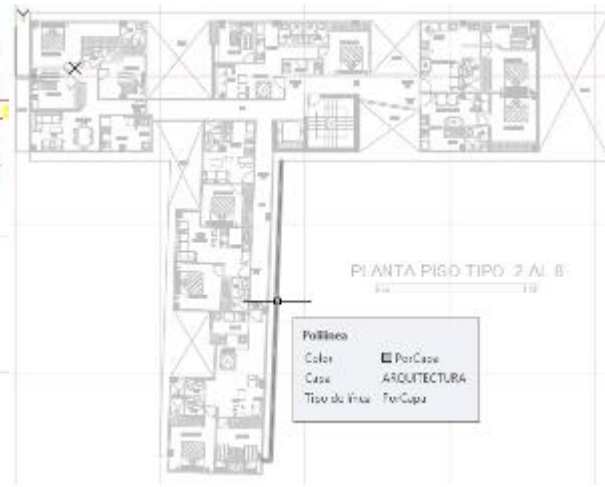
Figura 63. Cálculo del presupuesto de la red de gas.

## 6.2 EDIFICIO TORRE DE SANTO DOMINGO

**Adecuación de planos.** Inicialmente tuve que adecuar los planos arquitectónicos del proyecto mediante la herramienta computacional AutoCAD. El objetivo de esta actividad fue remover las capas innecesarias del archivo para poder realizar el trazado de las redes (ver Figuras 64 y 65).

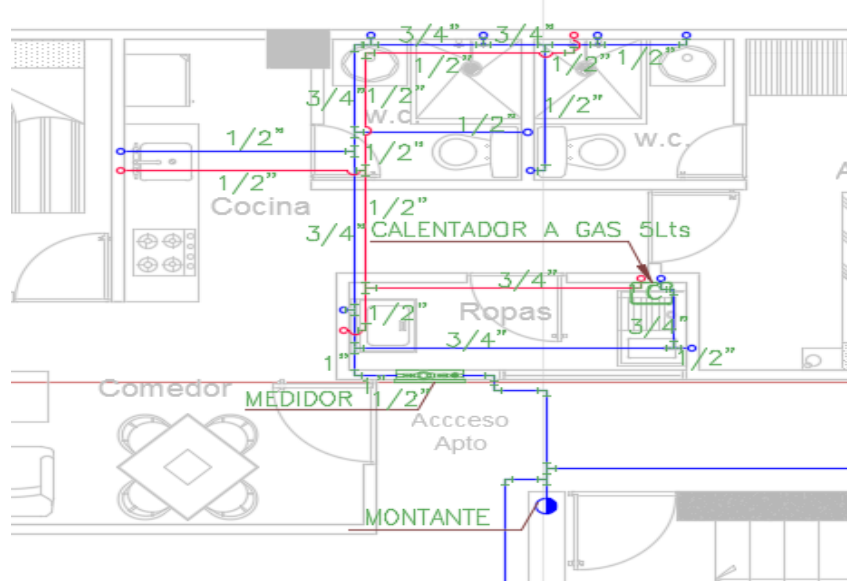


**Figura 64.** Muestra de una de las plantas del diseño arquitectónico con todas las capas.



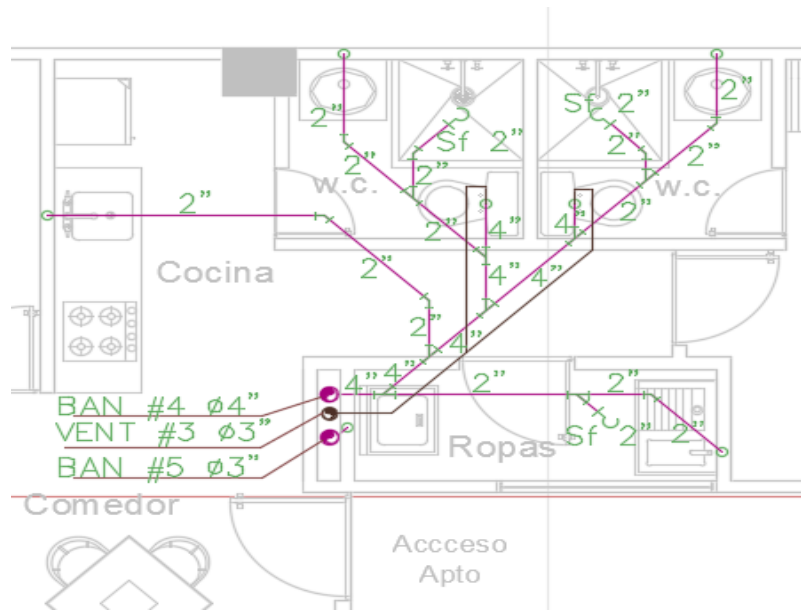
**Figura 65.** Ejemplo de la misma capa luego de dejar las capas necesarias para el trazado.

A continuación, ubiqué un montante en la planta tipo desde donde tracé la red hidráulica (agua fría y caliente) para suministrarle agua a los aparatos necesarios de cada apartamento (ver Figura 66).



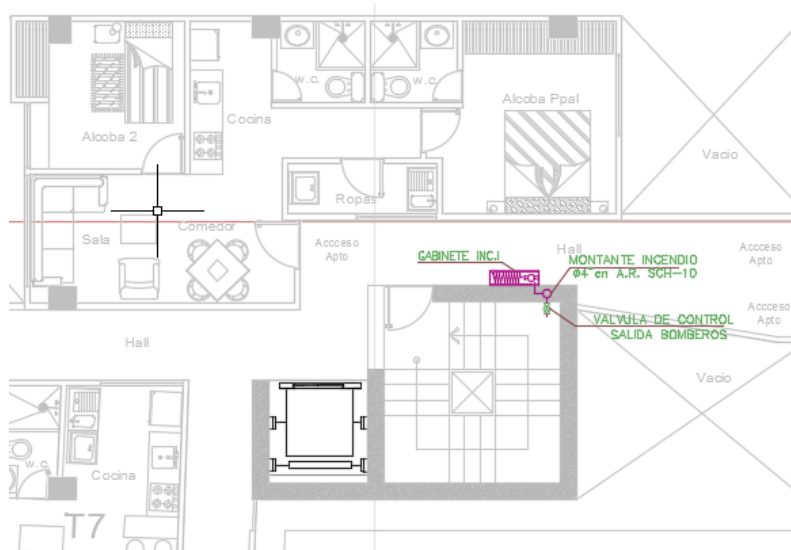
**Figura 66.** Ubicación del montante y muestra del trazado de la red hidráulica a un apartamento de la planta tipo del proyecto Torre de Santo Domingo.

Posteriormente en un nuevo archivo con los planos adecuados inicialmente en AutoCAD realicé el trazado de la red sanitaria ubicando en los lugares más apropiados los bajantes y las ventilaciones en cada apartamento de la planta tipo como se aprecia en la Figura 67.



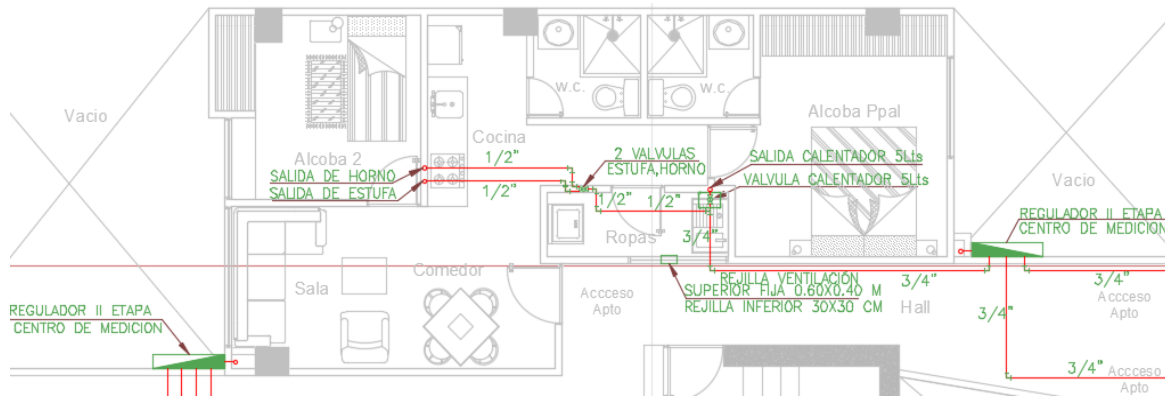
**Figura 67.** Muestra del trazado de la red sanitaria, y ubicación de los bajantes y ventilaciones en un apartamento de la planta tipo.

Después en un nuevo archivo con los planos adecuados inicialmente en AutoCAD realicé el trazado de la red contra incendio ubicando en el lugar más apto de la planta tipo el montante, gabinete y válvula de salida para bomberos como muestro en la Figura 68.



**Figura 68.** Ubicación del montante, gabinete y válvula de salida para bomberos para el trazado de la red contra incendio en la planta tipo.

Finalmente, en un nuevo archivo con los planos adecuados inicialmente en AutoCAD realicé el trazado de la red de gas ubicando en el lugar adecuado el centro de medición (regulador de segunda etapa y medidores de los apartamentos) desde donde tracé la red de gas a cada apartamento de la planta tipo como presento en la Figura 69.



**Figura 69.** Muestra del trazado de la red de gas en un apartamento de la planta tipo.

**NOTA:** Este proyecto no se pudo llevar a cabo debido a que los planos arquitectónicos no coincidieron con los planos estructurales (los planos arquitectónicos no contaban con todas las vigas y columnas diseñadas en los planos estructurales). Por esta razón no fue posible diseñar las redes: hidráulica, sanitaria, contra incendio y gas pues la norma NSR-10 (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo-Resistente) en el Título C (SISMICA, 2010) exige que ningún tipo de tubería atravesase muros, vigas y columnas estructurales. Dado que los planos arquitectónicos estaban incompletos, era imposible garantizar el cumplimiento de la norma.

## 7 APOORTE AL CONOCIMIENTO

### 7.1 DISEÑO DE LA RED DE GAS PARA RECINTOS RESIDENCIALES Y/O COMERCIALES

En esta sección presento los pasos para el diseño de una red de gas para recintos residenciales y/o comerciales. Hago énfasis en este tema ya que no recibe un tratamiento importante en la Universidad por lo que este aporte puede servir a otros practicantes o ingenieros recién egresados. El esquema presentado en la Figura 70 muestra los requerimientos y la normatividad a usar para realizar el diseño de una red de gas.

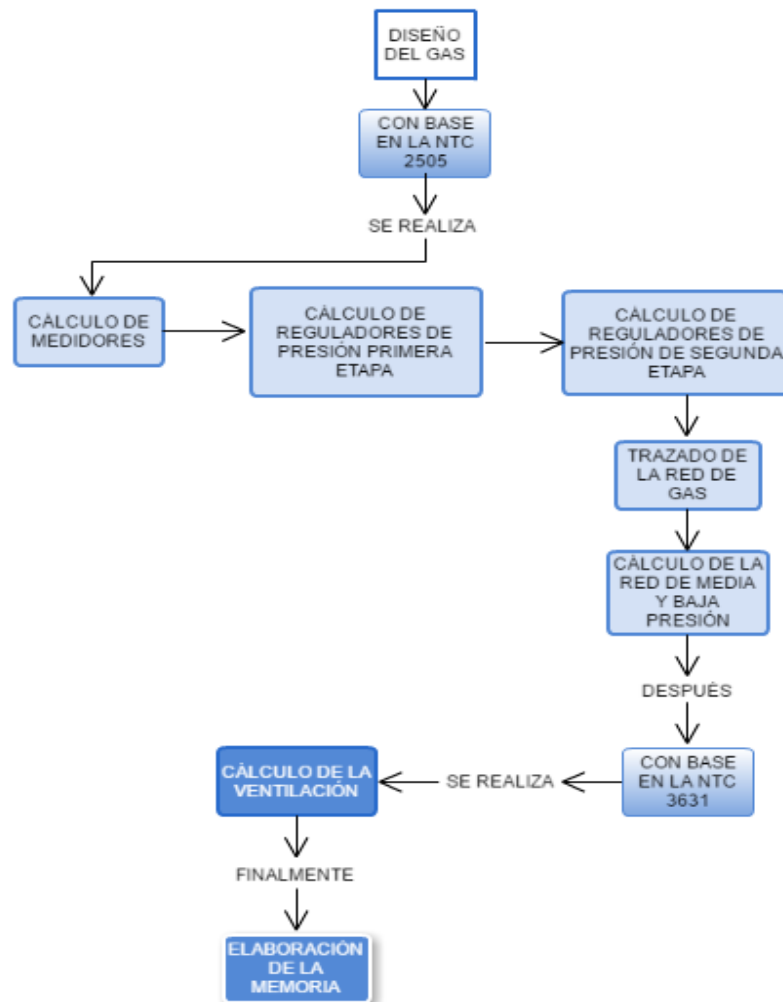


Figura 70. Pasos para realizar el diseño de la red de gas.

La norma NTC 2505 exige que el diseñador conozca las características del gas distribuido (ver Figura 71) pues estas determinan el diseño.

## NTC 2505

Instalaciones para suministro de gas combustible  
destinadas a usos residenciales y comerciales



### Condiciones generales de diseño Aspectos básicos

El diseño de instalaciones debe tener en cuenta como mínimo los siguientes aspectos básicos:

#### Características del gas distribuido

Para proceder al diseño de una instalación para el suministro de gas deberán conocerse previamente las características del gas distribuido, como son las siguientes:

- Familia y denominación del gas.
- Poder calorífico superior.
- Densidad relativa del gas suministrado.
- Presión de operación en los diferentes tramos de tubería.

**Figura 71.** Especificaciones de la NTC 2505 para poder realizar el cálculo de la red de media y baja presión.

### Cálculo de medidores.

1. El número de medidores requerido depende del número de unidades/apartamentos a los que se les suministrará el gas.
  2. El cálculo del caudal de consumo de cada medidor se obtiene sumando el caudal nominal de los artefactos a instalar en cada unidad/apartamento (el caudal máximo para un medidor de un apartamento es de 2.5 m<sup>3</sup>/h).
- El caudal nominal de cada artefacto a instalar en un recinto se calcula dividiendo el gasto calorífico del artefacto (GC) entre el poder calorífico superior del gas (PCS) el cual depende de cada ciudad, como muestra la Figura 72.

## NTC 2505

Instalaciones para suministro de gas combustible  
destinadas a usos residenciales y comerciales



### Condiciones generales de diseño Q requerido por artefacto

$$Q_n = \frac{GC}{PCS}$$

Dónde:

Q<sub>n</sub>: Caudal nominal del artefacto a gas expresado en m<sup>3</sup>(s)/h; (s) a condiciones estándar: 1,01325 bar y 15 °C.

GC: Gasto calorífico del artefacto referido al PCS expresado en kW o kcal/h.

PCS: Poder calorífico superior del gas suministrado expresado en kWh/m<sup>3</sup> o kcal/m<sup>3</sup>.

**Figura 72.** Fórmula para el cálculo del caudal nominal por los artefactos.

- El gasto calorífico de los artefactos de uso residencial se puede conocer haciendo uso de la tabla que se muestra en la Figura 73 que proviene de la norma NT- 006-COL.

Artefactos de uso Residencial	Potencia		
	KW	Btu/h	m <sup>3</sup> /h (gas)
Quemador (estufa)	1,64	5.596	0,144
Horno	3	10.236	0,264
BBQ	8,95	30.539	0,786
Calentador de paso 6 lts	14	47.770	1,23
Calentador de paso 10 lts	22	75.067	1,932
Calentador de paso 13 lts	28	95.540	2,459
Calentador de acumulación	4,2	14.331	0,368
Calentador acumulación 15 -20 Gln	7,33	25.011	0,644
Calentados acumulación 30 - 40 Gln	8,79	29.993	0,772
Calentador acumulación 50 - 60 Gln	14,65	49.988	1,287
Calentador de acumulación de alta recuperación	22	75.067	1,932
Caldera mural cámara estanca	30	102.364	2,635
Secadora de ropa 14 Lbs.	2,56	8.735	0,225
Secadora de ropa 30 Lbs.	5,5	18.767	0,483
Secadora de ropa 32 Lbs.	5,86	19.995	0,515
Secadora de ropa industrial	10	34.121	0,878
Chimenea de pared (plasma) entre:	2 / 4,5	6.825/15.354	0,174/0,393
Chimenea Tipo A entre:	3 / 7	10.236/23.885	0,264/0,615
Chimenea Tipo A entre:	8 / 11	27.299/37.536	0,700/0,963
Chimenea Tipo B entre:	4,39 / 19,04	15.000/65.000	0,385/1,66
Calefactor de ambiente interior	2,34	7.985	0,205
Calefactor exterior tipo hongo	14,65	49.988	1,287
Calefactor exterior infrarrojo	7,33	25.000	0,643

**Figura 73.** Gasto calorífico de algunos artefactos.

### Cálculo de reguladores de presión de primera etapa.

Los reguladores de presión de primera etapa (60 psi de presión de entrada y 5.0 psi de presión de salida) regulan la línea matriz que suministra gas a los reguladores de segunda etapa (5 psi de presión de entrada y 0.33 psi de presión de salida).

El cálculo de la cantidad de reguladores de presión de primera etapa necesarios en la edificación, se hallan conociendo el caudal máximo del regulador con el que se desee diseñar (existen reguladores de 25 m<sup>3</sup>/h, 40 m<sup>3</sup>/h y 50 m<sup>3</sup>/h) para así poder desarrollar el cálculo del caudal de simultaneidad y conocer si dicho caudal cumple con el caudal máximo de diseño para que pueda ser regulado. Es importante aclarar que no se debe diseñar para el caudal máximo del regulador. El caudal de simultaneidad se realiza multiplicando el caudal máximo de consumo de cada medidor (anteriormente especificado) por la cantidad de apartamentos y por un factor de simultaneidad (ver Figura 74), como se muestra en la siguiente fórmula:

$$Q_{sc} = Q_{max} * N^{\circ} \text{ aptos} * FC$$

$Q_{sc}$ : Caudal máximo de simultaneidad.  
 $Q_{max}$ : caudal máximo de apartamento.  
 $N^{\circ}$  aptos: número de apartamentos  
 $FC$ : factor de simultaneidad o coincidencia.

Factores de coincidencia o simultaneidad

Usuarios	FC	Usuarios	FC	Usuarios	FC	Usuarios	FC
1	1,000	16	0,602	31	0,517	46	0,478
2	0,850	17	0,594	32	0,514	47	0,476
3	0,790	18	0,586	33	0,511	48	0,474
4	0,760	19	0,578	34	0,508	49	0,472
5	0,735	20	0,570	35	0,505	50	0,470
6	0,710	21	0,565	36	0,502	60	0,455
7	0,695	22	0,560	37	0,499	70	0,440
8	0,675	23	0,555	38	0,496	80	0,430
9	0,665	24	0,545	39	0,493	90	0,420
10	0,650	25	0,540	40	0,490	100	0,410
11	0,642	26	0,535	41	0,488	200	0,355
12	0,634	27	0,530	42	0,486	300	0,325
13	0,626	28	0,525	43	0,484	400	0,310
14	0,618	29	0,520	44	0,482	500	0,295
15	0,608	30	0,518	45	0,480	1000	0,265

**Figura 74.** Tabla para conocer el factor de coincidencia y así poder realizar el cálculo del caudal máximo de simultaneidad.

### Cálculo de reguladores de presión de segunda etapa.

Los reguladores de segunda etapa (5 psi de presión de entrada y 0.33 psi de presión de salida) regulan las líneas individuales que conducen el gas hacia los distintos artefactos de consumo de un mismo usuario. El cálculo de la cantidad necesaria de reguladores de segunda etapa depende de la cantidad de medidores con los que vaya a contar la edificación puesto que cada regulador de segunda etapa cuenta con una capacidad máxima de 12 medidores. Sin embargo, no se debe diseñar el sistema a su capacidad máxima. El diámetro a utilizar para cada regulador dependiendo de la cantidad de medidores con los que trabajará se muestra en la Figura 75.

Tabla 1. Mínimos diámetros en flautas y máxima agrupación por regulador

Tabla 1 Presión de suministro 22 mbar  
Mínima presión de operación de los artefactos 17 mbar  
Mínima presión de salida del medidor 20 mbar

Nota: Cuando el diámetro de salida del regulador sea mayor al diámetro indicado en la tabla, el diámetro de la flauta debe ser igual al de salida del regulador.

Medidor	Q máx. (m <sup>3</sup> /h)	Usuarios	Qsi máx. (m <sup>3</sup> /h)	Diámetro flauta en pulgada	Longitud al medidor extremo (m)
G 1.6	2,5	1	2,500	0,50	0,26
		2	5,000	0,50	0,44
		3	7,500	0,50	0,62
		4	10,000	0,50	1,11
		5	12,500	0,75	1,29
		6	15,000	0,75	1,29
		7	17,500	0,75	1,47
		8	20,000	0,75	1,47
		9	22,500	0,75	1,65
		10	25,000	0,75	1,65
		11	27,500	0,75	1,83
		12	30,000	1	1,83

**Figura 75.** Tabla para conocer el diámetro dependiendo de los usuarios.

### Trazado de la red de gas y ventilación.

El trazado de los planos de la red de gas con su respectiva ventilación debe atender a lo establecido la norma NTC 2505. Algunos de los establecimientos a cumplir se muestran en las figuras 76, 77, 78 y 79.

**NTC 2505**  
Instalación de Tuberías

**Trazado de tuberías**

- Las Tuberías para suministro de gas pueden instalarse ocultas (embebidas, enterradas o por conductos) o visibles.
- No deben pasar por dormitorios, baños, conductos de aire, chimeneas, fosos de ascensores, sótanos sin ventilación, conductos de instalaciones eléctricas y de basuras, ni por áreas donde haya transformadores eléctricos. Cuando pase por dormitorios o baños se debe contemplar que el tramo de tubería sea continuo o encamisado. (excepto para artefactos tipo C)
- No deben quedar embebidas en las paredes del foso del ascensor.

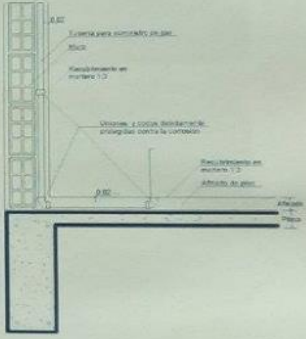


Figura 76. Establecimiento de la NTC 2505 para el trazado de la tubería.

**NTC 2505**  
Tipos de Material permitidos

**Tuberías Plásticas**

- Deben emplearse únicamente para instalaciones enterradas.

**Tuberías Metálicas (Rígidas y Flexibles)**

- Tubería de Acero debe ser mínimo de cédula 40.
- Tubería Flexible corrugada de acero inoxidable.
- Tubería de cobre tipo K o L.
- Aluminio puro.

**Multicapas**

- PE/AL/PE.
- Estas tuberías deben estar protegidas de la luz solar directa.

Figura 77. Material permitido por la NTC 2505 para el diseño de la red de gas.



$$Q = \frac{4,61 * 10^{-5}}{S^{0,425}} * \left( \frac{P_1^2 - P_2^2}{Le} \right)^{0,575} * D^{2,725}$$

Dónde:

- P1: Presión absoluta al inicio de la instalación común en bar.  
P2: Presión absoluta al final de la instalación común en bar.  
S: Densidad relativa del gas.  
Le: Longitud equivalente del tramo en m.  
Q: Caudal en m<sup>3</sup>(s)/h.  
D: Diámetro interior de la tubería en mm.

**Figura 80.** Fórmula de Mueller para el cálculo de pérdida de carga en la red de media presión.

- La red de baja presión debe trabajar con una presión de entrada para el aparato más crítico igual o superior a 17 mbar garantizando de esta manera que los artefactos soporten una presión  $P \leq 140$  mbar. Sin embargo, cuando la presión de operación de la línea individual sea mayor o igual a 23 mbar, pero inferior o igual a 140 mbar se debe utilizar la fórmula de Renouard (ver Figura 81).

$$DP = 23,200 \times d_r \times L_E \times Q^{1,82} \times D^{-4,82}$$

donde:

- $DP =$  Pérdida De Presión. (mbar)  
 $d_r =$  Densidad relativa del gas.  
 $L_E =$  Longitud equivalente de un tramo en m.  $Le = L_{real} \times 1.2$  m  
 $Q =$  Caudal en m<sup>3</sup> / h  
 $D =$  Diámetro interior de la conducción en mm.

**Figura 81.** Fórmula de Renouard para el cálculo de la pérdida de presión en la red de baja presión.

- Para ambas redes la velocidad del gas dentro de la tubería no debe ser mayor de 20 m/s. La fórmula a aplicar para el cálculo de la velocidad del gas se muestra en la Figura 82.

$$V_{(M/S)} = 354 \times Q_{(M^3/H)} \times P_{(bar)}^{-1} \times D_{(mm)}^{-2}$$

Donde:

V = velocidad en m/s

Q = caudal en m<sup>3</sup>/h

P = presión absoluta al final del tramo en bar.

D = diámetro interior de la conducción en mm.

**Figura 82.** Fórmula para calcular la velocidad del gas en las redes de media y baja presión.

### **Cálculo de la ventilación.**

La norma NTC 3631 provee la metodología para determinar si el recinto en donde se ubicará la red de gas es confinado (ver Figura 83). En caso afirmativo se debe hacer el respectivo cálculo de ventilación requerido por la misma norma. Los cálculos de ventilación difieren dependiendo de la comunicación que esta tenga con el exterior. Por ejemplo, si la ventilación es dada por arrastre (ayudando a que el aire pueda evacuar al exterior) se utiliza el numeral 4.2.1.1 de la norma, pero si esta es directa (el aire fluye inmediatamente al exterior) se utiliza el numeral 4.2.2.1, estos numerales son mostrados a continuación:

- “4.2.1.1 En estos casos deben dotarse dos aberturas, una superior y una inferior, cada una debe tener un área libre mínima igual al mayor valor entre 645 cm<sup>2</sup> ó 22 cm<sup>2</sup> por cada kilovatio de potencia nominal agregada o conjunta de todos los artefactos a gas instalados en el espacio confinado.” (ver Figura 84).
- “4.2.2.1 a) cuando el espacio se comunica directamente con el exterior o cuando se comunica con el exterior mediante conductos verticales, cada abertura debe tener un área libre mínima de 6 cm<sup>2</sup> por cada kilovatio de potencia nominal agregada o conjunta de todos los artefactos a gas instalados en el espacio confinado.” (ver Figura 85).

### Actualización NTC – 3631

Ventilación de recintos interiores donde se instalan artefactos que emplean gases combustibles para uso doméstico, comercial e industrial



#### Cálculo de confinamiento de recintos



$$VL = A \text{ (m}^2\text{)} \times H \text{ (m)} \geq VR = \Sigma \text{ potencias (kW)} \times 3,4 \text{ (m}^3\text{/kW)}$$

Figura 83. Cálculo para establecer si es un recinto confinado que requiere ventilación.

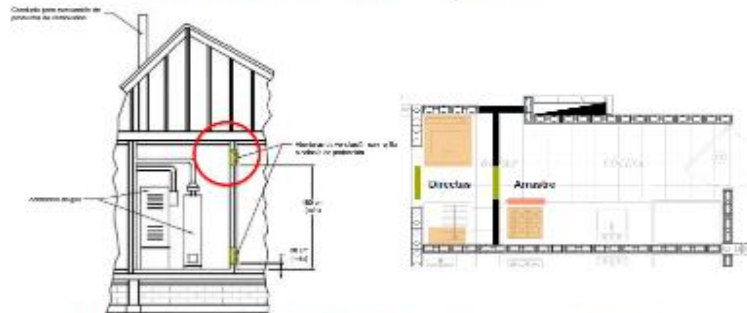
### Actualización NTC – 3631

Ventilación de recintos interiores donde se instalan artefactos que emplean gases combustibles para uso doméstico, comercial e industrial



#### Métodos de ventilación de recintos

##### Ventilaciones indirectas en la misma planta



$$V_{\text{min}} \text{ (cm}^3\text{ libres)} = \Sigma \text{ potencias (kW)} \times 22 \text{ (cm}^3\text{/kW)} \geq 645 \text{ cm}^3$$

Figura 84. Fórmula para calcular el área mínima de ventilación requerida, para cuando la ventilación es por arrastre al exterior.

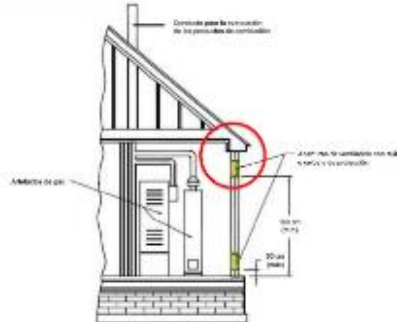
### Actualización NTC – 3631

Ventilación de recintos interiores donde se instalan artefactos que emplean gases combustibles para uso doméstico, comercial e industrial



### Métodos de ventilación de recintos

#### Ventilaciones directas



$$V_{\min} (\text{cm}^3 \text{ libras}) = \sum \text{potencias (kW)} \times 6 (\text{cm}^3/\text{kW})$$

**Figura 85.** Fórmula para calcular el área mínima de ventilación requerida, para cuando la ventilación es por arrastre es decir está al interior.

### Memoria de diseño.

Finalmente, se debe realizar la memoria del diseño la de la red de gas para llevarla a radicar en la entidad pública correspondiente donde se aprueban los diseños del gas. Para el caso de Bucaramanga, la entidad pública a cargo de esta actividad es Gasorienté.

**NOTA:** Las imágenes presentadas en esta sección fueron tomadas de una capacitación de Gasorienté (FENOSA, 2016) y de la norma de Gasorienté (Torres, 2011), y la descripción fue basada en la norma de Gasorienté (Torres, 2011).

## 7.2 ESQUEMAS PARA LA REALIZACIÓN DEL DISEÑO DE LAS REDES INTERNAS

En esta sección del aporte al conocimiento presento unos diagramas de flujo para el desarrollo del diseño de cada red interna exceptuando la red de gas, puesto que el diagrama de flujo para el desarrollo de esta fue presentado anteriormente. Estos servirán como guía para que cualquier estudiante y/o egresado tenga una base sobre la cual empezar sus diseños. El diagrama de flujo de la red hidráulica se puede observar en la Figura 86, el de la red sanitaria en la Figura 87 y el de la red contra incendio en la Figura 88. Los cuáles serán mostrados a continuación:

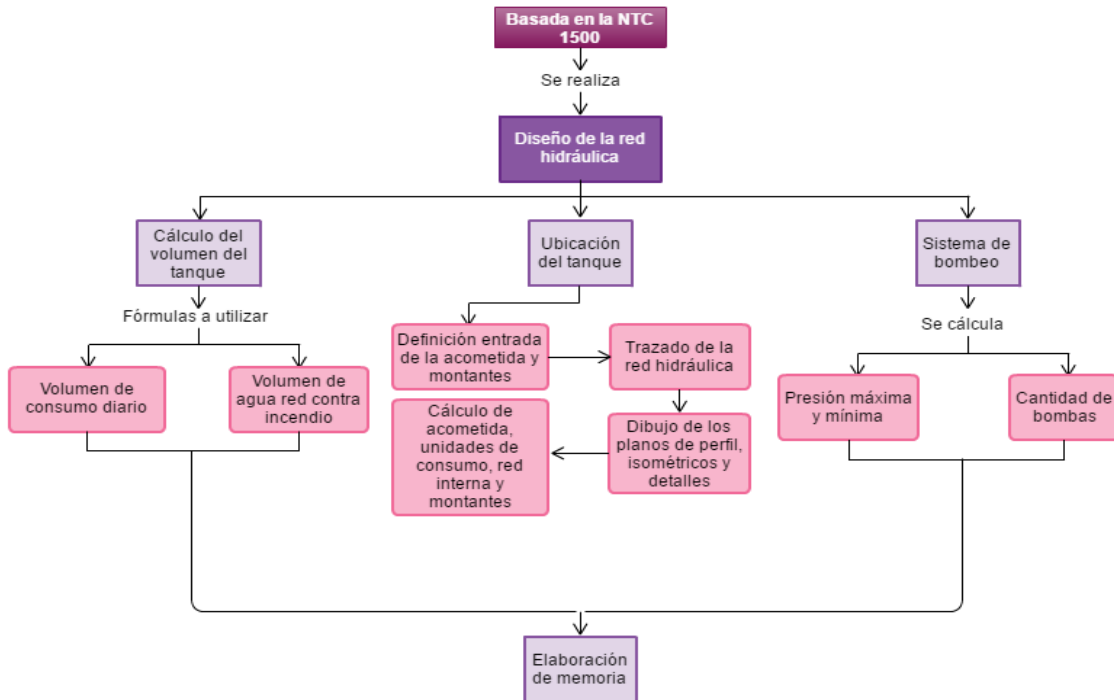


Figura 86. Diagrama para realizar el diseño de la red hidráulica.

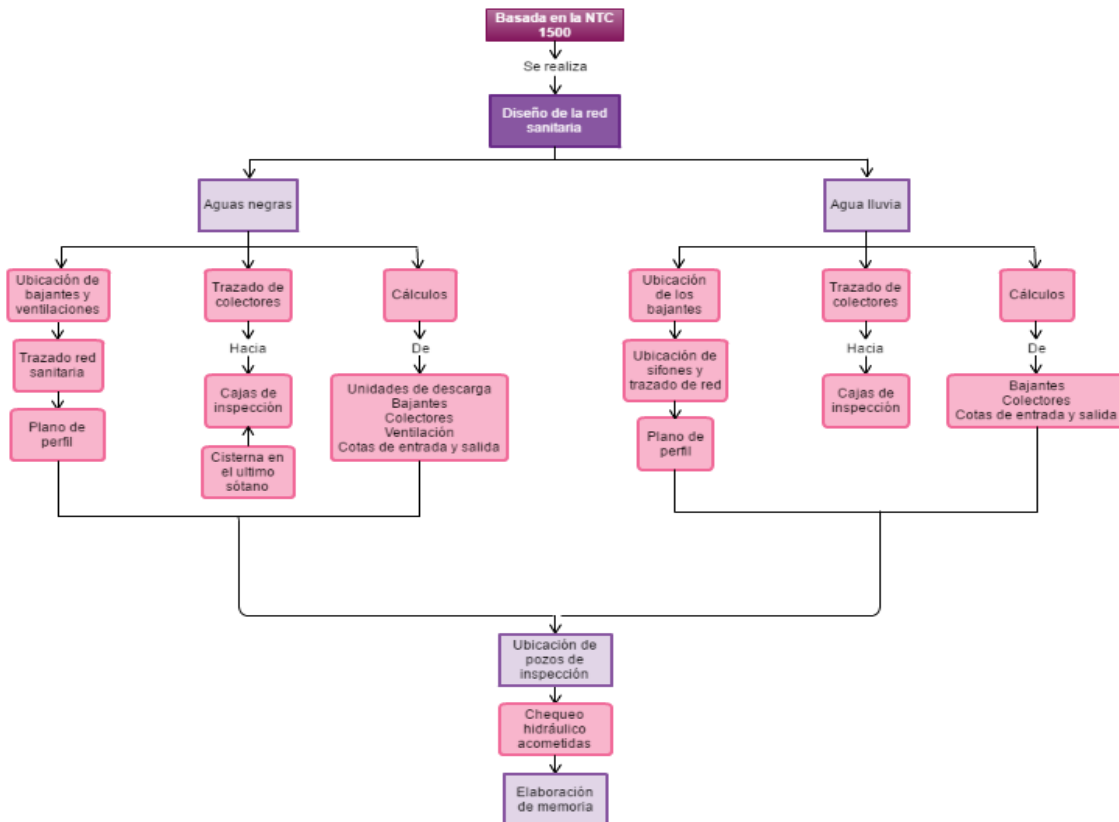
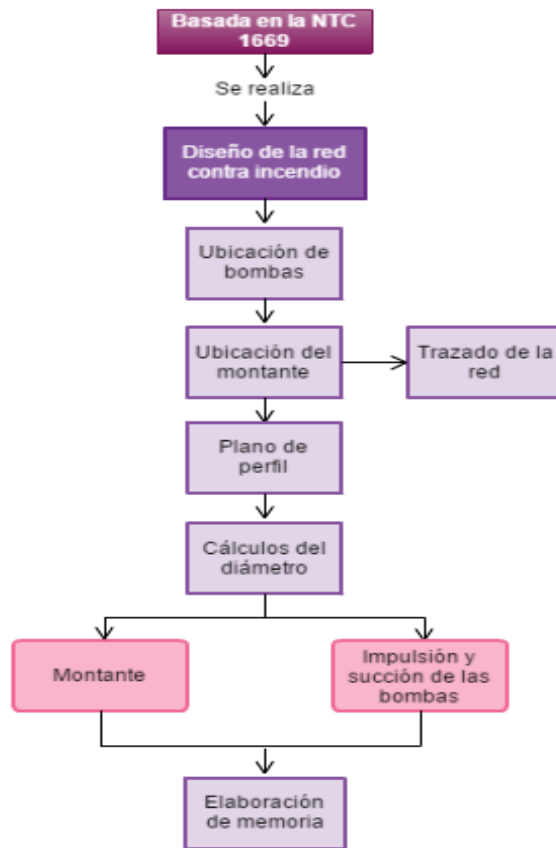


Figura 87. Diagrama para realizar el diseño de la red sanitaria.



**Figura 88.** Diagrama para realizar el diseño de la red contra incendio.

## **8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- El diseño de las redes internas hidráulica, sanitaria, contra incendio y gas se deben realizar en el marco de sus respectivas normas vigentes para lograr que los proyectos contratados por INGVECO S.A.S obtengan el certificado de habitabilidad logrando brindar a sus residentes la máxima comodidad.
- Es indispensable conocer la normatividad vigente para lograr la aprobación de los diseños. La normatividad vigente es la NTC 1500 para realizar el diseño de las redes hidráulica y sanitaria, la NTC 1669 para realizar el diseño de la red contra incendio y las normas NTC 2505, NTC 3631, y NTC 3833 para el posterior diseño de la red de gas.
- Para que el diseño de cada red sea aprobado por su entidad pública correspondiente, la memoria de cada red debe incluir los cálculos realizados y los planos deben contener: el trazado de cada red, el perfil (excepto en la red de gas), la isométrica (solo aplica para las redes hidráulica y de gas) y detalles.
- Es indispensable la comunicación constante con los demás diseñadores (arquitecto, ing. Estructural, ing. Eléctrico) y constructor, ya que de esta manera se estará trabajando coordinadamente para que la realización del edificio sea un éxito.
- Se recomienda tener conocimiento de las fórmulas a aplicar para cada cálculo, ya que de esta manera se logra tener un manejo más eficiente de los cuadros de cálculo.
- La empresa INGVECO S.A.S. hizo posible que además de profundizar y aplicar los conocimientos adquiridos durante mi pregrado, tuviera la oportunidad de conocer aspectos de la ingeniería civil que son indispensables en el ejercicio de la profesión tanto en el área del diseño como en el quehacer diario del Ingeniero Civil. Por lo cual, puedo decir que mi práctica empresarial fue una experiencia enriquecedora para mi vida laboral.

## 9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ECONOMICO, M. D. (2000). *RAS-2000 TITULO B*. BOGOTA.
- FENOSA, G. (2016). *NUEVO MARCO REGLAMENTARIO Y NORMATIVO*.
- ICONTEC. (2003). *NTC 3631*. BOGOTA.
- ICONTEC. (2004). *NTC1500*. BOGOTA.
- ICONTEC. (2006). *NTC 2505*. BOGOTA.
- ICONTEC. (2009). *NTC1669*. BOGOTA.
- IGNACIO GOMEZ IHM S.A., I. (2004). *MANUAL DEL USUARIO EQUIPO CONTRA INCENDIO*. Obtenido de <http://www.igihm.com/manuales/incendio.pdf>
- *MANUAL DE AUTOCAD 2D Y 3D*. (01 de 2010). Obtenido de [http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2015-04-25\\_01-17-11120379.pdf](http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2015-04-25_01-17-11120379.pdf)
- SISMICA, A. C. (2010). *NSR-10*. BOGOTA.
- Torres, H. M. (2011). *Norma de Diseño de Gas Natural ESP*.